

발간등록번호

11-1543000-000592-01

u-IT 기반의 스마트 농축산물 유통 및 저장관리 시스템
(u-IT Based Smart Distribution and Storage Management System
for Farm Products)

한국교통대학교 산학협력단

농림축산식품부

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

이 보고서를 “u-IT 기반의 스마트 농축산물 유통 및 저장 관리 시스템에 관한 연구” 과제의 보고서로 제출합니다.

2014년 9 월 18 일

주관연구기관명 : 한국교통대학교산학협력단

주관연구책임자 : 곽 윤 식

세부연구책임자 : 곽 윤 식

연 구 원 : 송 석 일

연 구 원 : 구 본 근

연 구 원 : 충북대학교 유 재 수

연 구 원 : 경남과학기술대학교 곽영식

협동연구기관명 : 농업기술실용화재단

협동연구책임자 : 이 정 용

협동연구기관명 : (주)에이에스엔

협동연구책임자 : 김 형 준

협동연구기관명 : 부산대학교산학협력단

협동연구책임자 : 권 준 호

협동연구기관명 : 보아스에스이

협동연구책임자 : 이 병 주

요 약 문

I. 제 목

u-IT 기반의 스마트 농축산물 유통 및 저장 관리 시스템

II. 연구성과 목표 대비 실적

3년간의 연구를 통해 특허 출원 13건, 등록 6건, SCI 논문 10편 (3편 게재 예정)을 게재하였고, 국제 및 국내의 비 SCI 논문을 총 31편 게재 하였다. 또한 기술실시로 수출 7건 (200% 이상), 연구결과 활용 측면에서도 3건의 핵심 기술에 대한 상품화에 성공하였으며, 7건의 신문, TV 홍보를 수행하였다. 거의 모든 측면에서 성과 대비 100% 이상의 성과를 이루어 냈으나 특허 등록의 경우 성과 목표치에 비해 66% 에 머물렀다. 하지만, 현재 출원된 특허들의 처리 과정을 볼 때 과제 종료 후에도 지속적으로 성과가 도출될 것으로 예상되어 매우 성공적으로 연구 성과 목표를 달성하였다고 자평할 수 있다.

III. 연구개발의 목적 및 필요성

전 세계적으로 농산물 수확후 처리 및 유통 과정에서 발생하는 손실률이 약 20~30% 정도에 달한다고 알려져 있다. 우리나라의 경우 유통과정에서 발생하는 경제적 손실은 국내 과수·채소 등의 총 유통규모 약 15조원 대비 20~30%로, 선진국의 손실률인 약 5%에 비해 현저히 높은 수준이다. 또한, 식약청에 따르면 신선 식품 유통 중 발생하는 식품사고는 2007년 기준 10,833건으로 매년 증가하고 있다.

이 연구에서는 농산물 및 신선식품의 손실을 줄이기 위한 무선 센서 네트워크를 기반으로 농산물의 저장 및 유통과정을 모니터링 하고 관리하는 스마트 농축산물 유통관리 시스템 및 응용 서비스 개발을 목적으로 한다. 이 연구에서 개발하는 기술 및 응용서비스를 적용하면 농산물 유통과정에서 발생하는 다양한 문제의 원인을 분석할수 있다. 또한, 유통시의 온도 및 습도 데이터를 분석해서 농산물의 판매 우선순위를 제안하여 손실을 최소화하고 농산물 도매시장의 과거 판매가격을 분석하여 1일 또는 1주일 단위의 농산물 판매가격을 예측하여 제공하여 농가가 제값에 농산물을 출하 할 수 있도록 하는 것을 목적으로 한다.

IV. 연구개발 내용 및 범위

이 과제에서는 최종 목표인 스마트 농산물 유통관리 시스템 및 응용서비스 개발을 위해서 다음과 같은 연구를 진행하였다. 첫 번째는 유통과정의 환경 요인 데이터를 수집하는 센서 노드 및 네트워크 기술을 개발하였다. 두 번째는 센서 네트워크로부터 전달되는 대용량의 센서 데이터 스트림을 안정적으로 처리할 수 있도록 해 주는 미들웨어 기술을 개발하였다. 세 번째는 Hadoop과 RDBMS를 기반으로 대용량의 데이터를 저장 관리하고 분석하는 기술을 개발하였고, 마지막으로 농산물의 저장 및 유통실태 파악 및 농산물과 환경요인간의 관계 분석 연구를 진행하였다. 3차년도에는 1, 2차년도에 개발된 요소 기술과 농산물의 저장 실태 및 환경요인과 상품성과의 관계 분석내용을 융복합하여 응용서비스를 개발하였다.

V. 연구개발결과

이 연구에서는 무선 센서 네트워크를 기반으로 농산물의 저장 및 유통과정을 모니터링 하여 관리하는 스마트 농축산물 유통관리 시스템 및 응용 서비스를 개발하였다. 이 연구에서 개발하는 기술 및 응용서비스를 통해 농산물 유통과정에서 발생하는 문제의 원인을 분석하고, 유통시의 온/습도 데이터를 분석해서 농산물의 판매 우선순위를 제안하고, 농산물 도매 시장의 과거 판매가격을 분석하여 1일 또는 1주일 단위의 농산물 판매가격을 예측하여 제공하는 서비스를 개발한다. 연구 내용측면에서는 계획했던 연구개발을 모두 완료하였다.

VI. 연구성과 및 성과활용 계획

이 과제를 통해서 도출한 연구성과를 직접 농가의 저장고나 이마트의 저장고, 해외수출 현장에 적용하는 등의 기술실시를 총 7건 시행하였다. 또한, 연구 개발된 기술 중 3건의 기술을 상품화하는데 성공하였으며, 과제를 통해서 개발한 다양한 연구 성과들을 신문과 TV를 통해 7 건에 걸쳐 적극 홍보하였다.

본 통합관리 시스템의 활용을 위하여 농업기술실용화재단과의 협의가 진행 중으로 2014년~2015년도에 걸쳐 3회 이상의 시범사업을 추가적으로 준비하고 있다. 또한 사단법인 한국정보기술학회 주관의 기술워크숍 및 정책세미나가 2014년 11월에 준비, 진행되고 있다. 연구가 종료된 이후에도 연구를 통해서 도출한 핵심기술을 상품화하는 작업을 지속할 것이다. 또한, 농산물 유통 뿐 아니라 축산물, 수산물 등의 저장 및 유통에 개발 기술을 적용해 볼 계획이다.

SUMMARY

I. Title

u-IT Based Smart Distribution and Storage Management System for Farm Products

II. Achievements of Performance Objectives

For the past three years, we have applied for 13 patents and registered 6 domestic patents. Also, we have published 11 SCI(E) papers (including 3 papers scheduled for publication) and 31 non-SCI(E) papers. We succeeded to launch 3 products that are derived from our developed technologies. Then, 7 issues among our research results have been appeared in the newspapers or on TVs. Besides SCI(E) papers and patent registration, we exceeded our performance goals for the past three years. However, for patent registration, since there are 5 applied patents, we take optimistic view of that. Also, for SCIE papers, 3 papers have been accepted for the publication, so several months later, that goal will be achieved.

III. Purpose and Necessity of Project

The loss rate of agricultural products occurred during distribution is about 20% ~ 30% all over the world. In the case of our country, the loss rate reaches about 20% ~ 30% while the loss rate of advanced countries is about 5%. Also, accidents caused by food spoils during distribution was 10,8333 at 2007.

The goal of this research is to develop and implement a smart distribution system for agricultural products and some applications based on the system. Through the system and applications, users can find out cause of problem occurred during distribution. Also the system and applications provide the sales order for the agricultural products after distribution and predict the price of agricultural products 1 day later or 1 week later.

IV. Content of Research and Development

The final goal of this project is to develop the smart distribution system for agricultural products and its applications. To achieve the goal, we perform the following research activities. First, we develop sensor nodes that is optimized for agricultural products and sensor network protocol to gather humidity and temperature during agricultural product distribution. Second, we develop middleware for sensor network to process the large amount of sensor data stream. Third, data storage and analysis methods for the large amount of sensor data stream based on Hadoop and RDBMS are developed. Finally, we study the relation between the quality of agricultural products and humidity and temperature and investigate the distribution reality of agricultural products.

V. Results of Research and Development

In this project, we have developed a the smart distribution system and its applications to monitor and manage the distribution of agricultural products. With the developed technologies and application services, we can analyze the cause of problem occurred during distribution. Also the system and applications provide the sales order for the agricultural products after distribution and predict the price of agricultural products 1 day later or 1 week later. We finished our planned research completely.

VI. Application Plan of Research Results

We applied our developed smart distribution system for 7 sites such as cold warehouses of e-mart, agricultural product exports, farm warehouses and so on. Also, we succeeded to launch 3 products that are derived from our developed technologies. Then, 7 issues among our research results have been appeared in the newspapers or on TVs. After the end of our projects, the participated companies have a plan to launch new products.

목 차

| | | |
|-------|--|-----|
| 제 1 장 | 연구개발과제의 개요 및 성과목표 | 1 |
| 1. | 연구개발의 목적 및 필요성 | 1 |
| 2. | 연구개발의 내용 및 범위 | 3 |
| 3. | 연구성과 목표 대비 실적 | 7 |
| 제 2 장 | 국내·외 기술개발 현황 | 15 |
| 1. | 국내외 농산물 유통과정 모니터링기술 개발동향 | 15 |
| 2. | 농산물 가격예측 기술의 국내외 동향 | 18 |
| 3. | 국내외 농산물 유통 및 저장환경 모니터링 센서 네트워크 기술 개발동향 | 19 |
| 4. | 국내외 무선센서네트워크 미들웨어 기술 개발 동향 | 22 |
| 5. | 국내외 대용량데이터처리 기술 개발 현황 | 27 |
| 6. | 농산물 품질 예측을 위한 관련 기술 개발 현황 | 31 |
| 제 3 장 | 연구개발 수행 내용 및 결과 | 33 |
| 1. | 클라우드 기반의 농산물 유통 데이터 관리 시스템 및 응용 서비스 개발 | 33 |
| 2. | 농산물 저장 유통 실태조사 및 시스템 상용화 검증 | 313 |
| 3. | 농산물 유통 관리를 위한 센서 노드 및 통신 시스템 개발 | 445 |
| 4. | 센서 미들웨어 개발 | 468 |
| 5. | 농산물 수확량 및 유통량 모니터링 시스템 개발 | 527 |
| 제 4 장 | 목표달성도 및 관련분야에의 기여도 | 594 |
| 1. | 연도별 연구 목표 및 목표 달성도 | 594 |
| 2. | 연구결과의 관련 분야 기술발전예의 기여도 | 599 |
| 제 5 장 | 연구개발 성과 및 성과활용 계획 | 601 |
| 1. | 실용화·산업화 성과 계획 | 601 |
| 2. | 교육·지도·홍보 등 기술확산 계획 | 603 |
| 3. | 특허, 품종, 논문 등 지식재산권 확보계획 | 604 |
| 4. | 추가연구 및 타연구에 활용 계획 | 604 |
| 제 6 장 | 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보 | 608 |
| 제 7 장 | 연구시설·장비 현황 | 616 |
| 제 8 장 | 참고문헌 | 617 |

제 1 장 연구개발과제의 개요 및 성과목표

제 1 절 연구개발의 목적 및 필요성

농산물 수확후 처리 및 유통 과정에서 발생하는 손실로 인한 경제적 피해는 매우 크다. 전 세계적으로 유통과정에서 발생하는 신선 식품의 손실률을 약 20~30% 정도이며, 우리나라 유통과정에서 발생하는 경제적 손실은 국내 과수·채소 등의 총 유통규모 약 15조원 대비 20~30%로, 선진국의 손실률인 약 5%에 비해 현저히 높은 수준이다. 특히, 식약청에 따르면 신선식품 유통 중 품질관리 부실에 의한 경제적 손실 가치는 연간 8조원을 상회하며 식품 유통 중 식품사고는 2007년 기준 10,833건으로 매년 증가하고 있다. 손실과 식품사고 방지하기 위해서는 수확후 저장 및 유통 중 농산물에 적합한 수확후 관리기술 투입 및 해당 농산물에 적합한 온도 및 습도 등의 환경을 조성해주는 것이 필요하다.

최근에 수확후관리에 IT 기술을 접목한 형태의 솔루션 개발 및 보급의 필요성이 제기되어 왔고 관련 기술을 진행해 오고 있으나 기술수준이 미흡하거나 실용화하기에는 시간이 더 필요하다. 현재의 국산 기술은 단순 이력 관리 및 유통 경로 추적, 그리고 저장고 온습도 환경을 실시간으로 측정하여 축적하는 수준에 머무르고 있다. 국외의 경우 유통과정의 상품성을 모니터링 하는 기술 보급이 시작되고 있다. EU와 미국, 일본 등 선진국들은 농축산물 저장 및 유통 분야에 ICT 기술을 도입해서 농축산물 유통의 투명성 확보는 물론 생산관리, 유통물류관리에 활용하고 있으며 2015년경에는 RFID가 바코드를 상당부분 대체할 것으로 예측된다. 그러나 기존의 농축산물에 활용되어온 RFID 기술은 제품특성상 인식율의 한계와 시스템 구축비용등의 제약으로 확산이 지연되고 있다. 또한 단순 입력 정보의 인식에 국한하는 등 유통환경변화에 따라 변해가는 농축산물 품질 정보를 제공할 수 없는 제약성이 있다.

현재 국내의 경우 ICT 기술은 선진국에 비해 대등한 기술을 보유하고 있으나 ICT와 농축산물 품질 센싱 기술을 융합하여 저장 및 유통 품질을 실시간으로 모니터링하고 이상 환경에 의한 부패 방지 등 농축산물의 손실을 줄이는 기술은 미비한 실정이다. ICT 기술을 이용하여 유통과정의 환경을 모니터링하고, 모니터링을 통해 수집하는 데이터를 분석해서 농산물의 유통 기간을 예측하여 판매 우선순위를 제안하고, 농산물의 출하시기를 제안하는 등 농산물 유통관리에 필요한 의사 결정에 도움을 주는 기술 개발이 필요하다.

이 연구에서는 무선 센서 네트워크를 기반으로 농산물의 저장 및 유통과정을 모니터링하여 관리하는 스마트 농축산물 유통관리 시스템 및 응용 서비스 개발을 목적으로 한다. 스마트 농산물 유통관리 시스템 및 응용서비스 개발을 위해서는 유통환경 요인 데이터를 수집하는 센서 노드 및 네트워크 기술, 대용량의 센서 데이터 스트림을 안정적으로 처리할 수

있도록 해 주는 미들웨어 기술, 대용량의 데이터를 저장 관리하고 분석하는 기술과 같은 핵심기술을 개발한다. 그리고, 농산물의 저장 및 유통실태 파악 및 농산물과 환경요인 간의 관계 분석 및 모델을 개발하고 개발한 ICT 기술과 융합한다.

이 연구에서 개발하는 기술 및 응용서비스를 통해 농산물 및 신선 식품의 유통과정에서의 온/습도를 실시간으로 기록하여 유통과정상에서 발생하는 문제의 책임소재를 가릴 수 있게 한다. 또한, 유통과정에서의 온/습도 데이터를 실시간으로 분석해서 농산물의 중량 감소분을 예측하여 중량감소가 많이 예측되는 농산물 먼저 판매하도록 하는 판매 우선순위를 제안한다. 그리고, 농산물 도매시장의 과거 판매가격을 분석하여 1일 또는 1주일 단위의 농산물 판매가격을 예측하여 판매자에게 최적의 농산물 판매시점을 제안할 수 있도록 한다.

제 2 절 연구개발의 내용 및 범위

이 과제에서 3년간 진행한 주요 연구내용 및 범위를 각 세부과제별로 요약하여 표 1-1에 기술하였다. 각 세부과제별로 차이는 있지만, 대체적으로 1차년도에는 핵심 요소기술의 설계 및 검증을 수행하였고, 2차년도에는 1차년도에 설계 또는 구현한 핵심 기술의 고도화 및 구현을 진행하였다. 3차년도에는 2차년도까지 개발한 핵심 기술의 고도화 및 통합 구현을 진행하였고, 동시에 수차례 현장실험 및 시범사업을 진행하여 개발 기술의 타당성을 검증하였다.

표 1-1. 연구내용 및 범위

| 세부과제명 | 연구목표 | 연구개발 수행내용 | 연구 범위 |
|---|---|---|--|
| 제1세부과제 : 클라우드 기반의 농산물 유통 데이터 관리 시스템 및 응용 서비스 개발 | <ul style="list-style-type: none"> 클라우드 기반의 유통 데이터 관리 및 분석 플랫폼 개발 | <ul style="list-style-type: none"> 대용량의 유통 환경 데이터를 저장하기 위해 Hadoop, HBase, Zookeeper, MySQL을 기반으로하는 RDBMS 와 NoSQL 하이브리드 저장소 개발 RHive를 이용한 유통 환경 분석 플랫폼 구축 12개의 물리노드와 24개의 가상노드로 구성되는 클러스터 구축 | <ul style="list-style-type: none"> Hadoop 클러스터 구축 Open 소스 기반 데이터 저장 및 분석 플랫폼 구현 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 농산물 판매 우선순위 예측 및 출하시기 결정 지원 기술 개발 | <ul style="list-style-type: none"> 일별 일주일별 사과 도매가격 예측모델 개발 일별, 일주일별 사과도매가격 예측모델 예측력 검증 big data수집: 2009년-2014년7월까지 data 연도별 총 출하량이 가격에 미치는 영향 등의 경제학적 변수 추가 검증 | <ul style="list-style-type: none"> 기존 공개된 농수산물 일별 도매 가격 정보를 분석하여 모델 수립 매일 공지되는 도매가격을 참고하여 모델 도출(estimation) 및 검증(validation) |
| | <ul style="list-style-type: none"> 현장실험 및 시범 사업 수행 후 결과 분석 | <ul style="list-style-type: none"> 농가의 저장고에서 총 5회의 현장실험을 통해 센서 노드와 모니터링 시스템의 기능을 테스트함 스마트 모니터링 시스템을 이용하여 총 6회의 시범사업을 실시하고 결과를 분석함 | <ul style="list-style-type: none"> 현장실험 및 시범사업 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 스마트 유통 모니터링 시스템 개발 및 서비스 개발 | <ul style="list-style-type: none"> 클라우드 기반 유통 데이터 관리 및 분석 플랫폼, 2협동 및 4협동과제에서 개발한 센서 노드 및 센서 네트워크, 3협동에서 개발한 미들웨어를 통합하여 웹기반의 스마트 유통 모니터링 시스템을 개발함 다양한 클라이언트 개발 : 웹 클라이언트외에 다양한 스마트 기기를 지원하기 위해 안드로이드 및 IOS 앱 형태 클라이언트와 스마트TV 용 클라이언트를 개발함. | <ul style="list-style-type: none"> 각 요소 기술 통합 및 구현 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 스마트 농산물 유통 관리 시스템의 업무 처리 흐름 수립 | <ul style="list-style-type: none"> 농수산물의 유통환경과 유통량을 모니터링하는 시스템의 업무절차 수립 | <ul style="list-style-type: none"> 스마트 농산물 유통 관리 시스템의 업무 처리 흐름도 작성 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 유통환경에 적합한 포장용기 및 센서 태그 규격 연구 | <ul style="list-style-type: none"> 농산물 모니터링에 적합한 용기 및 센서 규격 정의 | <ul style="list-style-type: none"> 센서 태그 및 센서 태그가 부착되는 포장용기 제안 |

| | | | |
|--|--|--|--|
| 제1협동과제 :농산물 저장·유통 실태조사 및 시스템 상용화 검증 | <ul style="list-style-type: none"> 주요 사과APC내 수확후관리 기술 및 시설 운영 실태조사 | <ul style="list-style-type: none"> 주요 사과APC내 수확후관리 기술 및 시설 운영 실태조사 | <ul style="list-style-type: none"> 통계자료 분석 및 20여개의 사과 APC를 대상으로 수확후관리 각 과정별 조사항목(체크리스트) 작성하여 설문조사 실시, 결과분석 이를 토대로 환경 실시간 모니터링 프로그램 작성 및 현장 적용시 고려 장소 선정 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 사과 품질인자 도출 | <ul style="list-style-type: none"> 사과 품목의 다양한 저장 및 환경 조건하에서의 품질특성 조사 | <ul style="list-style-type: none"> 각 저장방식별로 일정간격 시료채취하여 색도, 경도, 에틸렌 등 품질조사 및 환경과 품질의 상관관계 분석, 품질변화 예측식 작성 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 배 저장·유통 실태조사 | <ul style="list-style-type: none"> 배 품목 저장 및 유통기술실태조사 지역별 배 APC별 공정, 시설 운영 형태 실태조사 배 저장 및 유통시 품질저하 주요 원인 파악 | <ul style="list-style-type: none"> 배의 전반적인 수확후 핸들링 과정 파악 실시간 환경 모니터링 프로그램 적용 및 확대 가능성 파악 실시간환경 모니터링 프로그램 작성 및 현장 적용시 고려 장소 선정 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 배 저장 및 유통과정에서의 품질인자 도출 | <ul style="list-style-type: none"> 배 품목의 저장 및 유통 환경에 따른 품질 특성 조사 배 품질 결정요인 구명 환경과 품질간의 상관관계, 환경에 따른 품질변화 예측식 작성 | <ul style="list-style-type: none"> 배의 수확후 품질에 미치는 환경요인 설정(온도, 습도, 이산화탄소 등), 환경에 따른 품질변화 예측식 작성 작성 예측식을 배 수확후 품질예측 프로그램 작성시 제공 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 복숭아, 포도 저장·유통 실태조사 | <ul style="list-style-type: none"> 복숭아, 포도의 APC내 수확후관리기술 적용 및 시설 운영 실태 조사 | <ul style="list-style-type: none"> 복숭아, 포도 수확후 환경모니터링 적용 가능성 검토 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 도출 품질 인자의 시스템 통합 및 검증 | <ul style="list-style-type: none"> 통합시스템 구현 | <ul style="list-style-type: none"> 시스템 통합 및 서비스 구현 실시 테스트 베드 구축 및 시범운용 실시 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 개발 시스템 적용에 따른 품질 유지 효과 및 손실률 경감 파악 | <ul style="list-style-type: none"> 품목별 환경 실시간 모니터링 시스템 투입, 적용 효과 파악 | <ul style="list-style-type: none"> 대상품목 : 복숭아, 사과, 배, 딸기, 참외 설치 및 조사장소 : 현장 APC, 수출 중 냉장 트레일러 저장고 환경 조성 : 실제 현장 장고 환경 관리 상태 적용 프로그램 : 온습도 실시간 모니터링, 품질 예측프로그램 도출 결과 : 개발 프로그램의 적용 효과, 예측식 정밀화 |
| 제2협동과제 :농산물 유통 관리를 위한 센서 노드 및 통신 시스템 개발 | <ul style="list-style-type: none"> 저온 저장고 품질 모니터링을 위한 시범 서비스 설치 | <ul style="list-style-type: none"> 저온 저장고 품질 모니터링을 위한 시범 서비스 설치 및 운용 | <ul style="list-style-type: none"> 시범 서비스를 위한 저온 저장고 3개소 품질 모니터링을 위한 센서 태그 및 통신 유닛 설치 및 운용 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 농산물 유통 품질 모니터링을 위한 무선 센서태그 개발 및 실증시험 | <ul style="list-style-type: none"> 무선 센서 태그 HW 및 SW 개발 회로도 설계 및 PCB 제작 외관 디자인 확정 및 기구 도면 작성 RF 관련 시험 및 성능 개선 | <ul style="list-style-type: none"> HW 및 SW 개발 실증 실험 |

| | | | |
|--|---|---|---|
| | | <ul style="list-style-type: none"> Mock-up 제작 센서 I/F 개발(온/습도, CO2) 초 저 전력 통신 프로토콜 작성 APC 적용 가능한 무선 센서 태그 프로그램 완성 무선 센서 태그 고도화 및 신뢰성 확보를 위한 실제 운용 실증 시험 | |
| | <ul style="list-style-type: none"> 메쉬 통신을 지원하는 무선 라우터 개발 및 실증 시험 | <ul style="list-style-type: none"> 무선 라우터 고도화 개발 허브 간 메쉬 네트워크 통신 프로토콜 완성 신뢰성 확보를 위한 실증 시험 | <ul style="list-style-type: none"> HW 및 SW 개발 실증 실험 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 센싱 데이터를 서버로 전송하기 위한 W-CDMA용 통신유닛 개발 및 실증 시험 | <ul style="list-style-type: none"> LAN, WiFi CDMA I/F한 Communication unit 개발 및 국내 통신사 품질 테스트 사전 성능 시험 및 신뢰성 시험 | <ul style="list-style-type: none"> HW 및 SW 개발 실증 실험 |
| 제3협동과제 :센서 미들웨어 개발 | <ul style="list-style-type: none"> 센서 디바이스의 데이터 읽기 기능 | <ul style="list-style-type: none"> 센서 디바이스가 온도, 습도 등의 데이터를 읽어오는 기능을 구현 | <ul style="list-style-type: none"> 센서 미들웨어 데이터 수신 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 센서 데이터를 처리하는 미들웨어의 어댑터 모듈 개발 | <ul style="list-style-type: none"> 센서 미들웨어에서 센서 데이터를 처리하기 위한 어댑터 설계 및 구현 | <ul style="list-style-type: none"> 센서 미들웨어 데이터 수신 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 센서 미들웨어의 센서 스트림 데이터 처리기 개발 | <ul style="list-style-type: none"> 센서 스트림 처리기 미들웨어의 설계 및 구현 | <ul style="list-style-type: none"> 센서 미들웨어 데이터 처리 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 센서 미들웨어의 GPS 데이터 처리 모듈 개발 | <ul style="list-style-type: none"> 센서와 바인딩된 통신유닛(CU)의 GPS 데이터를 처리하는 센서 미들웨어의 모듈 설계 및 구현 | <ul style="list-style-type: none"> 센서 미들웨어 데이터 처리 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 센서 미들웨어와 통신유닛 간의 데이터 수신 테스트 | <ul style="list-style-type: none"> 센서데이터와 통신유닛에서 발생한 GPS 데이터를 처리하는 센서 미들웨어의 데이터 수신 테스트를 수행 | <ul style="list-style-type: none"> 센서 미들웨어 통신 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 대용량 데이터 처리를 위한 관련 연구 분석 | <ul style="list-style-type: none"> 분산컴퓨팅을 지원하는 맵리듀스 프로그래밍 모델 분석 대용량 데이터 스트림 처리 환경을 위한 Query Index 기법 | <ul style="list-style-type: none"> 센서 미들웨어 성능 향상 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 부하분산 알고리즘 개발 | <ul style="list-style-type: none"> 실시간 대용량 데이터 생성 시 부하 분산 기법 연구 분산 센서 스트림 데이터 입력 시스템 개발 | <ul style="list-style-type: none"> 센서 미들웨어 고도화 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 질의 색인 기술 알고리즘 개선 | <ul style="list-style-type: none"> 센서 스트림 데이터를 처리하기 위한 질의 색인 기술 요구사항 연속질의 정의 및 스트림 데이터 처리 과정 확장성을 고려한 개선된 연속질의에 대한 색인 기술 중복 센서 스트림 데이터 제거 기술 | <ul style="list-style-type: none"> 센서 미들웨어 기능 향상 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 스트림 데이터 처리를 위한 센서 미들웨어 테스트 | <ul style="list-style-type: none"> 센서 스트림 데이터 처리를 위한 연속질의 제어 화면 인터페이스 연속질의 기능 확인 및 검증 테스트 | <ul style="list-style-type: none"> 센서 미들웨어 테스트 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 센서 미들웨어 고도화 | <ul style="list-style-type: none"> 대량의 스트림 데이터 처리를 위해 개선된 센서 미들웨어 아키텍처 BRM을 고려한 DB schema 및 테이블 관계 변경 | <ul style="list-style-type: none"> 센서 미들웨어 고도화 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 센서 미들웨어 통합 및 안정화 | <ul style="list-style-type: none"> 데이터 처리 성능 측정을 위한 가상 테스트 환경 구축 센서 데이터 증가에 따른 시스템 성능 측정 및 프로그램 개선 이기종 리더 지원 어댑터 개발 | <ul style="list-style-type: none"> 센서 미들웨어 안정화 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 모니터링 / 알람 경보를 위한 조건 검사 기술 | <ul style="list-style-type: none"> 저장 공간 단위의 모니터링을 위한 조건문 정의 식품의 유통흐름을 고려한 조건 검사 수행 및 조건문 갱신 기술 개발 | <ul style="list-style-type: none"> 센서 미들웨어 성능 추가 |
| <ul style="list-style-type: none"> 물동량 검증 테스트 | <ul style="list-style-type: none"> 제품의 재고 및 유통의 관리 | <ul style="list-style-type: none"> 센서 미들웨어 기능 테스트 | |

| | | | |
|--|--|---|--|
| | | <ul style="list-style-type: none"> 유통중인 식품의 신선도 모니터링을 위한 모델 개발 | |
| 제4협동과제 :농산물 수확량 및 유통량 모니터링 시스템 개발 | <ul style="list-style-type: none"> WCDMA 기반 국내/외 사용가능한 자동로밍 수집기 개발 | <ul style="list-style-type: none"> WCDMA 기반 센서 네트워크 게이트웨이 기술 고도화 및 현장 적용 시험 무선 센터 태그 정보의 저전력 전송 알고리즘 적용 및 현장 적용 시험 | <ul style="list-style-type: none"> 통신사 로밍 가능한 전세계 통신 가능한 제어 드라이버 고도화 개발 및 현장 시험 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 생산량 및 유통량 모니터링을 위한 저전력의 context aware 센서 네트워크 시스템 개발 | <ul style="list-style-type: none"> 다양한 과수 포장용기에 적합한 센서 태그 디자인 개발 저전력 송수신 알고리즘 개발 context aware 센서 태그 활성화 기술 및 내용량 파악 기술 개발 | <ul style="list-style-type: none"> 센서 태그 디자인 고도화 및 시제품 제작, 대량 노드 시험 저전력 운용 능력 시험 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 무선 충돌 회피형 송수신 알고리즘 개발 | <ul style="list-style-type: none"> 이동시 진동에 의한 랜덤 지연 알고리즘 적용 수집기 동기화 Beacon 알고리즘 적용 | <ul style="list-style-type: none"> 알고리즘 고도화 및 적용 대량 노드 무선 연동 시험 및 현장 적용 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 스마트폰 기반 센서 네트워크 연동 기술 개발 | <ul style="list-style-type: none"> 스마트폰 연동이 가능한 수집기 개발 스마트폰 연동하여 데이터 전송을 위한 스마트폰 앱 개발 | <ul style="list-style-type: none"> 센서 네트워크 데이터 업로드를 위한 저전력 스마트폰 앱 개발 및 고도화 |

제 3 절 연구성과 목표 대비 실적

본 연구과제에서는 3년간의 연구를 진행하면서 특허 출원 13건, 등록 6건, SCI 논문 10편 (3편 게재 예정)을 게재하였고, 국제 및 국내의 비 SCI 논문을 총 31편 게재 하였다. 개발한 기술을 직접 농가의 저장고나 이마트의 저장고, 해외수출 현장에 적용하는 기술실시를 총 7건 시행하였다. 3건의 상품화에 성공하였으며, 7건의 신문, TV 홍보를 수행하였다. 특허 등록의 경우 목표했던 9건대비 6건으로 3건을 달성하지 못했지만, 아래 “특허 실적 상세 내역” 표에서 보는 것처럼 5건의 특허가 출원되어 심사 중이어서 과제 종료 후에라도 성과 목표 달성이 충분히 가능하다. 이와 같이 기 설정한 성과목표를 대부분 달성했으며, 향후 지속적으로 지적 재산권 확보 및 상품화를 위한 노력을 할 계획을 가지고 있어 추가 성과가 예상된다. 이와 같은 것을 볼 때 매우 성공적으로 연구 성과 목표를 달성하였다고 자평할 수 있다. 다음 표들은 연구 성과에 대한 정량적 목표 대비 실적과 실적의 상세 내역을 기술하고 있다.

▪ 연구성과 목표 및 실적

| 구분 | 특허 | | 신품종 | | | | 유전자원 등록 | 논문 | | 기타 |
|-------|----|----|------------|--------------------|------|----|------------|-----------------------|------|----|
| | 출원 | 등록 | 품종 명칭등록 | 품종생산 수입판매 신고 | 품종보호 | | | SCI | 비SCI | |
| | | | | | 출원 | 등록 | | | | |
| 1차 년도 | 목표 | 5 | 0 | | | | | 0 | 6 | |
| | 달성 | 5 | | | | | | | 6.5 | |
| 2차 년도 | 목표 | 4 | 3 | | | | | 4 | 7 | |
| | 달성 | 4 | 0 | | | | | 4 | 10 | |
| 3차 년도 | 목표 | 3 | 6 | | | | | 6 | 7 | |
| | 달성 | 4 | 6 | | | | | 6 (3 ¹⁾) | 15 | |
| 계 | 목표 | 12 | 9 | | | | | 10 | 20 | |
| | 달성 | 13 | 6 | | | | | 10 (3 ²⁾) | 31 | |

▪ 연구활용 계획 및 실적

| 구분 | 기술실시(이전) | 상품화 | 정책자료 | 인력양성 | 언론홍보 | 기타 |
|------|----------|-----|------|------|------------------|----|
| 활용건수 | 목표 | 3 | 3 | 1 | | 1 |
| | 달성 | 7 | 3 | 1 | 26 ³⁾ | 7 |

1) n 3편은 게재 예정으로 아직 게재되지 않았음.
 2) 1h편중 3편은 게재 예정으로 아직 게재되지 않았음.
 3) 박사 2, 석사 14, 학사 14

▪ 논문 실적 상세 내역

| 게재 연도 | 논문명 | 저자 | | | 학술지명 | Vol.(No.) | 국내외 구분 | SCI구 분 |
|----------|---|---------------|--------------|--|---|----------------|-----------|----------------|
| | | 주저자 | 교신저자 | 공동저자 | | | | |
| 2011 | Shipment Timing Support System Modeling for Stored Apples in Korea | Youngsik Kwak | Yoonsik Kwak | Seokil Song | Communication in Computer and Information Science | 264 | 국외 | 비SCI (SCOP US) |
| 2012 | 고가용성 클라우드 컴퓨팅 구축을 위한 그리드 측면에서의 소프트웨어 아키텍처 | 이병엽 | 유재수 | 박준호 | 한국콘텐츠학회 논문지 | 12(2) | 국내 | 비SCI (학진등재) |
| 2012 | Min-Distance Hop Count based Multi-Hop Clustering In Non-uniform Wireless Sensor Networks | Eunju Kim | Jaesoo Yoo | Dongjoo Kim, Junho Park, Dongook Seong, Byungyup Lee | International Journal of Contents | 8(2) | 국내 | 비SCI (학진등재) |
| 2012 | 비 균일 무선 센서 네트워크 환경에서 밀집 확률 모델링을 이용한 센서 위치 인식 기법 | 박혁 | 유재수 | 황동교, 박준호, 성동욱 | 한국콘텐츠학회 논문지 | 12(3) | 국내 | 비SCI (학진등재) |
| 2012 | 무선 센서 네트워크 환경에서 멀티미디어 데이터 전송을 위한 보안성 있는 비-중첩 다중 경로 라우팅 기법 | 이상규 | 유재수 | 김동주, 박준호, 성동욱 | 한국콘텐츠학회 논문지 | 12(4) | 국내 | 비SCI (학진등재) |
| 2012 | 모바일 싱크 기반 센서 네트워크에서 데이터 손실 최소화 수집 기법 | 김상래 | 유재수 | 박준호, 성동욱 | 정보과학회논문지: 컴퓨팅의 실제 및 레터 | 18(5) | 국내 | 비SCI (학진등재) |
| 2012 | A Linear Broadcast Indexing Scheme in Road Environments with Sensor Networks | 강수 | 유재수 | 황동교, 박준호, 성동욱 | Lecture Notes in Computer Science | 7240 | 국외 | 비SCI (SCOP US) |
| 2012 | 무선 센서 네트워크 데이터 중심 저장 환경을 위한 소실 데이터 근사 복구 기법 | 성동욱, | 유재수 | 박준호, 홍승완 | 한국콘텐츠학회 논문지 | 12(7) | 국내 | 비SCI (학진등재) |
| 2012 | EPC(Electronic Product code) 정보 서비스 성능 테스트 도구 | 안태현 | 권준호 | 홍봉희, 김기홍, 박준읍 | 정보과학회논문지:소프트웨어 및 응용 | 39(3) | 국내 | 비SCI (학진등재) |
| 2012 | A Design of Distributed Discovery Service of EPCglobal | 김기홍 | 홍봉희 | 권준호 | Lecture Notes in Logistics 2013 | 29. Mar 2013 | 국외 | 비SCI |
| 2013 | A Study of the Effects of a Wine Critic's Evaluation on the Retail Prices in Korea; with On-line Evaluation Basis | YoonJung Nam | Yoonsik Kwak | Youngsik Kwak | Information Journal | Vol.16 No.1(B) | 국외 | SCIE |
| 2013 | Segmentation Based Trajectory Clustering in Road Network | Seokil Song1 | Daesik Ko | Dongho Kwak, Yunsik Kwak, Kyoungsoo Bok | Sensor Letter | 11(9) | 국외 | SCIE |
| 2013 | A-Priori and Post-Hoc Segmentation Approach for Calibrating Dynamic Pricing Response Function for Shipment Timing Decision-Making Support System for Stored Apple | Youngsik Kwak | Yoonsik Kwak | Seokil Song | Electronic Commerce Research Journal(ECRJ) | 계재예정 | 국외 | SSCI |

| | | | | | | | | |
|------|--|-----------------|---------------|--|---|-----------------------|----|---------------|
| 2013 | A Sensor Positioning Scheme with High Accuracy in Nonuniform Wireless Sensor Networks | Junho Park | Jaesoo Yoo | Hyuk Park Dong-ook Seong | International Journal of Distributed Sensor Networks | Volume 2013 | 국외 | SCIE |
| 2013 | An Efficient Parallel Skyline Computation in Distributed Environments | He Li | Sumin Jang | Jaesoo Yoo | Information Journal | Vol.16 No.7(B) | 국외 | SCIE |
| 2013 | A Study of Quality Appraisal's Explanatory Power on Retail Price in Korean Wine Market | Youngsik Kwak | Yoonsik Kwak | Yoonjung Nam | International Journal of u- and e- Service, Science & Technology | Vol. 5, No. 3, | 국외 | 비SCI (SCOPUS) |
| 2013 | Case Studies on Distribution Environmental Monitoring and Quality Measurement of Exporting Agricultural Products | Yoonsik Kwak | Seokil Song | Jeongsam Lee Sangmun Byun Jeongbin Lem Miae Choi Jeongyong Lee | Lecture Notes in Electrical Engineering | 240, Vol 1 | 국외 | 비SCI (SCOPUS) |
| 2013 | Potentiality for Executing Hadoop Map Tasks on GPGPU via JNI | Bongun Gu, | Yoonsik Kwak | Dojin Choi | Lecture Notes in Electrical Engineering | 240, Vol 1 | 국외 | 비SCI (SCOPUS) |
| 2013 | Redundant Data Removal Technique for Efficient Big Data Search Processing | Seungwoo Jeon | JoonhoKwon | Bonghee Hong Yoon-sikKwak Seok-il Song | International Journal of Software Engineering and Its Applications (IJSEIA) | Vol.7 No.4(July) | 국외 | 비SCI (SCOPUS) |
| 2013 | Design of Distributed Sensor Stream Data Input System | Seungwoo Jeon | Joonho Kwon | Bonghee Hong Yoon-sik Kwak Seok-il Song | International Journal of Smart Home(IJSH) | Vol.7 No.5(September) | 국외 | 비SCI (SCOPUS) |
| 2013 | Product Line Pricing Effect Modeling for Shipment Timing Support System for Stored Apple | Youngsik Kwak1, | Young-Hun Lee | Yoonjung Nam, Yoonsik Kwak* | International Journal of Smart Home | 7 (6) | 국외 | 비SCI (SCOPUS) |
| 2013 | The Development of Forecasting Model for Apple's Wholesale Price at Shipment Timing Support System | Youngsik Kwak | Yoonsik Kwak | Seokil Song | Information Journal | 16 No.12(A) | 국외 | 비SCI (SCOPUS) |
| 2013 | 센서 기반의 농산물 환경 모니터링 및 품질측정에 관한 연구 | 곽윤식 | 송석일 | 이정용 조미애,김현준, 신희중 | 한국 정보기술학회논문지 | 제 11권 3호 | 국내 | 비SCI (학진 등재) |
| 2013 | 무선 멀티미디어 센서 네트워크 환경에서 위험요소 우회 다중 경로 라우팅 기법 | 황동교 | 유재수 | 손인국박준호, 성동욱 | 한국콘텐츠학회 논문지 | Vol. 13 No. 1 | 국내 | 비SCI (학진 등재) |
| 2013 | 무선센서네트워크에서보안성을고려한 에너지효율적인 멀티미디어데이터전송기법 | 이상규 | 유재수 | 김동주 박준호,성동욱 | 정보과학회논문지 | 제40권 제2호 | 국내 | 비SCI (학진 등재) |
| 2013 | 무선 멀티미디어 센서 네트워크에서 데이터 손실을 최소화하기 위한 혼잡제어 | 류은경 | 유재수 | 민제 임종택,박준호 성동욱 | 정보과학회논문지 | 제40권 제2호 | 국내 | 비SCI (학진 등재) |
| 2013 | 도로 네트워크에서 기준 궤적을 기반으로 간선간의 유사성을 고려하는 근사 궤적 클러스터링 | 이석희 | 송석일 | 김천중 곽윤식,강형일 고대식, | 한국 정보기술학회논문지, | 제 11권 3호 | 국내 | 비SCI (학진 등재) |
| 2014 | Flexible Capturing Application for Generating Extensible EPCIS Events | Fengjuan Jia | Joonho Kwon | Seungwoo Jeon, Bonghee Hong, Yoon-sik Kwak | International Journal of Distributed Sensor Networks | 2014 (151493) | 국외 | SCIE |

| | | | | | | | | |
|------|--|---------------|-------------------|--|--|---------------------|----|--------------|
| 2014 | Real Time Traceability and Monitoring System for Agricultural Products Based on Wireless Sensor Network | Daesik Ko | Seokil Song | Yoonsik Kwak | International Journal of Distributed Sensor Networks | 2014 | 국외 | SCIE |
| 2014 | An Efficient Architecture for Parallel Skyline Computation over Large Distributed Datasets | He Li | Jaesoo Yoo | Sumin Jang | Journal of Internet Technology | 2014 | 국외 | SCIE |
| 2014 | GPUedHadoop: Hadoop as Parallel Processing Framework for GPU Cluster | Bonggen Gu | Yoonsik Kwak, | Seung-kook Cheong | Sensor Letters | 2014 (4) or 2015(1) | 국외 | SCIE |
| 2014 | A Study on the Real-Time Measurement of Temperature and Humidity Based on Sensor tags | Yoonsik Kwak | Yoonsik Kwak | Doejin Choi, Insoo Bae, Bosung Kim, Yunsu Lee, Jeongil Moon | CES-CUBE 2014 | vol 51 | 국외 | 비SCI |
| 2014 | A Study on the Wireless Sensor Network System to Monitor Yields of Agriculture Products | Yoonsik Kwak, | Seokil Song | Yoonsik Kwak, Heejong Shin, BonGen Gu, Byungju Lee, | CES-CUBE 2014 | vol 51 | 국외 | 비SCI |
| 2014 | Development of Subcontractor Evaluation Model using AHP for an Aircraft Manufacturer Company in Korea | Yoonjong Jung | Yoonsik Kwak | Yoonjung Nam, Yoonsik Kwak | platform technology letters | vol 1 | 국외 | 비SCI |
| 2014 | Wireless Sensor Network based Yields and Distribution Monitoring System for Agricultural Products | Seokil Song | Seung-kook Cheong | Bonggen Goo, Taehwan Kim, Yunsu Lee, Baemin Soo, Dojin Choi, Bosung Kim, Jinsu Kim, Eung-Jin Kim, Seokgu Bae, Jiwon Kwak | platform technology letters | vol 1 | 국외 | 비SCI |
| 2014 | Intelligent Monitoring System for Economical Driving of Vehicles | Hwase Park | Yoonsik Kwak | Seokil Song, Yoonsik Kwak | platform technology letters | vol 1 | 국외 | 비SCI |
| 2014 | The Comparison of the Explanatory Power among Types of Mathematical Time Response Functions for Apples' product Life Cycle | Yoonsik Kwak | Yoonjung Nam | Yoonsik Kwak | platform technology letters | vol 1 | 국외 | 비SCI |
| 2014 | 모바일 장치에서 센서 기반 농산물 환경 모니터링 정보의 효과적 표시 방법 | 구본근 | 곽윤식 | 최도진, 송석일 | 한국정보기술학회 하계 학술대회 논문집 | 2014 | 국내 | 비SCI |
| 2014 | 센서 네트워크의 데이터 수집기에 대한 프로토콜 설계 및 구현 | 이재권 | 곽윤식 | | KIIT | Vol. 12 No. 5 | 국내 | 비SCI (학진 등재) |
| 2014 | 센서 태그의 데이터 수집기 설계 및 구현 | 이병주 | 곽윤식 | | KIIT | Vol. 12 No. 4 | 국내 | 비SCI (학진 등재) |
| 2014 | 무선 센서 네트워크 환경에서 효율을 고려한 센서 위치 측정 기법 | 손인국 | 유재수 | 박혁, 류은경, 박준호, 박기순 | 정보과학회 논문지 | Vol. 20 No. 1 | 국내 | 비SCI (학진 등재) |
| 2014 | 데이터베이스 암호화 솔루션 구현 및 도입을 위한 기술적 아키텍처 | 이병엽 | 유재수 | 임종태 | 한국콘텐츠학회 | Vol. 14 No. 6 | 국내 | 비SCI (학진 등재) |
| 2014 | Cube Pointing Method to Input 3-Dimensional Coordinates via 2-Dimensional Touch Screen of Mobile Device | Bonggen Gu | Yoonsik Kwak | Dojin Choi, Yunsou Lee, Bosung Kim | International Journal of Distributed Sensor Networks | 계재예정 | 국제 | SCIE |

▪ 특허 실적 상세 내역

| 출원된 특허의 경우 | | | | | 등록된 특허의 경우 | | | | |
|------------|---|--------------|------|-----------------|------------|---|--------------------|------|-----------------|
| 출원연도 | 특허명 | 출원인 | 출원국 | 출원번호 | 등록연도 | 특허명 | 등록인 | 등록국 | 등록번호 |
| 2011 | Method of Context Aware Data-Centric Storage for Wireless Sensor Networks | 충북대학교 산학협력단 | 미국 | 13/338759 | 2013 | 센서 태그 | 김형준, 곽윤식 | 대한민국 | 10-2012-0059661 |
| 2012 | 센서태그 | 에이에스엔/ 곽윤식 | 대한민국 | 10-2012-0059661 | 2014 | 무선 멀티미디어 센서 네트워크 환경에서 데이터 압축 전송 | 유재수, 박준호, 성동욱, 이현정 | 대한민국 | 10-2012-0011480 |
| 2012 | 무선 센서 네트워크에서의 센서태그 관제방법 | 에이에스엔/ 곽윤식 | 대한민국 | 10-2012-0072594 | 2014 | 모바일 애드혹 기반 P2P 네트워크에서 연속적인 최근접 객체 검색 방법 | 유재수, 복경수, 이현정, 박용훈 | 대한민국 | 10-2012-84084 |
| 2012 | 분산기반 센서스트림 데이터입력 시스템 및 방법 | 부산대학교산학협력단 | 대한민국 | 10-2012-0074374 | 2014 | 기울기 센서가 부착된 물류박스 및 네비게이션 장치를 포함하는 물류관리 시스템 및 상기 물류관리 시스템의 물류관리 기법 | 이병주, 이재권 | 대한민국 | 10-2013-0009892 |
| 2013 | 무선 데이터 관제 | 에이에스엔 교통대 산단 | 한국 | 10-2013-0046200 | 2014 | 무선 센서 네트워크에서의 센서 태그 관제 방법 | 한국교통대 산학협력단, ASN | 대한민국 | 10-1432976 |

| | | | | | | | | | |
|------|---|---|------|---------------------|------|---|------------------|------|------------|
| 2013 | 무선 중계기 노드 연결방법 | 에이에스엔 교통대 산단 | 한국 | 10-2013-004 6199 | 2014 | 사용자 선호도 및 이동 패턴을 이용한 관심지역 추천 방법 | 충북대 산학협력 단 | 대한민국 | 10-1424382 |
| 2013 | 물류박스 관리 단말기 및 물류박스 관리 서버의 물류코드 제어방법 | (주)보아스에스 이, 한국교통대학교 산학협력단 | 대한민국 | 10-2013-006 2675 | | | | | |
| 2013 | 물류관리 단말기와 물류관리 서버를 통한 물류박스의 이동경로 제어방법 | (주)보아스에스 이, 한국교통대학교 산학협력단 | 대한민국 | 10-2013-006 3008 | | | | | |
| 2103 | 하둡 기반 센서 스트림 데이터 처리 시스템 및 방법 | 권준호,홍봉희, 전승우,정도성, 조춘옥,곽윤식, 양점옥 | 대한민국 | 10-2013-008 0478 | | | | | |
| 2013 | 분산 병렬 기반 긴급 이벤트 생성 시스템 및 그 방법 | 홍봉희,권준호, 전승우,정도성, 곽윤식 | 대한민국 | 10-2013-009 7471 | | | | | |
| 2014 | 센서 네트워크에 서 연속질의 기반 모니터링 서비스 제공 방법 및 시스템 | 권준호,홍봉희, 박영욱,이경민, 곽윤식 | 대한민국 | 10-2014-000 1954 | | | | | |
| 2014 | 파일수용여 부를 판독하는 파일박스 | 이병주, 이재권, 곽윤식 | 대한민국 | 10-2014-010 7974 | | | | | |

| | | | | | | | | | |
|------|---|------------------|------|---------------------|--|--|--|--|--|
| 2014 | 무선 센서네트워 크 기반의 농산물 수확량 및 유통량 모니터링 방법과 이를 이용하는 농산물 데이터 처리 시스템 | 한국교통대학교 산학협력단 | 대한민국 | 10-2014-004 7217 | | | | | |
| 2014 | 무선센서네 트워크 기반의 농산물 판매 순위 결정 방법 및 시스템 | 한국교통대학교 산학협력단 | 대한민국 | 10-2014-006 5819 | | | | | |

■ 기술실시 : 시범사업을 통해 개발 기술을 원하는 농가 및 업체에 적용함

| 기술실시 명 | 내용 | 날짜 | 비고 |
|----------------------------|--|-----------------------|----|
| 파프리카 호주 선박수출 기술실용화사업 | 파프리카 호주 선박수출 (1월/호주) | 2012. 1 | |
| 수출농산물 선도유지기술 실용화사업 | 참외(7월/홍콩) 딸기(12월/싱가폴) 감귤(11월/영국) | 2013. 7 | |
| 이마트 (e-후레쉬) 시범사업 | 저온창고 품질관리 시범사업 | 2013. 9 ~ 14. 2 | |
| 충주APC 사과 수출 시범사업 | 충주사과 실시간 모니터링 기술적용 및 미국 수출 | 2014. 1.7 ~ 1.28 | |
| 저온 저장고 모니터링 시스템 시범사업 | 납원 운봉 농협 저온 저장고 시범 서비스 | 2014 1 ~ 3 | |
| 감귤 선도유지 기술적용 및 캐나다 선박수출 | 감귤 선도유지 기술 및 유통기술 검증 | 2013. 11. 27 ~ 11. 28 | |

■ 상품화 현황

| 상품명 | 내용 | 사업화 업체 개요 | | | | 기매출 액 | 당해년도 매출액 | 매출액 합계 |
|------------------------------|-------------------|-----------|-----|------|-------|----------|-------------|----------------------------|
| | | 업체명 | 대표자 | 종업원수 | 사업화형태 | | | |
| BMS-TH | 원격 온습도 모니터링 장치 | 보아스 | 이병주 | 5 | 주식회사 | - | - | - |
| 노지용센서네 트워크 모니터링 시스템 | 환경 센서 | ASN | 김형준 | 7 | 주식회사 | - | - | 101,670,00 0원(해당 제품) |
| 친환경 모니터링 시스템 | 환경 센서 | ASN | 김형준 | | | | | |
| 저온저장고 | 저온저장고 | ASN | 김형준 | | | | | |

■ 인력양성 성과

| 지원 총인원 | 지원 대상 (학위별, 취득자) | | | | 성별 | | 지역별 | | |
|-----------|------------------|----|----|----|----|---|-----|----|------|
| | 박사 | 석사 | 학사 | 기타 | 남 | 여 | 수도권 | 대전 | 기타지역 |
| 26 | 2 | 14 | 14 | 0 | 23 | 3 | | | 26 |

■ 정책자료 성과

| 정책자료명 | 날짜 | 내용 |
|-------------------------------|-------------|---|
| 기술기반의 신선농산물 수출확대를 위한 토론 결과보고서 | 2014. 6. 17 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 장소 : aT센터 3층 중회의실 ▪ 내용 : FACT 주관으로 농축산부, 농진청, aT, 농협중앙회, 대학, 수출업체, APC 관련자가 모여서 신선 농산물 수출확대를 위한 기술 현황 및 발전 방안에 대해서 논의함 |

제 2 장 국내·외 기술개발 현황

제 1 절. 국내외 농산물 유통과정 모니터링기술 개발동향

농촌진흥청에서 특허청과 협력하여 저장 및 유통 중 실시간 환경 모니터링 프로그램 개발 분, IP History 분석에 따르면 1990년대 이전부터 1990년대 중반까지는 야채나 청과류와 같은 농수산물 저장고에서 신선도를 유지하기 위한 산소 및 이산화탄소의 농도 조절, 온도 및 습도의 조절을 위한 제어장치 관련 특허가 주를 이루었다. 1990년대 중반 이후에는 과채류의 신선도와 관련된 INDICATOR 관련 기술, 과실의 숙도 및 결함 측정장치 관련 특허, 저온 저장과 관련된 환경조사 및 제어를 자동으로 하는 방법 등과 관련된 특허가 출원되어 과채류의 신선도를 측정할 수 있는 품질 예측 요소가 더욱 다양화되고, 이를 편리하게 조절하기 위한 자동제어 시스템 기술이 많이 발전하였다.

2000년대 초반부터 중반 사이에는 온도, 습도, 이산화탄소의 지능형 컨트롤, RFID를 이용한 Cold Chain System의 실시간 모니터링 시스템, 저온 저장고 내의 표시장치 이상이나 파손을 알리는 경고장치, 저장고와 통신하는 무선통신 단말기 관련 특허, 농산물 추적 시스템, 농산물의 경도 측정장치 관련 특허, 유비쿼터스 기반의 농장관리 시스템 관련 특허가 출원되었으며, 이시기부터 실시간 모니터링 및 경보시스템을 이용한 농산물 무선관리 시스템이 본격적으로 개발되기 시작하였다. 2000년대 중반 이후에는 U S N을 이용한 농작물 관리 시스템 (Farm produce control system using USN), 계측용 필드 서버 및 그것을 이용한 모니터링 시스템, 네트워크 컴퓨터 시스템과의 대화 장치 및 컴퓨터 시스템, 농업용 통합센서 서버 시스템 (Integrated Sensor Server System for Agriculture), 무선인식을 이용한 농산물 중량측정 및 물류관리 장치, 작물의 저장 및 생리장해 제어 시스템 및 방법, 저온유통을 위한 알에프아이디/ 유에스엔 통합 장치 (An RFID/USN Integrated Apparatus for Cold Chain), 무선모니터링 장치, 모뎀을 이용한 온도 감시 장치, 우수 농산물을 위한 통합 원격 관제 및 관리시스템 과 관련된 특허들이 출원되어, 실시간 모니터링에 의한 원격 무선 관리 시스템 기술이 매우 발전한 것으로 나타났다.

2010년대 이후 현재까지는 환경정보 관리시스템, 환경정보 관리시스템, 저온 저장고의 지능형 무선관리 시스템, 저온 저장고의 무선 네트워크 시스템, 자동 환기 및 환경조절 시스템 과 관련된 특허들이 출원되어 무선으로 저장고를 보다 세밀하게 컨트롤 하는 기술이 날로 발전하는 것으로 나타났다. 그러나 이러한 환경정보 관리 시스템을 원예작물의 수확후 저장 및 유통 중 발생하는 손실과 관련하여 저장 및 유통 중 품질 예측과 제어가 가능한 프로그램 개발에 대한 보고는 많지 않다. 국내에는 유선 센서를 기반으로 사과, 배, 포도에 대한 온도와 습도 환경을 모니터링하고 품질을 예측하는 프로그램이 특허 등록되어 있으며, 이것

은 유선 환경센서들을 이용하는 방식으로 농산물 저장 상자 개체별 또는 운송 중 냉장탑차나 선박용 냉장트레일러에 적용하기는 쉽지 않다. 본 연구에서는 무선 센서를 이용하여 환경을 모니터링하며 농산물 손실을 줄일 수 있는 방향으로 프로그램 및 제어시스템을 개발하고자 하였다.

지재권 분석-OS 매트릭스 분석에 따르면 다양한 품질 지표를 이용한 통합예측 분야, 그리고 통계정보 데이터를 처리하기 위한 관제시스템 분야의 기술이 아직까지 공백기술이 있는 것으로 나타나긴 했으나 이는 농산물 저장 및 유통과 관련된 기술로 검색범위를 제한했기 때문에 나타난 현상으로서 실제로는 이 분야의 특허가 매우 많고 일반적인 공지기술이 많기 때문에 공백기술로 볼 수는 없으며, 따라서 매트릭스 분석 결과에 따르면 농산물 품목별로 다양한 품질예측 지표를 개발하여 이를 공지기술과 결합시킨다면 새로운 특허의 창출이 용이할 것으로 사료된다.

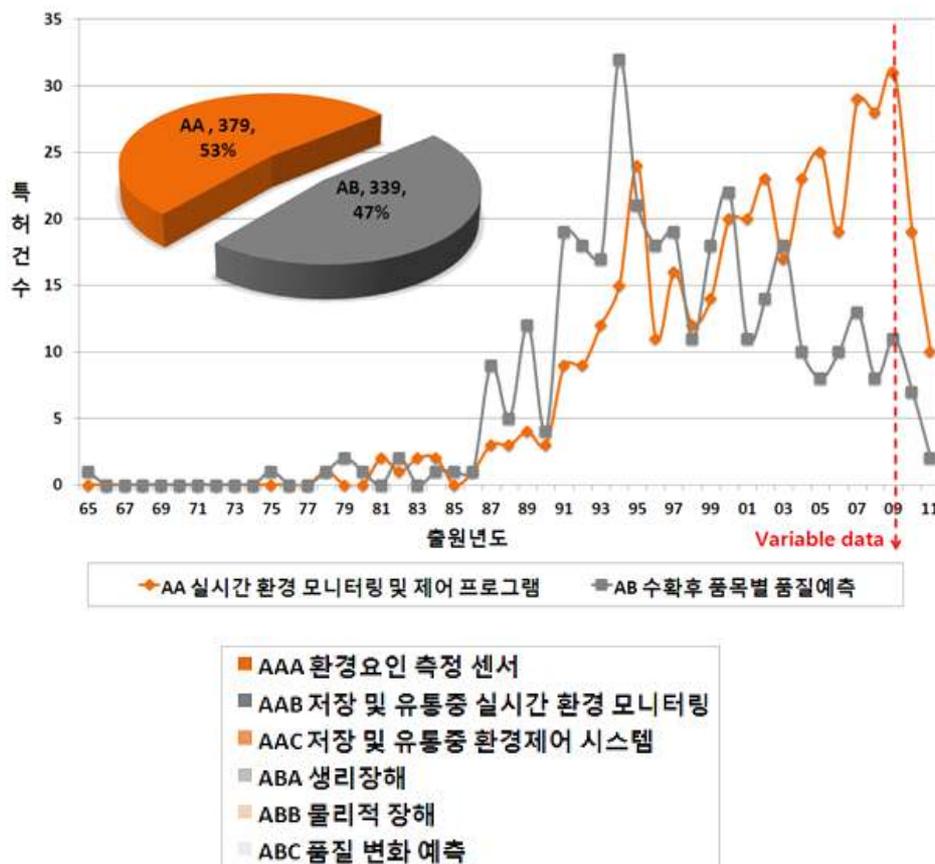


그림 2-1. 실시간 환경 모니터링 제어 프로그램 및 수확 후 품목별 품질예측 분야의 연도별 특허등록건수

저장 및 유통 중 실시간 환경 모니터링 프로그램 개발 전체 분야에서 다출원인으로는 일본 ISEKI & CO LTD, MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD, SANYO ELECTRIC,

엘지전자, 대우전자 등의 순으로 주로 전자회사들이 관련되어 있는 것으로 나타났다. 대한민국 농촌진흥청 및 순천대학교 산학협력단 등이 본 과제의 목적과 유사한 특허를 보유한 것으로 파악되었다.

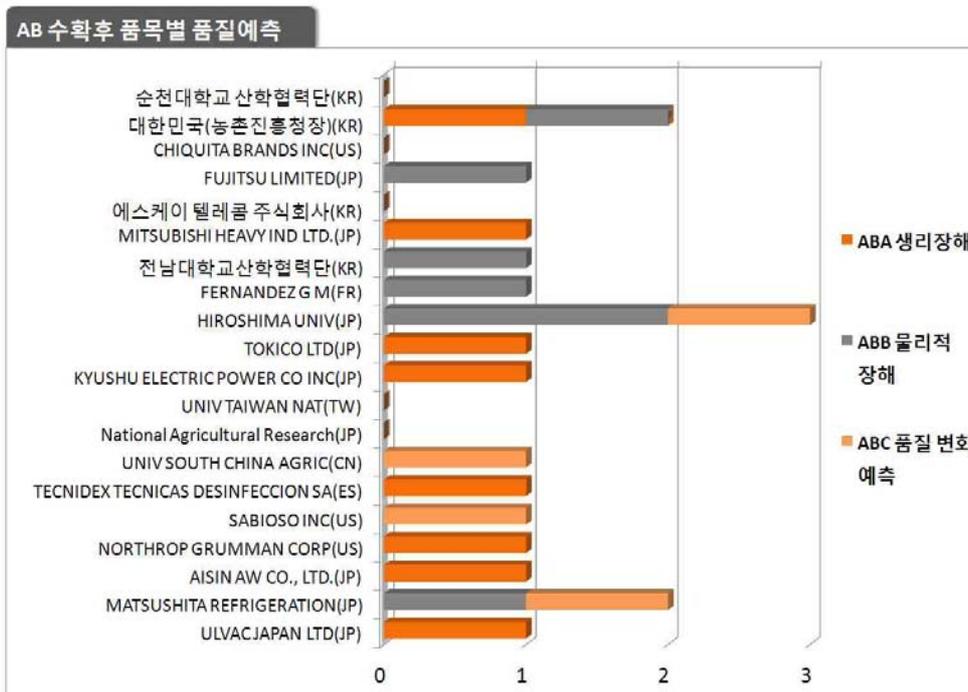
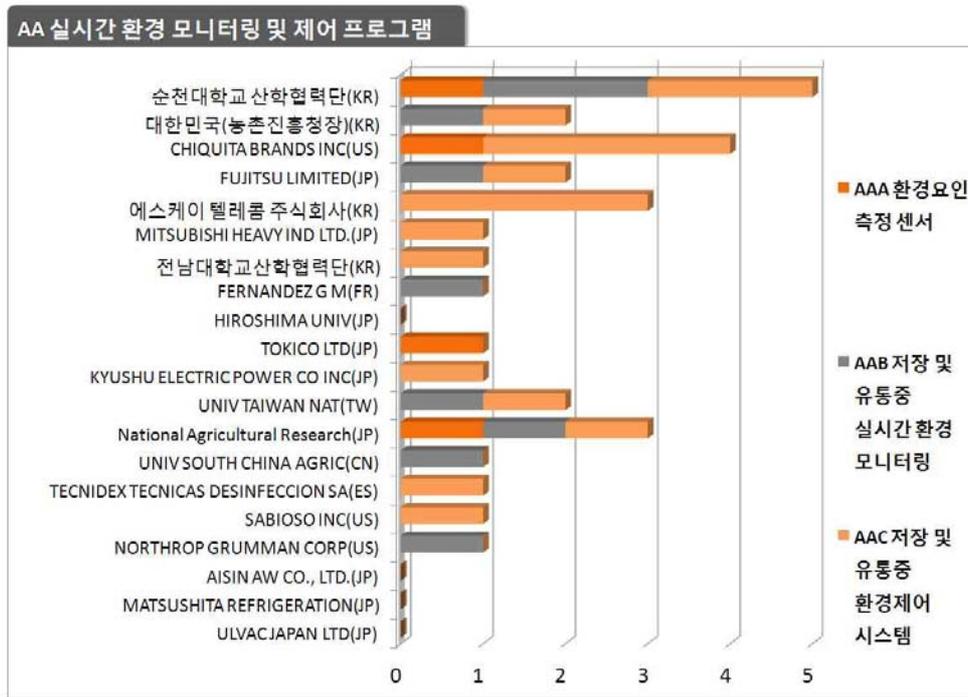


그림 2-2. 국내 환경 모니터링 분야 및 품질예측 분야 특허보유일람

제 2 절 농산물 가격예측 기술의 국내외 동향

1. 가격예측시스템

학회에 보고된 가격예측시스템은 다양한 산업에서 존재한다. 하지만 그림 2-3과 같이 농산물을 대상으로 한 가격예측시스템은 적은 편이다. 농산물간의 가격변동분석이 최근 이루어졌지만^[1], 특정 작물이나 과수의 가격에 대한 연구는 부족한 현실이다.

농수산물 부산물 가격에 대한 연구분야에서 가장 활발한 연구가 이루어지는 분야는 와인이다. 사과가격연구^[2]등이 사과의 출하시기에 대한 연구를 진행한 바 있으나, 일자별 예측이 아닌 시기별 예측이고 이들은 사과출하시기를 1년 중 5개로 나누었다. 따라서 본 연구가 진행한 사과의 일자별 일주일별 예측시스템은 농산물에 대한 본격적이고 유용한 가격예측시스템 연구라 판단된다.

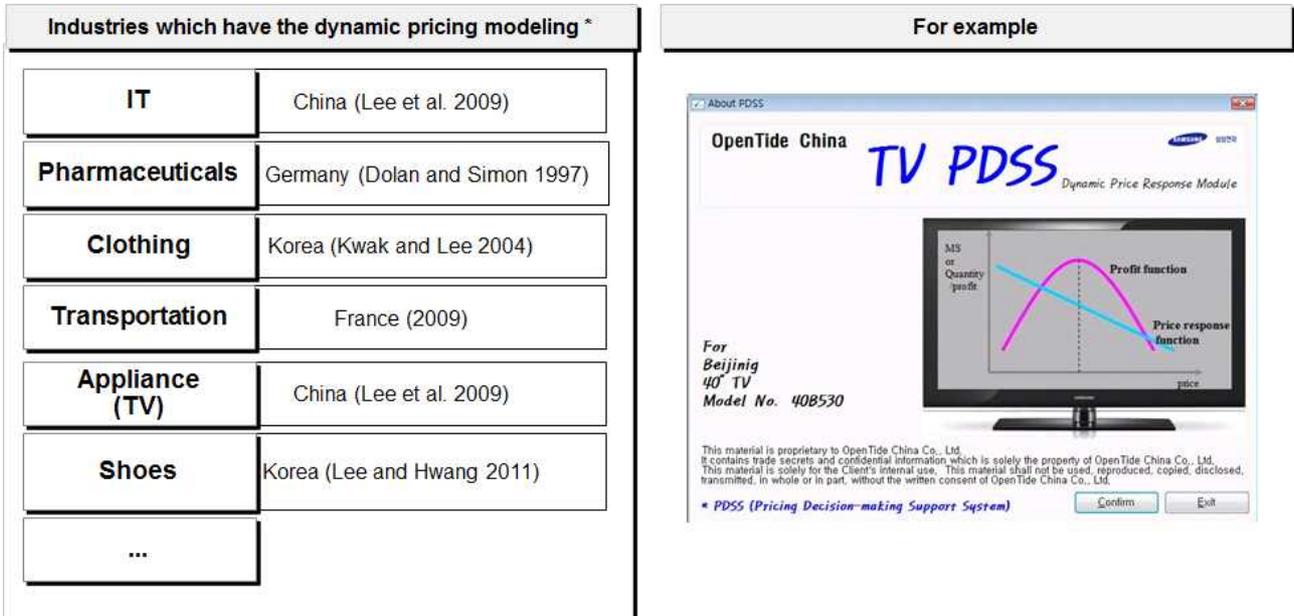


그림 2-3. 다른 산업의 가격예측시스템 보고사례

제 3 절 국내외 농산물 유통 및 저장환경 모니터링 센서 네트워크 기술 개발동향

국내 기술개발 현황 및 주요 부처 정책 동향은 다음과 같다. 소형화된 무선 제품들을 통하여, 물류 및 유통관리 시스템은 물론, 실시간 위치 추적과 같은 보안 분야 등에서 사용 중이며, 모바일 및 NFC관련 신제품과 다양한 RFID/USN 응용제품 개발이 추진 중이다. 특히, 환경/수질 센서 등 USN부품 소재 분야에서 개발이 한창 진행 중이다. RFID/USN을 국가 경쟁력 강화를 위한 핵심 인프라사업으로 인식하고 R&D, 정부시범사업, 전통산업과의 융합 확대 및 법 제도 정비를 본격화 하고 있으며, 다양한 정책지원 사업으로 기업들을 육성 및 지원하여, 일본/중국 등에 RFID/USN관련 제품들을 수출 하고 현지 기업들과의 파트너십을 확대해 나가고 있다.

국의 기술개발 현황 및 국가 정책 동향은 다음과 같다. 제약, 의료, 자동차, 항공, 문화, 교육 등 다양한 분야에서 RFID/USN제품들을 도입하여 사용하고 있으며, 초소형/신 제조 공법등을 통한 특수 태그 개발 및 패키지 형태의 기술에 중점을 두고 개발 추진 중이다. 주요 선진국들도 RFID/USN기술들을 국가 경쟁력 강화의 필수로 인식하여, R&D장려, 서비스 확대, 표준 개발 촉진 및 NFC기술의 개발/활성화 등을 추진하고 있다.

본 연구는 본사 연구팀과 한국교통대학교와의 유기적인 관계를 통하여 RFID/USN 기반의 무선 농축산물 실시간 유통 환경 모니터링 시스템을 개발하여, 고도화되는 국/내외 농축산물 유통관리 시스템에 최적화된 솔루션을 제공하고 있다. 또한, 다양한 시범사업 구축과 운용을 통해 다각화 되는 유통관리 시스템 환경에 맞는 차세대 유통 모델을 제시함으로써, u-IT 스마트 농축산물 유통 및 저장관리 시스템 개발에 필요한 설계 자료와 기초 자료를 제공하여, 스마트 유통관리 체계 및 관련 기술 발전에 기여하고 있다.

1. 상황 인지(context aware) 센서 태그 개발

상황 인지 센서 태그에 대한 연구 및 개발은 꾸준히 국내외에서 진행되고 있으며 군사 및 안전 분야에서 활발히 연구되고 있다. 주로 센서 네트워크 환경에서 실행되는 부분이므로 센서의 저전력 구동을 위해 특정 상황에 대한 인식을 기반으로 데이터 통신 및 동작을 제어하는 이슈가 있으며 연구 및 개발이 활발히 진행 중이다.[3]

저전력을 위한 상황 인지는 주로 통신을 시작할지 여부를 판단하기 위해서 지정된 상황에 대한 인식을 위해 센서를 구성한다. 이동 여부를 판단하기 위해서 충격센서를 활용하는 것이 대표적인 예이다. 센서 값의 변화 추이를 인지하면서 상황에 맞게 데이터를 송수신하는 방법도 그림2-4와 같이 연구되고 있으며, 양방향 데이터 네트워크에서는 센서가 인지한 데이터를 서버로 전송하면 서버는 미리 파악한 상황에 대한 인지를 통해서 통신의 지속여부

를 판단하여 저전력을 구현한다.[4]

상황 인식에 사용되는 인자는 사용자 혹은 대상과 관련된 빛, 온도, 소리, 움직임 등의 정보를 검출하는 센서가 주로 활용된다. 본 연구에서는 농작물의 유통과정에서 농작물의 이동을 모니터링하기 위해서 농작물의 실장여부와 함께 이동 중인 상황을 인지해야 한다. 따라서 이동을 감지할 목적으로 충격 센서와 과수 및 농작물의 적재 유무를 판단하기 위해서 특허 출원한 적외선을 이용한 방식을 창안하였다.

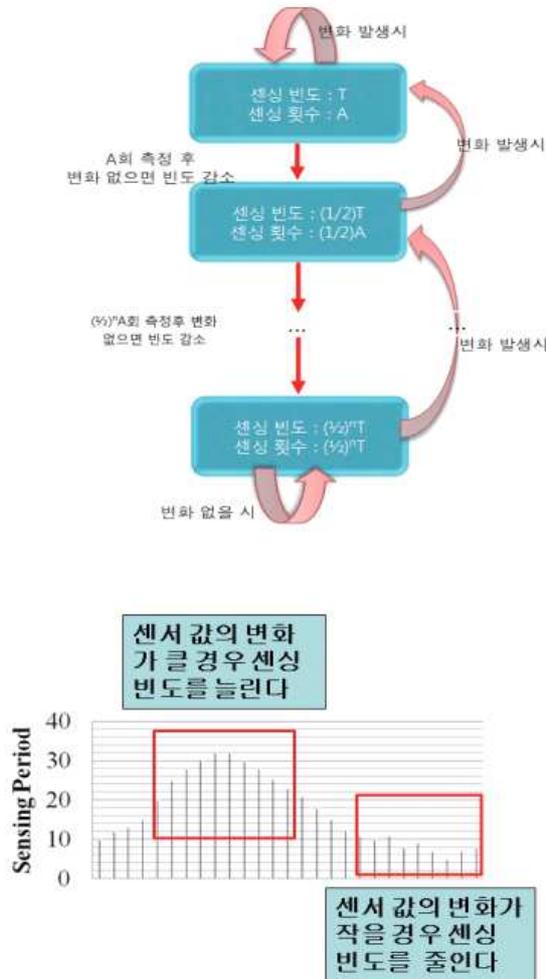


그림 2-4. 상황인식 저전력 동적 센싱 주기 SW제어

상황 인식 기반 센서 기술은 유비쿼터스 센서 네트워크가 크게 회자되기 시작한 시점부터 꾸준히 연구되고 있는 분야이며 현재도 활발히 연구 중인 분야이다. 전 세계적으로 미국의 선행 연구 실적이 가장 앞서고 있는 상황이며 국내 기술 개발 수준도 상당히 발전해 있으나 개별기술을 통합하여 시스템을 구현해 내는 부분에서는 아직 미국이나 이스라엘 등의 수준에는 못 미친다. 미국은 다양한 센서를 활용한 상황 인식 센서 기술을 선보이고 있으며 이스라엘의 경우에는 육상 전투에서 활용할 수 있는 군사목적의 기술개발에 좀 더 앞서고

있다. 국내에서도 상당 기간 연구되어 해외 수준 대비 국내 수준도 약 80%이상 닿아 있으며 특정 분야에서는 선진국과 어깨를 나란히 한다.

상황인지 센서 기술은 주로 군사 및 안전 쪽으로 가중치를 두고 개발되고 있기에 농업분야에서의 상황인지 센서 기술은 연구 실적이 많지 않다. 본 과제에서는 관련 특허 출원 및 논문을 작성했으며 농업용 과수 박스의 유통량을 효과적으로 인지할 수 있도록 태그를 개발하였다.

2. 해외 로밍 가능 WCDMA/스마트폰연동 수집기 개발

글로벌 이동통신은 비동기 통신 방식인 WCDMA, GSM 방식으로 양분화 되어 있으며 통신 밴드는 3G 및 4G시장에서 5~6밴드로 사용된다. 최신의 스마트폰에 적용된 통신 PHY칩은 대부분의 밴드를 지원하여 전 세계를 대상으로 통신사가 로밍 서비스를 제공한다. 3G 이동통신이 나오기 전에는 위성을 이용한 방식이 주를 이뤘기에 통신 비용이 고가이며 농업분야등에 활용하기에는 어려움이 따랐다. 현재는 상대적으로 저렴한 비용으로 전 세계 100개국 이상에서 로밍서비스가 가능하므로 쿼드밴드를 지원하는 모뎀을 이용하면 해외 어디에서도 통신이 가능한 수집기를 개발할 수 있다. 국내에서는 공식적으로 글로벌 로밍을 제공하는 모듈을 생산하거나 서비스를 제공하는 회사는 아직 없으며 해외 제품도 국내에서 정식으로 사용할 수 있는 제품은 없는 상황이다. 통신 방식 및 망은 로밍서비스를 위해 통합이 되어 가고 있으나 통신사에서 단말을 개통하는 방식에 차이가 있어 어려움이 따른다.

| 동작대역 | 대역명칭 | 주파수량 | 상향링크 [MHz] | 하향링크 [MHz] | 비고 |
|---------|-----------|----------|------------|------------|--------------|
| 밴드 VII | 2600 | 2x70 MHz | 2500~2570 | 2620~2690 | 3G |
| 밴드 I | 2100 | 2x60 MHz | 1920~1980 | 2110~2170 | WCDMA 주대역 |
| 밴드 II | 1900 | 2x60 MHz | 1850~1910 | 1930~1990 | 북미 |
| 밴드 IV | 1700/2100 | 2x45 MHz | 1710~1755 | 2110~2155 | 북미 3G |
| 밴드 III | 1800 | 2x75 MHz | 1710~1755 | 1805~1880 | 유럽, 아시아, 브라질 |
| 밴드 IX | 1700 | 2x35 MHz | 1750~1785 | 1845~1880 | 일본 |
| 밴드 VIII | 900 | 2x35 MHz | 880~915 | 925~960 | 유럽, 아시아 |
| 밴드 V | 850 | 2x25 MHz | 824~849 | 869~894 | 북미 |
| 밴드 VI | 800 | 2x10 MHz | 830~840 | 875~885 | 일본 |

그림 2-5. WCDMA 주파수 대역 현황

글로벌 로밍이 가능한 모뎀은 이미 시장에서 사용 중인 핸드폰에 사용 중인 칩을 이용하면 충분히 제작할 수 있는 기술 수준이며 국내 기술 수준도 해당 분야에서는 선진국과 차이가 없을 정도 이지만 법규상의 문제로 통신사에 개통하기가 어렵다. 스마트 폰을 이용하여 로밍서비스를 이용하려면 배터리 운용문제로 장기간 배나 항공에 실어서 보내야 하는 환경에서는 문제가 따른다. 따라서 해외에서 구매 가능한 모뎀을 해외에서 개통하여 우회하여 사용하는 것도 법규내에서 사용할 수 있는 대책 중에 한 가지가 될 수 있다.

제 4 절 국내외 무선센서네트워크 미들웨어 기술 개발 동향

1. 센서 미들웨어 구현을 위한 관련 연구 분석

가. 무선 센서 네트워크(Wireless Sensor Network)

무선 센서 네트워크는 많은 소형의 센서 노드(Sensor Node)들이 무선(Wireless)을 통해 네트워크(Network)에 연결되어 있는 환경으로 즉, 컴퓨팅 능력과 무선 통신 능력을 갖춘 센서 노드를 응용 환경에 배치하고, 자율적으로 네트워크를 형성 한 후, 센서 노드로부터 획득한 물리적 정보들을 무선으로 수집하여 감시/제어 등의 용도로 활용하는 기술을 무선 센서 네트워크라고 한다. [그림 2-6]에서는 WSN의 구성을 보여준다. 필드에 배치된 센서 노드는 수집된 정보(온도, 습도, 소리, 진동, 압력, 모션, 오염)을 싱크 노드로 전송한다. 싱크노드는 호스트 컴퓨터와 연결되어 있거나, 인터넷(외부 네트워크)에 연결하기 위한 게이트웨이 역할을 하게 되며 싱크 노드로 전송된 정보들은 인터넷(광대역 통합망: BcN-Broadband Convergence Network)을 통하여 사용자에게 서비스 된다.

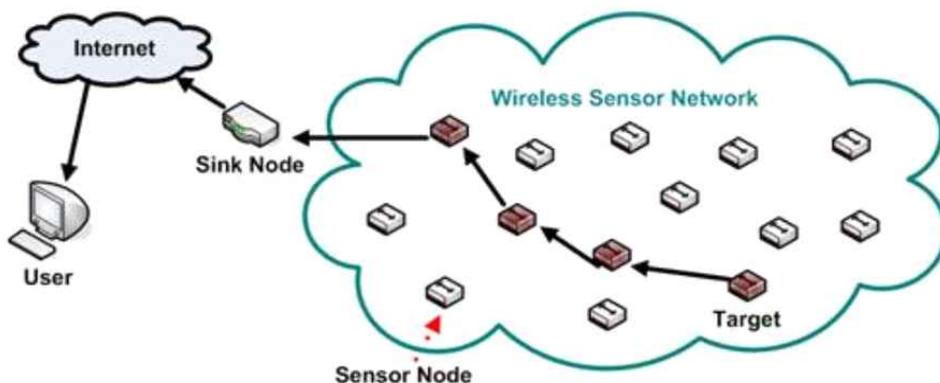


그림 2-6. 무선 센서 네트워크

(1) 무선 센서 네트워크 주요 특징은 다음과 같다.

(가) 장애 내성(Fault tolerance)

센서 노드들은 전력의 부족이나 물리적인 손상, 그리고 환경적인 방해 요소들로 인해서 동작이 멈추게 되는 경우가 발생한다. 그러나 몇몇 적은 수의 센서 노드들의 고장이 전체 센서 네트워크에 영향을 주어서는 안 된다.

(나) 확장성(Scalability)

요구되는 노드의 수가 ad-hoc 네트워크와는 달리 어플리케이션에 따라 수백에서 수천, 심지어 수만에 이르기까지 엄청나게 많아질 수 있으므로 센서 네트워크 프로토콜들은 이러한 네트워크 규모에 관계없이 잘 동작할 수 있어야 한다.

(다) 저전력 소모(Low-power consumption)

무선 센서노드는 제한된 에너지 공급원을 가지고 있기 때문에 네트워크 토폴로지의 변형이나 다른 요인들로 인해 네트워크의 재구성, 패킷의 재전송을 수행하는데 있어 에너지 사용을 최소화해야 한다. 여기서 에너지는 대부분 RF통신, 센싱, 데이터 처리에 사용된다.

나. 센서 데이터 수신 프로세스

센서 데이터를 수신하는 방법으로 [그림 2_7]과 같이 센서마다 프로토콜 분석기와 데이터 처리기를 포함하는 시스템을 개발해야 하며, 다수의 데이터 처리기로부터 생성되는 개별 리포트 들을 통합하는 시스템이 존재하여 각기 다른 종류의 C.U.를 이용할 시 새로운 소프트웨어로 데이터 처리를 하도록 서비스 한다.

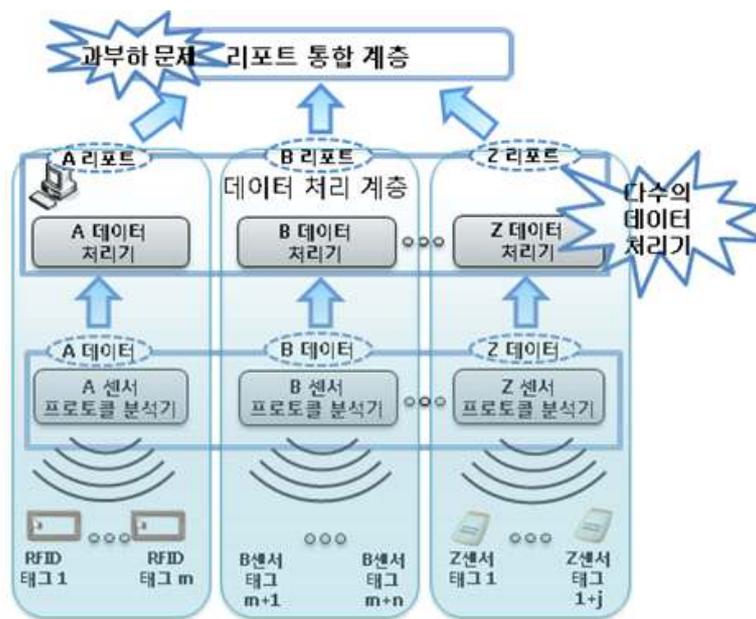


그림 2-7. 센서 데이터 수신 프로세스 구조

2. 농산물에 대해 안정적인 질의를 하기 위한 관련 연구

가. 질의 색인(Query Index) 기법[5]

기존의 DBMS(database management system)를 사용하여 데이터 스트림과 연속질의 (Continuous Query)를 처리하는 방법으로는 주기적으로 질의를 수행하는 방법과 Trigger를 사용하여 처리하는 방법이 있다. 먼저 주기적으로 질의를 수행하는 경우 데이터 스트림을 일반 테이블에 삽입하고 등록된 모든 연속질의를 주기적으로 계속 evaluation 한다. 이럴 경우 아래와 같은 문제가 발생한다.

- 데이터 스트림이 무한하기 때문에 테이블에 모두 삽입할 수 없다.
- 불필요한 Query까지 주기적으로 처리되기 때문에 evaluation overhead가 크다.

다음으로 Trigger를 사용하여 수행하는 경우 데이터 스트림은 주기적으로 질의를 수행하는 경우와 동일하게 일반 테이블에 삽입하고 연속질의는 trigger로 처리를 한다. 이 경우에 발생하는 문제는 아래와 같다.

- 데이터 스트림의 양이 무한하고 DML문 발생 때 마다 trigger의 실행이 필요하므로 삽입 연산의 overhead가 크다.
- Insert, delete, update 전후 연산을 수행해야 한다는 조건이 제한적이며, Query보다는 table에 대한 접근 자체가 기준이기 때문에 불필요한 조건 비교가 많다.

앞 선 문제를 해결하기 위해 연속질의를 쿼리 처리 프로세서에 등록을 하고 동적으로 발생하는 대용량 데이터 스트림에 대한 빠른 Query evaluation을 위해 연속질의에 대한 색인을 생성한다. 대용량 데이터 스트림 입력과 matching되는 Query들을 검색하여 실시간으로 evaluation하고 사용자에게 Query Result를 반환하기 위해서 Continuous Query에 대한 색인을 생성한다. 대표적인 질의 색인[6] 기법으로는 그림 2-8의 CEI-base Index(1D interval), 아래 그림 2-9의 VCR-Index(2D Rectangle)이 있다.

CEI-based Query Index(Containment-Encoded Interval)는 1D Predicate을 binary tree 구조의 CEI virtual construct로 분할하여 interval의 overlap없는 decomposition을 통해 low storage cost 유지한다. 삽입, 검색 등의 operation 수행 시 integer만을 사용하여 floating 연산으로 인한 overhead를 줄이고 검색 시 binary tree의 특성을 이용하여 fast search가 가능하다.

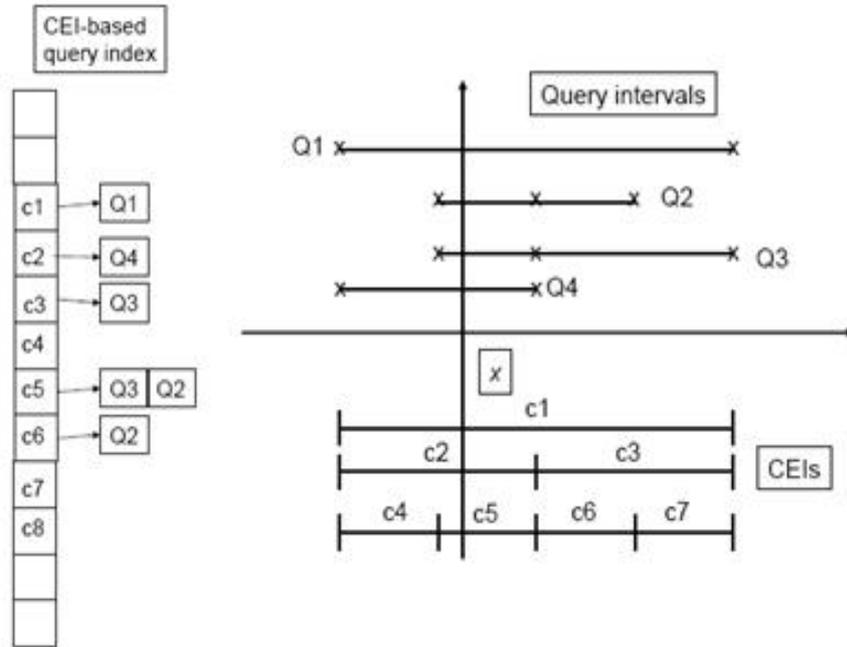


그림 2-8. CEI-based Query Index

VCR-Index(Virtual Construct Rectangle-Index)는 2D Range Predicate을 가지는 Query를 Indexing하는 main memory 기반의 Query Index이다. 미리 정의된 VCR을 사용하고 2차원 Query window를 분할한다. VCR hashing을 사용하여 memory storage requirement를 줄인다.

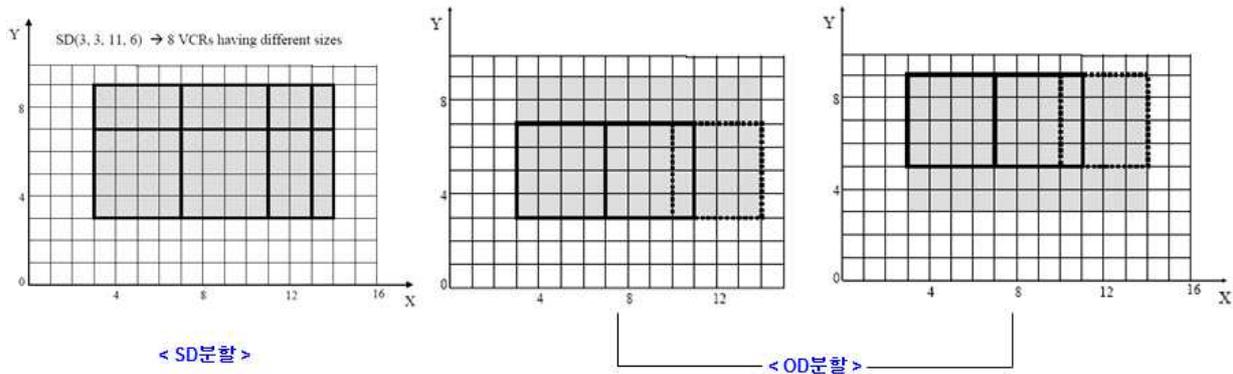


그림 2-9. VCR-Index

- ① VCR: (x, y, width, height)
- width, height의 domain: {1, 2¹, 2², ..., 2^k}
 - L_x, L_y: maximum width와 height, k = log(L)

② 그림 2-10에서는 bottom-left corner (0,0)이 가지는 9개의 VCR를 보여준다.

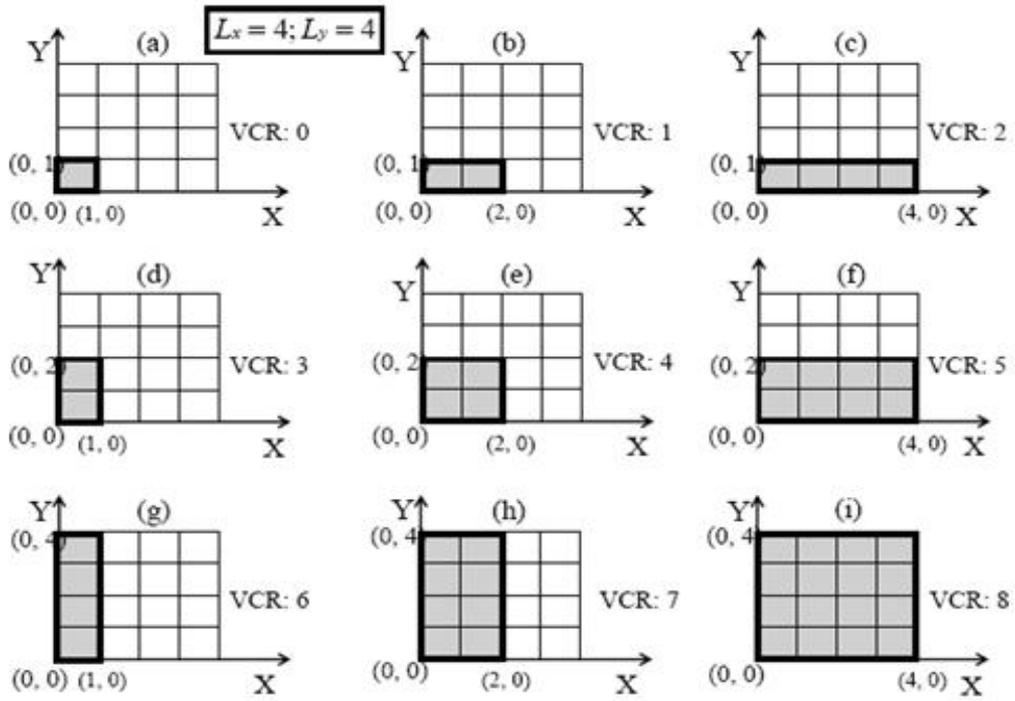


그림 2-10. bottom-left corner (0,0)이 가지는 9개의 VCR

제 5 절 국내외 대용량데이터처리 기술 개발 현황

1. 대량의 데이터 저장 관리 기술

가. 구글의 Bigtable^[7]

구글에서 웹 페이지 관리를 위해 개발되어 다양한 서비스(Personalized Search, Google Earth, YouTube 등)에 활용되고 있다. 2008년 3월 200개 이상의 Bigtable 클러스터가 운영되고 있으며, 가장 큰 클러스터는 3,000개 이상의 노드로 구성되어 있고, 6 페타바이트 이상의 데이터를 관리한다. 인터넷 온라인 및 배치 서비스 지원을 위해 필수적으로 요구되는 확장성을 제공하기 위해 인터넷 서비스 환경에 특화된 시스템이다.

나. HBase^[8]

Hbase는 구글의 Bigtable과 유사한 시스템으로 Java로 개발된 오픈 소스로서 Hadoop의 서브 프로젝트로 Hadoop의 분산 파일 시스템을 이용한다. 2007년 5월 Powerset에서 최초 버전을 제공한 이래, 2009년 6월 기준 0.19.3 버전이 나온 상태로 아직 Bigtable에서 제공하는 기능 및 성능에는 미치지 못하고 있다. Adobe, Powerset, 야후 등 여러 기업에서 실제 활용하고 있고 Powerset에서는 자사의 위키피디아를 구축, 위키피디아 각 페이지를 구성하는 문서를 저장 관리를 위해 Hbase 이용하고 있다. 또한 야후에서는 유사한 문서를 검색하기 위해 문서의 핑거프린트를 저장하는 데 Hbase를 이용한다.

다. 야후의 Sherpa

야후에서는 데이터 서비스 플랫폼으로 Sherpa를 개발하였다. 메시지 publish/subscribe 시스템인 YMB, 정렬 테이블로 저장 관리하는 YDOT FS와 해시 테이블로 데이터를 저장하는 YDHT FS 등 두 가지 형태의 데이터 저장 시스템과 잠금 관리 시스템인 Zookeeper를 기반으로 PNUTS 시스템이 구축되어 있다. Zookeeper는 Hadoop에서 구글의 Chubby 대응으로 개발하고 있는 시스템이다. PNUTS는 flickr, del.icio.us 서비스 등 자사의 웹 응용 구축을 위한 호스티드 데이터 관리 서비스를 제공하기 위해 개발되어 실제 활용되고 있다. PNUTS는 온라인 웹 응용을 지원하며, 배치 서비스는 지원하지 않는다.

2. 대량의 데이터 분산 처리 기술

가. 분산컴퓨팅을 지원하는 맵리듀스(MapReduce)^[9] 프로그래밍 모델

맵리듀스는 페타바이트 이상의 대용량 데이터를 다수의 컴퓨터로 구성된 클러스터 환경에서 병렬 처리를 지원하기 위한 소프트웨어 프레임워크이다. 맵리듀스의 대용량 데이터 처리 과정은 대용량의 데이터를 일괄 입력 받아서 일정한 사이즈로 입력 데이터를 분할하여

처리한 후에 결과를 다시 결합하여 처리하는 것을 전제로 하고 있다.

맵리듀스를 이용하면 처리해야할 작업에 대한 할당 및 연산 결과 통합을 해주는 Job Tracker와 실질적으로 연산을 수행하는 task인 Task Tracker를 이용해서 연산을 수행하게 된다. Job Tracker는 마스터라고도 불리며 맵리듀스에서 유일하게 존재하며 Task Tracker의 상태 및 전체 작업 진행 상황 등을 지속적으로 감시하는 역할을 한다. Task Tracker는 실질적으로 연산을 처리하며 개수는 사용자가 하둡 설정 파일을 통해서 지정이 가능하다. Task Tracker에서 수행할 수 있는 최대 task 개수는 Map Task와 Reduce Task 별도 지정이 가능하다.

나. 하둡의 MapReduce

Lucene라는 텍스트 정보 검색 시스템을 개발하면서 병렬 처리 필요성이 제기되었고, 동일한 목적으로 개발된 구글의 MapReduce 발표를 계기로 이를 오픈 소스로 개발 추진되었다. 야후는 Hadoop 프로젝트를 적극 지원하고 있으며 이를 자사 인터넷 서비스에 적극 활용하고 있다. 뿐만 아니라 IBM, 구글이 대학과 공동으로 구축한 클라우드 컴퓨팅 테스트베드에도 탑재되어 활용되고 있으며, 대학에서도 이를 이용한 분산 병렬 처리 프로그래밍 교육이 활발히 이루어지고 있다.

다. 구글의 Sawzall

대규모 데이터에 대한 분석 처리를 위해 구글에서 개발한 병렬 프로그램 언어로서 인터프리트 방식에 의해 언어를 해석하여, 자동으로 일련의 MapReduce 업무를 생성, 수행한다. 데이터 구조 선언문은 Pascal 구문과 유사하고, 제어문, 표현식 등은 C를 기반으로 만들어진 스크립트 언어이다. Sawzall 언어는 MapReduce 모델처럼 외부 입출력 데이터의 형식을 정의하는 기능(프로토콜 버퍼 형식이라고 함)과 이를 기반으로 개개의 입력 데이터에 대해 처리하는 기능을 정의하는 기능, 그리고 처리 결과를 중간 결과로 방출하는 기능, 결과를 집계 처리하는 기능으로 구성된다.

라. Hadoop의 Pig^[10]

데이터플로 언어를 지원하는 플랫폼으로 오픈 소스이다. 야후에서 공헌하여 2008년 10월 Hadoop의 서브 프로젝트로 승인된 프로젝트로, 야후에서 수행되는 Hadoop 업무의 30% 이상이 이를 기반으로 개발 활용되고 있다. Pig에서 다루는 데이터는 Data Atom, Tuple, Data Bag 혹은 Map으로 구성된다.

마. 분산처리 시스템 관리 기술인 주키퍼(Zookeeper)^[11]

대용량 처리를 위한 분산처리 환경에서는 기본적으로 서버가 몇 대에서 수십 대, 수백 대로 확장이 될 수 있으며, 이런 환경에서 분산 시스템 동작 중에 예상치 못하는 예외적인 부

분이 많이 발생한다. 주로 네트워크장애, 일부 서비스/기능의 중지, 서비스 업그레이드, 서버 확장 등의 문제가 있다. 주키퍼는 이러한 점들이 분산 환경에서 발생한 문제점들을 쉽게 해결해주고 관리해주는 시스템이다.

3. In-memory기반의 대용량 데이터 처리기술

가. Spark^[12]

MapReduce는 데이터를 읽고 연산하기 위해 데이터를 메모리에 쓰기를 반복하며 그 결과를 저장하는 데에 있어 손실 방지를 위한 파일 복제가 반복적으로 수행되므로 많은 IO가 발생하게 된다. Apache Spark는 성능과 편의성을 극적으로 향상시키면서, MapReduce의 계산 모델을 일반화 하여 이러한 제한 사항들에 대처 한다. 어플리케이션이 명령어를 이용하여 각각이 생성되는 데이터를 추적하고 해당 데이터를 RDD(Resilient Distributed Datasets) 형태로 메모리에 보존할 수 있도록 설계되어 있고 SQL로 데이터를 효율적으로 조회하거나 생성 및 변경을 할 수 있는 Spark SQL, 실시간 스트림 배치처리가 가능한 Spark Streaming, Spark전용 기계학습이 가능한 MLlib, 그래프 처리가 가능한 GraphX를 지원한다.

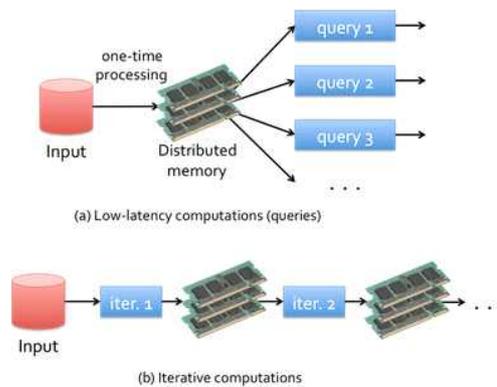


그림 2-11. Spark 처리 구조

4. 실시간 스트림 처리 기술

가. Storm^[13]

스톰은 실시간 빅데이터 분석에 초점을 맞춘 시스템이다. 스톰 시스템은 Nimbus, Zookeeper, Supervisor로 구성된다. Nimbus는 수행할 코드를 배포하고 Supervisor 노드에 작업 할당하는 것을 담당한다. Supervisor는 할당된 토폴로지의 일부를 처리할 작업 프로세스의 구동을 담당한다. Zookeeper는 시스템에서 발생될 수 있는 네트워크 장애, 서비스/기능

장애 등 장애상황 판단 및 복구, 부하분산을 담당한다.

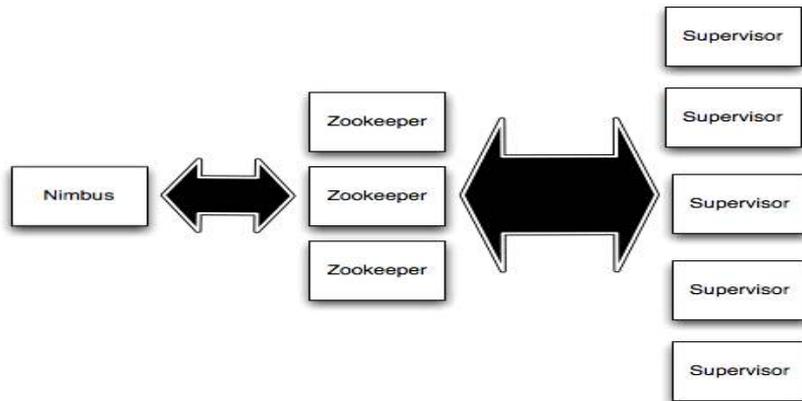


그림 2-12. 스톰의 논리적 구성도

스톰은 Topology, Stream, Spout, Bolt 네 가지 요소를 가진다. Topology는 처리 흐름을 정의하는 그래프를 표현한다. Topology는 전체 처리 흐름을 그래프로 표현하는 것으로 노드들 사이에 링크구성과 노드간 데이터 흐름을 나타낸다. Stream은 일련의 tuple의 흐름을 의미한다. Spout은 외부 소스로부터 튜플을 읽고 스트림을 생성하는 역할을 한다. Bolt는 모든 프로세싱 작업을 수행하며 필터링, 조합, 연결, DB처리 등 Spout에서 전달된 Tuple을 가지고 비즈니스 로직을 수행한다.

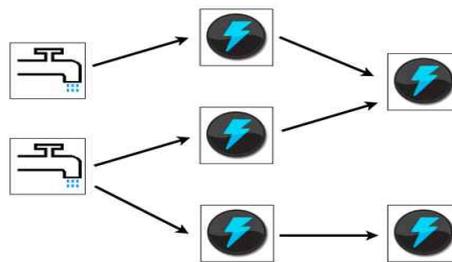


그림 2-13. 토폴로지 구성의 예

스톰은 크게 4가지 특징을 가진다. 첫째, 작업 수행중에 오류가 발생하더라도 해당 작업을 다시 할당하여 무중단으로 운영될 수 있다. 둘째, 데이터를 저장하지 않고 실시간으로 선처리하여 빠르고 대기시간이 낮다. 셋째, 어떤 플랫폼에 종속적이지 않으며, 토폴로지와 컴포넌트들은 어떤 언어로든 정의할 수 있다. 넷째, 모든 메시지가 손실 없도록 처리되는 것을 보장한다.

나. 스파크 스트리밍[14]

Apache Spark 스파크 스트리밍은 실시간 데이터의 확장성, 높은 처리량, 내결함성을 갖춘 스파크 API의 확장이다. 데이터는 Kafka, Twitter, HDFS, Flume, Raw, ZeroMQ와 같은 여러 소스에서 입력을 받아 0.5초 이상의 설정된 시간마다 배치처리하여 스트림을 RDD형태로 만들어 데이터를 변경하거나 계산이 가능하다.

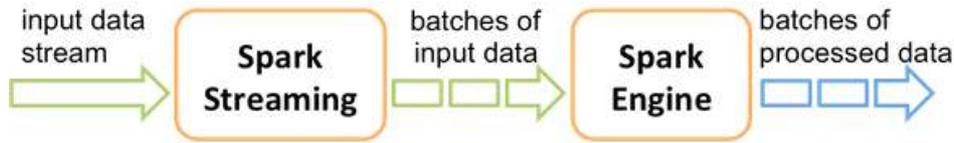


그림 2-14. 스파크 내부동작

제 6 절 농산물 품질 예측을 위한 관련 기술 개발 현황

가. 식품 품질 예측을 위한 아레니우스(Arrhenius) 모형[15]

Arrhenius에 의해 실험적으로 유도된 이 식은 반응속도상수와 온도의 관계를 보여주는 실험식이다. 화학 반응의 속도는 반응온도가 높아질수록 커진다는 의미이며 이들의 관계는 아래와 같은 식으로 표현할 수 있다.

$$= \cdot \exp\left(-\frac{E}{RT}\right)$$

여기서 k는 속도상수로서 반응의 원계물질이 모두 단위농도일 때의 속도, T는 절대온도, R는 기체상수이며 A와 E_a 는 반응에 특유한 상수로서 각각 빈도인자 및 활성화 에너지라 한다. 이 식은 기체분자 운동론에서 다음과 같이 설명되고 있다.

분자들 간의 충돌에 의해 반응이 일어나지만 분자들 간의 충돌 중에서 최소값 E_a 이상의 에너지를 가진 충돌만이 반응을 일으킨다. 이 E_a 이상의 에너지를 가진 충돌수의 비율을 볼츠만 분포(Boltzmann distribution)에 의해 근사적으로 $\exp\left(-\frac{E_a}{RT}\right)$ 로 나타내진다. 충돌수의 온도의존성은 크지 않기 때문에 근사적으로 정수라고 하면 아레니우스식이 얻어진다. 위 식에 로그를 취하면

$$\log k = \log A - E_a/2.303RT$$

를 얻는다. 즉 반응속도의 대수를 절대온도의 역수에 대하여 그리면 직선이 되며, 이 직선

의 기울기와 절편으로부터 활성화 에너지 E_a 와 빈도인자 A 를 얻을 수 있다. 이와 같이 그리는 법을 아레니우스 플롯(Ahrrenius plot)이라고 부른다. 넓은 온도범위에서는 A 와 E_a 는 온도에 따라 변하기 때문에 이 방법으로 얻어진 A 와 E_a 는 좁은 온도범위에서만 유효하다. 아레니우스 모형으로 온도에 의존하는 식품 품질의 손실속도를 산출하며, 결과는 식품의 품질 예측에 이용된다.

제 3 장 연구개발 수행 내용 및 결과

제 1 절 제 1 세부과제 : 클라우드 기반의 농산물 유통 데이터

관리 시스템 및 응용 서비스 개발

1. 하이브리드 클라우드 저장소 설계 및 구현

가. 관련 연구 조사 및 분석

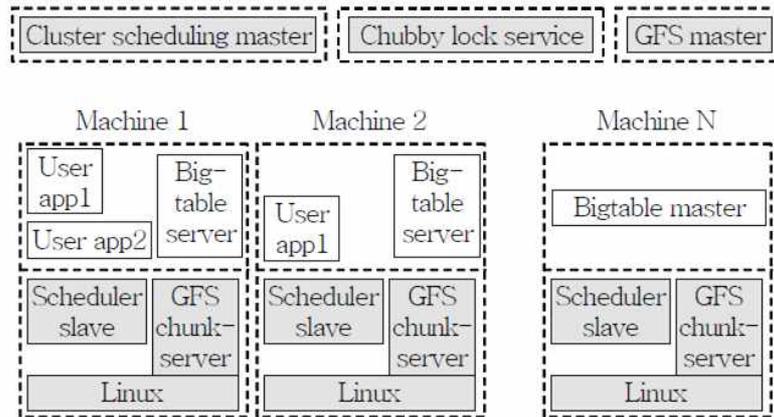
(1) 대량의 데이터 저장 관리 기술

(가) 구글의 Bigtable^[16]

구글에서 웹 페이지 관리를 위해 개발되어 다양한 서비스(Personalized Search, Google Earth, YouTube 등)에 활용되고 있다. 2008년 3월 200개 이상의 Bigtable 클러스터가 운영되고 있으며, 가장 큰 클러스터는 3,000개 이상의 노드로 구성되어 있고, 6 페타바이트 이상의 데이터를 관리한다. 인터넷 온라인 및 배치 서비스 지원을 위해 필수적으로 요구되는 확장성을 제공하기 위해 인터넷 서비스 환경에 특화된 시스템이다.

Bigtable의 주요특징으로는 먼저 다차원 정렬 맵 모델 제공하는 것이다. 행, 컬럼, 타임스탬프로 데이터를 구조화하고, 이를 정렬 관리하여 키(행 키: 컬럼 명: 타임스탬프) 기반의 접근을 지원하는 다차원 정렬 맵 모델을 지원하고 키 기반의 접근으로 제약함으로써 데이터의 빠른 접근이 가능하다. 또한 컬럼 기반의 저장 모델 제공하여 기존 RDBMS에서 일반적으로 사용하는 행 기반의 저장 모델 대신 컬럼 기반의 저장 모델을 제공한다. 즉, 관련된 컬럼들로 구성된 컬럼 그룹별로 별도의 파일에 저장하는 방식을 사용하고 컬럼 기반의 저장 모델 제공으로 특정 컬럼 기반의 데이터 분석 작업시 빠른 접근이 가능하고 메모리내 정보 관리는 다수 사용자의 빠른 변경 및 검색을 지원하기 위해 메모리에서만 데이터를 변경하고, 일괄 디스크 반영정책을 적용함으로써 디스크 I/O 수를 줄이고 데이터 클러스터링을 유지하고 읽기 전용 버퍼를 관리하여 빠른 검색을 제공한다. 또한 데이터를 분산 관리하기 위하여 행 키 기반으로 정렬된 테이블을 구간별로 파티션 하여 각 노드에 분산 저장하고, 서비스함으로써 데이터 증가에 대한 확장성을 제공하고 단일 행 기반의 트랜잭션 지원한다. 행 잠금으로 데이터의 일관성을 유지하고, 메모리내 변경 및 일괄 반영정책을 위한 수행 내역 로그 기록, 고장이 발생 시 로그를 이용한 redo기능 수행을 통한 복구가 가능하다. 데이터 가용성을 위한 복제를 지원하기 위하여 노드나 네트워크 고장으로부터 복구를 위한 데이터 복제는 분산 파일 시스템인 GFS에 의존하고 GFS는 대용량 파일 저장용으로 개발된

분산 파일 시스템으로 3개의 복제 본을 유지하여 데이터의 고가용성을 제공한다. Bigtable은 Master/slave 구조를 가지는데 master, tablet server, 클라이언트 라이브러리로 구성되고 master는 메타데이터 관리 및 tablet server 간의 부하 분산을 담당하고, tablet server는 할당된 테이블 파티션의 데이터 서비스를 담당한다.



<자료>: Google, 2008.

그림 3-1. Bigtable 운영 환경

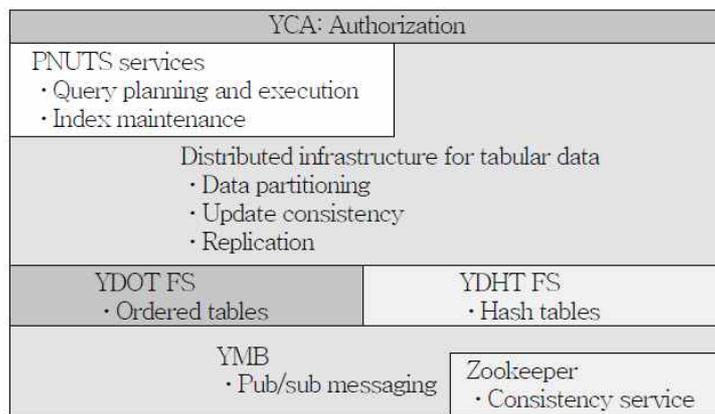
(나) HBase^[17]

Hbase는 구글의 Bigtable과 유사한 시스템으로 Java로 개발된 오픈 소스로서 Hadoop의 서브 프로젝트로 Hadoop의 분산 파일 시스템을 이용한다. 2007년 5월 Powerset에서 최초 버전을 제공한 이래, 2009년 6월 기준 0.19.3 버전이 나온 상태로 아직 Bigtable에서 제공하는 기능 및 성능에는 미치지 못하고 있다. Adobe, Powerset, 야후 등 여러 기업에서 실제 활용하고 있고 Powerset에서는 자사의 위키피디아를 구축, 위키피디아 각 페이지를 구성하는 문서를 저장 관리를 위해 Hbase 이용하고있다. 또한 야후에서는 유사한 문서를 검색하기 위해 문서의 핑거프린트를 저장하는 데 Hbase를 이용한다.

상기 Hbase 활용 사례에서 보듯이 메타 데이터를 RDBMS에 관리하고 원시 데이터는 별도의 파일로 관리하는 기존 방식과 달리, Hbase를 이용하는 응용에서는 문서와 문서에 대한 메타 데이터를 같이 관리하고 있다. 이는 RDBMS와 파일 시스템을 분리하여 사용 시, 응용에서 두 시스템을 연동하여 사용하는 오버헤드 및 대량의 파일 생성으로 야기되는 파일 시스템의 문제(파일 개수의 제약 및 성능 저하) 등을 Hbase를 통해 해결하고 있다는 것을 보여준다. Hbase와 유사하게 Hadoop의 분산 파일 시스템을 기반으로 개발되고 있는 또 다른 오픈 소스인 Hypertable은 C++ 버전으로, Zvents라는 검색회사와 중국의 포털업체 Baidu에서 지원하고 있다.

(다) 야후의 Sherpa

야후에서는 데이터 서비스 플랫폼으로 Sherpa를 개발하였다. 메시지 publish/subscribe 시스템인 YMB, 정렬 테이블로 저장 관리하는 YDOT FS와 해시 테이블로 데이터를 저장하는 YDHT FS 등 두 가지 형태의 데이터 저장 시스템과 잠금 관리 시스템인 Zookeeper를 기반으로 PNUTS 시스템이 구축되어 있다. Zookeeper는 Hadoop에서 구글의 Chubby 대응으로 개발하고 있는 시스템이다. PNUTS는 flickr, del.icio.us 서비스 등 자사의 웹 응용 구축을 위한 호스티드 데이터 관리 서비스를 제공하기 위해 개발되어 실제 활용되고 있다. PNUTS는 온라인 웹 응용을 지원하며, 배치 서비스는 지원하지 않는다.



<자료>: Yahoo, 2008.

그림 3-2. Sherpa 구성도

① 주요 특징

단순화된 릴레이션 모델 제공하기 위해 행, 컬럼으로 구성된 릴레이션 모델을 따르며, 스키마 구조에 유연성을 제공하여 같은 테이블에 속하는 모든 행이 모든 컬럼을 가질 필요가 없다. 연산은 단일 테이블 기반으로 수행되며, SQL 기반 질의어를 제공하고 데이터 접근을 위한 인덱스 제공하기 위해 정렬 타입과 해시 타입의 저장 관리 제공하고 사용자가 테이블 별로 선택 가능하다. 또한 데이터의 분산 관리를 하기 위해 행 키 기반으로 키 범위 혹은 키에 해시를 적용한 해시 값의 범위에 의해 데이터를 파티션 하여 분산 관리한다.

데이터 센터간의 복제 제공을 지원하여 전 세계 분산된 사용자에게 빠른 접근 및 장애 대처를 위해 데이터 센터간 비동기 데이터 복제를 제공한다. 데이터 센터간 복제는 YMB 시스템을 이용. 지역적으로 분산된 시스템에 복제는 수백 ms 이상이 소요, 사용자 요청은 100 ms 이내에 서비스되어야 하므로 비동기방식을 이용한다. Relaxed consistent 트랜잭션 관리 제공하기 위해 웹 응용은 일반적으로 한 번에 하나의 레코드를 대상으로 하며, 다른

레코드에 대한 연산은 다른 지역의 요청에 의한 것이라는 분석에 따라 serializability 유지와 eventually consistent 모델의 중간에 해당되는 per record timeline consistency를 지원한다. 특정 레코드에 변경 연산 수행시 복제본에 대한 변경 반영을 동일한 순서로 함으로써 write 연산은 항상 최신 버전 기반이지만, read 연산은 과거 데이터 기반일 수 있다.

Master/slave 구조를 가지고 있어서 Tablet controller, router와 storage unit으로 구성되고 Tablet controller는 파티션을 어떻게 분배할지 결정하고 이에 대한 정보와 파티션 구성 정보를 유지한다. Router는 파티션 분배 정보를 메모리내 캐시하여 서비스하고, storage unit은 실제 파티션들의 서비스를 담당한다.

(2) 대량의 데이터 분산 처리 기술

(가) 분산컴퓨팅을 지원하는 맵리듀스(MapReduce)^[18] 프로그래밍 모델

맵리듀스는 페타바이트 이상의 대용량 데이터를 다수의 컴퓨터로 구성된 클러스터 환경에서 병렬 처리를 지원하기 위한 소프트웨어 프레임워크이다. 맵리듀스의 대용량 데이터 처리 과정은 [그림 3-3]과 같이 대용량의 데이터를 일괄 입력 받아서 일정한 사이즈로 입력 데이터를 분할하여 처리한 후에 결과를 다시 결합하여 처리하는 것을 전제로 하고 있다.

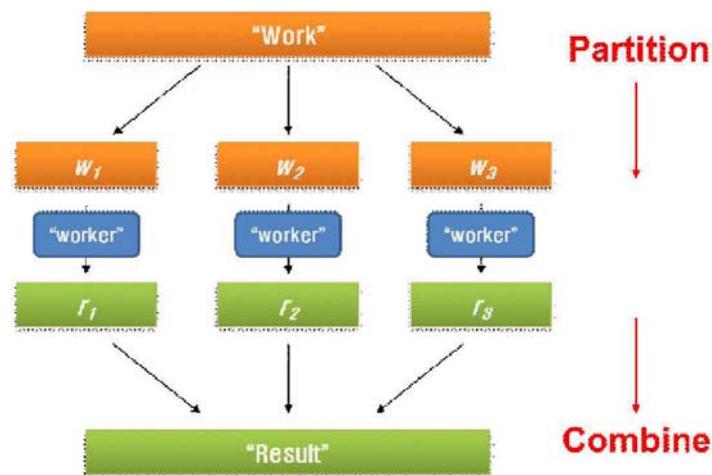


그림 3-3. 분산 컴퓨팅 환경에서의 병렬 처리 구조

함수 형 프로그래밍에서 일반적으로 사용되는 Map과 Reduce라는 함수 기반으로 주로 구성이 되며, 함수의 입출력 값의 형식은 키-값 쌍을 사용한다.

- Map 함수에서는 리스트의 각 원소들에게 어떤 공통된 작업을 처리하고자 할 때 사용되며 여러 입력 자료 집합으로부터 여러 중간 값들을 생성한다.
- Reduce 함수에서는 리스트 전체 원소를 결합하여 하나의 결과를 출력하고자 할 경우 사용되며 출력 키값을 기준으로 각각 연산을 수행한다.

[그림 3-4]은 맵리듀스의 병렬 처리 구조를 나타내며 Map함수의 입력 값은 (k, v) 이며 출력 값은 $\langle k', v' \rangle^*$ 로 표현된다. Map 함수의 출력 값은 Reduce함수의 입력 값으로 (k', v') 가 전달되며 Reduce 함수의 출력 값은 $\langle k', v' \rangle^*$ 으로 표현된다. 부가적인 기능으로 Map 단계에서 Combiner 함수를 사용할 수도 있다. Map 함수의 연산이 종료된 후 중간 값을 Reduce로 전달하게 되는데 전달하는 데이터의 크기가 클수록 데이터 전송 I/O 비용이 증가한다. 이럴 경우 Map에서 나온 결과 데이터를 Reduce와 같은 방식으로 같은 Key를 갖는 데이터들을 Combiner 함수를 사용해서 Reduce로 데이터를 전송하기 전에 Grouping을 하여 데이터 크기가 줄어들어 데이터 전송 I/O 비용을 감소시킬 수 있다.

Partitioner는 Map의 중간 결과물에 대하여 Key의 분할을 제어한다. Key 또는 Key의 하위 집합은 파티션으로 분할된다. 일반적으로 Hash 함수에 의해서 나뉘어져 들어간다. 파티션의 전체 개수는 Reduce task의 개수와 동일하다.

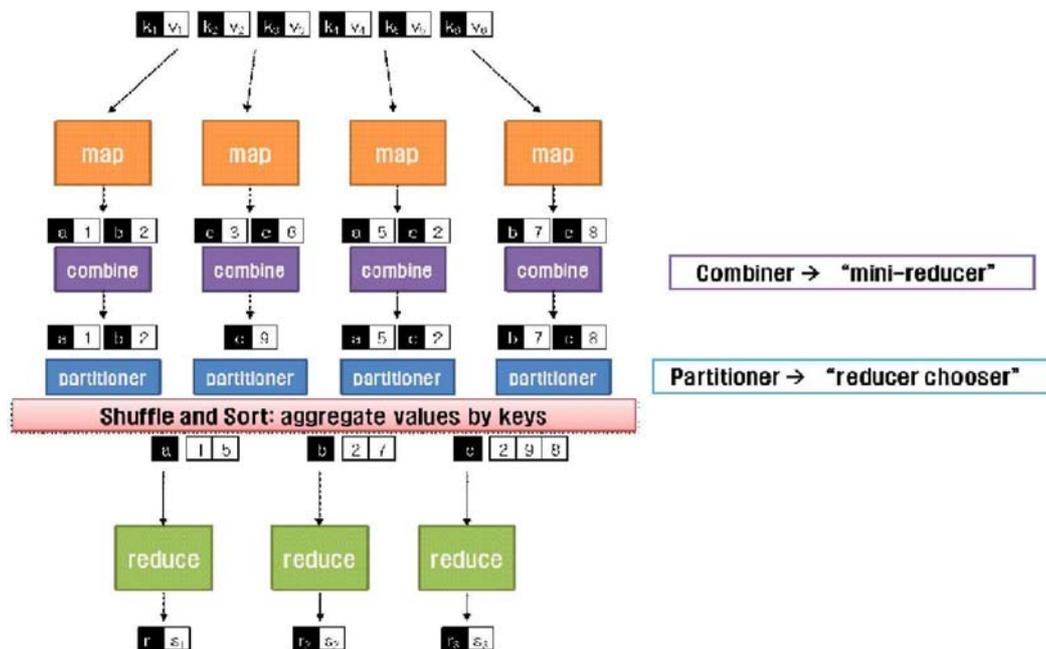


그림 3-4. 맵 리듀스 처리 과정

맵리듀스를 이용하면 처리해야할 작업에 대한 할당 및 연산 결과 통합을 해주는 Job Tracker와 실질적으로 연산을 수행하는 task인 Task Tracker를 이용해서 연산을 수행하게 된다. Job Tracker는 마스터라고도 불리며 맵리듀스에서 유일하게 존재하며 Task Tracker의 상태 및 전체 작업 진행 상황 등을 지속적으로 감시하는 역할을 한다. Task Tracker는 실질적으로 연산을 처리하며 개수는 사용자가 하둡 설정 파일을 통해서 지정이 가능하다. Task Tracker에서 수행할 수 있는 최대 task 개수는 Map Task와 Reduce Task 별도 지정

이 가능하다.

(나) 하둡의 MapReduce

Lucene라는 텍스트 정보 검색 시스템을 개발하면서 병렬 처리 필요성이 제기되었고, 동일한 목적으로 개발된 구글의 MapReduce 발표를 계기로 이를 오픈 소스로 개발 추진되었다. 야후는 Hadoop 프로젝트를 적극 지원하고 있으며 이를 자사 인터넷 서비스에 적극 활용하고 있다. 뿐만 아니라 IBM, 구글이 대학과 공동으로 구축한 클라우드 컴퓨팅 테스트베드에도 탑재되어 활용되고 있으며, 대학에서도 이를 이용한 분산 병렬 처리 프로그래밍 교육이 활발히 이루어지고 있다.

(다) 구글의 Sawzall

대규모 데이터에 대한 분석 처리를 위해 구글에서 개발한 병렬 프로그램 언어로서 인터프리트 방식에 의해 언어를 해석하여, 자동으로 일련의 MapReduce 업무를 생성, 수행한다. 데이터 구조 선언문은 Pascal 구문과 유사하고, 제어문, 표현식 등은 C를 기반으로 만들어진 스크립트 언어이다. Sawzall 언어는 MapReduce 모델처럼 외부 입출력 데이터의 형식을 정의하는 기능(프로토콜 버퍼 형식이라고 함)과 이를 기반으로 개개의 입력 데이터에 대해 처리하는 기능을 정의하는 기능, 그리고 처리 결과를 중간 결과로 방출하는 기능, 결과를 집계 처리하는 기능으로 구성된다.

(라) Hadoop의 Pig^[19]

데이터플로 언어를 지원하는 플랫폼으로 오픈 소스이다. 야후에서 공헌하여 2008년 10월 Hadoop의 서브 프로젝트로 승인된 프로젝트로, 야후에서 수행되는 Hadoop 업무의 30% 이상이 이를 기반으로 개발 활용되고 있다. Pig에서 다루는 데이터는 Data Atom, Tuple, Data Bag 혹은 Map으로 구성된다.

(마) 분산처리 시스템 관리 기술인 주키퍼(Zookeeper)^[20]

대용량 처리를 위한 분산처리 환경에서는 기본적으로 서버가 몇 대에서 수십 대, 수백 대로 확장이 될 수 있으며, 이런 환경에서 분산 시스템 동작 중에 예상치 못하는 예외적인 부분이 많이 발생한다. 주로 네트워크장애, 일부 서비스/기능의 중지, 서비스 업그레이드, 서버 확장 등의 문제가 있다. 주키퍼는 이러한 점들이 분산 환경에서 발생한 문제점들을 쉽게 해결해주고 관리해주는 시스템이다.

주키퍼는 다중의 서버의 집합을 묶어서 관리해주는 시스템이다. [그림 3-5]은 주키퍼의 기본 구조를 나타낸다. 다중의 서버의 집합으로 구성된 환경에서 리더가 되는 서버가 존재하며 하나의 서버에서 저장하고 있는 데이터가 변경이 될 경우 모든 서버에 전달되어 동기화를 수행하게 된다.

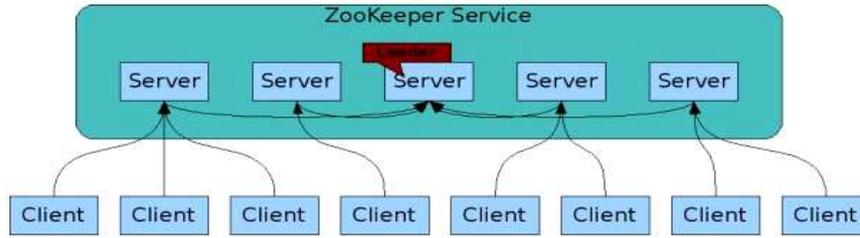


그림 3-5. 주키퍼의 기본 구조

① 주키퍼의 특징

네임서비스를 통한 부하분산을 위해 하나의 클라이언트(하나의 서버)만 서비스를 수행하지 않고 알맞게 분산하여 각각의 클라이언트들이 동시에 작업할 수 있도록 지원한다. 그리고 분산락이나 동기화 문제 해결하기 위해 하나의 서버에서 처리된 결과가 또 다른 서버들과 동기화하여 데이터 안정성 보장한다. 또한 장애상황 판단 및 복구를 위해 활동 중인 서버가 예기치 못한 상황으로 문제가 발생할 경우 대기 중인 서버로 교체하여 처리하고 각각의 다른 서버들을 통합적으로 관리하여 환경설정을 따로 분산하지 않고 자체적으로 관리한다.

대용량 데이터 처리를 위해서 주키퍼를 활용하여 분산 서버를 구축하는 방법은 로드밸런스를 이용한 방식과 Naming Service를 이용한 방식이 있다. 아래는 두 가지 방식으로 분산 서버를 구현했을 경우에 따른 장점 및 단점에 대해서 설명한다.

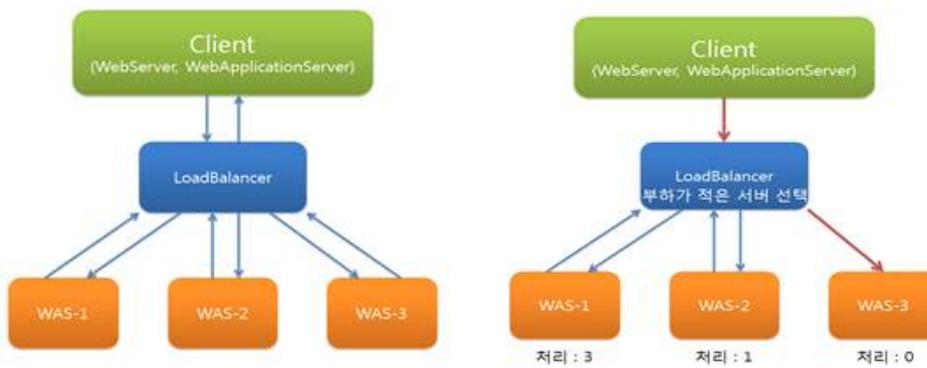


그림 3-6. 로드밸런스를 이용한 분산 서버

[그림 3-6]에서는 로드밸런스를 이용한 분산 서버를 나타낸다. 로드밸런스를 이용한 분산 서버의 장점으로는 부하 분산으로 적절하게 서버를 선택할 수 있고 Client는 로드밸런스에만 요청을 전송하면 된다. 반면에 단점으로는 서버 추가 시 로드밸런스와 연관성을 가지기 때문에 한계가 있고 로드밸런스에 집중적으로 요청이 들어오기 때문에 부하가 심해진다.

[그림 3-7]에서는 Naming Service 이용한 분산 서버를 나타낸다.(DNS 서버에 접속할 서

버 정보를 요청 후 직접 서버에 연결하는 방식)이러한 구조에서는 서버 추가가 상대적으로 용이하고 Client에서 캐싱을 하므로 DNS서버가 상대적으로 부하를 덜받는다. 하지만 부하 분산을 구현하기가 어렵고 한 서버에서만 처리될 가능성이 있다.

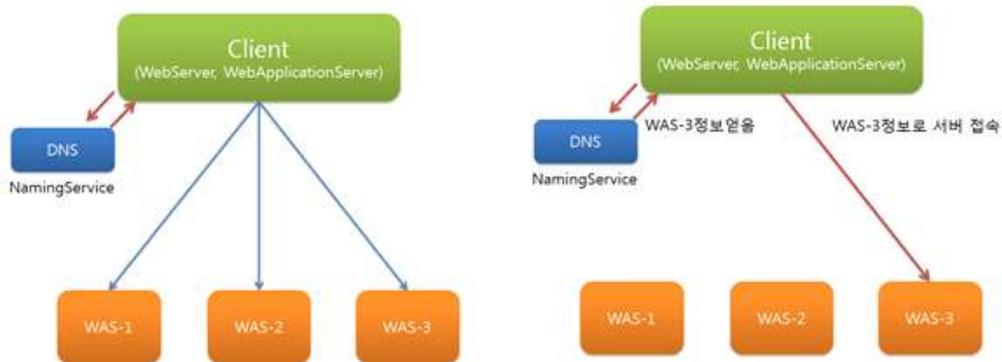


그림 3-7. NamingService를 이용한 분산서버

(3) In-memory기반의 대용량 데이터 처리기술

(가) Spark^[21]

MapReduce는 데이터를 읽고 연산하기 위해 데이터를 메모리에 쓰기를 반복하며 그 결과를 저장하는 데에 있어 손실 방지를 위한 파일 복제가 반복적으로 수행되므로 많은 IO가 발생하게 된다. Apache Spark는 성능과 편의성을 극적으로 향상시키면서, MapReduce의 계산 모델을 일반화 하여 이러한 제한 사항들에 대처 한다. 어플리케이션이 명령어를 이용하여 각각이 생성되는 데이터를 추적하고 해당 데이터를 RDD(Resilient Distributed Datasets) 형태로 메모리에 보존할 수 있도록 설계되어 있고 SQL로 데이터를 효율적으로 조회하거나 생성 및 변경을 할 수 있는 Spark SQL, 실시간 스트림 배치처리가 가능한 Spark Streaming, Spark전용 기계학습이 가능한 MLlib, 그래프 처리가 가능한 GraphX를 지원한다.

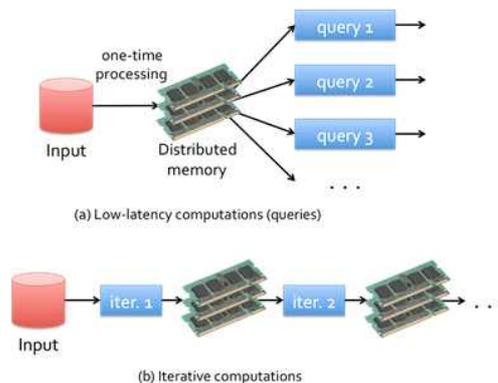


그림 3-8. Spark 처리 구조

나. 연구 결과

(1) 시스템 설계

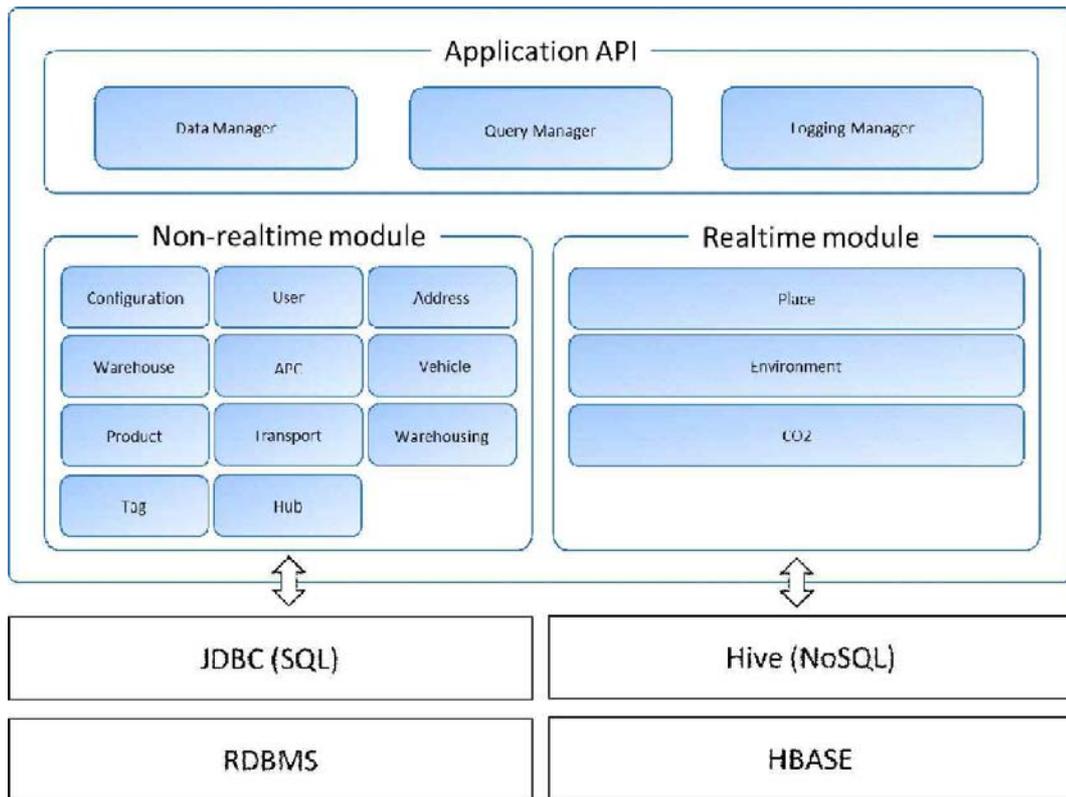


그림 3-9. 하이브리드 클라우드 저장시스템 구성도

그림 3-9는 이 연구에서 개발한 하이브리드 클라우드 저장시스템의 블록구성도 이다. 개발한 시스템은 Application API, Non-realtime module, Realttime module로 구성된다. 다시, Application API는 Data Manager, Query Manager, Logging Manager로 구성된다. Data Manager는 데이터를 수신하여 데이터를 실시간/비실시간으로 구분하고 알맞은 형태로 번역하여 저장을 수행한다. Query Manager는 질의를 수신하여 질의를 실시간/비실시간으로 구분하고 알맞은 형태로 번역하여 질의를 수행하고 결과를 반환한다. Logging Manager는 데이터 저장이나 질의 수행 내역의 저장 및 검색을 지원한다. Non-realtime module은 설정, 출고지, 운송 수단 등 등록을 통해 관리가 가능한 정보들의 저장 및 검색 기능을 지원하기 위한 모듈이며, 일반 RDBMS로부터 데이터를 저장/검색하기 위해 JDBC 등의 SQL 처리 도구들과 연동하여 기능을 수행한다. Realttime module은 위치, 온습도, CO2 정보 등 센서를 통해 수집되는 실시간 스트림 정보들의 저장 및 검색 기능을 지원하기 위한 모듈이다. 하둡을 지원하는 데이터베이스인 HBase 등에 데이터를 저장/검색하기 위해 Hive, Pig 등의 NoSQL 처리 도구들과 연동하여 기능을 수행한다.

(2) 인터페이스 설계 및 구현

(가) Data_manager : 데이터 관리자 클래스

```

class Data_manager
{
    int receiveData(Message message)
    int translationData(Message message)
    int saveData(Data data)
}
    
```

| 메소드 | 인자 | 설명 |
|---------------------|-----------------|--|
| int receiveData | Message message | <ul style="list-style-type: none"> 어플리케이션으로부터 전송된 데이터를 수신한다. 성공하면 1, 실패하면 0을 반환한다. |
| int translationData | Message message | <ul style="list-style-type: none"> 어플리케이션으로부터 수신한 데이터를 분석하여 데이터베이스에 저장할 수 있는 데이터 형태로 변환한다. 성공하면 1, 실패하면 0을 반환한다. |
| int saveData | Data data | <ul style="list-style-type: none"> 분석된 데이터를 데이터베이스에 저장할 수 있도록 각 데이터의 저장 함수 호출을 수행한다. 성공하면 1, 실패하면 0을 반환한다. |

(나) Query_manager : 질의 관리자 클래스

```

class Query_manager
{
    int receiveQuery(Message message)
    int translationQuery(Message message)
    int excuteQuery(Query query)
    int responseQuery(Message message)
}
    
```

| 메소드 | 인자 | 설명 |
|----------------------|-----------------|--|
| int receiveQuery | Message message | <ul style="list-style-type: none"> 어플리케이션으로부터 전송된 질의를 수신한다. 성공하면 1, 실패하면 0을 반환한다. |
| int translationQuery | Message message | <ul style="list-style-type: none"> 어플리케이션으로부터 수신한 질의를 분석하여 실시간/비실시간 질의를 수행할 수 있는 질의어로 변환한다 성공하면 1, 실패하면 0을 반환한다. |
| int executeQuery | Query query | <ul style="list-style-type: none"> 변환된 질의어를 실시간/비실시간 질의 수행이 가능한 데이터 처리 도구를 이용하여 질의를 수행한다. 성공하면 1, 실패하면 0을 반환한다. |
| int responseQuery | Message message | <ul style="list-style-type: none"> 데이터 처리 도구로부터 질의에 대한 결과를 전송받고, 어플리케이션에게 질의에 대한 응답을 수행한다. 성공하면 1, 실패하면 0을 반환한다. |

(다) Logging_manager : 로그 관리자 클래스

| Logging_manager |
|---|
| int id Calendar time string category string status string description |
| int loadLog(int id) int saveLog(int id, Calendar time, string category, string status, string description) |

| 변수 | 설명 |
|--------------------|--|
| int id | <ul style="list-style-type: none"> 로그 아이디 |
| Calendar time | <ul style="list-style-type: none"> 로그 기록 시간 |
| string category | <ul style="list-style-type: none"> 로그의 종류 |
| string status | <ul style="list-style-type: none"> 작업의 상태 |
| string description | <ul style="list-style-type: none"> 설명 |

| 메소드 | 인자 | 설명 |
|-------------|---|--|
| int loadLog | int id | <ul style="list-style-type: none"> 로그 아이디를 이용하여 데이터베이스로부터 로그 정보를 불러온다. 성공하면 1, 실패하면 0을 반환한다. |
| int saveLog | int id Calendar time string category string status | <ul style="list-style-type: none"> 새롭게 추가되는 로그 정보를 저장한다. 성공하면 1, 실패하면 0을 반환한다. |

(라) Configuration : 설정 클래스

```

class Configuration
{
    string parameter
    string value

    int getValue(string parameter)
    int setValue(string parameter, string value)
}

```

| 변수 | 설명 |
|------------------|--|
| string parameter | <ul style="list-style-type: none"> 파라미터 |
| string value | <ul style="list-style-type: none"> 값 |

| 메소드 | 인자 | 설명 |
|--------------|----------------------------------|--|
| int getValue | string parameter | <ul style="list-style-type: none"> 파라미터 값을 이용하여 값을 불러온다. 성공하면 1, 실패하면 0을 반환한다. |
| int setValue | string parameter string value | <ul style="list-style-type: none"> 주어진 파라미터의 값을 사용자가 원하는 값으로 설정한다. 성공하면 1, 실패하면 0을 반환한다. |

(마) User : 사용자 클래스

```

User
int id
string password
string name
string phone
Address address
string email
string grade

int loadUser(int id)
int saveUser(string password, string name, string phone,
             Address address, string email, string grade)
int modifyUser(int id, string password, string name, string phone,
               Address address, string email, string grade)
    
```

| 변수 | 설명 |
|-----------------|--------|
| int id | • 아이디 |
| string password | • 비밀번호 |
| string name | • 성명 |
| string phone | • 전화번호 |
| Address address | • 주소 |
| string email | • 메일 |
| string grade | • 등급 |

| 메소드 | 인자 | 설명 |
|----------------|---|---|
| int loadUser | int id | <ul style="list-style-type: none"> • 사용자 아이디를 이용하여 데이터베이스로부터 사용자 정보를 불러온다. • 성공하면 1, 실패하면 0을 반환한다. |
| int saveUser | string password string name string phone Address address string email string grade | <ul style="list-style-type: none"> • 새롭게 추가되는 사용자 정보를 저장한다. • 사용자 아이디 번호는 자동으로 부여된다. • 성공하면 1, 실패하면 0을 반환한다. |
| int modifyUser | int id string password string name string phone Address address string email string grade | <ul style="list-style-type: none"> • 기존에 존재하는 사용자의 정보를 수정한다. • 성공하면 1, 실패하면 0을 반환한다. |

(바) Address : 주소 클래스

```

Address
string address
string category
int x
int y
string description

int loadAddress(string address)
int saveAddress(string address, string category,
                int x, int y, string description)

```

| 변수 | 설명 |
|--------------------|-----------|
| string address | • 주소 |
| string category | • 종류 |
| int x, int y | • x, y 좌표 |
| string description | • 설명 |

| 메소드 | 인자 | 설명 |
|-----------------|---|--|
| int loadAddress | string address | <ul style="list-style-type: none"> 주소 값을 이용하여 데이터베이스로부터 주소와 관련된 정보들을 불러온다. 성공하면 1, 실패하면 0을 반환한다. |
| int saveAddress | string address string category int x int y string description | <ul style="list-style-type: none"> 새롭게 추가되는 주소 정보를 저장하거나 기존에 존재하는 주소 정보를 수정한다. 성공하면 1, 실패하면 0을 반환한다. |

(사) Warehouse : 출고지 클래스

```

Warehouse
string name
string category
string manager
string phone
Address address

int loadWarehouse(string name)
int saveWarehouse(string name, string category, string manager,
string phone, Address address)

```

| 변수 | 설명 |
|-----------------|--|
| string name | <ul style="list-style-type: none"> 출고지 이름 |
| string category | <ul style="list-style-type: none"> 종류 |
| string manager | <ul style="list-style-type: none"> 관리자 |
| string phone | <ul style="list-style-type: none"> 전화번호 |
| Address address | <ul style="list-style-type: none"> 주소(FK) |

| 메소드 | 인자 | 설명 |
|-------------------|---|--|
| int loadWarehouse | string name | <ul style="list-style-type: none"> 출고지 이름을 이용하여 데이터베이스로부터 출고지 정보를 불러온다. 성공하면 1, 실패하면 0을 반환한다. |
| int saveWarehouse | string name string category string manager string phone Address address | <ul style="list-style-type: none"> 새롭게 추가되는 출고지 정보를 저장하거나 기존에 존재하는 출고지 정보를 수정한다. 성공하면 1, 실패하면 0을 반환한다. |

(아) APC : APC 클래스

```

APC
int num
User uid
string phone
int width
int height
int depth
Address address

int loadAPC(int num)
int saveAPC(User uid, string phone,
            int width, int height, int depth, Address address)
int modifyAPC(int num, User uid, string phone,
              int width, int height, int depth, Address address)

```

| 변수 | 설명 |
|-----------------|-----------|
| int num | • APC 번호 |
| User uid | • 아이디(FK) |
| string phone | • 전화번호 |
| int width | • 가로 |
| int height | • 세로 |
| int depth | • 높이 |
| Address address | • 주소(FK) |

| 메소드 | 인자 | 설명 |
|-------------------|--|---|
| int loadWarehouse | int num | <ul style="list-style-type: none"> • APC 번호를 이용하여 데이터베이스로부터 APC 정보를 불러온다. • 성공하면 1, 실패하면 0을 반환한다. |
| int saveAPC | User uid string phone int width int height int depth Address address | <ul style="list-style-type: none"> • 새롭게 추가되는 APC 정보를 저장한다. • APC 번호는 자동으로 부여된다. • 성공하면 1, 실패하면 0을 반환한다. |
| int modifyAPC | int num User uid string phone int width int height int depth Address address | <ul style="list-style-type: none"> • 기존에 존재하는 APC 정보를 수정한다. • 성공하면 1, 실패하면 0을 반환한다. |

(자) Vehicle : 운송수단 클래스

```

Vehicle
int num
string category
int width
int height
int depth
string description

int loadVehicle(int num)
int saveVehicle(string category, int width
                int height, int depth, string description)
int modifyVehicle(int num, string category, int width
                  int height, int depth, string description)

```

| 변수 | 설명 |
|--------------------|----------|
| int num | • 운송수단번호 |
| string category | • 운송종류 |
| int width | • 가로 |
| int height | • 세로 |
| int depth | • 높이 |
| string description | • 설명 |

| 메소드 | 인자 | 설명 |
|-------------------|--|---|
| int loadVehicle | int num | <ul style="list-style-type: none"> 운송수단 번호를 이용하여 데이터베이스로부터 운송수단 정보를 불러온다. 성공하면 1, 실패하면 0을 반환한다. |
| int saveVehicle | string category int width int height int depth string description | <ul style="list-style-type: none"> 새롭게 추가되는 운송수단 정보를 저장한다. 운송수단 번호는 자동으로 부여된다. 성공하면 1, 실패하면 0을 반환한다. |
| int modifyVehicle | int num string category int width int height int depth string description | <ul style="list-style-type: none"> 기존에 존재하는 운송수단 정보를 수정한다. 성공하면 1, 실패하면 0을 반환한다. |

(차) Product : 농산물 클래스

```

Product
int num
string name
int count
string origin
Warehouse wname

int loadProduct(int num)
int saveProduct(string name, int count, string origin, Warehouse wname)
int modifyProduct(int num, string name, int count, string origin, Warehouse wname)

```

| 변수 | 설명 |
|-----------------|--|
| int num | <ul style="list-style-type: none"> 농산물번호 |
| string name | <ul style="list-style-type: none"> 농산물명 |
| int count | <ul style="list-style-type: none"> 수량 |
| string origin | <ul style="list-style-type: none"> 생산지 |
| Warehouse wname | <ul style="list-style-type: none"> 출고지 이름(FK) |

| 메소드 | 인자 | 설명 |
|-------------------|---|---|
| int loadProduct | int num | <ul style="list-style-type: none"> 농산물 번호를 이용하여 데이터베이스로부터 농산물 정보를 불러온다. 성공하면 1, 실패하면 0을 반환한다. |
| int saveProduct | string name int count string origin Warehouse wname | <ul style="list-style-type: none"> 새롭게 추가되는 농산물 정보를 저장한다. 농산물 번호는 자동으로 부여된다. 성공하면 1, 실패하면 0을 반환한다. |
| int modifyProduct | int num, string name, int count, string origin, Warehouse wname | <ul style="list-style-type: none"> 기존에 존재하는 농산물 정보를 수정한다. 성공하면 1, 실패하면 0을 반환한다. |

(카) Warehousing : 입출고 클래스

| Warehousing |
|---|
| int num string category APC anum Product pnum int count Warehouse departure Warehouse arrival string status string description |
| int loadWarehousing(int num) int saveWarehousing(string category, APC anum, Product pnum, int count, Warehouse departure, Warehouse arrival, string status, string description) int modifyWarehousing(int num, string category, APC anum, Product pnum, int count, Warehouse departure, Warehouse arrival, string status, string description) |

| 변수 | 설명 |
|---------------------|-------------|
| int num | • 입출고번호 |
| string category | • 종류 |
| APC anum | • APC번호(FK) |
| Product pnum | • 농산물번호(FK) |
| int count | • 수량 |
| Warehouse departure | • 출발지(FK) |
| Warehouse arrival | • 도착지(FK) |
| string status | • 현재상태 |
| string description | • 설명 |

| 메소드 | 인자 | 설명 |
|-----------------------|--|---|
| int loadWarehousing | int num | <ul style="list-style-type: none"> • 입출고 번호를 이용하여 데이터베이스로부터 입출고 정보를 불러온다. • 성공하면 1, 실패하면 0을 반환한다. |
| int saveWarehousing | string category APC anum Product pnum int count Warehouse departure Warehouse arrival string status string description | <ul style="list-style-type: none"> • 새롭게 추가되는 입출고 정보를 저장한다. • 입출고 번호는 자동으로 부여된다. • 성공하면 1, 실패하면 0을 반환한다. |
| int modifyWarehousing | int num string category APC anum Product pnum int count Warehouse departure Warehouse arrival string status string description | <ul style="list-style-type: none"> • 기존에 존재하는 입출고 정보를 수정한다. • 성공하면 1, 실패하면 0을 반환한다. |

(타) Warehousing_registration : 입출고등록

```

Warehousing_registration
Warehousing wnum
Hub hid

int registerWareHousing(Warehousing wnum, Hub hid)
    
```

| 변수 | 설명 |
|------------------|---|
| Warehousing wnum | <ul style="list-style-type: none"> 입출고번호(FK) |
| Hub hid | <ul style="list-style-type: none"> 허브아이디(FK) |

| 메소드 | 인자 | 설명 |
|-------------------------|-----------------------------|---|
| int registerWareHousing | Warehousing wnum Hub hid | <ul style="list-style-type: none"> 새롭게 추가되는 입출고 정보를 등록한다. 성공하면 1, 실패하면 0을 반환한다. |

(파) Transport : 운송단계 클래스

```

Transport
Warehousing wnum
int step
Vehicle vnum
Calendar start
Calendar end

int loadProduct(Warehousing wnum, int step)
int saveProduct(Warehousing wnum, int step, Vehicle vnum, Calendar start, Calendar end)
    
```

| 변수 | 설명 |
|------------------|--|
| Warehousing wnum | <ul style="list-style-type: none"> 입출고번호(FK) |
| int step | <ul style="list-style-type: none"> 단계 |
| Vehicle vnum | <ul style="list-style-type: none"> 운송수단번호(FK) |
| Calendar start | <ul style="list-style-type: none"> 시작시간 |
| Calendar end | <ul style="list-style-type: none"> 종료시간 |

| 메소드 | 인자 | 설명 |
|-----------------|--|--|
| int loadProduct | Warehousing wnum int step | <ul style="list-style-type: none"> 입출고 번호와 단계를 이용하여 데이터베이스로부터 운송단계 정보를 불러온다. 성공하면 1, 실패하면 0을 반환한다. |
| int saveProduct | Warehousing wnum int step Vehicle vnum Calendar start Calendar end | <ul style="list-style-type: none"> 새롭게 추가되는 운송단계 정보를 저장하거나 기존에 존재하는 운송단계 정보를 수정한다. 성공하면 1, 실패하면 0을 반환한다. |

(하) Hub : 허브 클래스

| Hub |
|---|
| int id string phone int registration |
| int loadHub(int id) int saveHub(int id, string phone, int registration) int modifyHub(int id, string phone, int registration) |

| 변수 | 설명 |
|------------------|--|
| int id | <ul style="list-style-type: none"> 허브 아이디 |
| string phone | <ul style="list-style-type: none"> 폰 번호 |
| int registration | <ul style="list-style-type: none"> 등록 여부 |

| 메소드 | 인자 | 설명 |
|---------------|--|--|
| int loadHub | int id | <ul style="list-style-type: none"> 허브 아이디를 이용하여 데이터베이스로부터 허브 정보를 불러온다. 성공하면 1, 실패하면 0을 반환한다. |
| int saveHub | int id string phone int registration | <ul style="list-style-type: none"> 새롭게 추가되는 허브 정보를 저장한다. 허브 아이디는 자동으로 부여된다. 성공하면 1, 실패하면 0을 반환한다. |
| int modifyHub | int id string phone int registration | <ul style="list-style-type: none"> 기존에 존재하는 허브 정보를 수정한다. 성공하면 1, 실패하면 0을 반환한다. |

(거) Tag : 태그 클래스

```

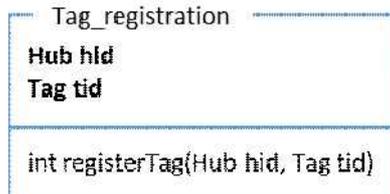
Tag
int id
string category
int registration

int loadTag(int id)
int saveTag(int id, string phone, int registration)
int modifyTag(int id, string phone, int registration)
    
```

| 변수 | 설명 |
|------------------|---|
| int id | <ul style="list-style-type: none"> 태그아이디 |
| string category | <ul style="list-style-type: none"> 종류 |
| int registration | <ul style="list-style-type: none"> 등록여부 |

| 메소드 | 인자 | 설명 |
|-------------|--|--|
| int loadTag | int id | <ul style="list-style-type: none"> 태그 아이디를 이용하여 데이터베이스로부터 허브 정보를 불러온다. 성공하면 1, 실패하면 0을 반환한다. |
| int saveTag | int id string phone int registration | <ul style="list-style-type: none"> 새롭게 추가되는 태그 정보를 저장한다. 태그 아이디는 자동으로 부여된다. 성공하면 1, 실패하면 0을 반환한다. |

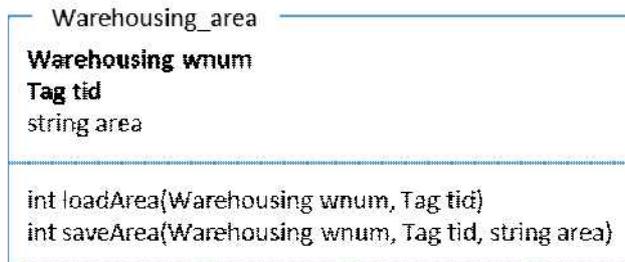
(너) Tag_registration : 태그등록 클래스



| 변수 | 설명 |
|---------|---|
| Hub hid | <ul style="list-style-type: none"> 허브아이디(FK) |
| Tag tid | <ul style="list-style-type: none"> 태그아이디(FK) |

| 메소드 | 인자 | 설명 |
|-----------------|--------------------|--|
| int registerTag | Hub hid Tag tid | <ul style="list-style-type: none"> 새롭게 추가되는 태그 정보를 등록한다. 성공하면 1, 실패하면 0을 반환한다. |

(더) Warehousing_area : 입출고 구역정보 클래스



| 변수 | 설명 |
|------------------|---|
| Warehousing wnum | <ul style="list-style-type: none"> 입출고번호(FK) |
| Tag tid | <ul style="list-style-type: none"> 태그아이디(FK) |
| string area | <ul style="list-style-type: none"> 구역정보 |

| 메소드 | 인자 | 설명 |
|--------------|---|--|
| int loadArea | Warehousing wnum Tag tid | <ul style="list-style-type: none"> 입출고 정보와 태그 아이디를 이용하여 데이터베이스로부터 입출고 구역정보를 불러온다. 성공하면 1, 실패하면 0을 반환한다. |
| int saveArea | Warehousing wnum, Tag tid, string area | <ul style="list-style-type: none"> 새롭게 추가되는 입출고 구역정보를 저장하거나 기존에 존재하는 입출고 구역정보를 수정한다. 성공하면 1, 실패하면 0을 반환한다. |

(리) Place : 위치 클래스

```

Place
Hub hid
Tag tid
Calendar date
int x
int y

int loadPlace(Hub hid, Tag tid)
int savePlace(Hub hid, Tag tid, Calendar date, int x, int y)

```

| 변수 | 설명 |
|---------------|-------------|
| Hub hid | • 허브아이디(FK) |
| Tag tid | • 태그아이디(FK) |
| Calendar date | • 날짜 |
| int x, int y | • x, y 좌표 |

| 메소드 | 인자 | 설명 |
|---------------|---|--|
| int loadPlace | Hub hid Tag tid | <ul style="list-style-type: none"> 허브 아이디와 태그 아이디를 이용하여 데이터베이스로부터 위치 정보를 불러온다. 성공하면 1, 실패하면 0을 반환한다. |
| int savePlace | Hub hid Tag tid Calendar date int x int y | <ul style="list-style-type: none"> 새롭게 추가되는 위치 정보를 저장하거나 기존에 존재하는 위치 정보를 수정한다. 성공하면 1, 실패하면 0을 반환한다. |

(며) Environment : 온습도 클래스

| Environment |
|--|
| Hud hid Tag tid Calendar date int temperature int humidity |
| int loadEnvironment(Hud hid, Tag tid) int saveEnvironment(Hud hid, Tag tid, Calendar date, int temperature, int humidity) |

| 변수 | 설명 |
|-----------------|---|
| Hub hid | <ul style="list-style-type: none"> 허브아이디(FK) |
| Tag tid | <ul style="list-style-type: none"> 태그아이디(FK) |
| Calander date | <ul style="list-style-type: none"> 날짜 |
| int temperature | <ul style="list-style-type: none"> 온도 |
| int humidity | <ul style="list-style-type: none"> 습도 |

| 메소드 | 인자 | 설명 |
|---------------------|--|--|
| int loadEnvironment | Hud hid Tag tid | <ul style="list-style-type: none"> 허브 아이디와 태그 아이디를 이용하여 데이터베이스로부터 온습도 정보를 불러온다. 성공하면 1, 실패하면 0을 반환한다. |
| int saveEnvironment | Hud hid Tag tid Calendar date int temperature int humidity | <ul style="list-style-type: none"> 새롭게 추가되는 온습도 정보를 저장하거나 기존에 존재하는 온습도 정보를 수정한다. 성공하면 1, 실패하면 0을 반환한다. |

(버) CO2 : CO2 클래스

| CO2 |
|---|
| Hud hid Tag tid Calendar date int co2 int reserve |
| int loadEnvironment(Hud hid, Tag tid) int saveEnvironment(Hud hid, Tag tid, Calendar date, int co2, int reserve) |

| 변수 | 설명 |
|---------------|---|
| Hub hid | <ul style="list-style-type: none"> 허브아이디(FK) |
| Tag tid | <ul style="list-style-type: none"> 태그아이디(FK) |
| Calander date | <ul style="list-style-type: none"> 날짜 |
| int co2 | <ul style="list-style-type: none"> CO2 |
| int reserve | <ul style="list-style-type: none"> 예비 |

| 메소드 | 인자 | 설명 |
|---------------------|---|--|
| int loadEnvironment | Hud hid Tag tid | <ul style="list-style-type: none"> 허브 아이디와 태그 아이디를 이용하여 데이터베이스로부터 CO2 정보를 불러온다. 성공하면 1, 실패하면 0을 반환한다. |
| int saveEnvironment | Hud hid, Tag tid, Calendar date, int co2, int reserve | <ul style="list-style-type: none"> 새롭게 추가되는 CO2 정보를 저장하거나 기존에 존재하는 CO2 정보를 수정한다. 성공하면 1, 실패하면 0을 반환한다. |

2. 농산물 유통 데이터 마이닝 기법 개발

가. 유통 스트림 데이터 처리 기술 개발

유통과정 중에 수집하는 센서 데이터 스트림은 같은 타입의 데이터가 연속되는 시퀀스 데이터이다. 이 연구에서는 시퀀스 데이터를 처리하기 위한 기본 연구를 진행하였다.

(1) 시퀀스 데이터 처리 개요

시간의 흐름에 따라 연속적으로 축적된 데이터로 음악과 같은 아날로그 데이터나 통계자료, 노래의 PITCH, 습도 센서의 값, 주식 데이터 등을 시퀀스 데이터라고 한다. 특히 시퀀스 데이터는 상업, 과학, 공학 분야에서는 중요하게 활용되기 때문에 의사 결정 및 정책수립에 사용할 수 있다. 시퀀스 데이터를 활용한 응용의 예로는 멀티미디어 검색이나 주식 시장 데이터 분석, 센서 기반의 모니터링 등 매우 다양하다. 일반적으로 시퀀스 데이터는 유사한 패턴을 찾아내는 유사도 검색에서 사용되며, 이를 위해 사용되는 대표적 유사도 평가 알고리즘은 DTW(Dynamic Time Warping)이다. DTW는 시간 축에 대해 데이터 시퀀스를 확장하거나 축소할 수 있어 데이터간의 최적 거리를 찾아낼 수 있지만 알고리즘 수행의 복잡도로 인해 대용량 시퀀스 데이터베이스에서 사용하기에는 한계가 있다.

이러한 문제를 해결하기 위해서 여러 가지 색인 기법들이 연구되었다. 이러한 기법들은 시퀀스와 유사한 시퀀스를 올바르게 찾지 못하는 착오기각(false negative)을 발생 시키지 않으면서 시퀀스 데이터를 필터링하여 후보 집합을 찾아낸 후에 DTW를 이용해 최종 결과를 찾아낸다. 필터링 기법들 중에서 가장 대표적인 것이 하한 거리(Lower Bound)와 PAA(Piece-wise Aggregate Approximation)이다. 하한 거리는 질의 시퀀스에 상한/하한 범위를 설정하고 질의 봉투(상한 및 하한 범위)와 시퀀스 간의 유클리디언 거리 측정을 통해 후보 시퀀스를 선정하여 불필요한 DTW 연산을 줄이고 후보 집합을 빠르게 찾아내기 위한 방법이다. PAA는 시퀀스의 차원을 축소하여 계산 시간을 줄이기 위한 차원 축소 방안이다. 언급한 두 가지 기법을 같이 사용하면 필터링 효과를 높일 수 있다.

또한 시퀀스 추상화 기법을 통해 데이터 시퀀스 및 질의 시퀀스를 일정 간격(r)으로 추상화하여 시퀀스 자체의 길이를 줄여 DTW 연산 비용을 줄일 수 있다. 시퀀스 추상화는 연속되는 값이 급격히 변하는 경우 상한, 하한의 차이가 커져서 최소 DTW 거리 값이 거의 0이 되어 필터링 효과가 떨어진다. 기존의 인덱싱 기법은 대용량 시퀀스 데이터베이스를 처리하는데 여전히 알고리즘 수행에 단일 스레드로 처리하여 오랜 시간이 걸리는 문제점을 가지고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서 대용량 데이터를 병렬로 빠르게 처리할 수 있는 다양한 방법들이 제안되고 있고 그 중에서 그래픽 처리 장치(GPU)로 병렬처리 할 수 있는 CUDA(Compute Unified Device Architecture)라는 기술이 2007년 2월에 NIVIDA에서 발표

되었다.

GPU(Graphic Process Unit)에서 수행하는 병렬처리 알고리즘을 CUDA C언어를 비롯한 산업표준 언어를 사용하여 작성할 수 있다. GPU는 연산을 하는 코어 유닛인 스트리밍 프로세서(SP)와 스트리밍 프로세서를 제어하는 스트리밍 멀티프로세서(SM), 스트리밍 멀티프로세서를 제어하고 지오메트리 셰이더 같은 연산을 처리하는 텍스처/프로세서 클러스터(TPC)로 구성된다. 그래픽 처리 장치의 GPU 메모리 구조는 GPU 내부의 온칩(on-chip)인 레지스터, 공유 메모리, 오프칩(off-chip)인 전역(Global) 메모리, 지역(Local) 메모리, 상수 메모리, 텍스처(Texture) 메모리로 구성되어 있다. CUDA의 스레드(Thread)는 계층 구조로 되어 있고 스레드가 모여 블록(Block)이 되고 블록이 모여 그리드(Grid)를 구성한다.

CUDA를 이용한 데이터 병렬처리 과정은 다음과 같다. 먼저 호스트 메모리에 저장된 데이터는 호스트 메모리에 할당하고 처리하고자 하는 데이터를 호스트 메모리에 입력하게 되면 호스트 메모리에 있는 데이터는 디바이스(Device) 메모리로 복사가 되며, GPU는 디바이스 메모리에 복사된 데이터를 이용하여 계산을 수행하고, 그 결과는 디바이스 메모리로 저장된다. 디바이스 메모리에 저장된 결과는 다시 호스트 메모리로 전송이 되고 할당되었던 그래픽 메모리와 호스트 메모리가 해제되면서 처리 과정이 종료된다.

GPGPU(General Purpose Graphic Process Unit) 기반의 데이터 처리 기법에 관련된 연구도 현재 많이 진행되고 있다. CPU로 처리하기 어려운 대용량 데이터들을 GPU를 활용한다면 보다 빠르게 처리할 수 있다. GPU를 활용한 예로는 DTW를 사용하여 다양한 데이터 스트림을 모니터링 하는 연구가 제안되었다. 이 연구에서는 DTW를 사용하여 스트림 데이터가 입력으로 들어오게 되면 유사한 패턴을 찾아준다. DTW가 사용되었기에 DTW 거리 계산 성능을 높이기 위한 방법이 제안되었다. DTW 연산 속도를 높이기 위해 거리 계산시 필요한 거리 값은 GPU의 공유 메모리를 활용하였다.

시퀀스 추상화는 계산비용을 대폭 줄인 추상화된 시퀀스 간의 계산 결과로 잠정적인 K번째 거리 값을 구한 후 이를 이용해서 후보 집합을 산출하고 후보 집합에 대해서 실제 DTW 계산을 수행하는 것이 핵심이다. 구간의 크기를 r 이라고 하고 데이터 시퀀스의 크기가 M 이고 질의 시퀀스의 크기가 N 이라면 계산 비용은 $M \times N$ 에서 $(M \times N)/r$ 로 줄어들게 된다. 즉, 계산비용이 r 만큼 감소하게 된다. 구간 안에서의 값의 편차가 크면 최소 DTW 거리 값이 DTW에 비해서 훨씬 작아져서 변별력을 잃게 된다. 이러한 구간이 많아지면, 최소 DTW 거리 값이 작아지게 된다.

이 연구에서는 위에서 언급한 시퀀스 추상화의 문제점을 보완하기 위해서 구간 값의 분포에 따라서 동적으로 나누는 방안을 제안한다. 기본 구간의 크기를 4로 하고 한 구간의 상한 및 하한 값의 차이를 2보다 작게 하면서 추상화를 수행한다. 이렇게 하면 구간이 상대적

으로 많아져서 계산비용이 커지지만 구간의 상한 및 하한 값의 차이가 커지는 것을 완화할 수 있어서 최소 DTW 거리 값을 통해서 선정하는 후보 집합의 수를 줄일 수 있다. 데이터 시퀀스들과 질의 시퀀스간의 최소 DTW 거리 값의 최대값이 DTW의 최소값 보다 작은 경우가 많이 발생하였다. 이것은 모든 데이터 시퀀스들이 후보 집합으로 선정됨을 의미하기 때문에 최소 DTW 거리 값을 수행하는 비용이 DTW를 수행하는 비용에 더해지게 된다.

동적 시퀀스 접근 방법은 K-NN 질의를 처리할 때 K번째 데이터 시퀀스의 실제 DTW 거리를 이용해서 K번째 거리 값 보다 최소 DTW 거리 값이 더 큰 클러스터나 시퀀스에 대해서는 DTW 계산을 수행하지 않는 방법을 사용하고 있다. 이 경우에(K번째 거리 값을 알고 있는 경우) DTW 계산을 수행시 데이터 시퀀스와 질의 시퀀스 간의 최적 거리의 합을 나타내는 Warping Path의 중간 누적 값이 K번째 거리 값 보다 커지면 그 다음 계산은 더 이상 할 필요가 없다. K-NN 질의에서 K는 전체 데이터 시퀀스 수보다 훨씬 작기 때문에 대부분의 DTW 계산의 경우에 중간 누적 값이 K번째 거리 값 보다 커지게 될 것이다. 이렇게 계산을 중간에 멈추게 할 수 있다면 계산 비용을 상당히 줄일 수 있다.

UBDTW에서는 다음 단계에서 계산하지 않아도 되는 영역을 설정하고 이 영역 안에서만 Warping Path 계산을 수행하도록 제한한다. 질의 시퀀스를 기준으로 데이터 시퀀스 각각과 거리를 계산하고 Warping Path를 계산하는 것이 UBDTW의 한 단계이다. 한 단계씩 진행이 될 때 마다 다음 단계에서 계산을 수행할 영역을 설정하는 것이다.

기존에 개발된 시퀀스 데이터 색인방법은 CPU 코어의 수를 기반으로 하며 스레드를 생성하고, 스레드를 이용하여 색인을 만들고 사용자의 질의를 입력 받아 유사한 K개의 데이터를 찾아내는 시스템이다. 하지만 CPU 만으로 유사한 K개의 데이터를 찾아내는 복잡한 계산을 수행하는 것은 상당한 시간이 요구된다. 이 때문에 대용량 데이터를 CPU만으로 처리하는 것은 한계가 있다. 이점을 보완하기 위해 이 연구에 GPU 기반의 시퀀스 데이터 색인 방법을 제안한다. GPU의 병렬 자원을 사용하여 CPU에서 가장 많은 연산을 수행하는 필터링 과정을 처리한다. 하지만 GPU에서 필터링 과정에 필요한 DTW 연산을 수행하기 위해서는 GPU에서 효율적으로 동작할 수 있는 알고리즘이 필요하다.

GPU는 SIMD 형태의 프로세서이기 때문에 많은 조건문은 전체 성능을 감소시킬 수 있고, 적은 용량의 메모리를 가지고 있기 때문에 메모리 용량 보다 큰 크기의 데이터를 처리하려면 데이터를 나눠서 처리해야하고 처리할 때 GPU로 데이터를 이동하여 처리해야하는 점등의 오버헤드가 있어 처리 성능을 저하시킨다. 이점을 고려하여 인덱싱 방법을 설계할 때 단순하게 설계해야 하고 기존의 DTW 알고리즘도 GPU에 맞게 재설계해야한다.

이 연구에서 제안하는 GPU 기반의 시퀀스 데이터 색인방법은 2개의 GPGPU를 사용한다. 하나는 인덱스 데이터를 위한 것이고 하나는 시퀀스 데이터베이스를 위한 것이다. 시퀀

스 데이터베이스는 액세스 된 후에 인덱싱 방법에 의해 필터링 되고, 시퀀스 데이터베이스의 일부는 마지막 단계에 사용된다. 그리고 GPU의 처리 속도를 향상시키기 위해서 자주 사용되는 데이터 시퀀스는 두 번째 GPGPU 메모리에 유지하였다. GPU의 각 블록은 하나의 시퀀스 데이터를 전담하고 각 블록의 다수의 스레드는 하나의 시퀀스 데이터에 대한 DTW 거리 계산을 병렬적으로 수행한다. 기존의 DTW 알고리즘은 GPU에서 처리하기에는 다수의 분기문으로 인해 성능이 저하된다. 이 점을 해결하기 위해서 최적화된 DTW 알고리즘을 제안한다.

(2) 이 연구에서의 접근방법

시퀀스 추상화는 계산비용을 대폭 줄인 추상화된 시퀀스 간의 계산 결과로 잠정적인 K 번째 거리 값을 구한 후 이를 이용해서 후보 집합을 산출하고 후보 집합에 대해서 실제 DTW 계산을 수행하는 것이 핵심이다. 구간의 크기를 r 이라고 하고 데이터 시퀀스의 크기가 M 이고 질의 시퀀스의 크기가 N 이라면 계산 비용은 $M \times N$ 에서 $(M \times N)/r$ 로 줄어들게 된다. 즉, 계산비용이 r 만큼 감소하게 된다. 하지만, 구간 안에서의 값의 편차가 크면 최소 DTW 거리 값이 DTW에 비해서 훨씬 작아져서 변별력을 잃게 된다. 예를 들어, 첫 번째 구간 (r_1)의 상한 및 하한 값이 데이터 공간 전체라면 r_1 과 대응되는 모든 구간과의 거리는 0이 된다. 이러한 구간이 많아지면, 최소 DTW 거리 값이 작아지게 된다.

기존에 제안되었던 연구에서 데이터 시퀀스들과 질의 시퀀스간의 최소 DTW 거리 값의 최대 값이 DTW의 최소 값보다 작은 경우를 많이 볼 수 있었다. 이것은 모든 데이터 시퀀스들이 후보 집합으로 선정됨을 의미하기 때문에 최소 DTW 거리 값을 수행하는 비용이 DTW를 수행하는 비용에 더해지게 된다. 기존의 시퀀스 데이터 색인방법 알고리즘은 CPU 코어의 수를 검출하고 그 수만큼 스레드를 생성하여 처리를 하였고, 빠른 성능을 내기 위해서 메인 메모리에 처리된 결과를 저장하고 저장된 결과를 다시 연산에 활용하는 식의 메모리 활용이 많았다. 많은 연산이 필요한 부분에는 필요할 때마다 동적 메모리를 할당을 하였다. 또한 시퀀스 데이터와 쿼리 데이터의 거리를 계산하는 부분에서는 조건문이 많이 사용되었다.

GPU 처리 성능을 저하시키는 것 중에 하나가 위에서 언급된 조건문의 사용이다. 조건문이 사용되면 한 스레드가 조건문을 수행하는 동안 남은 스레드는 대기상태가 된다. 이렇게 되면 병렬처리가 되지 않고 오히려 병목현상이 발생하게 된다. 기존의 구현에서는 많은 조건문이 사용되었기 때문에 하나의 스레드가 조건문을 처리하면 나머지 스레드는 그 조건문이 처리될 때까지 기다려야한다. 이 문제점을 해결하기 위해서 기존에 구현된 알고리즘에서 조건문을 줄이거나 다수의 스레드가 동작할 수 있도록 알고리즘을 재설계하여 GPU에서 효율적으로 처리될 수 있는 구현이 필요하다.

(3) 기존 대용량 시퀀스 데이터 색인 방법

기존의 시퀀스 데이터 색인 기법과 GPGPU를 이용한 데이터 처리 기법에 대해서 설명한다. 우선 기존의 시퀀스 데이터 색인 기법으로 DTW와 하한거리, PAA 거리, 시퀀스 추상화 기법을 설명한다. GPGPU를 이용한 데이터 처리 기법으로 CUDA 프로그래밍 모델과 기존 GPGPU 기반 데이터 처리 방법을 설명한다.

DTW는 그림 3-10와 같이 시퀀스 데이터 간 유사도 검색에 사용되는 대표적인 방법이다. DTW는 시간 축에 대해 시퀀스 데이터를 확장하거나 축소할 수 있도록 하여 데이터간의 최적 거리를 찾아낸다. 하지만 DTW는 그 복잡도로 인해 대용량 시계열 데이터베이스에서 사용하기에는 한계가 있다.

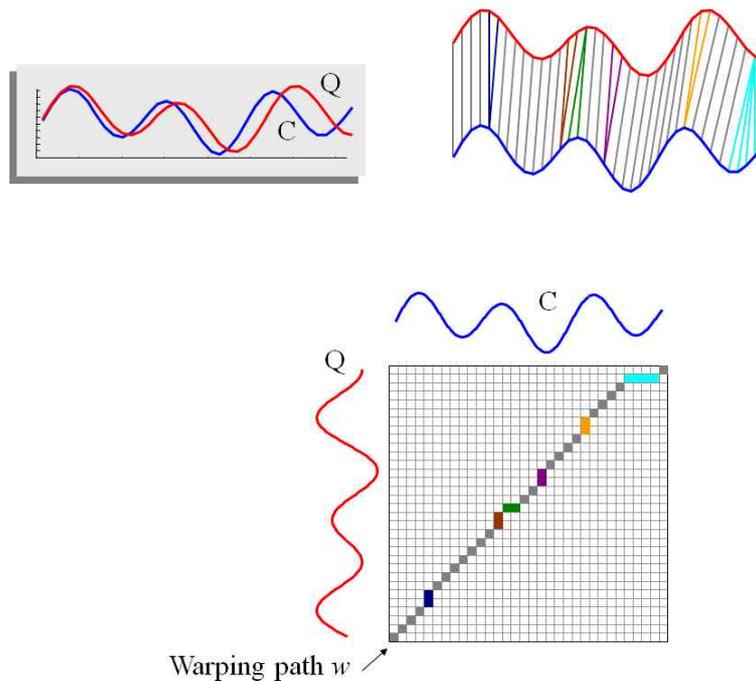


그림 3-10. (상)시퀀스 데이터 C와 질의 시퀀스 데이터 Q
(하)두 시퀀스 데이터에 대한 최적 워핑 거리

DTW를 이용한 시퀀스 데이터와 질의 데이터 간의 거리 계산은 수식 (1)과 같이 계산이 되고 계산된 최적의 거리는 수식 1과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned}
& q_1, q_2, \dots, q_m \\
& S = s_1, s_2, \dots, s_l \\
& D_{DTW}^p(Q, S) = D^p(q_1, s_1) \\
& \quad \left(D_{DTW}^p(Q, Rest(S)) \right. \\
& + \min \left\{ \begin{aligned} & D_{DTW}^p(Rest(Q), S) \\ & D_{DTW}^p(Rest(Q), Rest(S)) \end{aligned} \right.
\end{aligned} \tag{1}$$

DTW 거리를 계산하는 처리 시간 단축을 위한 여러 가지 연구가 이루어졌다. DTW 거리 계산 시간을 줄이기 위해서 그림 3-11와 같이 Sakoe-Chiba Band와 Itakura Parallelogram 과 같은 전역 제약사항을 사용한다.

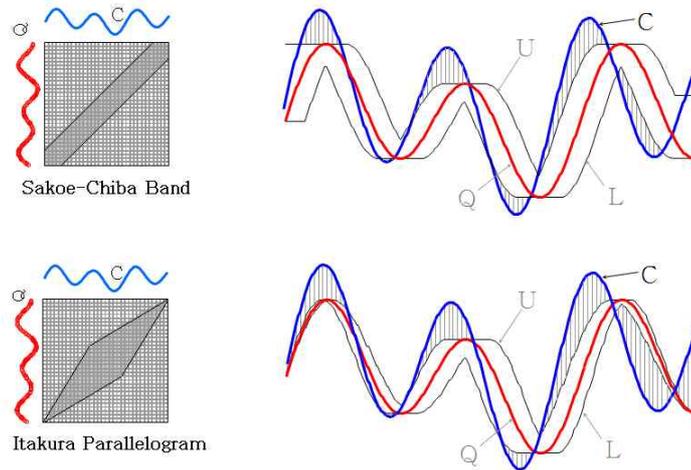


그림 3-11. DTW 전역 제한

하한거리는 질의 시퀀스에 상한/하한 범위를 설정하고 질의 봉투(상한/하한 범위)와 시퀀스 데이터간의 유클리디언 거리 측정을 하여 후보 시퀀스를 구한다. 하한거리는 후보 집합을 빠르게 찾아내는 것이 목적이므로 불필요한 DTW 계산을 줄이는 기법이다. 하한거리에서 대표적인 기법 중 하나가 LB_Keogh이다. LB_Keogh는 Warping Path의 제한구간($i-r \sim i+r$)에서 최대값(U_i)과 최소값(L_i)을 가지고 하한거리 함수 생성한다. LB_Keogh 계산식은 수식 (2)와 같다.

$$LB_Keogh(Q, C) = \sqrt{\sum_{i=1}^n \begin{cases} (c_i - U_i)^2 & \text{if } c_i > U_i \\ (c_i - L_i)^2 & \text{if } c_i < L_i \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}} \tag{2}$$

LB_Keogh의 알고리즘은 그림 3-12과 같다.

```

Algorithm Lower_Bounding_Sequential_Scan(Q)
(5) best_so_far = infinity;
(6) for all sequences in database
(7)   LB_dist = lower_bound_distance(Ci, Q);
(8)   if LB_dist < best_so_far
(9)     true_dist = DTW(Ci, Q);
(10)    if true_dist < best_so_far
(11)      best_so_far = true_so_far
(12)      index_of_best_match = i;
(13)    endif
(14)  endif
(15) endfor

```

그림 3-12. LB_keogh 알고리즘

PAA는 시퀀스의 차원을 축소하여 계산 시간을 줄이기 위한 차원 축소 기법이다. 시퀀스 데이터에 대해서 색인하는 방법으로 [그림 3-13]과 같이 시퀀스 데이터를 부분으로 나눈다.

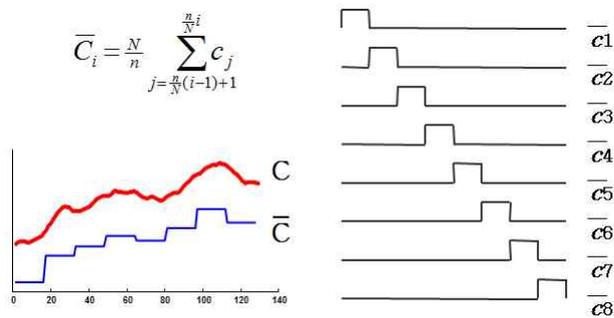


그림 3-13. PAA

n : a length of time series

N : the dimensionality of the space we wish to index(1 ≤ N ≤ n)

PAA의 계산 비용을 줄이기 위해서 그림 3-14와 같이 상한/하한 범위를 지정하여 제안된 것이 LB_PAA이다.

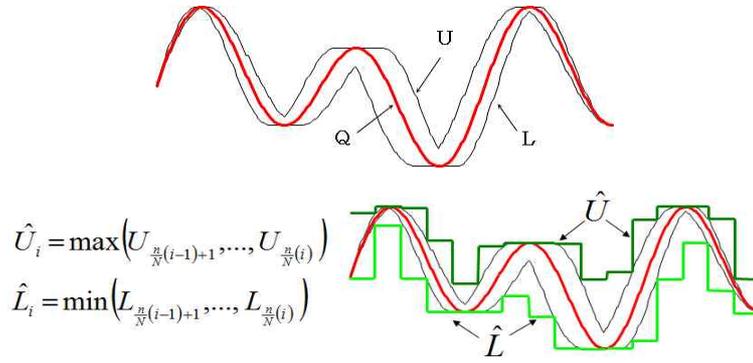


그림 3-14. LB_PAA

LB_PAA의 거리는 아래의 수식(3)을 통해서 계산된다.

$$B_{PAA}(Q, C) = \sum_{i=1}^n \frac{n}{N} \begin{cases} (c_i - \hat{U}_i)^2 & \text{if } \bar{c}_i > \hat{U}_i \\ (\bar{c}_i - \hat{L}_i)^2 & \text{if } \bar{c}_i < \hat{L}_i \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (3)$$

여기서 데이터 시퀀스와 질의 시퀀스 간의 최소 거리를 구하기 위해서 그림 3-15과 같이 최대값, 최소값이 매치 되지 않는 것들을 모아 값의 차이를 구한다. 수식 (4)에 의해 최소 거리 값을 구할 수 있다.

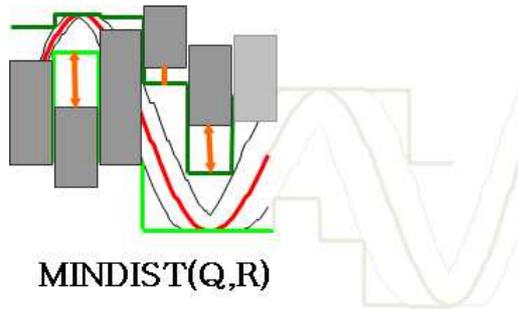


그림 3-15. MinDist

$$MINDIST(Q, R) = \sum_{i=1}^N \frac{n}{N} \begin{cases} (l_i - \hat{U}_i)^2 & \text{if } l_i > \hat{U}_i \\ (h_i - \hat{L}_i)^2 & \text{if } h_i < \hat{L}_i \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (4)$$

앞에서 설명된 LB_Keogh와 LB_PAA는 데이터 시퀀스와 질의 시퀀스의 길이가 같은 경우에만 적용이 가능이 가능하다. 즉, 모두 유클리디언 거리를 계산하기 때문에 필터링 효과가 떨어지는 단점이 있다.

시퀀스 추상화란 데이터 시퀀스와 질의 시퀀스를 일정 간격(r)으로 추상화하여 DTW의 계산 비용을 줄이기 위해서 시퀀스 자체의 길이를 줄이는 기법이다.

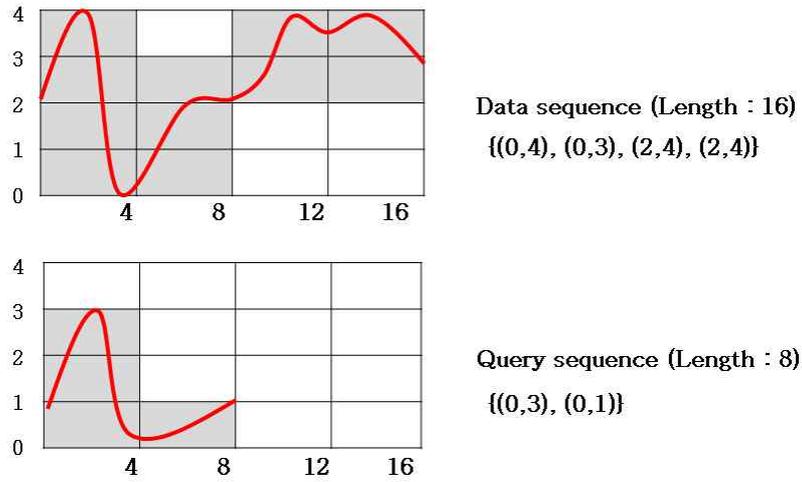


그림 3-16. 시퀀스 추상화

그림 3-16은 시퀀스 추상화의 예를 보여주고 있다. 시퀀스가 존재하는 영역을 일정한 구간으로 나누고, 각 구간 안에 있는 서브 시퀀스의 상한 값과 하한 값을 해당 구간의 추상화 값으로 결정한다. 그림 3-16에서 데이터 시퀀스에 대한 첫 번째 구간의 추상화 값은 $0 \sim 4$ 이고, 두 번째 구간의 추상화 값은 $0 \sim 3$ 이 된다. 시퀀스의 차원이 100이라고 가정하면 100개의 값이 4개의 (upper, lower)쌍으로 줄어들게 되어 이에 상응하는 계산 비용을 절감할 수 있다. 질의 시퀀스 역시 같은 방식으로 추상화하고 추상화한 두 시퀀스 간의 거리는 수식 (4)로 최소 DTW 거리 값을 이용해서 계산한다. 그림 3-16에서 데이터 시퀀스는 $\{(0, 4), (0, 3), (2, 4), (2, 4)\}$ 로 추상화 되고, 질의 시퀀스는 $\{(0, 3), (0, 1)\}$ 로 추상화 된다. 추상화된 두 시퀀스간의 최소 DTW 거리 값은 아래의 수식 (5)와 같이 계산된다. 기본적인 개념은 최소 DTW 거리 값과 동일하나 상한 및 하한 쌍 간의 최소 DTW 거리 값을 계산하는 것이 다르다. 수식(5)에서 a 는 상수 값이며 추상화를 수행할 각 구간에 포함되는 차원의 수를 의미한다.

$$\begin{aligned}
& (qu, ql_0), (qu_1, ql_1), \dots, (qu_{i-1}, ql_{i-1}) \} \\
D = & \{ (du_0, dl_0), (du_1, dl_1), \dots, (du_{i-1}, dl_{i-1}) \} \\
& \{ a \times |qu_i, dl_i|, \text{if } qu_i < dl_i \\
MinDist_i((qu_i, ql_i), (du_i, dl_i)) = & \begin{cases} a \times |du_i, ql_i|, \text{if } du_i < ql_i \\ 0, \text{otherwise} \end{cases} \\
MinDTWDist(D, Q) = & \\
MinDist_i + \min \{ & \begin{cases} MinDTWDist(Rest(D), Q) \\ MinDTWDist(D, Q) \\ MinDTWDist(Rest(D), Rest(Q)) \end{cases}
\end{aligned} \tag{5}$$

최소 DTW 거리 값은 DTW와는 다르며 최소 DTW 거리 값으로는 질의 시퀀스와 유사한 데이터 시퀀스를 찾을 수는 없다. 하지만 최소 DTW 거리 값을 이용해서 DTW 계산을 수행할 후보 집합을 찾아낼 수 있고, 불필요한 DTW 계산을 줄일 수 있다. 최소 DTW 거리 값으로 후보 집합을 선출하기 위해서는 다음과 같은 수식 (6)을 만족해야 한다.

$$MinDTWDist(Q, D) < DTW(Q, D) \tag{6}$$

이에 대한 증명은 보조 정리 1을 이용한다. 먼저, 수식 (5)에서 상수 a 가 r (구간의 크기)과 같다고 가정하자. 이때, D 가 시퀀스를 하나 포함하고 있는 시퀀스 그룹이라고 한다면, 보조 정리 1을 이용하여 수식 (6)이 항상 만족함을 증명할 수 있다. 그림 3-16에서 첫 번째 구간은 $(0, 4)$ 가 r 개 있다고 할 수 있다. 즉 각 구간에는 추상화된 값이 r 개 있다고 할 수 있다. 즉, $D' = \{(0, 4) \times r, (0, 3) \times r, (2, 4) \times r, (2, 4) \times r\}$, $Q' = \{(0, 4) \times r, (0, 1) \times r\}$ 라고 할 수 있다. 이때 $MinDTWDist(D', Q')$ 는 보조정리 1에 의해서 $DTW(D, Q)$ 보다 작다. 보조정리 1. 질의 시퀀스 Q 와 시퀀스 그룹 $SG = \{S_0, S_1, \dots, S_{i-1}\}$ 의 MBS(SG)와의 거리 $MinDTWDist(Q, MBS(SG))$ 는 SG 에 포함되는 각 시퀀스 S_i 와 Q 의 $DTW(S_i, Q)$ 보다 항상 작거나 같다. 증명 : DTW를 계산하기 위해서는 두 시퀀스를 구성하는 각 요소들 간의 거리를 계산하여 매트릭스를 구성한 후 최소값을 갖는 경로를 찾게 된다. Q 와 $S_i(i=0, i, i-1)$ 간의 매트릭스를 $M(Q, S)$ 라고 하고, 이 매트릭스의 각 요소를 (m, n) 이라 하자. Q 와 $MBS(SG)$ 간의 매트릭스를 $M(Q, MBS)$ 라 하고, 각 요소를 (m, n) 이라 하자. 이때, $M(Q, MBS)$ 의 (m, n) 이 $M(Q, S)$ 의 (m, n) 보다 항상 작거나 같다면 $MinDTWDist(Q, MBS(SG))$ 는 $DTW(S_i, Q)$ 보다 항상 작거나 같다. $MinDTWDist$ 는 MBS 각 요소와 Q 의 각 요소간에 구할 수 있는 거리중 가장 가까운 거리를 취하므로, $M(Q, MBS)$ 의 (m, n) 이 $M(Q, S)$ 의 (m, n) 보다 항상 작거나 같다.

(4) GPGPU를 이용한 데이터 처리 기법

그림 3-17과 같이 CPU는 연산 명령의 순서 제어를 위한 컨트롤과 데이터 캐시를 위해 많은 부분을 배분했지만 GPU는 그래픽 처리와 같은 대량의 병렬 연산을 처리하기 위해 많은 부분을 ALU에 배분하고 있다. 이런 이유로 GPU는 많은 계산 처리 자원을 바탕으로 대용량 데이터 처리에 적합하다.

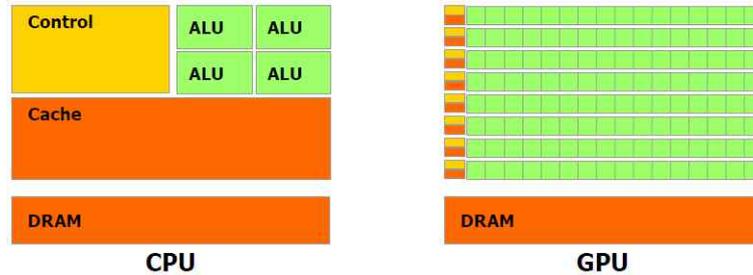


그림 3-17. CPU와 GPU 구조

GPGPU는 강력해진 GPU의 성능을 그래픽 처리뿐만 아니라 일반적인 데이터를 처리하는 곳에 사용하는 것으로 신호처리, 물리 시뮬레이션, 재무예측, 생물학적 계산 같은 병렬처리에 이용하고 있다. CUDA는 GPU를 이용한 GPGPU의 통합 개발 환경 제공을 목적으로 한다. 2006년 11월 NVIDIA에서는 다목적 프로그램을 위한 그래픽 카드 GeForce 8000시리즈를 출시하면서 2007년 2월엔 통합개발 환경 CUDA를 발표하였다. 또한 C, C++, Fortran, Java, Python 등의 산업 표준 언어로 개발할 수 있다.

GPU의 프로세서 구조는 그림 3-18과 같이 연산을 하는 코어 유닛(SP), 스트리밍 멀티프로세서(SP)가 8개 모여 스트리밍 프로세서(SM)를 이루며 SP를 제어하고 성능을 높이기 위한 명령어 캐시와 데이터 캐시를 가지고 있다. SM은 공유 메모리를 가지고 있는 SP가 서로 데이터를 공유하고 빠르게 사용할 수 있고 특수 기능 유닛을 통해 사인, 코사인, 역수, 제곱근 등 특수한 연산을 처리한다. 텍스처/프로세서 클러스터(TPC)는 SM을 제어하고 텍스처와 지오메트리 셰이더 같은 연산을 처리한다. GPU는 SM당 SP의 수와 SM의 수, TPC의 수를 곱하여 코어수를 결정한다.

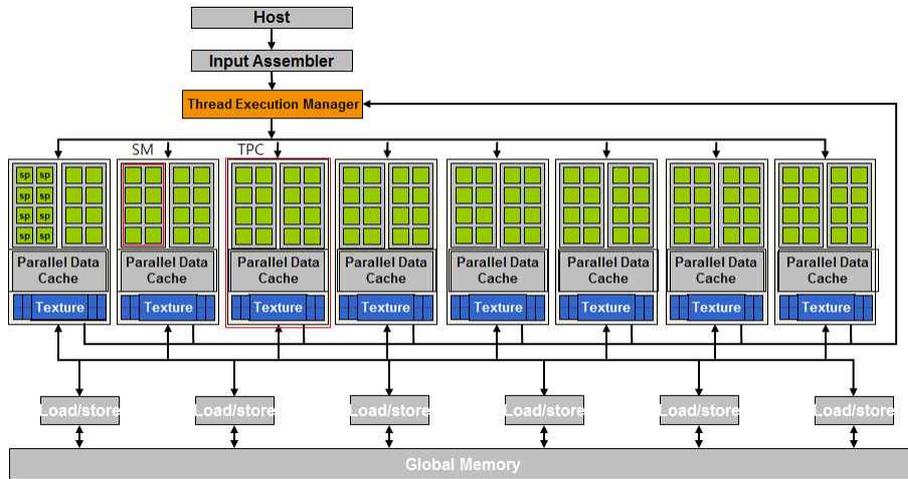


그림 3-18. GeForce 8000/9000 시리즈 프로세서 구조

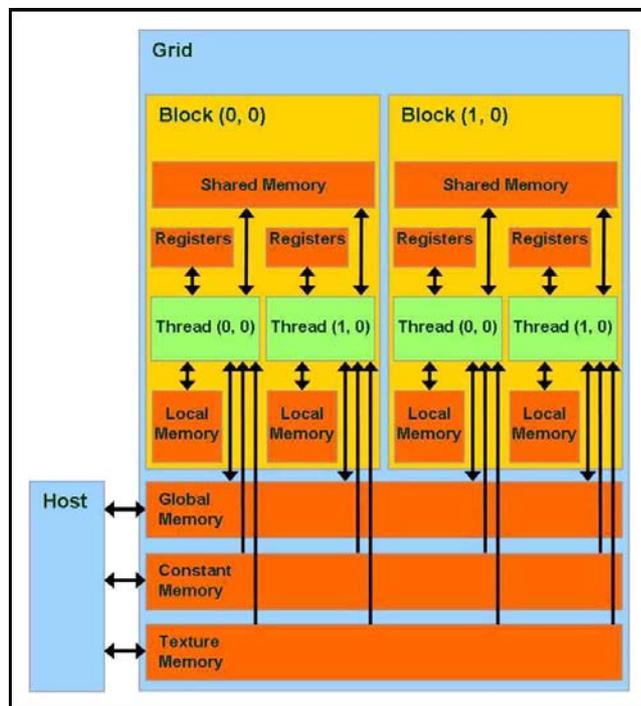


그림 3-19. 그래픽 처리 장치 메모리 구조

그래픽 처리 장치의 메모리 구조는 그림 3-19와 같다. 온칩 메모리인 레지스터는 직접 연산을 수행하는 가장 빠른 메모리이고 공유 메모리는 힙(Heap)이나 스택(Stack) 메모리처럼 자유롭게 할당하여 사용이 가능하고 동일한 블록 안에 있는 스레드 사이에서 공유가 가능하다. 레지스터와 공유 메모리는 한 사이클로 동작하여 매우 빠른 속도를 가지고 있다. 오프칩 메모리인 상수 메모리와 텍스처 메모리는 읽기 전용 메모리이고 온칩 메모리보다 속도가 느리지만 비교적 빠르게 동작한다. 그리고 지역 메모리와 전역 메모리는 읽기/쓰기 모두 가능한 메모리이고 동작 속도는 느리다. 지역 메모리는 전역 메모리의 일부를 스레드별 고유영

역으로 가지고 있다.

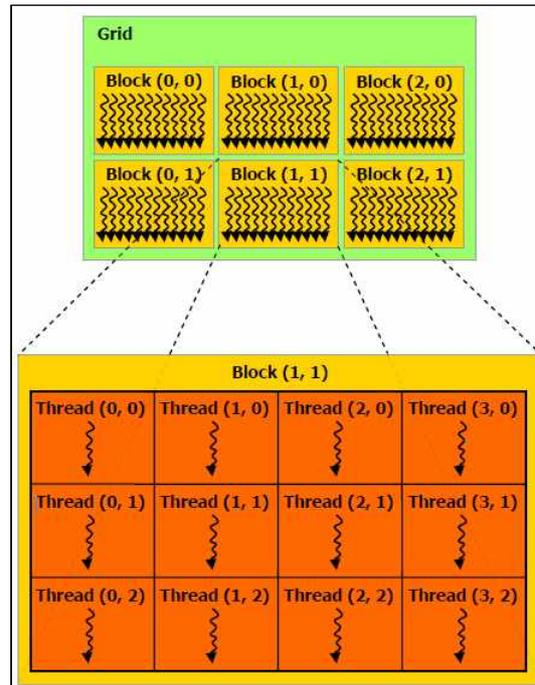


그림 3-20. 스레드, 블록, 그리드 구조

CUDA 프로그래밍을 통해 단순히 스레드 수만 개를 설정하였다고 해서 모든 코어가 효율적으로 동작하는 것은 아니다. GPU의 스레드는 그림 3-20와 같이 계층의 구조로 되어 있고, 이 스레드가 모여 블록이 되고 블록이 모여 그리드를 구성한다. GPU의 성능에 따라 하나의 블록이 가질 수 있는 스레드 수는 차이가 있다. 한 블록에 있는 각 스레드마다 고유한 인덱스 번호를 지정받게 되며 블록 안의 스레드는 1~3차원으로 지정할 수 있다. 하나의 블록은 하나의 스트리밍 멀티프로세서와 대응하여 동작하며, 블록과 스레드를 어떻게 생성하여 수행하는지에 따라 GPU의 성능을 효율적으로 끌어낼 수도 있고 그렇지 않을 수도 있다. 1개의 블록이 가지는 스레드 개수는 32, 64의 배수로 지정하는 것이 좋고 스트리밍 멀티프로세서는 32배수의 단위인 워프 단위로 동작을 한다. GPU는 스트리밍 멀티프로세서 단위로 블록을 처리하고 하나의 스트리밍 멀티프로세서에서 처리되는 32개의 스레드를 워프라고 하며 이것은 코드의 진행단위가 된다. 그리드는 디바이스에서 커널이 실행되는 모듈, 응용 프로그램을 나타낸다. 하나의 디바이스에서 실행되는 그리드는 동일한 시점에 하나만 존재하고, 다수의 디바이스에서 개별적으로 그리드를 실행 가능하며 동일한 그리드도 역시 실행이 가능하다.

CUDA 프로그래밍을 통해 병렬 처리하는 과정은 다음과 같다. 입력과 출력에 사용할 데이터를 호스트 메모리에 할당하고, 입력과 출력에 사용할 데이터를 그래픽 메모리에 할당한

다. 처리하고자 하는 데이터를 호스트 메모리에 입력하여 호스트 메모리에 입력된 데이터는 디바이스 메모리로 복사한다. 처리할 데이터는 GPU의 수천 개 이상의 스레드를 생성하여 커널 함수로 병렬 처리한다. 처리된 결과는 디바이스 메모리에 저장되고, 저장된 결과는 다시 호스트 메모리로 전송된다. 할당했던 그래픽 메모리가 해제가 되고 호스트 메모리 역시 해제가 된다.

(5) 기존 GPGPU 기반 데이터 처리 방법

스트림이 주어지면 참조 패턴이나 유사한 서브시퀀스로 DTW 거리를 계산하여 스트림을 찾아낸다. CUDA 프로그래밍을 통해 DTW 거리의 계산은 GPU의 스레드를 사용하여 병렬로 처리하고 이 방법을 GSPRING이라고 한다.

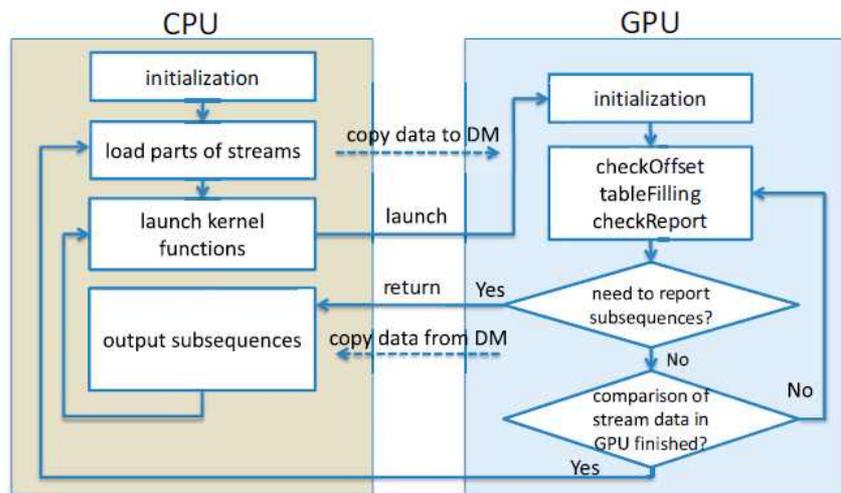


그림 3-21. GSPRING 알고리즘 다이어그램

그림 3-21과 같이 제안된 GSPRING에서도 참조 패턴과 유사한 스트림을 찾기 위해 DTW를 사용하였고 GPU를 통해 DTW 거리 계산을 하였다. DTW 알고리즘은 다수의 조건문으로 되어 있어서 GPU에선 성능을 저하시키는 요인이다. 이 문제를 해결하기 위해 그림 3-22와 같이 DTW를 병렬화하여 하나의 스레드가 1개의 DTW 거리 계산을 하고 다음 스레드가 2개의 DTW 거리 계산을 하며, 다음 스레드가 3개의 DTW 거리 계산을 하는 식으로 한번에 DTW 거리 계산을 여러 개 수행할 수 있다. 또한 DTW 거리 계산을 위해 필요한 이전에 계산된 거리 값을 GPU의 공유메모리에 유지하면서 각 스레드 간에 거리 값을 공유할 수 있어 DTW 거리 계산 성능을 향상시킬 수 있다.

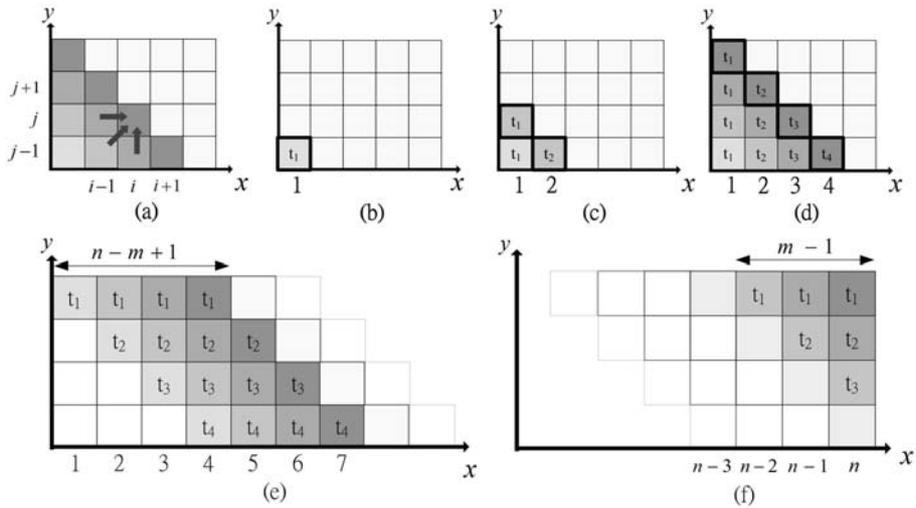


그림 3-22. GSPRING의 DTW 병렬화

데이터베이스 있는 시퀀스 데이터와 생성된 질의 벡터를 비교할 때 GPU에 있는 다수의 스레드를 사용하여 비교를 수행하게 된다. 데이터베이스의 시퀀스 데이터를 GPU의 전역 메모리로 이동 시키고, 이와 비교하기 위해 생성한 질의 벡터를 GPU의 상수 메모리로 이동시킨다. 여러 개의 스레드로 데이터베이스의 시퀀스 데이터와 질의 벡터와 비교하여 유사한 패턴을 찾고 정렬하여 그 결과를 사용자에게 보여준다.

(6) 이 연구에서 제안하는 GPU기반 시퀀스 색인방법

제안하는 시퀀스 색인 기법과 GPU 기반의 시퀀스 데이터 색인방법에 대해서 설명한다. 시퀀스 추상화 문제점을 보완하기 위해 동적 시퀀스 추상화 기법과 DTW 연산을 줄이기 위한 UBDTW 기법을 설명한다. CPU의 멀티 스레드로 수행했던 HBase의 성능을 향상시키기 위해 GPU를 이용한 필터링 고속화 방법을 설명한다.

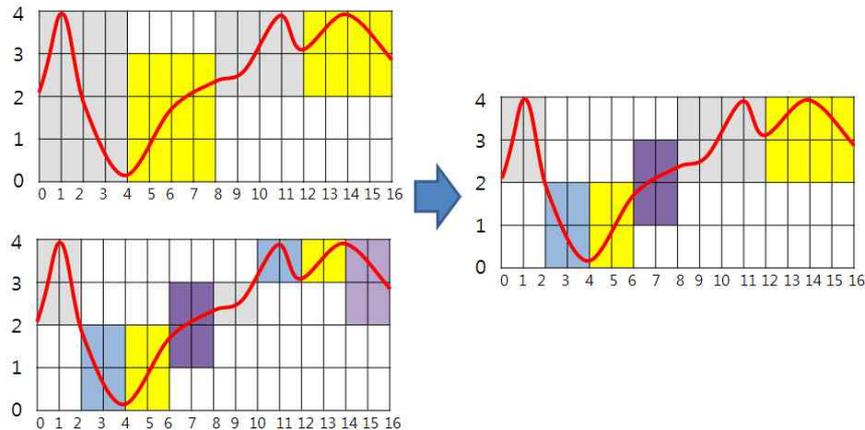


그림 3-23. 동적 시퀀스 추상화

이 연구에서는 그림 3-23과 같이 값의 편차가 크면 최소 DTW 거리 값이 DTW에 비해서 훨씬 작아져서 변별력을 잃게 되는 문제점을 보완하기 위해 구간의 값의 분포에 따라서 동적으로 나누는 방안을 제안한다. 그림 3-23은 동적 구간을 이용한 시퀀스 추상화 기법을 보여 주고 있다. 이 그림 3-23은 기본 구간의 크기를 4로 하고 한 구간의 상한 및 하한 값의 차이를 2보다 작게 하면서 추상화를 수행한 결과이다. 이렇게 하더라도 구간 3~4에서는 상한 값과 하한 값의 차이가 4가 되는데, 이것은 바로 이웃하는 데이터간의 차이가 4이므로 어쩔 수 없는 상황이다. 이때 수식 (5)에서 상수 a 는 비교하는 두 구간의 크기 중 최소 값으로 한다. 즉, 그림 3-23에서 데이터 시퀀스의 두 번째 구간과 질의 시퀀스의 3번째 구간을 비교한다면 a 는 구간의 크기가 작은 데이터 시퀀스의 두 번째 구간의 크기인 1로 한다. 이렇게 하면 구간이 상대적으로 많아져서 계산비용이 커지지만 구간의 상한 및 하한 값의 차이가 커지는 것을 완화할 수 있어서 최소 DTW 거리 값을 통해서 선정하는 후보 집합의 수를 줄일 수 있다. 수식 (5)에서 a 를 다음과 같이 결정한다. q_{ri} , d_{rj} 를 각각 Q 와 D 의 i 및 j 번째 구간의 길이라고 할 때, $a = \min(q_{ri}, d_{rj})$ 이므로 $a = c * \text{SQRT}(a * a)$ 이다. 동적 시퀀스 기법을 적용한 K-NN Search 알고리즘은 그림 3-24와 같다.

위에서 제시한 동적 시퀀스 접근 방법은 K-NN 질의를 처리할 때 K번째 데이터 시퀀스의 실제 DTW 거리(K-Distance)를 이용해서 K번째 거리 값보다 최소 DTW 거리 값이 더 큰 클러스터나 시퀀스에 대해서는 DTW 계산을 수행하지 않는 방법을 사용하고 있다. 이 경우에(K-Distance를 알고 있는 경우) DTW 계산 수행시 데이터 시퀀스와 질의 시퀀스 간의 최적 거리의 합을 나타내는 Warping Path의 중간 누적 값이 K-Distance 보다 커지면 그 다음 계산은 더 이상 할 필요가 없다. K-NN 질의에서 K는 전체 데이터 시퀀스 수 보다 훨씬 작기 때문에 대부분의 DTW 계산의 경우에 중간 누적 값이 K-Distance 보다 커지게 될 것이다. 이렇게 중간에 계산을 하지 않으면 계산 비용을 상당히 줄일 수 있다.

그림 3-25는 상한 값 기반 DTW (Upper Bound based DTW, UBDTW) 알고리즘을 보여주고 있다. UBDTW에서는 다음 단계에서 계산하지 않아도 되는 영역을 설정하고 이 영역 안에서만 Warping Path 계산을 수행하도록 제한을 둔다. 알고리즘에서 $interval[]$ 은 다음 단계에서 Warping Path를 계산해야 하는 영역을 표시한다. 질의 시퀀스를 기준으로 데이터 시퀀스 각각과 거리를 계산하고 Warping Path를 계산하는 것이 UBDTW의 한 단계이다. 한 단계씩 진행이 될 때 마다 다음 단계에서 계산을 수행할 영역을 설정하는 것이다. 만일 $interval[]$ 에 더 이상 항목이 없으면 계산은 멈춰진다.

```

k-nn search
{
    level : 2, resolution : 4    2 → 1
    ref_count : ref
    ref[] : 시퀀스 데이터베이스 배열
    hum : 질의 시퀀스
    PriorityQueue k_pq : k개의 vector를 저장하는 우선순위 큐

    // for level 2: 즉, resolution 이 4 일 때 다음을 수행.
    for ( int i =0; i < db_size; i++)
    {
        모든 ref 의 lower bound 에 대해서 min_dtw 계산
        dist[i] = minDTW(hum, ref[i]);
    }

    sort(dist[i]); // 정렬

    // get k_dist
    k_dist = dist[] 에서 k번째까지의 ref들과 실제 DTW 거리를 구해서 정렬한 후
        k번째 실제 DTW 거리를 구한다.;
    k_pq = 실제 DTW 거리를 구해서 정렬했을 때 구해진 k개의 ref들과
        distance 쌍을 정렬된 형태로 저장.;

    candidate[] = dist[] 에서 거리가 k_dist 보다 작은 벡터들;

    // level 1, resolution 이 2일때 다음을 수행.
    for ( int i=0; i < candidate.cnt; i++)
    {
        min_dtw_dist = minDTW(hum, candidate[i]);

        if (min_dtw_dist < k_dist)
        {
            dtw_dist = DTW(hum, candidate[i]);
            k_pq.add(candidate[i]);
            k_dist = k_pq[k_idx].distance;
        }
    }
    Return k_pq;
}

```

그림 3-24. K-NN알고리즘(동적 시퀀스 추상화)

```

UBDTW ( )
Input : ref[] : 데이터 시퀀스, hum[] : 질의 시퀀스, k_dist : k-distance
output : dist : DTW distance
{
  interval[], tmp_interval[] : 구간의 start, length를 저장하는 배열
  maxtrix[][] : warping matrix

  for(hum[] 의 i번째 값에 대해서)
  {
    for(interval[] 의 각 항목 interval에 대해서)
    {
      start = interval[].start; end = start+interval[].length;
      for(interval.start 에서 interval.length)
        warping path 계산
    }
    tmp_interval[];
    for(interval[]의 각 항목 interval에 대해서)
    {
      flag=1;
      for(j = interval.start 에서 interval.length)
      {
        if (matrix[i][j] > k_dist && matrix[i-1][j] > k_dist &&
            matrix[i][j-1] > k_dist && matrix[i-1][j-1] > k_dist)
        {
          if (flag == 0) flag = 1;
          else
          {
            if (flag==1)
            {
              flag = 0;
              tmp_interval[].start=j; tmp_interval[].length=2;
            }
            else
              r_tmp[num_r_tmp-1].length++;
          }
        }
      }
      interval = tmp_interval
    }
  }
}

```

그림 3-25. UBDTW 알고리즘 GPU기반의 HBase

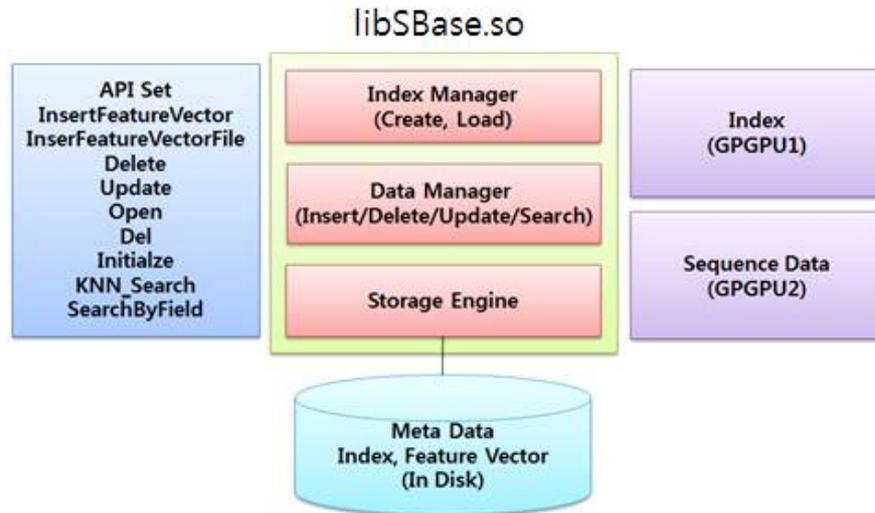


그림 3-26. GPU기반의 시퀀스 데이터 처리기의 구조

그림 3-26은 GPU 기반의 시퀀스 데이터 색인방법 구조를 보여주고 있다. 2장에서 GPU를 이용한 데이터 처리 기법에 대해서 소개하였다. CPU 만으로 대량의 데이터를 처리하기에는 한계가 있다. 그러나 대량의 데이터 처리에 적합한 병렬성을 가진 GPU를 사용한다면 빠른 검색을 요구하는 허밍 베이스의 성능을 한층 더 올릴 수 있다. 이를 위해 기존에 허밍 베이스에 그래픽 처리 장치를 사용한 GPU 기반의 시퀀스 데이터 색인방법을 제안한다. 허밍 베이스 처리 과정 중에서 가장 많은 연산을 수행하는 필터링 과정에 GPU에서 실행되는 다수의 스레드를 통해 많은 연산을 병렬로 처리한다. 많은 연산을 차지하는 필터링은 색인 방법 중의 하나에 속한다. 즉, 색인을 만들기 위한 과정 중의 일부이다.

허밍 베이스의 색인 과정으로는 시퀀스 데이터 색인방법을 초기화한 후 색인 생성의 기본적인 절차는 데이터베이스로부터 특징 벡터를 하나씩 읽어서 크로마 정규화를 수행하며 그 결과로 생성된 12개의 각 벡터에 대해서 일정 구간으로 나눈 후, 각 구간의 상한 값과 하한 값을 구하는 것이다. 생성된 추상화 데이터를 호스트 메모리에서 GPU의 전역 메모리에 복사한다. DTW 연산에 필요한 시퀀스 데이터와 쿼리 데이터 또한 GPU의 전역 메모리에 복사한다.

호스트 메모리에서 복사된 추상화된 데이터를 가지고 다수의 멀티프로세서로 과정을 수행한다. 멀티프로세서 안에 있는 각 스레드에서는 그래픽 처리 장치의 전역 메모리에 있는 추상화 데이터와 추상화된 쿼리를 읽어와 최소 DTW 거리 값을 구한다. 나머지 시퀀스 데이터들도 위의 절차대로 최소 DTW 거리 값을 구한 후에 정렬을 수행한다. K번째 인덱스를 구하고 K번째 거리 값을 찾는다. 정렬된 결과를 가지고 그래픽 처리 장치의 여러 스레드를 통해 K번째까지 GPU의 전역 메모리에 저장된 시퀀스 데이터와 쿼리 데이터를 가지고

DTW 거리를 구한다. DTW 연산을 수행한 결과 중 K번째 DTW 거리 값이 최소 DTW 거리 값 보다 작은 값들은 모두 버린다. 결과들을 정렬하고 K번째 이후는 버리고 K개의 결과를 출력한다. 기존에 제안된 DTW 알고리즘은 그림 3-27과 같다.

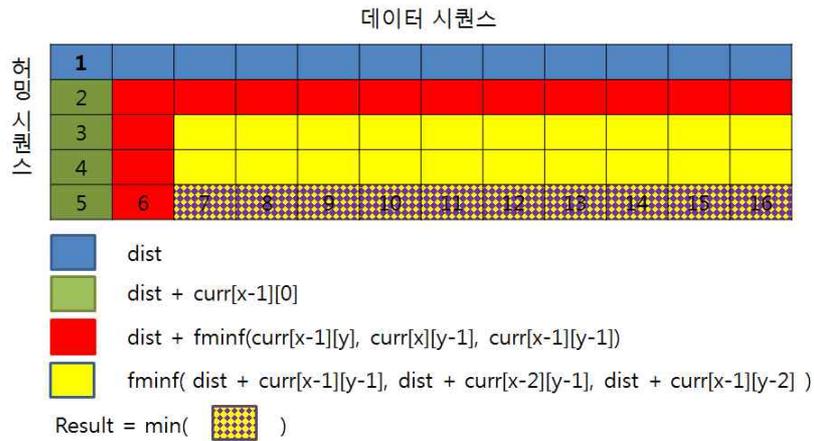


그림 3-27. 기존에 제안된 DTW 알고리즘

각각의 거리 값은 그림의 아래에 있는 수식에 의해 계산이 된다. 이 알고리즘을 GPU로 동작시키기 위해 CUDA 프로그래밍을 하였다. CPU로 처리하던 알고리즘을 GPU에서 처리하면 조건문에 의해 처리 성능이 저하되는 문제점이 발견되었다. 또한 DTW 거리 계산을 하나의 스레드로 수행하기 때문에 좋은 성능을 내기 어렵다. 이 문제점을 해결하기 위해서 하나의 스레드로 처리했던 DTW 계산을 여러 스레드로 처리할 수 있도록 병렬화 알고리즘을 활용하여 GPU로 처리되도록 한다. 그림 3-28은 병렬 알고리즘을 적용시킨 DTW를 보여주고 있다. GPU의 한 블록에서 하나의 시퀀스 데이터를 담당하며, 하나의 블록 안에 있는 여러 개의 스레드로 DTW 거리를 계산한다. 처음에는 하나의 스레드가 DTW 거리를 계산하고, 두 번째는 두 개의 스레드가 DTW 거리를 계산한다. 세 번째는 세 개의 스레드가 DTW 거리를 계산하며, 점차적으로 여러 개의 스레드가 DTW 거리를 계산하여 빠르게 DTW 거리 값을 병렬적으로 계산해 낼 수 있다.

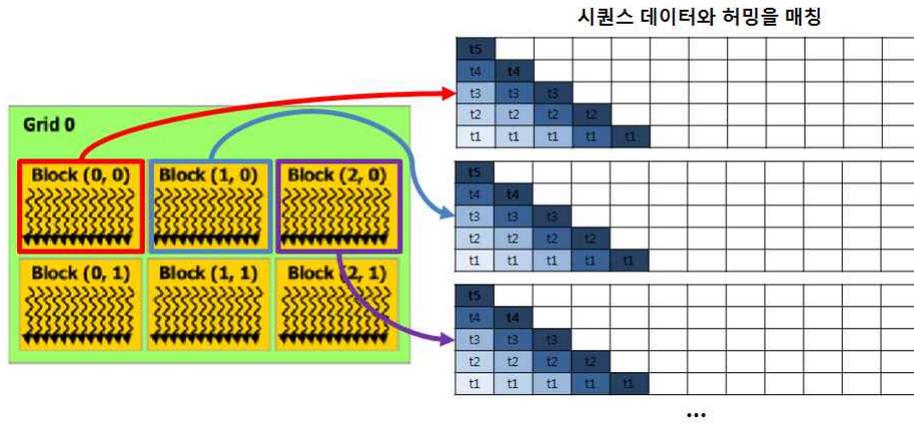


그림 3-28. 병렬 알고리즘이 적용된 DTW 알고리즘

병렬 알고리즘 적용하여 GPU로 처리한 성능보다 나은 처리 시간을 얻기 위해 GPU의 공유 메모리를 사용한다. 그림 3-29과 DTW 거리 계산은 다수의 스레드로 계산을 하고, 계산에 필요한 거리 값을 공유 메모리에 유지한다.

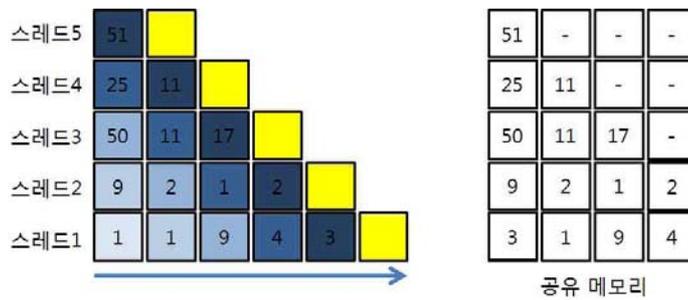


그림 3-29. GPU의 공유메모리를 사용하여 최적화된 DTW

GPU의 공유 메모리에 유지되는 거리 값은 이전에 계산된 3개의 거리 값이 유지된다. 3개의 거리 값이 유지됨으로써 차후에 계산될 DTW 거리 값을 빠르게 계산할 수 있다.

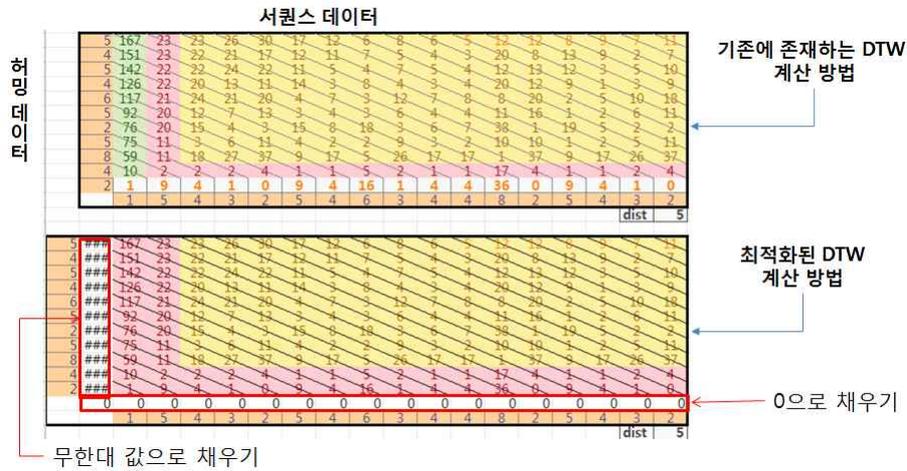


그림 3-30. DTW 최적화

그림 3-30와 같이 DTW 알고리즘을 최적화 하기 위해 조건문들 없애기 위한 방법을 사용한다. 그림 3-30의 위에 그림은 기존에 존재하는 DTW 계산 방법이고, 여러 번의 조건문에 의해 DTW 거리 값이 계산된다. 하지만 이 조건문을 줄임으로써 DTW 거리를 계산한다면 보다 빠른 성능을 도출해 낼 수 있다. [그림 3-30]의 아래 그림의 붉은 박스로 된 부분처럼 0과 무한대 값을 채움으로써 DTW 거리 계산에 불필요한 조건문을 제거할 수 있다. 불필요한 조건문을 제거함으로써 DTW 알고리즘을 최적화하여 DTW 거리 계산을 빠르게 할 수 있다.

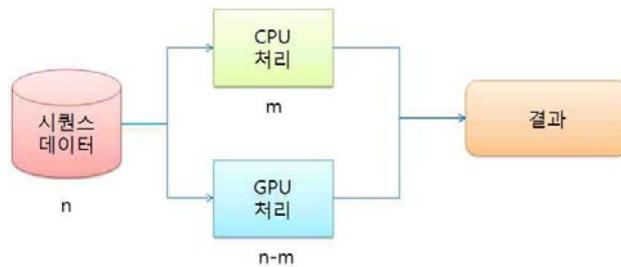


그림 3-31. CPU와 GPU를 사용한 병렬화

제안하는 인덱싱 방법에서 CPU 코어는 GPU가 사용자의 질의를 처리할 동안 아무것도 하지 않는다. 이런 낭비되는 컴퓨팅 자원을 효율적으로 사용하기 위한 방법이 필요하다. 그림 3-31처럼 시퀀스 데이터를 CPU와 GPU 두 그룹으로 나누어 처리를 한다. 시퀀스 데이터의 일부를 CPU에서 처리하도록 할당하고 나머지 시퀀스 데이터를 GPU에서 처리하도록 할당하여 처리된 결과를 병합하여 최종적인 결과를 출력해 낸다. 시퀀스 데이터를 n , CPU에서 처리되는 데이터를 m 이라고 하면 GPU 처리될 데이터는 $n-m$ 이 될 것이다. CPU보다 GPU

에서 처리되는 시간이 빠르기 때문에 CPU와 GPU에서 처리되는 비율을 조절하여 효율적으로 시퀀스 데이터를 처리할 수 있다.

(7) 시퀀스 데이터 색인방법의 K-NN 처리 중 필터링에 대한 성능평가

성능평가에 사용된 OS는 CentOS 6.3 64bit를 사용하고, 커널 버전은 2.6.32이다. CUDA 라이브러리는 4.2 버전을 사용하였다. 성능평가에 사용된 CPU는 AMD Phenom(TM) II X6 1055T 2.8GHz이고, RAM은 8GB이다. 그래픽 처리 장치는 NVIDIA GTX670이고, 1344개의 코어를 가지고 있으며 980MHz의 기본 클럭과 1058MHz의 Boost 클럭, 6008MHz의 메모리 클럭 성능을 가지고 있다. 2048MB의 메모리를 탑재하고 있으며 3.0의 계산능력을 가지고 있다. 실험에 사용되는 데이터는 시퀀스 데이터 1200~24000개의 데이터와 질의 데이터 20개를 사용하였다. 실험에 사용된 데이터는 임의로 생성된 더미데이터를 사용하였다.

제안한 GPU 기반의 시퀀스 데이터 색인방법의 성능 및 정확도를 측정하기 위해서 시퀀스 데이터와 질의 시퀀스를 가지고 K-NN 처리 중 필터링을 수행하였다. CPU만 사용한 데이터 처리, GPU만 사용한 데이터 처리, GPU를 사용하여 최적화된 DTW 알고리즘을 사용한 데이터 처리, GPU와 CPU를 사용하여 최적화된 DTW 알고리즘을 사용한 데이터 처리, 마지막으로 GPU를 사용하고 최적화된 DTW 알고리즘을 사용하며, DTW 거리 계산을 줄이기 위해 제한을 사용한 데이터 처리하여 실험을 수행한다.

그림 3-32는 K-NN 처리 중 필터링 처리 결과를 보여주고 있다. 데이터 시퀀스 100개, 500개, 1000개, 1500개, 2000개에 대한 CPU와 GPU로 처리한 결과를 볼 수 있다. 필터링 처리 결과는 각 실행을 5회씩 실행하고, 측정된 시간들의 평균을 구한 것이다.

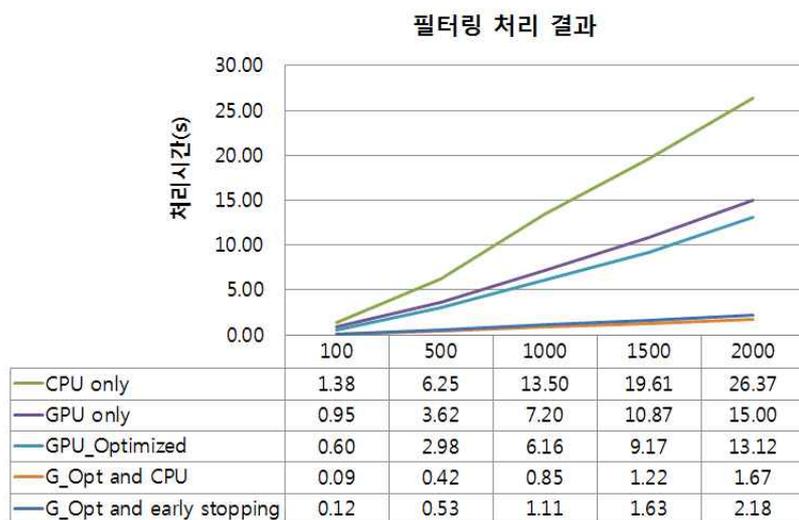


그림 3-32. K-NN과정 중 필터링 처리결과

CPU로 처리한 결과보다 GPU로 처리한 결과가 성능이 뛰어나게 측정되었다. GPU로 처리한 4개의 방법들 중 GPU에 최적화된 DTW 알고리즘과 GPU의 공유메모리를 사용한 경우가 가장 빠른 성능을 보였다. GPU로 처리한 4번째 방법에서 DTW 거리 계산을 줄이기 위해 제한을 사용하였지만 제한을 처리하려면 조건문이 사용되어 오히려 성능 저하가 발생하였다. CPU로 처리한 결과와 GPU로 처리하고 GPU에 최적화된 DTW 알고리즘과 GPU의 공유 메모리를 사용하여 처리한 결과를 비교하면 약 15배의 성능의 차이를 보인다.

나. 유통 데이터 마이닝 플랫폼 구축

(1) 관련 연구

(가) 빅데이터 처리 플랫폼인 하둡 (Hadoop)

하드 드라이브의 저장 용량은 지난 수년간 기하급수적으로 증가한 반면 액세스 속도(드라이브로부터 데이터를 읽을 수 있는 속도)는 그에 미치지 못했다. 1990년부터 전형적인 드라이브는 약 1.3GB의 데이터를 저장하고 4.4MB/s 전송 속도를 가졌기 때문에 약 5분내에 전체 드라이브로부터 모든 데이터를 읽을 수 있었다. 현재에 이르러 1테라바이트의 드라이브가 일반화되어 약 80배 가량 드라이브 용량이 증가 되었지만 전송속도는 100MB/s 수준으로 약 25배 정도로 머물러 있기 때문에 디스크의 모든 데이터를 읽어내는 데에는 2시간 이상 걸린다. 때문에 액세스 시간을 줄이기 위한 방안으로 N개의 디스크로부터 데이터를 읽으면 이론적으로 본래 액세스 시간을 1/N수준으로 줄일 수 있다.

이렇게 디스크로부터 병렬로 데이터를 액세스하려면 크게 두 가지 사항을 고려해야 한다. 첫 번째 문제로 하드웨어 장애이다. 많은 하드웨어를 사용할수록, 하드웨어 장애가 발생할 확률이 높아질 것이다. 두 번째 문제는 분할된 데이터를 어떤 식으로든 결합할 필요가 있다는 것이다. 여러 분산처리시스템에서 이러한 병합문제는 상당히 까다롭고 어려운 부분이다. 앞에서 제시한 분산처리시스템의 두 가지 주요 고려사항을 하둡은 훌륭히 해결할 수 있다. HDFS(Hadoop File System)는 기본적으로 한 데이터블록에 N개(기본적으로 3개)의 복사본을 다른 노드에 복제하고 주 노드인 NameNode를 일정 주기에 따라 Second Name Node에 백업해둠으로써 하드웨어 장애에 따른 데이터 손실을 방지한다. 현재 하둡 2.x 버전에서는 Second NameNode 외에 NameNode를 이중화 하는 RealTime 백업 기능도 생겨 하드웨어 장애에 대비한다. Hadoop에서 데이터 분할 및 병합을 위한 방법으로 사용하는 MapReduce는 디스크의 읽고 쓰는 문제를 추상화해서 키와 값에 대한 계산으로 변환시켜 놓은 프로그래밍 모델을 제공함으로써 하둡이 안정적인 공유 저장소 및 분석 시스템으로서의 기능을 갖게 한다.

① HDFS

하나의 데이터셋이 물리적인 서버의 스토리지 용량을 초과할 때, 독립된 여러 서버로 전체 데이터셋을 파티션할 필요가 있다. 네트워크로 연결된 서버들의 스토리지를 관리하는 파일시스템을 분산 파일시스템이라 한다. HDFS는 하둡에서 제공하는 분산 파일시스템이다. HDFS는 범용 하드웨어로 구성된 클러스터에서 실행되고 데이터 액세스 패턴을 스트리밍 방식으로 지원하여 매우 커다란 파일을 저장할 수 있도록 설계된 파일시스템이다. HDFS의 한 블록 크기는 기본적으로 64MB로 기본 파일시스템의 블록크기 대비 매우 큰 단위이다. (이는 탐색에 대한 비용을 최소화하기 위함이다.) 단일 디스크를 위한 파일시스템처럼 HDFS 파일들은 블록 크기의 청크로 쪼개지고, 독립적인 단위로 저장된다.

HDFS 클러스터는 마스터-워커 패턴으로 동작하는 두 종류의 노드를 가지는데, 그림 3-33과 같이 하나의 네임노드와 많은 수의 데이터노드로 구성된다. 네임노드는 파일시스템의 네임스페이스를 관리한다. 이것은 파일시스템 트리와 그 안의 모든 파일과 디렉터리에 대한 메타데이터를 관리함을 의미한다. 데이터노드는 파일시스템의 실질적인 일꾼이다. 클라이언트나 네임노드의 요청이 있을 때 블록들을 저장하고 탐색하고, 주기적으로 저장하고 있는 블록의 리스트를 네임노드로 보고한다. 네임노드 없이 파일시스템이 사용될 수 없기 때문에 Second Name Node를 운영하여 주 네임노드 장애시 사용될 이미지 복제본을 유지한다.

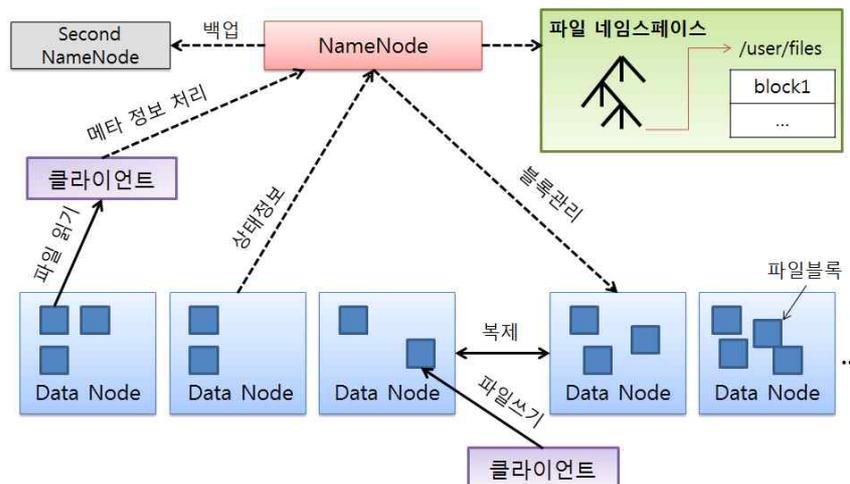


그림 3-33. HDFS 구성도

② MapReduce

하둡의 맵리듀스는 방대한 양의 데이터를 병렬로 처리하게 해주는 프로그래밍 모델이다. 맵리듀스란 이름은 함수형 언어의 맵(Map)과 리듀스(Reduce) 함수에서 유래되었으며, 하둡 분산 파일 시스템에 저장된 데이터를 읽고 분석한 후에 결과를 다시 하둡 분산 파일 시스템

에 저장한다. 맵리듀스 프레임워크는 잡트래커(JobTracker)가 단일 마스터와 클러스터 당 태스크트래커(TaskTracker)가 슬레이브(slave)로 구성된다. 마스터(Master)는 잡의 태스크를 스케줄링하는 기능을 수행하고 실패한 태스크를 다시 실행하게 하고 모니터 기능을 수행한다. 슬레이브는 마스터의 지시대로 작업을 수행한다. 하둡 프레임 워크는 자바만 지원하지만 맵리듀스 프로그램은 자바뿐만 아니라 루비, 파이썬, C++로도 지원해준다.

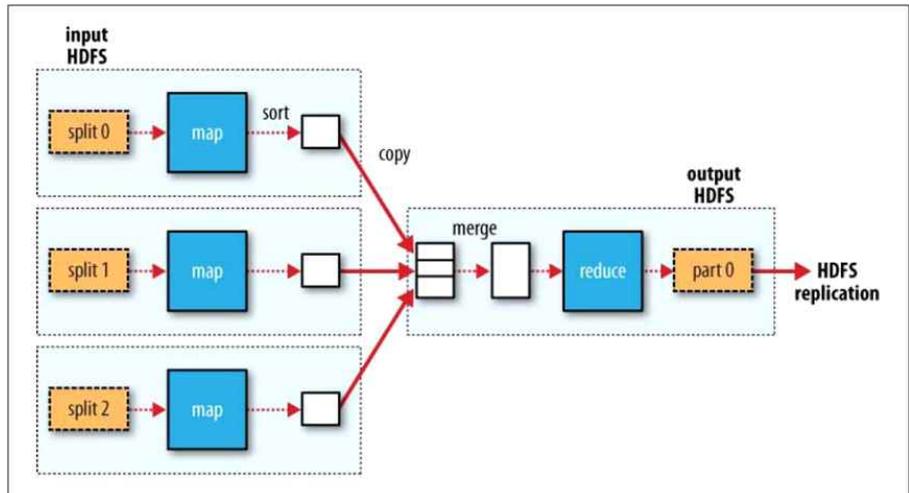


그림 3-34. MapReduce 데이터흐름

다수 디스크와 RDBMS를 사용하는 것 대신에 왜 맵리듀스를 사용하는지에 대한 답변은 하드 디스크의 특성에서 얻어지는데 현재 탐색시간보다 전송속도가 더 빠르게 향상되고 있기 때문이라 말할 수 있다. 탐색은 디스크의 헤드를 디스크의 특정 섹터위치로 이동시키는 것으로 전송속도가 디스크의 대역폭과 연관된다면 탐색시간은 헤드조작과 연관된다. 데이터 베이스의 많은 부분이 한번에 업데이트될 때 전통적으로 RDBMS에서 사용되는 B트리는 트리를 재구축 하기위한 오버헤드가 생기므로 맵리듀스보다 효율적이지 못하다. 맵리듀스는 한번 쓰이면 여러번 읽게 되는 응용에 적합하며 RDBMS는 지속적으로 업데이트되는 데이터셋에 적합하다.

표 3-1. RDBMS와 맵리듀스의 비교

| | RDBMS | 맵리듀스 |
|--------|------------|-----------------|
| 데이터 크기 | 기가바이트 | 페타바이트 |
| 액세스 | 대화형 과 일괄처리 | 일괄처리 |
| 업데이트 | 여러 번 읽고 쓰기 | 한 번 쓰면, 여러 번 읽기 |
| 구조 | 고정 스키마 | 동적 스키마 |
| 무결성 | 높음 | 낮음 |
| 확장성 | 비선형 | 선형 |

③ Hadoop 도입 필요성

앞서 언급한 것처럼 Hadoop은 지속적으로 업데이트가 아닌 한번 기록된 데이터에 대해 수정은 일어나지 않고 대신에 여러번의 읽기 작업이 많은 서버에서 빛을 받는다. 지속적으로 온도, 습도, CO2등의 데이터가 서버에 시간 혹은 위치별로 기록되는 경우에 한번 기록된 데이터는 분석, 조회, 도표화등 수정 없이 읽기 작업에만 사용되므로 Hadoop의 강점과 본농산물 유통 환경 데이터 저장소의 용도가 정확히 부합된다고 말할 수 있다.

(나) HBase

HBase는 HDFS에 구현한 분산 컬럼 기반 데이터베이스이다. HBase는 대규모 데이터 셋에 실시간으로 랜덤 액세스가 필요할 때 사용 할 수 있는 하둡 응용프로그램이다. 대부분의 데이터베이스 전략은 기본적으로 대규모 확장성과 분산을 고려하지 않는다. 많은 벤더에서 단일 노드의 한계를 넘어 확장할 수 있는 복제와 파티셔닝 기능을 제공하지만 이러한 추가 기능은 부속물이며 설치와 유지보수가 복잡하고 조인, 복잡한 쿼리, 트리거, 뷰, 외부키 제약 등 기존 RDBMS의 중요한 특징들을 잃어버릴 수 있다.

반면 HBase는 노드 수에 비례해서 읽기 쓰기 성능이 높아지며 수백 대의 노드로 확장이 가능하고 Peta Byte수준의 데이터처리가 가능하다. HBase 응용 프로그램은 데이터를 테이블에 저장한다. 테이블은 로우와 컬럼으로 만들어진다. 테이블 셀은 버전 관리된다(기본적으로 버전은 셀 생성 시점에 HBase에 의해 자동 할당된 타임스탬프). 셀의 내용과 테이블 로우 키도 바이트 배열이어서 이론적으로 문자열, 정수의 바이너리 표현 등 어떠한 데이터 구조도 로우키로 사용될 수 있다. 테이블 로우는 테이블의 주키인 로우 키에 의해 정렬되어 모든 테이블의 접근은 테이블의 주키를 통해 이루어진다. HDFS와 MapReduce가 클라이언트, 슬레이브, 관리 마스터로 이루어진 것처럼(HDFS는 네임노드와 데이터노드, MapReduce는 잡트래커와 태스크트래커) HBase는 HBase 마스터노드가 하나이상의 리전 슬레이브 서버를 관리하며. 리전은 테이블 로우의 부분 집합으로 구성된다(그림 3-35).

HBase 마스터는 최초설치를 하도록 부트스트래핑의 역할을 하며, 리전을 등록된 서버들에 할당하고, 고장 난 리전 서버를 복구한다. 리전 서버는 0개 이상의 리전을 가지며 클라이언트의 읽기 쓰기 요청을 수행한다. 또한 HBase 마스터가 부모 리전의 오프라이닝(유지보수등의 목적으로 테이블에 중단 작업을 하는 것)과 대체 자식 리전의 할당을 관리할 수 있도록 새로운 자식 리전에 대해 마스터를 알려주면서 리전 스플릿을 관리한다. HBase는 Zookeeper에 의존적이며 기본적으로 Zookeeper인스턴스를 사용하여 전반적인 클러스터의 상태를 관리한다.

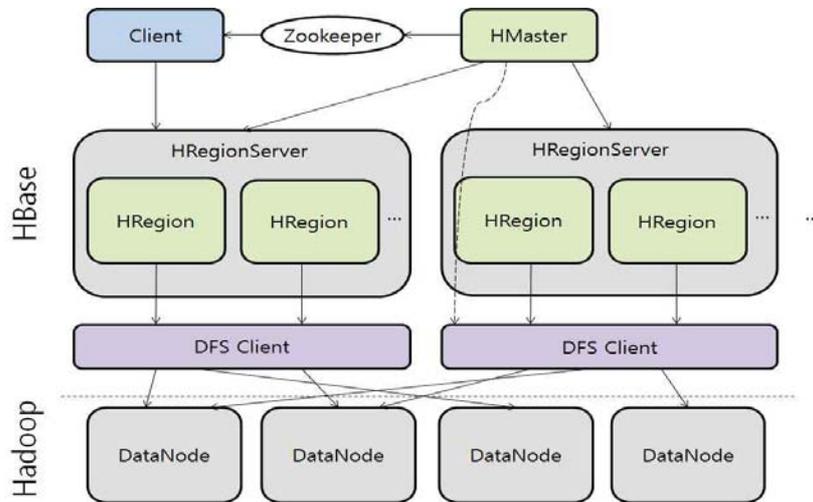


그림 3-35. HBase 시스템 구성도

① HBase 특징

HBase 특징으로는 첫 번째로 분산된 컬럼 기반의 데이터 저장시스템이 있다. 컬럼기반의 데이터 저장은 컬럼을 기준으로 데이터가 함께 저장되므로 근접 데이터 사이의 값의 차이가 크지 않아 행기반에 비해 데이터의 압축률이 높아 데이터를 경제적으로 관리할 수 있다. 두 번째로는 물리적인 인덱스 부재이다. 로우는 순차적으로 저장되며 각 로우별 컬럼도 순차적으로 저장되고 인덱스 증가 같은 이슈가 없으며 삽입 성능은 테이블 크기와 무관하다. 세 번째로는 자동 파티셔닝기능이다. 테이블이 증가하면 자동으로 리전으로 분할되고 모든 가용한 노드 상에서 분산된다. 또한 새로운 노드가 추가되면 리전은 자동으로 re-balancing된다. 네 번째로는 범용 하드웨어에서 모두 작동하는 것이다. 다섯 번째는 장애 대응성으로서 HBase 시스템은 수많은 노드로 구성되고, 개별 노드는 상대적으로 덜 중요하다. 마지막으로 배치 처리기능으로서 데이터에 대한 로컬 참조성을 지원하는 완전한 병렬성과 분산작업을 한다.

표 3-2. HBase와 RDBMS의 비교

| HBase | RDBMS |
|--------------------|-------------------|
| 분산 컬럼 기반 | 로우 기반 |
| 동적 스키마 | 고정 스키마 |
| get/ put / scan 등등 | SQL |
| 대용량 테이블용도 | 일반 테이블 |
| MapReduce Join활용 | Join에 최적화 |
| Rowkey만 인덱스 지원 | 임의 컬럼에 대한 인덱스 지원 |
| 초당 수십만건 Read/Write | 초당 Read/Write |
| 최대 PB 저장 용량 | 최대 TB급 저장 용량 |
| 프로젝트 진행 중 | 인증/허가 수준의 보안기능 제공 |
| 단일로우 트랜잭션 보장 | 다중 로우 트랜잭션 보장 |

현재 MongoDB나 Casandra와 같은 NoSQL데이터베이스역시 Hadoop과 연동이 가능하나 Cassandra같은 경우는 성능을 우선시 데이터의 일관성이 깨질 수 있고 MongoDB는 Hadoop을 지원하는 버전이 나온 지 얼마 안되었기 때문에 Hadoop연동에 있어서 최적화해야 하는 부분이 아직 존재한다. HBase는 애초에 Hadoop산하의 서브프로젝트로서 Hadoop과의 최적화가 가장 잘되어있고 우수한 성능뿐 만아니라 데이터일관성을 보장하기 위해 트랜잭션처리도 가능하다. 컬럼기반의 데이터베이스이기 때문에 대량의 데이터를 경제적으로 압축하여 저장가능하고 조화가 발생할 경우 압축된 데이터를 가져오기 때문에 bandwidth 측면에서도 이득을 볼 수 있다.

② HBase 도입 필요성

HBase는 대량의 데이터를 관리하면서 쓰기보다 읽기가 많고 Hadoop을 이용해서 데이터를 분석해야 하는 서비스에서 데이터베이스로 사용가능하다. 이미 Facebook에서 MySQL을 이용하는 대신 주 데이터베이스로 HBase를 도입하였으며, eBay, WorldLingo, Adobe등의 굴지의 기업들도 HBase를 차례로 도입하였다. 실시간으로 각지에서 수많은 온도, 습도, CO2등의 데이터가 유입되는 경우 관계형 데이터베이스라면 이 경우 계속해서 Lock이 발생하며 적합한 성능을 보이기 어려울 뿐더러 데이터의 급속한 증가를 관리하는데 한계가 생긴다. HBase는 테이블의 데이터 유입에 대한 Lock이 발생하지 않으며 컬럼기반 데이터베이스이기 때문에 데이터입력의 비용이 저렴하고 많은 수의 서버로 분산되어 부담을 줄일 수 있다. 데이터의 일관성이 실시간으로 보장되면서도 대량의 데이터를 다루며 성능을 보장해야 한다면 HBase는 최선의 선택이 될 것이다.

(다) Zookeeper

주키퍼는 apache재단의 hadoop프로젝트의 서브프로젝트이다. apache에 현재 존재하는 분산처리 시스템에 프로젝트 이름을 보면 코끼리(hadoop), 거북이(chukwa), 돼지(pig), 벌(hive)등과 같은 동물이름으로 작명된 것을 볼 수 있는데 zookeeper는 동물사육사 라는 뜻

으로 분산처리 시스템을 일괄 관리해주는 시스템을 뜻한다. 분산처리 환경에서 기본적으로 서버가 몇 대에서 수십 대, 수백 대까지도 구성될 수 있는데, 이러한 분산처리 환경에서 예상치 못한 문제점으로 주로 발생하는 네트워크장애, 일부 서비스/기능 예상치 못한 처리로 중지나 장애, 서비스 업그레이드, 서버 확장 등에 문제가 발생 할 수 있다. 이러한 문제를 해결하고 분산처리시스템을 일괄적으로 해결하기 위한 어떠한 시스템의 필요성이 대두 되었고 그 해결책으로 Zookeeper가 등장했다.

① Zookeeper의 특징

Zookeeper의 특징으로는 첫 번째로 네임서비스를 통한 부하분산기능이 있다. 하나의 클라이언트만 서비스를 수행하지 않고 알맞게 분산하여 각각의 클라이언트들이 동시 작업할 수 있도록 지원한다. 두 번째로는 분산락이나 동기화 문제 해결이다. 하나의 서버에서 처리된 결과가 또 다른 서버들과 동기화하여 데이터 안정성을 보장한다. 세 번째로는 장애상황 판단 및 복구기능이다. 액티브서버가 예기치 못한 상황으로 문제가 발생하여 서비스를 지속적으로 처리를 못 할 경우 스탠바이서버가 액티브 서버로 바뀌어서 기존에 액티브 서버가 서비스를 하던 일을 처리하게 된다. 네 번째로는 환경설정 관리기능이다. 각각의 다른 서버들을 통합적으로 관리하여 환경설정을 따로 분산하지 않고 주기적 자체적으로 관리하게 된다.

② Zookeeper 기본구조

주키퍼는 다중의 서버의 집합을 묶어서 관리해주는 시스템으로 그 중 리더가 되는 서버가 하나 존재 한다. 리더라고 불리는 서버는 모든 서버에 중심이 되는 곳이다. 또한 하나의 서버에서 처리가 되어 데이터가 변경되면 모든 서버에 전달되어 동기화를 하게 된다.(그림 3-36)

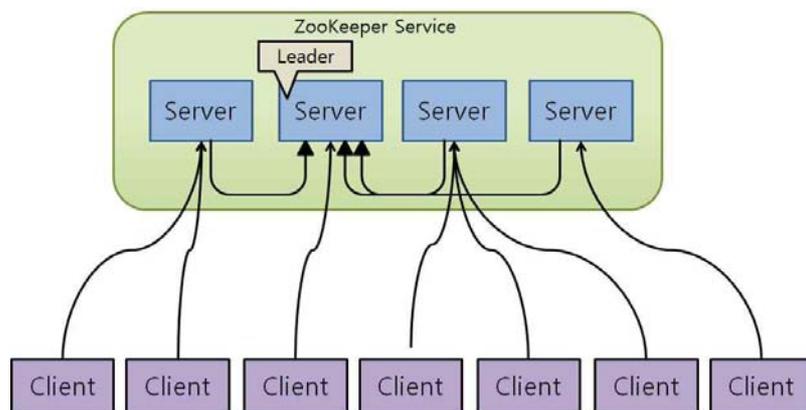


그림 3-36. Zookeeper 구조

SPoF란 하나의 에러 때문에 전체 시스템이 정지되는 것을 말하며 이를 막기 위해 Zookeeper는 스탠바이 서버(장애 발생시 이를 대처하기 위한 서버)를 두어 작업 중인 액티브 서버에 장애가 발생하면 스탠바이 서버를 액티브 서버로 전환하여 서비스를 처리한다. (그림 3-37) 이러한 기능은 Zookeeper의 핵심기능이라고 할 수 있다.

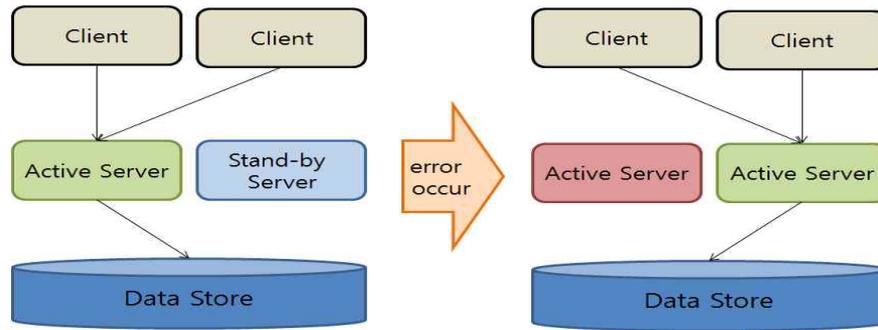


그림 3-37. Zookeeper의 SPOF 처리

③ Zookeeper 데이터 모델

Zookeeper의 데이터 저장 구조는 파일시스템과 비슷한 형태인 계층적 트리구조로 유지된다. 트리의 각 노드는 znode라 불리며 생성시 데이터를 저장하고 ACL(접근권한)을 포함한다. 큰 용량의 데이터를 저장할 수는 없고 저장될 수 있는 데이터의 양은 1MB로 제한된다. 서버의 상태, 락 정보, 환경설정 등과 같은 크기가 작은 데이터가 저장된다. 저장되는 순간부터 버전을 가지고 있으며 데이터 변경시 버전 업이 된다. znode는 경로로 참조되며, zookeeper내의 경로는 슬래쉬(/)로 구분된 string타입이다.(그림 3-38) znode데이터는 메모리에 저장되어 zookeeper의 힙 메모리 크기만큼 저장이 가능하다. 메모리에 저장되기 때문에 zookeeper는 속도가 빠르게 되었고 영속성 보존을 위해 트랜잭션 로그와 스냅샷 파일은 로컬 디스크에 저장이 되어 주키퍼가 재시작 했을 경우에도 데이터가 유지된다.

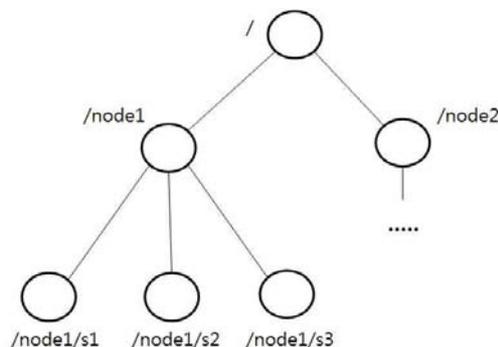


그림 3-38. Zookeeper 데이터 모델

④ Zookeeper의 도입 필요성

분산처리 환경에서 기본적으로 서버가 몇 대에서 수백대까지 이르게 되면 예상치 못하는 예외상황이 발생하게 된다. 예외상황이라 함은 보통 네트워크장애나 한노드에 부하가 몰리는 등의 서비스 장애가 대표적이다. 이러한 부하를 분산하고 그 외에 여러 가지 장애를 점검하여 장애발생시 이에 따른 대처방안을 수립하여 운용할 수 있는 관리 시스템이 필수적이고 Hadoop에서 이러한 역할을 Zookeeper가 맡고 있다.

(라) R Hive [22]

RHive는 전세계적으로 가장 널리 사용되는 분석도구인 R과 대용량 분산 DW시스템인 Hive를 결합하여 kt NexR에서 개발한 오픈소스 빅데이터 분석 솔루션이다. 기존의 분석 솔루션의 속도, 성능, 비용의 한계를 넘어 분산병렬처리 기반으로 모든 데이터의 고급분석이 가능하다. 기존의 Data Analytics 기법은 수십 년간 연구되어 성숙 단계이며 그 중 R은 데이터 분석가들이 쉽게 사용할 수 있는 자체 분석 언어를 제공하며 시각화, 시스템화를 위한 각종 편의 도구를 제공한다. 하지만 단일 node, In-memory 처리기반이어서 데이터 처리 스케일이 GB수준이고 대용량 데이터는 샘플링에 의존하여 대용량 데이터 분석이 어려운 단점이 있다. 반면 Hive는 분산 병렬 처리 기반이어서 데이터 처리 스케일이 TB ~ PB수준 까지 가능하고 수평 확장 가능하여 저비용으로 고성능을 보장한다. 하지만 분석가들이 다루기 어렵고 복잡하여 접근하기가 쉽지 않으며 Java, MapReduce, HDFS 등의 언어 및 패러다임이 달라 기존 사용하던 분석기법의 이식이 쉽지 않다.(그림 3-39-a)

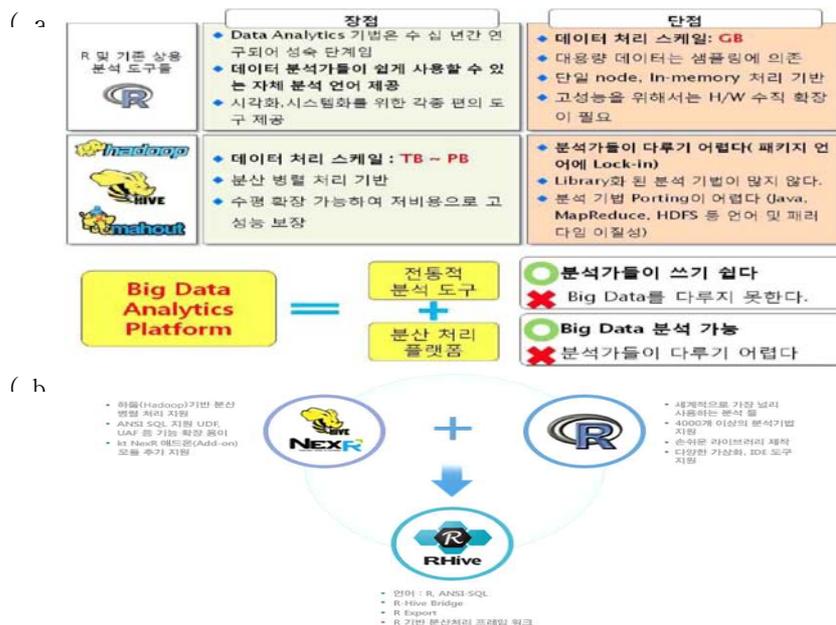


그림 3-39. (a) 기존 상용 분석 도구 및 분산 처리도구의 장단점 비교 (b) RHive 구성

이러한 문제점을 극복하기 위하여 분석가들이 쓰기 쉽고 Big Data의 분석도 용이한 Big Data Analytics Platform의 필요성이 대두 되었고 이것을 위해 RHive, RHipe, RHadoop, Riccardo 등이 개발되었다. 그 중 RHive는 성능은 물론이고 사용하는 데 있어 기존의 R과 가장 유사한 형태를 띠고 있으며 MapReduce에 대한 지식이 없어도 분산처리 프로그래밍이 가능하여 현존하는 Big Data Analytic Platform 중 가장 개발자 친화적인 시스템이라 할 수 있다.

RHive 특징으로는 첫 번째로 R 언어 및 ANSI-SQL을 기반으로 하는 분산 처리 플랫폼이다. 익숙한 SQL 언어를 기본으로 하여 제공데이터 분석가들의 Learning Cost를 최소화한다. 두 번째로는 R 언어 기반 분산 처리 프로그래밍 Framework를 제공한다. 기존의 R이 가지고 있던 데이터 용량의 한계/처리 시간의 한계를 극복한다. 마지막으로 분석가들이 직접 R Library를 분산 병렬화 Porting 가능하다는 것이다. 존재하는 라이브러리를 필요에 따라 직접 Porting이 가능하다.

RHive는 R을 활용한 타 Big Data 분석 솔루션에 비해 R기본함수와 SQL을 더 폭넓게 지원하며 MapReduce에 대한 이해가 없어도 기존 R을 사용하던 사용자들이 손쉽게 분산처리 시스템을 사용 할 수 있도록 만들어졌다.(표 3-3)

표 3-3. R을 활용한 Big Data 분석 시스템 : RHIVE, RHadoop, Riccardo과의 비교

| | RHive | RHIVE, RHadoop, Riccardo |
|-------------------|---|---|
| R기본 함수 제공 | - 분산화 모델로 이식된 R 기본함수 제공 | - 구현된 함수 없음 - 사용자가 구현해야 함 |
| SQL 지원 | - ANSI SQL 기반의 HQL지원 | - SQL 미 지원 |
| Hadoop Map/Reduce | - MapReduce Model을 추상화한 Framework 제공 - R 개발자가 이해하기 쉬운 구조 | - MapReduce Model과 tightly-coupled 됨 - R 개발자가 MapReduce 모델을 이해해야만 개발가능 |
| 분산처리 프로그래밍 | - MapReduce에 대한 지식이 없어도 분산 모델의 프로그래밍이 가능 | - Hadoop등의 분산처리 시스템에 저장된 Big Data 기반으로 R 분산처리를 구현함 |

다음은 Hadoop환경에서 항공데이터를 가지고 RHipe, RHadoop, RHive의 통계계산 수행 성능을 비교한 자료이다.(KT NexR 제공) 실험에는 총 3대의 노드가 사용되었으며 이 중 1대는 name node 나머지는 data node이다. 1987년 10월부터 2008년 4월 미국 내의 모든 상업 출발 및 도착 항공편에 대한 세부 사항인 총 12GB의 입력데이터에 대하여 통계계산을

수행한 후 응답시간을 측정하였다.

표 3-4. 통계계산 수행성능의 비교

| RHipe(0.65) | RHadoop(1.0) | RHive(0.0-5) |
|-------------|--------------|--------------|
| 8m | 3m | 1m |

(마) Mahout^[23]

Mahout는 코끼리 조련사란 의미로 Mahout로고를 보면 코끼리(하둡을 말한다.)를 타고 있는 사람이 그려져 있는 것을 볼 수 있다. 조련사란 직업은 동물들에게 어떠한 학습을 시키는 직업인 것처럼 Mahout는 하둡(코끼리)에게 확장성이 있으면서도 병렬처리가 가능한 머신러닝을 가능토록 한다.



그림 3-40. Mahout 로고

머신러닝이라는 분야는 과거부터 지속적으로 연구되어 온 학문이지만 널리 연구되던 영역을 아니었고 최근 이슈화 되고 있는 대용량 처리를 위한 고려는 되지 않았다. 수많은 대용량의 학습데이터를 통해서 학습하는 것 자체가 하나의 장비 내에서 할 수 있는 한계가 있기 때문이다. 이러한 이유로, 지금까지 시도하지 못했던 기계학습 라이브러리를 아파치 라이선스를 기반으로 잘 문서화된 그리고 Hadoop 프레임워크 위에서 충분히 확장성이 있으면서 엔터프라이즈 환경에서도 활용가능토록 만드는 것이 Mahout의 역할이라고 할 수 있다.

① 머신러닝

머신 러닝이란 굉장히 광범위한 의미를 가질 수 있지만 기본적으로 사람이 명시적으로 프로그래밍을 하지 않고 컴퓨터에게 어떤 작업을 수행하는 방법을 배워가게 만드는 일종의 인공지능을 말한다. 머신러닝은 몇 가지 분야가 존재하는데 첫 번째는 감독학습이라 해서 어떻게 동작해야 하는지 예제들을 주고 컴퓨터를 학습시키는 방법이다. 두 번째는 이런 학습 예제없이 데이터 내의 숨겨진 구조를 찾아내려는 비감독 학습, 마지막으로 세 번째는 강화학습이라 하여 한번에 결정을 내리고 마는 것이 아니라 어떤 보상이란 개념을 도입하여

보상을 최대화 할 수 있게 지속적인 행동을 취하게 하는 것이 있다.

② Mahout 도입 필요성

머신러닝은 현재 미국 실리콘벨리에서 가장 뜨거운 화두로 떠오르고 있다. 과거에는 스팸 메일분류 정도에 그쳤으나 방대한 양의 데이터에 대한 분석기법이 연구되면서 분석 보다 한 발더 앞선 수집한 데이터를 토대로 예측하는 머신러닝도 함께 주목받고 있다. 그 중 Mahout은 자바에서 쓰는 라이브러리이지만 Hadoop에서도 사용가능한 머신러닝 라이브러리이다. 우리는 이를 토대로 온도, 습도, CO2데이터를 시간별, 장소별로 분석하여 데이터 추이가 어떻게 될지 예측 가능하고 수집한 데이터를 토대로 일반적인 정상 데이터외에 상이한 수치가 검출되면 운반도중 어떤 시점 혹은 어떤 장소에서 정상적이지 못한 운반과정이 거쳐졌음을 시스템이 자동으로 판단하여 사용자에게 경고 하거나 log를 작성할 수 있다.

(바) Spark

MapReduce가 시스템 로그 분석부터 ETL 실행, Web 인덱스 작성, 개인 추천 시스템의 실행 기반에 이르기까지 복잡한 배치 어플리케이션을 구현하기 위한 이상적인 플랫폼이라는 것은 이미 증명 되었으나, 내장애성과 단일 패스 계산 모델을 제공하기 위해 영속적 스토리지에 의존 하는 점 때문에, MapReduce는 로우 레이턴시의 어플리케이션이나 기계학습, 그래프 알고리즘 등에서 데이터를 읽고 연산하기 위해 데이터를 메모리에 쓰기를 반복하며 그 결과를 저장하는 데에 있어 Hadoop 특성상 데이터 손실 방지를 위한 파일 복제가 반복적으로 수행되므로 많은 IO가 발생하게 된다.

이 때문에 반복적인 계산 처리에는 적합하지 않다. Apache Spark는 성능과 편의성을 극적으로 향상시키면서, MapReduce의 계산 모델을 일반화 하여 이러한 제한 사항들에 대처한다. 기본적으로 Spark는 SQL로 데이터를 효율적으로 조회하거나 생성 및 변경을 할 수 있는 Spark SQL, 실시간 스트림 배치처리가 가능한 Spark Streaming, Spark전용 기계학습이 가능한 MLlib, 그래프 처리가 가능한 GraphX와 Map, JOIN, GROUP BY, Filter 등의 병렬 연산을 위한 High-Level 명령어를 제공하여 반복되는 기계학습, 스트리밍, 복잡한 쿼리, 배치 등 넓은 영역을 간단히 표현 할 수 있다.

또한 Spark는 어플리케이션이 명령어를 이용하여 각각이 생성되는 데이터를 추적하고 해당 데이터를 RDD(Resilient Distributed Datasets)형태로 메모리에 보존할 수 있도록 설계되어 있다. 이로 인해 어플리케이션은 높은 코스트의 디스크 접근을 피할 수 있고 장애가 발생하더라도 체크포인트의 오버헤드가 발생할 필요 없이 lineage을 이용하여 자동으로 재구축할 수 있어, 다음 그림 3-41에 나타나는 바와 같이 이 기능에 의해 첫 번째로 메모리 내 작업 데이터 셋을 캐시하여, 메모리 속도로 계산을 실행함으로써 로우 레이턴시 계산이 가능하게 한다. 그리고 두 번째로는 뒤에 따르는 반복 처리의 공유 데이터를 메모리상에 유지

하거나, 반복하여 같은 데이터 셋으로 접근함에 따른 효율적인 반복 알고리즘을 제공하고 결과 RDD들을 원하는 디스크에 저장하거나 복제하는 것을 제공한다.

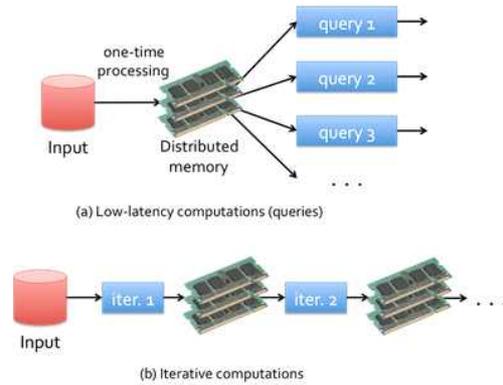


그림 3-41. Spark 처리 구조

① Spark SQL

Spark SQL은 Hadoop의 Hive보다 최대 40배까지의 빠른 처리속도를 보이며 기존의 Hive 데이터 및, Metastores, 쿼리(HiveQL, UDFs, etc)을 Spark 안에서 사용할 수 있다. Spark SQL의 구성요소 핵심은 SchemaRDD, RDD이다. 여기서 SchemaRDD은 row 안에서 각각의 column의 데이터 타입을 설명하는 Schema와 함께 Row 객체를 구성하는 것을 말한다. 이는 관계형 데이터 베이스의 테이블과 비슷하며 RDD, Parquet file, JSON 데이터셋, Hive에 저장되어 있는 데이터에 대해 HiveQL을 실행하여 생성할 수 있다. 그림3-42은 Spark SQL의 내부 구조이다. Hive의 내부 구조와 비슷하지만 Cache manager가 추가된 것을 볼 수 있다.

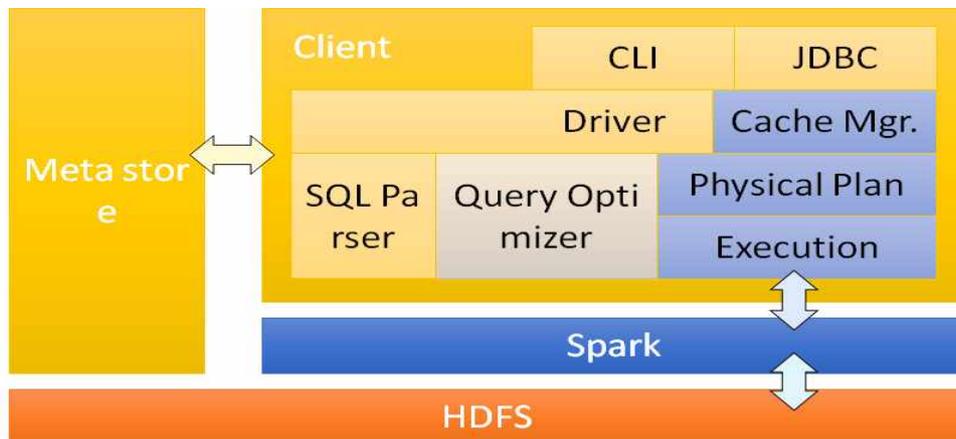


그림 3-42. Spark SQL 내부 구조

② Spark Streaming

Spark에는 스트림 조작 및 처리를 위한 API를 제공하고 있어 기존의 스트림 어플리케이션보다 쉽고 빠른 스트림 처리 소스코드를 만들 수 있다. 들어온 스트림을 0.5초이상의 설정된 시간마다 배치처리하여 스트림을 RDD형태로 만들어 장애 발생하더라도 정상적으로 데이터 손실이 없이 데이터를 변경하거나 계산이 가능하다. 아래의 코드는 해쉬태그로 시작하는 단어의 워드 카운트를 10초마다 데이터에 대해 필터 처리하도록 하는 심플한 네트워크 스트림 처리 잡이다. 전의 워드 카운트 예와 비교 해 보면 거의 같은 코드가 사용되어 있다는 것을 알 수 있지만 이번에는 라이브 데이터 스트림을 처리하고 있다.

```
val ssc = new StreamingContext(args(0), "NetworkHashCount", Seconds(10),
    System.getenv("SPARK_HOME"), Seq(System.getenv("SPARK_EXAMPLES_JAR")))

val lines = ssc.socketTextStream("localhost", 9999)
val words = lines.flatMap(_.split(" ")).filter(_.startsWith("#"))
val wordCounts = words.map(x => (x, 1)).reduceByKey(_ + _)
wordCounts.print()
ssc.start()
```

그림 3-43. Spark 상에서의 네트워크 스트림 잡

③ MLlib

많은 기업은 추천 시스템, 광고 타겟 설정 혹은 예측 분석의 형태로 유저의 의사결정 혹은 의사결정의 촉진을 위해 빅데이터를 사용하고 있다. 어떤 의사결정에 있어서든 중요한 요소는 기본적으로 레이턴시다. 이것은, 입력 데이터가 이용 가능하게 되고 나서부터 의사결정을 실행하기 까지 걸리는 시간을 말한다. 의사결정의 기다리는 시간을 줄이는 것은 폭넓게 그 유효성을 높여 최종적으로는 기업의 투자대효과(ROI)를 늘릴 수 있다. 이런 결정들 할 수 있는 MLlib이라는 Machine Learning 라이브러리를 지원하기 때문에 Spark가 hadoop의 Mahout보다 100배 빠른 의사결정을 제공한다.

④ GraphX

GraphX는 그래프와 그래프 병렬 계산을 위한 Spark API이다. 이는 그래프 연산을 위해 기본적인 명령어 셋뿐만 아니라 최적화된 Pregel API을 지원한다. 또한 그래프 작업을 단순화하기 위해 그래프 알고리즘과 builders을 포함하고 있으며 앞으로의 GraphX의 목표는 하나의 시스템에서 그래프 병렬 연산과 데이터 병렬 연산이 통합되는 것으로 하고 있다. 다음 그림 3-44는 그래프의 구조를 수정하거나 여러 그래프에 걸쳐 계산하여 결과를 얻는 것을 보여준다.

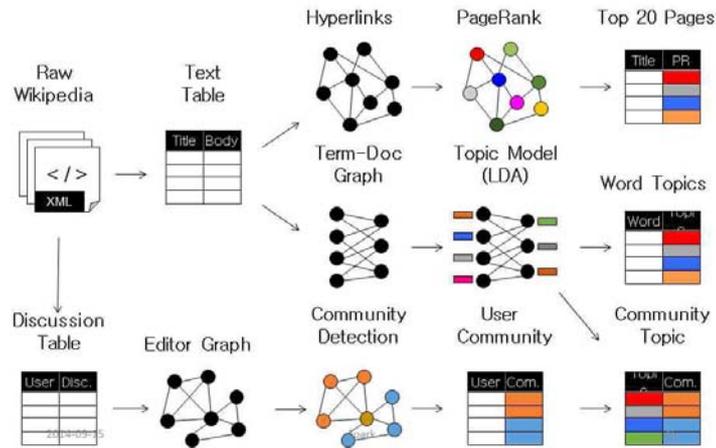


그림 3-44. GraphX 처리구조

(사) Cloudera

Cloudera는 클라우드 컴퓨팅이라는 용어를 처음 만든 클리스토퍼 비시글리아를 중심으로 오라클, 구글, 야후, 페이스북 등에서 일했던 전문가 집단들이 모여 설립한 컨설팅 회사다. 이 회사는 대규모 데이터가 여러 컴퓨팅 리소스를 가로질러 처리할 수 있도록 하는 소프트웨어 도구를 개발하고 있다. 회사의 제품군은 오픈소스 소프트웨어 하둡에 기반으로 클라우데라 매니저(cloudera manager)라는 관리와 모니터링 툴부터 임팔라(Impala)라는 관계형 데이터 실행을 위한 SQL 엔진까지 여러 가지 서비스들을 기업고객에서 제공하고 있어, 클라우데라의 플랫폼 채택은 꾸준히 상승해왔고, 현재 200여 곳의 유료 고객을 갖추고 있고 일부는 1페타바이트(PB)가 넘는 규모의 데이터를 1,000개가 넘는 노드에 걸쳐 가지고 있을 정도다. 또한 세계 최대 반도체 칩 생산업체인 인텔(Intel)도 x86 프로세서에 맞춰 하둡 소프트웨어를 튜닝하기 위한 목적으로 클라우데라의 배포판을 이용한다. 여기서 우리는 CDH(Cloudera's Distribution for Apache Hadoop)5이라는 빅 데이터 플랫폼 패키지를 사용한다. CDH5는 그림 3-45와 같이 여러 개의 최신 플랫폼을 안정적으로 제공하고 있다.

| Component | Package Version | Component | Package Version |
|-----------------|----------------------------------|----------------------------|---------------------------------|
| Apache Avro | avro-1.7.5+cdh5.1.2+32 | Apache Oozie | oozie-4.0.0+cdh5.1.2+252 |
| Apache Crunch | crunch-0.10.0+cdh5.1.2+16 | Parquet | parquet-1.2.5+cdh5.1.2+136 |
| DataFu | pig-udf-datafu-1.1.0+cdh5.1.2+11 | Parquet-format | parquet-format-1.0.0+cdh5.1.2+8 |
| Apache Flume | flume-ng-1.5.0+cdh5.1.2+13 | Apache Pig | pig-0.12.0+cdh5.1.2+35 |
| Apache Hadoop | hadoop-2.3.0+cdh5.1.2+816 | Cloudera Search | search-1.0.0+cdh5.1.2+0 |
| Apache HBase | hbase-0.98.1+cdh5.1.2+70 | Apache Sentry (incubating) | sentry-1.3.0+cdh5.1.2+160 |
| HBase-Solr | hbase-solr-1.5+cdh5.1.2+14 | Apache Solr | solr-4.4.0+cdh5.1.2+233 |
| Apache Hive | hive-0.12.0+cdh5.1.2+375 | Apache Spark | spark-1.0.0+cdh5.1.2+43 |
| Hue | hue-3.6.0+cdh5.1.2+97 | Apache Sqoop | sqoop-1.4.4+cdh5.1.2+57 |
| Cloudera Impala | impala-1.4+cdh5.1.2+0 | Apache Sqoop2 | sqoop2-1.99.3+cdh5.1.2+28 |
| Kite SDK | kite-0.10.0+cdh5.1.2+122 | Apache Whirr | whirr-0.9.0+cdh5.1.2+11 |
| Llama | llama-1.0.0+cdh5.1.2+0 | Apache ZooKeeper | zookeeper-3.4.5+cdh5.1.2+31 |
| Apache Mahout | mahout-0.9+cdh5.1.2+13 | | |

그림 3-45. CDH5 플랫폼 구성표

(2) 유통 데이터 마이닝 플랫폼 개발

동적인 환경 요인과 동적인 환경 요인을 통해 유통되는 농축산물의 상품 가치가 변화되는 요인을 분석하고 유통 기간 및 상품 출하시기를 결정하기 위한 마이닝 기술을 설계하고 평가한다. 이를 위해서 먼저 유통 과정에서 상품의 가치를 변화시키는 동적 환경 요인을 분석하기 위해 온도, 습도 센서 등을 통해 대용량의 시계열 데이터를 수집한다. 그리고, 농축산물 수확 과정에 발생하는 정적인 환경 요인과 실제 유통 과정에서 발생하는 동적 환경 요인의 연관성을 분석하고 유통 과정에서 동적 환경 요인이 실제 상품에 어떠한 영향을 미치는지를 패턴 마이닝 기술을 통해 분석한다. 마지막으로, 분석된 데이터를 기반으로 새로운 농축산물의 유통 기간 및 상품 출하시기를 결정한다.

그림 3-46은 유통데이터 마이닝의 시스템 구성도를 나타낸 것이다. 품목 및 품종, 수확시기, 수확후 1-MCP 처리 여부, 선별 공정 소요시간, 선별 공정 장소의 온도/습도, 세척 여부, 포장 단위 및 방법, 출하시 날씨 요인, 포장후 적재까지의 시간 등은 수확 과정에서 상품의 품질에 영향을 미칠 수 있는 정적 환경 요인을 선별하고 저장 관리한다. 유통 과정의 온도/습도, 유통과정의 날씨 요인, 센서별 온도 습도 정보 등을 유통 과정에서 상품의 품질에 영향을 미칠 수 있는 동적 환경 요인을 선별하고 저장 관리한다. 유통 과정에서 센서를 통해

수집한 온도, 습도 정보들은 시계열 데이터를 인식하고 R Hive, Mahout과 같은 오픈 소스를 통해 마이닝을 수행하며 대용량 데이터에 대한 병렬 처리를 위해 MapReduce를 이용한다.

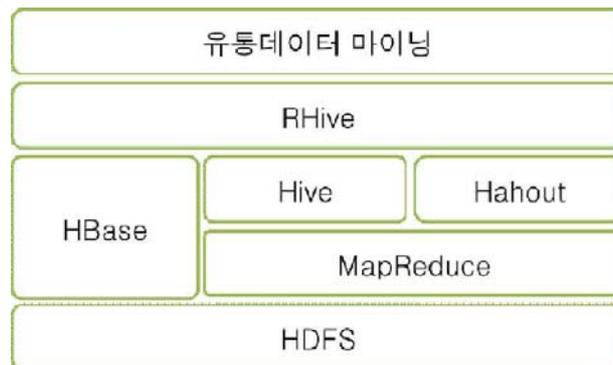


그림 3-46. 유통 데이터 마이닝 구성도

대용량의 환경 요인을 분석하여 유통 기간 및 상품 출하 시간을 판별하기 위해서는 분산화된 통계 분석 기술을 이용한다. RHive는 하둡과 같은 분산 처리 시스템 기반의 빅데이터 분석 시스템에 비해서 개발이 용이하여 R 인터페이스를 지원하여 사용하기 쉬운 친숙한 인터페이스 호환성 지원하기 때문에 이를 이용하여 환경 요인에 대한 분석을 수행할 수 있다. RHive는 MapReduce 모델을 추상화한 프레임워크를 제공하기 때문에 분산 병렬 처리를 쉽게 이용할 수 있으며 정적 환경 요인에 대한 평균, 분산과 같은 통계 처리를 수행한다. 또한 RHive는 ANSI-SQL을 기반으로 하는 분산 처리 기능을 제공하기 때문에 R 언어를 분산 처리하여 대용량의 처리 및 처리 시간을 단축시킬 수 있다. 센서를 통해 수집한 대용량의 시계열 데이터에 대한 통계 분석을 수행하기 위해 RHive에서 제공하는 시계열 데이터 분석 기술을 활용한다.

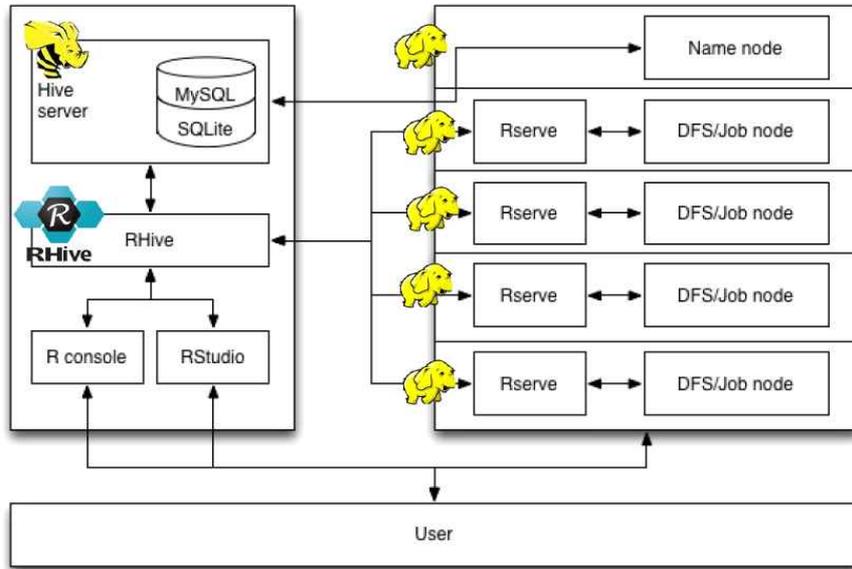


그림 3-47. RHive를 이용한 분산 처리 과정

유통 기간 및 상품 출하 시간을 판별하기 위해 우선 기존 유통 이력 정보를 이용하여 정적 환경 요인과 동적 환경 요인에 대한 분석을 수행하고 특정 농축산물에 대한 유통 기간 및 상품 출하 시간을 판별하여 제공해야 한다. 수확 과정에서 상품의 가치를 결정할 수 있는 정적 환경에 대해 농축산물의 품명 및 품종별로 분류를 수행하고 품명 및 품종별 정적 환경을 클러스터링하여 통계 정보 생성하고 클러스터별로 실제 유통 과정 중에서 수집한 온도, 습도와 같은 센서 정보에 대한 색인을 구축한다. 정적 환경 요인에 대한 품질 저하 변수 및 동적 환경 요인을 이용하여 유통 기간 및 상품 출하 시기를 판별한다.



그림 3-48. 유통 데이터 마이닝 처리 구성도

유통 기간 및 상품 출하 시간을 판별하기 위해 우선 정적 환경에서 농축산물의 상품 저하 원인을 파악하기 위해 정적 환경 요인을 분석해야 한다. 정적 환경 요인은 농축산물의 출하 시점의 특성을 위주로 구성되어 있어 절대적인 특성에 따른 품질 저하 원인으로 사용된다. 정적 환경 요인에 다른 품질 저하 원인을 파악하기 위해 우선 품명 및 품종별로 정적

환경에 대한 클러스터를 생성한다. RHive에서 제공하는 클러스터링 기법을 병렬 분산 처리하여 수행하여 그림 3-49와 같이 정적 환경 요인에 따라 클러스터를 생성하여 결과를 도출한다.

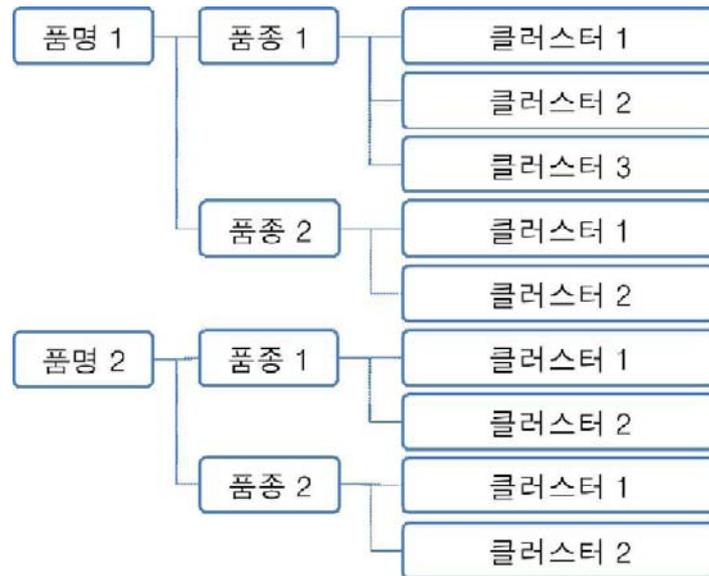


그림 3-49. 정적 환경 요인에 대한 클러스터

정적 환경에 대한 클러스터를 생성하기 위해 품명 및 품종별 정적 환경 요인을 분류하고 RHive에서 제공하는 클러스터링 기법을 이용하여 품명/품종별 정적 환경 요인을 그룹화를 위해 수확시기, 수확후 1-MCP 처리 여부, 선별 공정 소요시간, 선별 공정 장소의 온도/습도, 세척 여부, 포장 단위 및 방법, 출하시 날씨 요인, 포장후 적재까지의 시간 등과 같은 요인을 품명 및 품종별로 분류하고 품명 및 품종별로 분류된 정적 요인에 대해 클러스터링을 수행하고 유사한 속성을 같은 요인을 그룹화한다. 그리고 품명 및 품종별로 그룹화된 정보 환경 요인별 평균적인 통계 정보를 생성한다.

그룹화된 각 정적 환경 요인에 의해 유통 과정에서 어떤 품질 저하가 발생하는지 평균적인 변화 요인을 분석하기 위해 품명 및 품종별로 클러스터링된 정적 환경 요인별로 실제 유통 과정에서 수집된 온도, 습도 등의 정보를 분석하고 각 클러스터별로 실제 유통 과정에서 수집된 온도, 습도 중 온도 습도 변화 중 임계치 내에서 변화된 시계열 정보만을 추출한다. 임계치 내에서 변화된 시계열 정보를 이용하여 평균적인 온도와 습도 등의 센서 정보에 대해 평균적인 품질 저하 변수를 추출한다.

예를 들어, 표 3-5과 같이 특정 품명 및 품종에 대한 클러스터에 대해 실제 유통 과정에서 수집한 4개의 동적 환경 정보가 존재한다고 할 때 품질 저하 변수는 다음과 같이 계산된다. 클러스터 내에 존재하는 유통 이력 정보가 존재한다고 할 때 상품 출하 시점을 기준으

로 평균, 최고, 최저, 분산 값을 계산하고 평균 온도와 습도를 기준으로 온도의 변화와 분산이 임계치 이내인 동적 환경 정보를 이용하여 농축산물의 유통 기간 중 품질 저하 원인 1일 기준 값으로 생성한다.

표 3-5. 유통 과정에서 수집한 동적 환경정보

| 유통 기간 | 센서 유형 | 평균 | 최고 | 최저 | 분산 |
|---------------------------|-------|----|----|----|-----|
| 2012.06.12~ 2012.06.18 | 온도 | 25 | 22 | 26 | 0.1 |
| | 습도 | 60 | 58 | 66 | 0.2 |
| 2012.06.13~ 2012.06.17 | 온도 | 27 | 26 | 28 | 0.2 |
| | 습도 | 56 | 54 | 61 | 0.4 |
| 2012.07.01~ 2012.07.05 | 온도 | 30 | 20 | 31 | 0.1 |
| | 습도 | 50 | 40 | 56 | 0.2 |
| 2012.07.06~ 2012.07.09 | 온도 | 31 | 30 | 45 | 0.8 |
| | 습도 | 50 | 48 | 30 | 0.7 |
| 2012.07.13~ 2012.07.21 | 온도 | 32 | 30 | 48 | 0.1 |
| | 습도 | 48 | 30 | 49 | 0.1 |

동적 환경 요인 분석은 실제 유통 과정에서 온도와 습도 등의 변화에 따른 농축산물의 품질 저하 원인을 파악하기 위해서 실제 유통 과정에서 수집한 센서 정보를 이용하여 시계열 패턴 인식을 수행한다. 시계열 데이터는 데이터 저장을 위한 많은 공간을 확보해야 하며 검색시 I/O 비용이 증가하며 고차원의 정보로 구성되어 있어 연산 시간 증가된다. 유통 데이터 마이닝을 위해서는 기존에 수집한 센서 정보를 이용하여 동일한 품종 및 품명에 대해 유사한 패턴을 유통된 서브시퀀스 검색하고 이를 활용하여 동적 환경 요인을 생성한다. 이를 위해 실제 유통 과정에서 온도, 습도 등의 변화에 따른 상품 품질 변화를 예측하기 위해 센서를 통해 수집한 데이터를 HDFS에 저장하고 시계열 데이터에 대한 색인을 구축하고 제 수집된 대용량의 센서 데이터에 대한 유사 패턴을 검색하기 위해 동일한 품종 및 품명에 대해 시계열 데이터를 색인화한다. 색인을 구축하기 위해 우선 동일한 품종 및 품명에 대해 구축한 클러스터별로 데이터를 그룹화한다.

수집된 모든 데이터를 기반으로 시계열 데이터를 분석할 경우 많은 연산 비용이 발생할 뿐만 아니라 오류 데이터에 민감한 특성이 있다. 이를 위해 대용량의 시계열 데이터를 색인할 수 있도록 특징 정보를 추출하여 데이터를 압축 저장한다. 그리고 압축 저장된 정보를

이용하여 다차원 색인 구조를 통해 색인화하고 색인을 수행할 데이터를 추출하기 위한 방법으로 세가지 기법을 활용한다. 첫 번째로 스캔을 통한 선형화기법은 유통 과정에서 수집한 센서 정보를 전체 스캔하면서 최소자승법을 통한 선형 식을 생성한다. 두 번째로 VP를 이용한 특징 추출기법은 센서 데이터의 변화 내용을 분석하여 추이 변화가 발생한 특징 점(VP:Vantage Point)을 추출한다. 마지막으로 시간 단위 특징 추출기법은 시계열 데이터를 동일 시간 단위를 분할하고 분할된 시간 단위에 특징 점을 추출한다.

스캔을 통한 선형화 방법은 처음부터 시계열 데이터를 스캔하면서 최소자승법을 통한 직선을 생성한다. 최소 자승법은 실험을 통해 발견한 데이터를 지나는 가장 근접한 직선을 계산하는 방법으로 n차 직선을 생성할 수 있으나 계산 시간과 오차의 관계로 인해 1~3차식이 가장 많이 사용된다. 본 연구에서는 계산 시간 최소화를 1차식을 이용하여 선형화를 수행하며 생성된 직선과 원본 데이터의 거리가 임계치 이상의 거리일 경우(임계치 이상의 오류를 포함) 새로운 직선을 생성한다. 그림 3-50은 스캔을 통해 최소자승법을 수행하는 과정을 나타낸 것이다.

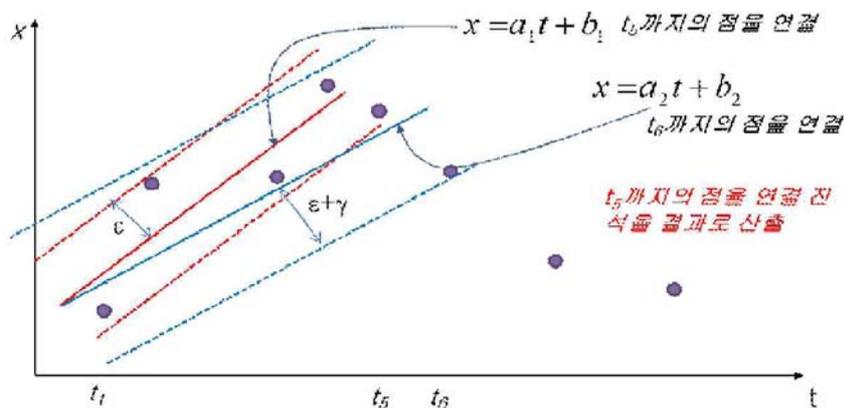


그림 3-50. 스캔을 통한 선형화 방법

VP를 이용한 특징 추출방법은 변화의 추이가 급격하게 변화되는 특징 점(VP)를 추출하는 것으로 추출된 점 단위로 구간을 분할하고 분할된 구간 내에서 최소자승법을 수행하여 직선을 생성한다. 시퀀스의 시작 값과 끝 값은 포함하며 값의 변화가 증가 또는 감소하는 방향성에 따라 추출한다. 값의 변화가 임계치 내에서 변화될 경우 제거(잡음 제거)하고 유사한 값이 임계치 시간 이상 지속할 경우 특징을 추출한다.

시간 단위 특징 추출방법은 전체 시계열 데이터 시퀀스를 특정 시간 구간 단위로 데이터를 분할하고 분할된 구간 내에서 특징 점을 추출하여 최소자승법에 의한 식으로 표현한다. 계산 비용이 가장 적지만 오류치가 많이 포함할 수 있으며 이에 따라 중간에 손실되는 패턴

이 존재할 수 있다.

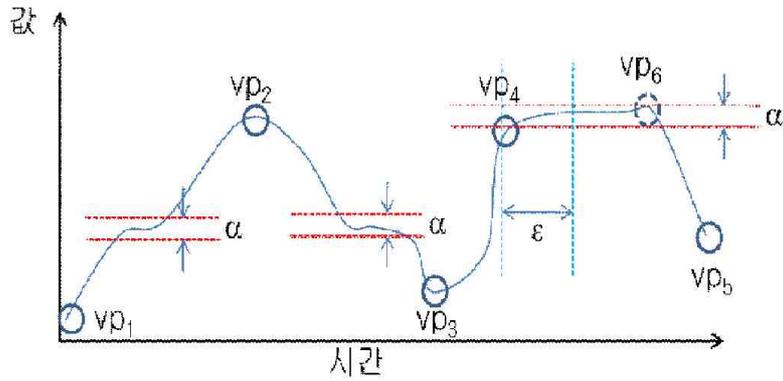


그림 3-51. VP를 이용한 특징 추출

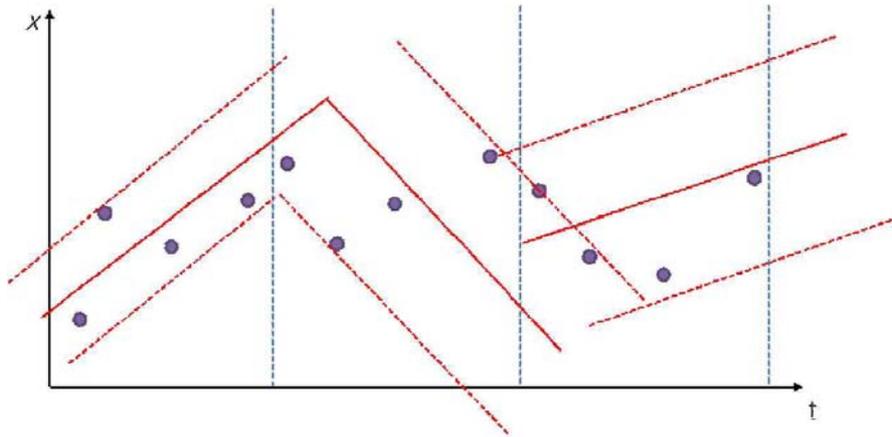


그림 3-52. 시간 단위 특징 추출

특징 점을 이용하여 색인을 구축할 경우 검색 과정에서 불필요한 I/O가 발생할 수 있으며 계산 비용이 증가될 수 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 색인을 구축할 특징 점에 대한 양자화를 수행한다. 검색 과정에서 I/O 비용을 감소시키기 위해 양자화하기 위해 b 개의 비트가 할당될 경우 $2b$ 의 값으로 구분하고 시계열 데이터는 비트열로 표현되며 $V_{p1}=00$, $v_{p2}=10$, $V_{p3}=00$ 등의 값을 부여한다.

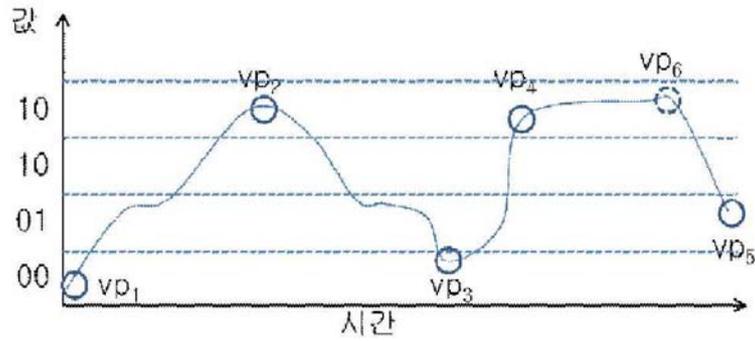


그림 3-53. 특징 점에 대한 양자화

센서를 통해 수집한 시계열 데이터에 대한 패턴 인식을 수행하기 위해 변화 추이를 포함하는 MBR 또는 다차원의 도형을 생성한다. 2계층 기반의 색인화는 변화 추이를 포함하는 다차원을 도형을 생성하여 인덱스를 생성하고 인덱스에서 선형화된 변화 추이를 연결하는 포인트를 저장한다. R-트리 기반 색인화는 MBR 형태로 선형화된 변화 추이를 저장하고 R-트리 구조를 이용하여 계층적인 탐색을 수행한다.

2계층 기반의 색인화는 선형화된 시계열 데이터를 클러스터를 생성하고 선형화된 시계열 데이터를 연결하는 포인트를 저장하고 클러스터 단위로 색인을 구성하고 변화 추이로 포함하는 Upper Bound과 Lower Bound 직선을 생성한다. 검색 요청시에는 클러스터 단위로 Upper Bound와 Lower Bound 직선과의 거리를 계산한다.(그림 3-54)

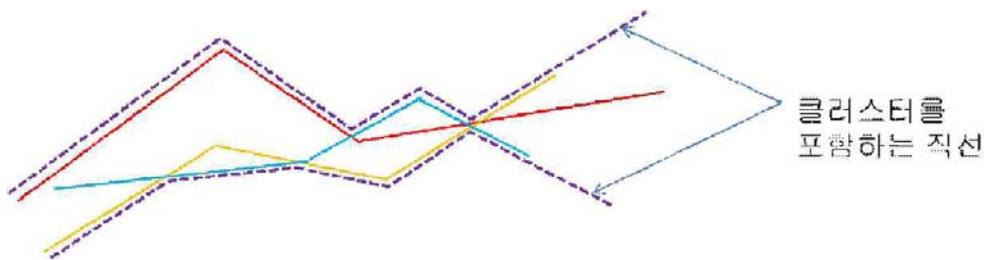


그림 3-54. 2계층 기반의 색인화 과정

R-트리 기반 색인화는 시계열 데이터에 대해 선형화된 직선을 MBR 형태로 생성하고 단말노드에는 시계열 데이터를 선형화한 직선을 저장한다. MBR을 계층적으로 구성하면서 검색을 수행하고 검색 요청시에는 MBR과의 거리를 계산하면서 하위 트리를 검색한다.(그림 3-55)

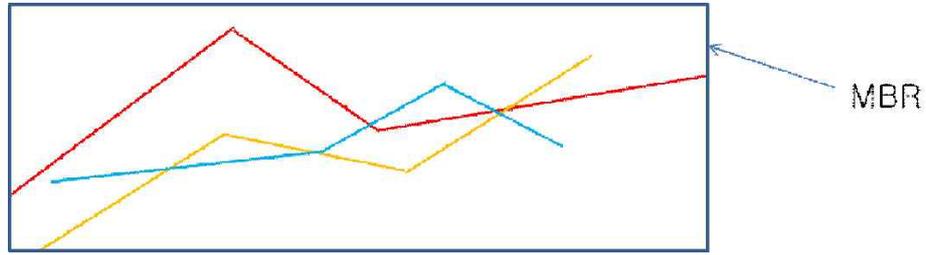


그림 3-55. R-트리 기반 색인화

유통 데이터 마이닝을 위해 기존에 유통 판매된 농축산물에 대한 환경 요인을 고려하여 유통 기간 및 상품 출하 시간을 판별하기 위해 정적 환경 요인을 분석하고 동적 환경 요인에 대한 분석을 위한 색인을 구축한다. 유통 기간 및 상품 출하 시간의 판별은 현재 유통된 농축산물의 정적 환경 요인에 대한 품질 저하 변수를 검색하고 동적 환경 요인에 대한 패턴 유사도를 검색하여 상품 품질 저하 변수를 생성한다.

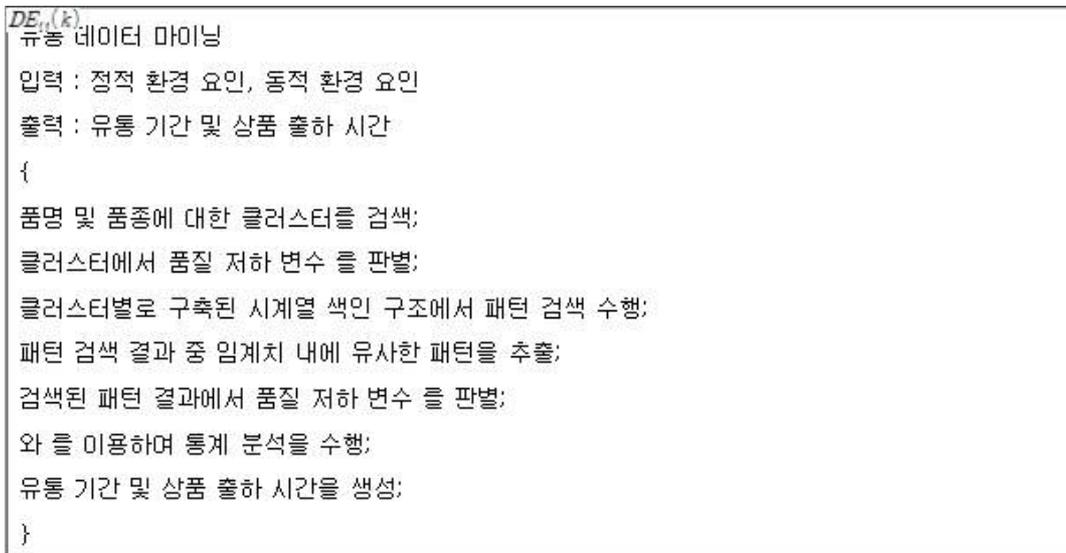


그림 3-56. 패턴 검색 수행과정

시계열 색인을 통해 패턴 검색을 수행하는 과정은 그림 3-56과 같다. 색인 구조를 통해 MBR들 사이에 거리 차이를 계산하여 임계치 내의 거리에 존재하는 색인 구조의 단말 노드 검색하고 단말 노드에는 최소자승법을 통해 계산된 직선들 사이의 거리를 이용하여 유사도를 판별한다. 직선들 사이의 오차 범위 내에서 겹침이 발생할 경우 거리는 0, 겹침이 발생하지 않을 때에는 직선들 사이의 최소 거리로 정의된다.(그림 3-57)

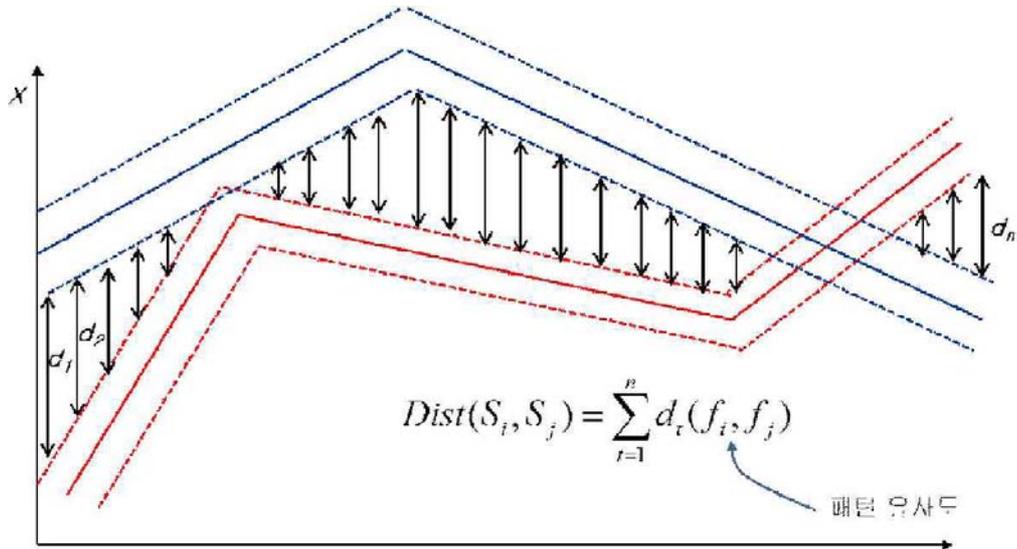


그림 3-57. 시계열 데이터 유사도

클러스터 내에서 시계열 데이터 색인을 통해 패턴이 유사한 센서 정보를 판별하면 동적 환경에서 상품 저하 요인을 분석할 때는 정적 환경 요인을 기준으로 검색된 시계열 데이터가 이상 패턴으로 이동한 내용을 판단하고 정적 환경 요인을 분석할 때 사용한 평균, 최저, 최고, 분산 정보를 비교하여 검색된 시계열 데이터와의 차이를 계산한다. 그리고 시계열 데이터와 정적 환경 요인의 차이에 의해 상품 저하 변수를 통계적으로 생성한다.

생성된 상품 저하 변수를 이용하여 유통 시간 및 상품 출하 시간을 판별 할 때는 유통 시간 및 상품 출하 시간에 대한 판별은 정적 환경 및 동적 환경에서 판별된 품질 저하 변수를 이용한다. 그리고 RHive에서 제공한 통계 분석 기법을 이용하여 병렬 분산 처리하여 유통 시간 및 상품 출하 시간을 판별한다.

(3) 센서 스트림 데이터 분석을 통한 판매우선순위 예측 기술 개발

이 연구에서 개발한 기존의 센서 스트림 분석기술을 적용하기 위해서는 과거에 모니터링 된 온/습도 데이터와 이를 통해 농산물이 어느 정도 상품성이 하락했는지에 대한 측정 데이터가 상당량 구축되어 있어야 한다. 하지만, 이런 데이터는 단시간에 구축될 수 없으며, 훈련 데이터가 적으면 정확도가 보장될 수 없다.

이러한 문제를 해결하기 위해서 이 연구에서는 1협동과제에서 개발한 온/습도에 따른 농산물의 중량감소를 예측하는 수식을 이용한 유통과정 중 중량감소를 예측하는 형태로 개선한다. 1협동 과제에서 1, 2차년도를 통해 도출한 중량 감소 예측식을 표 3-6에서 보여주고 있다. 표에서 y는 특정 농산물(여기에서는 사과)의 중량감소율을 나타내고, x는 저장 시간, r^2 은 해당 수식의 신뢰도를 나타낸다. 표에는 총 5개의 수식이 나오는데, 각 수식은 특정 습도 (RH) 구간에서 x 시간만큼 저장되었을 때 중량이 y 만큼 감소됨을 나타낸다.

표 3-6. 사과에 대한 온/습도와 중량 감소간의 관계를 나타내는 식

| |
|---|
| R.H. 50~60, $y=0.08x+0.51, r^2=0.989$ |
| R.H. 60~70, $y=0.074x-0.343, r^2=0.990$ |
| R.H. 70~80, $y=0.06x-0.408, r^2=0.994$ |
| R.H. 80~90, $y=0.04x+0.108, r^2=0.984$ |
| R.H. 90<, $y=0.019x-0.263, r^2=0.990$ |

이 수식은 실험실에서 일정한 온도나 습도를 장기적으로 가할 때 농산물의 중량감소가 얼마나 일어나는지를 반복적으로 측정하여 도출한 수식이다. 하지만, 실제 유통과정에서는 그림 3-58의 그래프처럼 온도와 습도가 동적으로 변화한다. 따라서 위의 예측식을 정상적으로 적용하기가 어렵다. 이에 따라, 이 연구에서는 time window (tw) 개념을 도입하여, 유통과정에서 수집한 온/습도 데이터를 일정 시간 간격별로 나누고 각 tw의 평균 온/습도를 계산한다. 각 tw 별로 계산한 온/습도 평균값을 표 3-6의 예측식에 적용하여 구간별 평균 중량감소 분을 계산하고 이를 wr 이라 한다. 최종적으로 각 시간 구간별 중량감소를 합하여 전체 중량 감소분을 계산해 낸다. 이를 아래와 같은 수식으로 나타내었다.

$$r = a \times tw_i + b, a, b \text{ 는 } rh \text{ 에 따라 결정됨}$$

$$wr = \sum_{i=0}^n wr_i$$

수식 15. 중량감소 예측 수식
 wr_i 는 타임윈도우
 tw_i 에서의 중량감소율

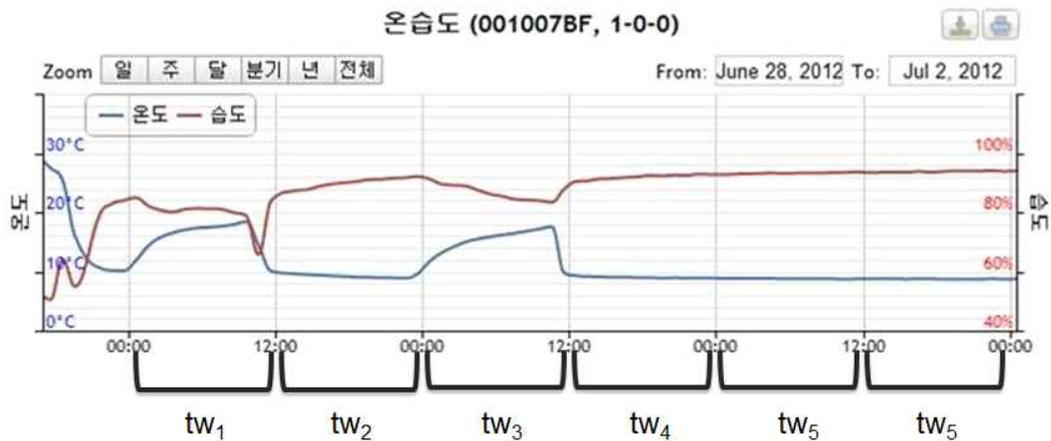


그림 3-58. 유통과정에서 모니터링한 온습도 데이터

(4) 농산물 유통데이터 분산처리 시스템 구축

농산물 유통 관리시스템을 위한 Hadoop 분산처리 시스템을 구축하였다. 먼저 시스템을 구축한 HW환경에 대한 Hadoop 컴포넌트들의 설치방법을 다루고 전체 시스템의 구조에 대해 설명한다.

(가) Hadoop 분산처리 시스템 구축환경

보유하고 있는 시스템 하드웨어 장비의 스펙(표 3-7, 그림 3-59 참조)이다. 12대의 물리노드에 가상머신을 설치 할 수 있는 Xen운영체제를 설치하여 한 물리노드에 논리적으로 2개의 CentOS를 설치하여 총 24대의 노드를 운영한다. 그 중 2대는 각각 네임노드와 세컨드노드로 활용하고 나머지 22대는 데이터노드로 사용한다.

표 3-7. Hadoop분산처리 클러스터 HW Spec

| 분류 | 사양 |
|--------------------|---|
| CPU | Intel(R) Core(TM) i3-2100 CPU @ 3.10GHz |
| RAM | DDR3 4GB |
| OS | CentOS 6.3 |
| Virtual Machine OS | Xen6.1 |
| HDD | 500GB |



그림 3-59. Hadoop 클러스터 Server

(나) Hadoop 기반의 빅데이터 분산처리 시스템 구축

- 시스템 구축에 사용된 Hadoop SW

표 3-8. 시스템 구축 명세서

| No. | 프로젝트명 | 버전 | 설치경로 | 주요기능 |
|-----|-----------|--------|----------------------|------------------|
| 1 | JDK | 1.8.0 | /usr/local/jdk | Java사용 |
| 2 | hadoop | 2.3.0 | /usr/local/hadoop | Hadoop프레임워크 |
| 3 | zookeeper | 3.4.5 | /usr/local/zookeeper | 서버 관리 |
| 4 | HBase | 0.98.1 | /usr/local/hbase | Nosql저장 |
| 5 | Rhive | | /usr/local/rhive | Data Warehousing |
| 6 | Mahout | 0.9 | /usr/local/Mahout | 머신러닝 |
| 7 | Spark | 1.0.0 | /usr/local/Spark | Date 연산 처리 |

(다) Hadoop 클러스터 구성

- 총 12대의 물리노드위에 24개의 가상노드 생성하였다.

표 3-9. Hadoop 클러스터 구성도

| 구분 | IP주소 | Hadoop(Node별 구성) | | | | 주키퍼 | HBase | Rhive | Mahout | Spark |
|------|----------------|------------------|-----------|-----------|-----------|-----|-------|-------|--------|-------|
| | | Yarn | Name Node | Secondary | Data Node | | | | | |
| 서버1 | 210.119.145.19 | Y | Y | | | Y | Y | Y | Y | Y |
| 서버2 | 210.119.145.20 | Y | | Y | | Y | Y | Y | Y | Y |
| 서버3 | 210.119.145.21 | Y | | | Y | Y | Y | Y | Y | Y |
| 서버4 | 210.119.145.22 | Y | | | Y | Y | Y | Y | Y | Y |
| 서버5 | 210.119.145.23 | Y | | | Y | Y | Y | Y | Y | Y |
| 서버6 | 210.119.145.24 | Y | | | Y | Y | Y | Y | Y | Y |
| 서버7 | 210.119.145.25 | Y | | | Y | Y | Y | Y | Y | Y |
| 서버8 | 210.119.145.26 | Y | | | Y | Y | Y | Y | Y | Y |
| 서버9 | 210.119.145.27 | Y | | | Y | Y | Y | Y | Y | Y |
| 서버10 | 210.119.145.28 | Y | | | Y | Y | Y | Y | Y | Y |
| 서버11 | 210.119.145.29 | Y | | | Y | Y | Y | Y | Y | Y |
| 서버12 | 210.119.145.30 | Y | | | Y | Y | Y | Y | Y | Y |
| 서버13 | 210.119.145.31 | Y | | | Y | Y | Y | Y | Y | Y |
| 서버14 | 210.119.145.32 | Y | | | Y | Y | Y | Y | Y | Y |
| 서버15 | 210.119.145.33 | Y | | | Y | Y | Y | Y | Y | Y |
| 서버16 | 210.119.145.34 | Y | | | Y | Y | Y | Y | Y | Y |
| 서버17 | 210.119.145.35 | Y | | | Y | Y | Y | Y | Y | Y |
| 서버18 | 210.119.145.36 | Y | | | Y | Y | Y | Y | Y | Y |
| 서버19 | 210.119.145.37 | Y | | | Y | Y | Y | Y | Y | Y |
| 서버20 | 210.119.145.38 | Y | | | Y | Y | Y | Y | Y | Y |
| 서버21 | 210.119.145.39 | Y | | | Y | Y | Y | Y | Y | Y |
| 서버22 | 210.119.145.40 | Y | | | Y | Y | Y | Y | Y | Y |
| 서버23 | 210.119.145.41 | Y | | | Y | Y | Y | Y | Y | Y |
| 서버24 | 210.119.145.42 | Y | | | Y | Y | Y | Y | Y | Y |

(라) Hadoop 클러스터 구성도

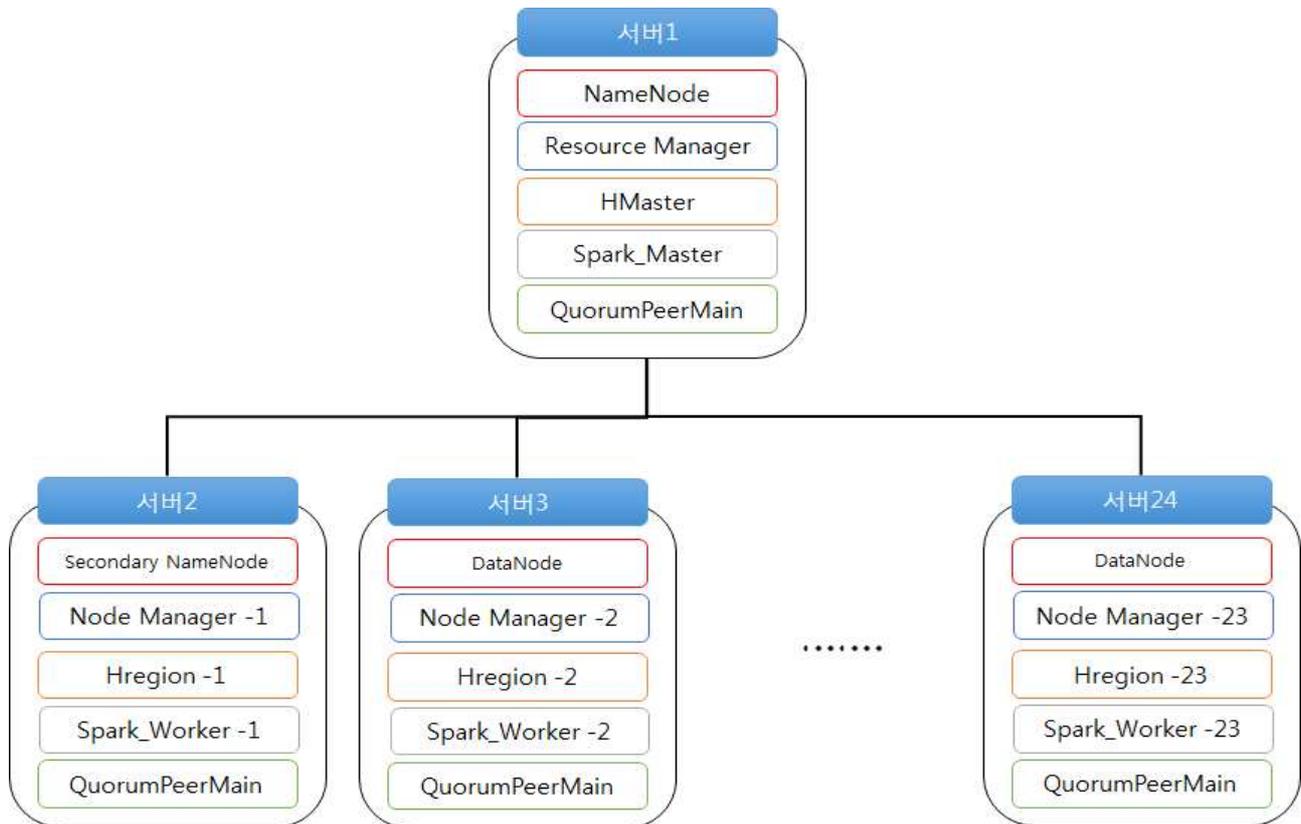


그림 3-60. Hadoop 클러스터 서버 구성도

(마) Hadoop 단일 서버 세부 구성도

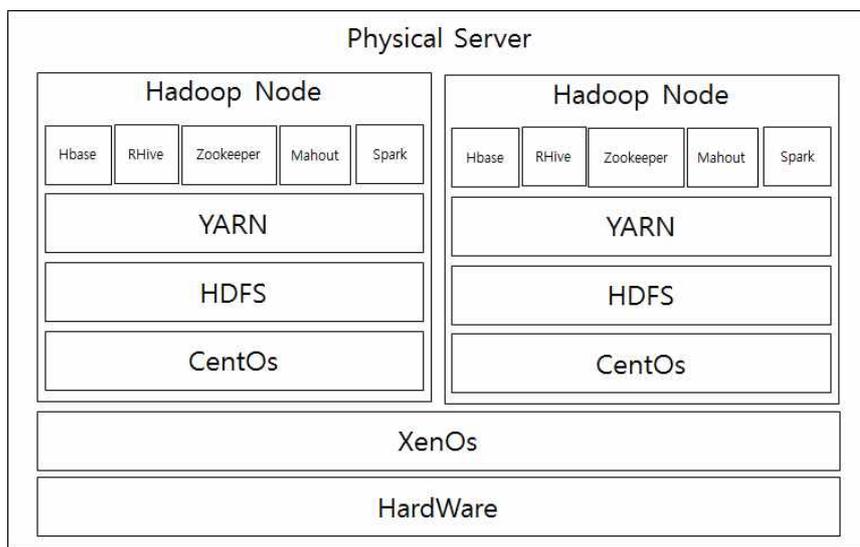


그림 3-61. 단일 서버 내부 구성도

(바) Hadoop 클러스터 설치

① RSA 공개 키 설정

- ssh 키 생성(서버1~24번)

```
[root@server1 ~]# cd /root/
[root@server1 ~]# mkdir .ssh
[root@server1 ~]# cd .ssh
[root@server1 .ssh]# ssh-keygen -t rsa
Generating public/private rsa key pair.
Enter file in which to save the key (/root/.ssh/id_rsa): Enter
Enter passphrase (empty for no passphrase): Enter
Enter same passphrase again: Enter
Your identification has been saved in /root/.ssh/id_rsa.
Your public key has been saved in /root/.ssh/id_rsa.pub.
The key fingerprint is:
cd:c8:8f:f2:9a:df:ea:c6:ec:9f:a7:53:37:10:69:ce root@ns1
The key's randomart image is:
+--[ RSA 2048 ]-----+
| . |
| +. |
| + . |
| . + E |
| S o . |
| o . o |
| .o. . . . |
| ++..... |
| o**o=+ |
+-----+

```

- RSA키 통합

```
[root@server1 .ssh]# pwd
/root/.ssh
[root@server1 .ssh]# cat id_rsa.pub >> authorized_keys
[root@server1.ssh]#moreauthorized_keys
ssh-rsa
AAAAB3NzaC1yc2EAAAABIwAAAQEAs4lNMLMVav0TPxDSTcTTG5Fve/8b5wk
mhHB
...중략 ...
CvxYOfj0YzqJxVd1k6rmeBREbfO60w== root@server1
[root@server1.ssh]#ssh root@SecondaryNodecat ~/.ssh/id_rsa.pub
>> ~/.ssh/authorized_keys
The authenticity ...중략 ... (yes/no)? yes
root@secondarynode's password: *****
[root@ns1 .ssh]# ssh root@DataNode01 cat ~/.ssh/id_rsa.pub >>
~/.ssh/authorized_keys
... 중략 ...
[root@ns1 .ssh]# more authorized_keys
ssh-rsa
AAAAB3NzaC1yc2EAAAABIwAAAQEAs4lNMLMVav0TPxDSTcTTG5Fve/8b5wk
mhHB
... 중략 ...zhCvxYOfj0YzqJxVd1k6rmeBREbfO60w== root@ns1 < 1번서버 암호키
... 중략 ...
ssh-rsa
AAAAB3NzaC1yc2EAAAABIwAAAQEArpLziguVOCg2scGQ1ON0oM5xc9kHF7ZYtp
QIK...중략 ...a7aDf2YrBQTzRrZXi3Mbc8fcFcQ== root@ns3 <- 24번서버암호키
```

- RSA키 배포

```
# 서버1 -> 서버2,3에 암호화 키 배포하기.
[root@server1.ssh]# scp -rp authorized_keys root@server2:~/.ssh
/authorized_keys
root@server2's password: *****
authorized_keys 100% 1170 1.1KB/s 00:00
[root@server1.ssh]# scp -rp authorized_keys root@server3:~/.ssh
/authorized_keys
root@server3's password: *****
authorized_keys 100% 1170 1.1KB/s 00:00
... 중략 ...
[root@server1.ssh]# scp -rp authorized_keys root@server24:~/.ssh
/authorized_keys
root@server24's password: *****
authorized_keys 100% 1170 1.1KB/s 00:00
```

- 키 배포 확인

```
[root@ns1 .ssh]# ssh DataNode01 date
Tue Jan 15 10:42:26 KST 2013100% 1170 1.1KB/s 00:00
```

② Hadoop 설치(24대 모두)

- Hadoop 설치는 서버 모두 똑 같은 세팅이 필요하며 server1에 설치 후 에 타 서버로 Copy하는 방법으로 하였다. (서버1 설치 -> 서버2~24 복제 -> 구동)
- Hadoop Server에 사용할 폴더를 생성한다.(24대 모두)

```
[root@server1 conf]# mkdir .p /home/hadoop/hdfs/data
[root@server1 conf]# mkdir .p /home/hadoop/hdfs/temp
[root@server1 conf]# mkdir .p /home/hadoop/hdfs/name
```

```
[root@server1 install]# tar xvfzp hadoop-1.1.1.tar.gz
... 중략 ...
-rw-rw-r-- 1 root root 178 Nov 19 19:50 core-site.xml <-설정할 대상
-rw-rw-r-- 1 root root 327 Nov 19 19:50 fair-scheduler.xml
-rw-rw-r-- 1 root root 2237 Nov 19 19:50 hadoop-env.sh <-설정할 대상
... 중략 ...
-rw-rw-r-- 1 root root 178 Nov 19 19:50 hdfs-site.xml <-설정할 대상
... 중략 ...
-rw-rw-r-- 1 root root 178 Nov 19 19:50 mapred-site.xml <-설정할 대상
-rw-rw-r-- 1 root root 10 Nov 19 19:50 masters <-설정할 대상
-rw-rw-r-- 1 root root 10 Nov 19 19:50 slaves <-설정할 대상
...중략...
```

- 파일 설정

| 파일명 | conf 경로 | 파일 설명 |
|-----------------|------------------------|-------------------|
| core-site.xml | /usr/local/hadoop/conf | Hadoop core 관련 설정 |
| hdfs.site.xml | /usr/local/hadoop/conf | HDFS 관련 설정 파일 |
| mapred-site.xml | /usr/local/hadoop/conf | MapReduce 관련 설정 |
| masters | /usr/local/hadoop/conf | Master 서버 설정 |
| slaves | /usr/local/hadoop/conf | Slave 서버 설정 |
| hadoop-env.sh | /usr/local/hadoop/conf | hadoop 환경변수 |

- core-site.xml 설정

```
[root@server1 conf]# vi /usr/local/hadoop/conf/core-site.xml
<configuration>
  <property>
    <name>fs.default.name</name>
    <value>hdfs://NameNode:9000</value>
  </property>
  <property>
    <name>hadoop.tmp.dir</name>
    <value>/home/hadoop/hdfs/temp</value>
  </property>
</configuration>
```

- hdfs-site.xml 설정

```
[root@server1 conf]# vi /usr/local/hadoop/conf/hdfs-site.xml
<configuration>
  <property>
    <name>dfs.replication</name>
    <value>1</value>
  </property>
  <property>
    <name>dfs.name.dir</name>
    <value>/home/hadoop/hdfs/name</value>
  </property>
  <property>
    <name>dfs.data.dir</name>
    <value>/home/hadoop/hdfs/data</value>
  </property>
</configuration>
```

- mapred-site.xml 설정

```
[root@server1 conf]# vi /usr/local/hadoop/conf/hdfs-site.xml
<configuration>
  <property>
    <name>mapred.job.tracker</name>
    <value>NameNode:9001</value>
  </property>
  <property>
    <name>mapred.local.dir</name>
    <value>/home/hadoop/hdfs/mapred</value>
  </property>
  <property>
    <name>mapred.system.dir</name>
    <value>/home/hadoop/hdfs/mapred</value>
  </property>
</configuration>
```

- master 설정

```
[root@server1 conf]# vi /usr/local/hadoop/conf/master
SecondaryNode
```

- 22개의 slave node 설정

```
[root@server1 conf]# vi /usr/local/hadoop/conf/master
DataNode1
DataNode2
... 중략 ...
DataNode22
```

- `hadoop-env.sh` 설정

```
[root@server1 conf]# vi /usr/local/hadoop/conf/hadoop-env.sh
# Set Hadoop-specific environment variables here.
# The only required environment variable is JAVA_HOME. All others are
... 중략 ...
# The scheduling priority for daemon processes. See 'man nice'.
# export HADOOP_NICENESS=10
# 맨 마지막줄에 아래 한줄 추가
export HADOOP_HOME_WARN_SUPPRESS=1
```

- `hadoop` 설치 파일 타 서버로 배포

```

[root@server1 local]# cd /usr/local/
# 서버1에 세팅된 환경을 압축. (다른서버 배포목적)
[root@ns1 local]# tar cvfpz hadoop.tar.gz ./hadoop
./hadoop/ ./hadoop/hadoop-examples-1.1.1.jar
./hadoop/src/
./hadoop/src/core/
./hadoop/src/core/overview.html
./hadoop/src/core/org/
... 중략 ...
./hadoop/ivy/libraries.properties
./hadoop/ivy/hadoop-streaming-pom-template.xml
./hadoop/ivy/hadoop-client-pom-template.xml
./hadoop/ivy/hadoop-examples-pom-template.xml
# 서버1 -> 서버2로 복제
[root@server1 local]# scp -rp hadoop.tar.gz
SecondaryNode:/usr/local hadoop.tar.gz 100% 59MB 29.4MB/s 00:02
# 서버1 -> 서버3로 복제

[root@server1 local]# scp -rp hadoop.tar.gz DataNode1:/usr/local
hadoop.tar.gz 100% 59MB 14.7MB/s 00:04
... 중략 ...
[root@server1 local]# scp -rp hadoop.tar.gz DataNode24:/usr/local
hadoop.tar.gz 100% 59MB 14.7MB/s 00:04

```

- hadoop path 설정

```

[root@server1 install]# vi /etc/profile # /etc/profile # System wide
environment and startup programs, for login setup # Functions and aliases
go in /etc/bashrc

...중략...

unset I
unset pathmunge

# 하단부분에 아래와 같이 세팅
export JAVA_HOME=/usr/local/jdk

export HADOOP_HOME=/usr/local/Hadoop <- 추가
export PATH=$PATH:$JAVA_HOME/bin:$HADOOP_HOME/bin <- 추가

[root@server1 install]# source /etc/profile

```

- hadoop format(네임노드만)

```

[root@ns1 hdfs]# hadoop namenode -format 13/01/15 15:29:27 INFO
namenode.NameNode: STARTUP_MSG:
/*****
STARTUP_MSG: Starting NameNode
STARTUP_MSG: host = NameNode/27.102.206.203
STARTUP_MSG: args = [-format]
STARTUP_MSG: version = 1.1.1
STARTUP_MSG: build =
https://svn.apache.org/repos/asf/hadoop/common/branches/branch-1.1 -r
1411108; compiled by 'hortonfo' on Mon Nov 19 10:48:11 UTC 2012
*****/

Re-format filesystem in /home/hadoop/hdfs/name ? (Y or N) Y <- 입력
... 중략 ...
13/01/15 15:29:31 INFO namenode.NameNode: SHUTDOWN_MSG:
/*****
SHUTDOWN_MSG: Shutting down NameNode at ns1/27.102.206.203
*****/

[root@server1 hdfs]#

```

- hadoop 데몬 생성

```

[root@server1 bin]# start-all.sh
starting namenode, logging to /usr/local/hadoop/libexec/./logs
/hadoop-root-namenode-ns1.out
DataNode01: starting datanode, logging to /usr/local/hadoop/./logs
/hadoop-root-datanode-ns3.out
localhost: starting secondarynamenode, logging to /usr/local/hadoop
/libexec/./logs/hadoop-root-secondarynamenode-ns1.out
starting jobtracker, logging to /usr/local/hadoop/libexec/./logs
/hadoop-root-jobtracker-ns1.out DataNode01: starting tasktracker, logging
to /usr/local/hadoop/libexec/./logs/hadoop-root-tasktracker-ns3.out

```

- hadoop 데몬 확인

```
[root@server1 conf]# jps
30324 Jps
30053 NameNode <- 이게 떠있어야함
30212 JobTracker <- 이게 떠있어야함
```

- hadoop 웹으로 확인

The screenshot shows the Hadoop NameNode web interface for 'ns1:9000'. It displays the following information:

- Started:** Tue Jan 15 15:45:11 KST 2013
- Version:** 1.1.1, r1411108
- Compiled:** Mon Nov 19 10:48:11 UTC 2012 by hortonfo
- Upgrades:** There are no upgrades in progress.

There are links for [Browse the filesystem](#) and [NameNode Logs](#).

Cluster Summary

6 files and directories, 1 blocks = 7 total. Heap Size is 30.18 MB / 966.69 MB (3%)

| | |
|--|------------|
| Configured Capacity | : 18.28 GB |
| DFS Used | : 40 KB |
| Non DFS Used | : 5.51 GB |
| DFS Remaining | : 12.78 GB |
| DFS Used% | : 0 % |
| DFS Remaining% | : 69.88 % |
| Live Nodes | : 1 |
| Dead Nodes | : 0 |
| Decommissioning Nodes | : 0 |
| Number of Under-Replicated Blocks | : 1 |

NameNode Storage:

| Storage Directory | Type | State |
|------------------------|-----------------|--------|
| /home/hadoop/hdfs/name | IMAGE_AND_EDITS | Active |

③ Zookeeper 설치

- Zookeeper 환경설정

```
[root@server1 local]# cd /usr/local/zookeeper/conf
[root@server1 conf]# vi zoo.cfg
# The number of milliseconds of each tick
tickTime=2000
... 중략 ...
# the directory where the snapshot is stored.
# 아래 Data경로 수정 dataDir=/home/hadoop/zk_data
# the port at which the clients will connect clientPort=2181
#Zookeeper Servers
# 아래 줄 추가
server.1=210.192.145.19:2888:3888
server.2=210.192.145.20:2888:3888
...중략...
server.24=27.102.206.42:2888:3888
```

- Zookeeper 타 서버로 배포

```
[root@server1 local]# cd /usr/local/
[root@server1 local]# tar cvfpz zookeeper.tar.gz ./zookeeper
zookeeper/
zookeeper/README_packaging.txt
zookeeper/zookeeper-3.4.5.jar.sh1
zookeeper/zookeeper-3.4.5.jar.asc
zookeeper/src/
zookeeper/src/c/
zookeeper/src/c/config.h
... 중략 ...
# 서버1 -> 서버2로 복제
[root@server1 local]# scp -rp zookeeper.tar.gz SecondaryNode:/usr/local
zookeeper.tar.gz 100% 16MB 29.4MB/s 00:02
# 서버1 -> 서버3로 복제
[root@server1 local]# scp -rp zookeeper.tar.gz DataNode1:/usr/local
zookeeper.tar. gz 100% 16MB 14.7MB/s 00:04
... 중략 ...
# 서버1 -> 서버24로 복제
[root@server1 local]# scp -rp zookeeper.tar.gz DataNode22:/usr/local
zookeeper.tar. gz 100% 16MB 14.7MB/s 00:04
```

- hadoop path 설정

```
[root@server1 install]# vi /etc/profile
# /etc/profile
# System wide environment and startup programs, for login setup
# Functions and aliases go in /etc/bashrc
... 중략 ...
unset i unset pathmunge
# 하단부분에 아래와 같이 세팅
export JAVA_HOME=/usr/local/jdk
export HADOOP_HOME=/usr/local/Hadoop
export ZOOKEEPER_HOME=/usr/local/zookeeper ← 이부분 한줄 삽입
export PATH=$PATH:$JAVA_HOME/bin:$HADOOP_HOME/bin:
$ZOOKEEPER_HOME/bin ← 부분추가
[root@server1 install]# source /etc/profile
```

- zookeeper 설정

```
[root@server1 local]# mkdir /home/hadoop/zk_data
[root@server1 local]# more /usr/local/zookeeper/conf/zoo.cfg
# The number of milliseconds of each tick tickTime=2000
... 중략 ...
#Zookeeper Servers
server.1=210.192.145.19:2888:3888
server.2=210.192.145.20:2888:3888
...중략...
server.24=27.102.206.42:2888:3888
[root@server1 local]# cd /home/hadoop/zk_data
[root@server1 local]# vi myid
1 ← 이부분 넣기
나머지 서버도 마찬가지로 2~24까지 zookeeper id를 지정한다.
```

- zookeeper 실행 및 확인

```
[root@server1 zookeeper]# zkServer.sh start
JMX enabled by default Using config: /usr/local/zookeeper
/bin/./conf/zoo.cfg
Starting zookeeper ... STARTED
#서버 1번에 잘 떠있는지 확인
[root@server1 zookeeper]# jps
30871 Jps 30853 QuorumPeerMain <- 이 데몬이 보여야함
30053 NameNode 30212 JobTracker
[root@server1 zookeeper]#
```

- Zookeeper 접속 및 Simple 테스트

```
[root@server1 bin]# zkCli.sh
Connecting to localhost:2181
2013-01-16 11:30:57,471 [myid:] - INFO [main:Environment@100] -
Client environment:zookeeper.version=3.4.5-
1392090, built on 09/30/2012 17:52 GMT
2013-01-16 11:30:57,501 [myid:] -
... 중략 ...
Welcome to ZooKeeper!
... 중략 ...
WATCHER:: WatchedEvent state:SyncConnected type:None path:null
[zk: localhost:2181(CONNECTED) 0]
[zk: localhost:2181(CONNECTED) 0] ls <- 테스트 command
ZooKeeper -server host:port cmd args
connect host:port
get path [watch]
ls path [watch]
set path data [version]
rmr path
delquota [-n|-b] path
quit
... 중략 ...
addauth scheme auth
delete path [version]
setquota -n|-b val path
[zk: localhost:2181(CONNECTED) 1] get /zookeeper <- 테스트 command
cZxid = 0x0
ctime = Thu Jan 01 09:00:00 KST 1970
mZxid = 0x0
mtime = Thu Jan 01 09:00:00 KST 1970
pZxid = 0x0
cversion = -1
dataVersion = 0
aclVersion = 0
ephemeralOwner = 0x0
dataLength = 0
numChildren = 1
```

④ HBase 설치

Zookeeper 설치 완료 후 설치해야한다.

- HBase 환경 설정

```
[root@ns1 local]# vi /usr/local/hbase/conf/hbase-site.xml
... 중략 ...
<configuration>
  <property>
    <name>hbase.rootdir</name>
    <value>hdfs://210.192.145.19:9000/hbase</value>
  </property>
  <property>
    <name>hbase.master</name>
    <value>210.119.145.19:60000</value>
  </property>
  <property>
    <name>hbase.zookeeper.quorum</name>
    <value>210.119.145.19,
          210.119.145.20,
          ... 중략 ...
          210.119.145.42</value>
  </property>
  <property>
    <name>hbase.zookeeper.property.dataDir</name>
    <value>/home/hadoop/zk_data</value>
  </property>
  <property>
    <name>hbase.cluster.distributed</name>
    <value>true</value>
  </property>
  <property>
    <name>dfs.support.append</name>
    <value>true</value>
  </property>
  <property>
    <name>dfs.datanode.max.xcievers</name>
    <value>4096</value>
  </property>
</configuration>
```

- HBase_env.sh 설정(마스터서버만 설정)

```

root@server1 local]# vi /usr/local/hbase/conf/hbase-env.sh
... 중략 ...
# export HBASE_MANAGES_ZK=true
export JAVA_HOME=/usr/local/jdk <- 이줄 추가
export HBASE_CLASSPATH=/usr/local/hadoop/conf <- 이줄 추가
export HBASE_MANAGES_ZK=true <- 이줄 추가
# 서버1 -> 서버2로 복제
[root@server1 local]# scp -rp hbase.tar.gz SecondaryNode:/usr/local
zookeeper.tar.gz 100% 16MB 29.4MB/s 00:02
# 서버1 -> 서버3로 복제
[root@server1 local]# scp -rp hbase.tar.gz DataNode01:/usr/local
zookeeper.tar. gz 100% 16MB 14.7MB/s 00:04
...중략...
# 서버1 -> 서버24로 복제
[root@server1 local]# scp -rp hbase.tar.gz DataNode22:/usr/local
zookeeper.tar. gz 100% 16MB 14.7MB/s 00:04

```

- regionserver 환경설정

```

#주의사항 : Datanode 정보만 입력한다.
[root@server1 local]# vi /usr/local/hbase/conf/regionserver
210.119.145.21
...중략...
210.119.145.42

```

- HBase 설치파일 배포

```

[root@server1 local]# cd /usr/local/
[root@server1 local]# tar cvfpz hbase.tar.gz ./hbase hbase/ ./hbase/src/
./hbase/src/assembly/ ./hbase/src/assembly/all.xml
... 중략 ...
# 서버1 -> 서버2로 복제
[root@server1 local]# scp -rp hbase.tar.gz
root@SecondaryNode:/usr/local/ hbase.tar.gz
100% 47MB 23.3MB/s 00:02
# 서버1 -> 서버3로 복제
[root@server1 local]# scp -rp hbase.tar.gz root@DataNode1:/usr/local/
hbase.tar.gz 100% 47MB 23.3MB/s 00:02
... 중략 ...
# 서버1 -> 서버24로 복제
[root@server1 local]# scp -rp hbase.tar.gz root@DataNode22:
/usr/local/ hbase.tar.gz 100% 47MB 23.3MB/s 00:02
[root@server1 local]#

```

- HBase 실행 및 확인

```

root@server1 local]# cd /usr/local/hbase/bin
[root@server1 bin]# ./start-hbase.sh
The authenticity of host '27.102.206.203 (27.102.206.203)' can't be
established.
RSA key fingerprint is c1:4b:6d:9a:b9:da:91:e5:57:71:6e:27:db:a6:01:71.
27.102.206.39:      starting      zookeeper,      logging      to
/usr/local/hbase/bin/./logs/hbase-root-zookeeper-ns3.out
27.102.207.171:   starting      zookeeper,      logging      to
/usr/local/hbase/bin/./logs/hbase-root-zookeeper-ns2.out
27.102.206.203: Host key verification failed.
starting          master,          logging      to
/usr/local/hbase/bin/./logs/hbase-root-master-ns1.out
27.102.206.39:   starting      regionserver,   logging      to
/usr/local/hbase/bin/./logs/hbase-root-regionserver-ns3.out
[root@server1 bin]# jps
31694 Jps
31149 QuorumPeerMain
31565 HMaster <- 해당데몬이 보여야함
30053 NameNode
30212 JobTracker

```

- HBase 접속 및 Simple 테스트

```

[root@server1 local]# cd /usr/local/hbase/bin
[root@server1 bin]# ./hbase shell
HBase Shell; enter 'help<RETURN>' for list of supported commands.
Type "exit<RETURN>" to leave the HBase Shell
Version 0.94.4, r1428173, Thu Jan 3 06:29:56 UTC 2013

hbase(main):001:0> <- 이런 화면이 보이면 정상
hbase(main):002:0> status 'simple'
22 live servers
    server3:60020 1358339850385
    ...중략...
    server22:60020 1358339850385
    requestsPerSecond=0, numberOfOnlineRegions=23,
    usedHeapMB=27, maxHeapMB=983
0 dead servers
Aggregate load: 0, regions: 2

```

⑤ RHive 설치

- R & Rserve 설치

```
[root@server1]# yum install R
[root@server1]# yum install R - devel
open R
install.packages("Rserve")
```

- RHive 설치

```
install.packages("./RHive_0.0-4.tar.gz",repos=NULL)
```

- RHive 환경설정

```
export HADOOP_HOME=/service/hadoop--0.20.203.0
export HIVE_HOME=/service/hive--0.7.1
```

- RHive 예제 실행

```
Open R
Sys.setenv(HIVE_HOME="/service/hive--0.7.1")
Sys.setenv(HADOOP_HOME="/service/hadoop--0.20.203.0")
library(RHive)
rhive.query("SELECT COUNT(*) FROM usarrests")
X_c0
1 50
```

⑥ Mahout

- Mahout 환경변수 설정

```
export MAVEN_HOME="/usr/share/maven"
export MAHOUT_HOME="/usr/local/mahout-distribution-0.7"
export MAHOUT_JAVA_HOME="/usr/lib/jvm/java-8-oracle"
export PATH="$MAVEN_HOME/bin:$PATH"
export PATH="$MAHOUT_HOME/bin:$PATH"
export PATH="$MAHOUT_JAVA_HOME/bin:$PATH"
```

- 실행

```
[root@server1]# Mahout
```

⑦ Spark

- Saprk 환경 설정

```
[root@ns1 local]# vi /usr/local/spark/conf/spark-env.sh
... 중략 ...
export SPARK_LAUNCH_WITH_SCALA=0
export SPARK_LIBRARY_PATH=${SPARK_HOME}/lib
export SCALA_LIBRARY_PATH=${SPARK_HOME}/lib
export SPARK_MASTER_WEBUI_PORT=18080
export SPARK_MASTER_PORT=7077
export SPARK_WORKER_PORT=7078
export SPARK_WORKER_WEBUI_PORT=18081
export SPARK_WORKER_DIR=/var/run/spark/work
export SPARK_LOG_DIR=/var/log/spark
export SPARK_HISTORY_SERVER_LOG_DIR='/user/spark/applicationHistory'
export SPARK_HISTORY_OPTS="${SPARK_HISTORY_OPTS}"
... 중략 ...
```

- worker 환경설정

```
[root@server1 local]# vi /usr/local/spark/conf/slaves
210.119.145.20
...중략...
210.119.145.42
```

- Spark 쉘 실행

```
[root@server1]# spark-shell
Spark assembly has been built with Hive, including Datanucleus jars on
classpath
Java HotSpot(TM) Client VM warning: ignoring option
MaxPermSize=128m; support was removed in 8.0
... 중략 ...
Welcome to

  ____
 /  _ \   _ \   ___/   _ \
 \  \ / \  \ / \  / \  ' /
  \___/   \___/  /___\  \___/   version 1.0.0
   / \

Using Scala version 2.10.4 (Java HotSpot(TM) Client VM, Java
1.8.0_05)
Type in expressions to have them evaluated.
Type :help for more information.
... 중략 ...
Spark context available as sc.
scala>
```

3. 농산물 출하시기 모델개발의 상황변동과 개발범위 확대

[출하시기 결정모델 개발 상황변동 요약]

| 1차년도 실적보고서 작성상황 | 2차년도 실적보고서 작성상황 | 3차년도 실적보고서 작성상황 |
|--|---|---|
| <p>1. 모델개발을 위한 데이터 pool: 2009년에서 2012년까지의 일자별 가격과 판매량데이터(big data)</p> <p>2. 연도별 도매가격변동 패턴: 월별 도매가격수준의 변동패턴이 유사</p> <p>3. 연구대상: 가장 많은 판매량의 '후지 15kg' 특등급만을 대상 (특등급, 상등급, 중등급, 하등급 가격연계성이 약함)</p> | <p>1. 모델개발을 위한 데이터 pool: 2012년 3월 15일 이후 데이터 위주 (이유: 한미FTA이후 급격한 가격변동)</p> <p>2. 연도별 도매가격변동 패턴: 2012년 3월 이후의 도매가격 변동패턴이 2009-2012년 3월과 급격히 상이</p> <p>3. 연구대상: '후지 15kg' 특등급, 상등급, 중등급, 하등급을 위한 네 가지 모델(등급별 가격 연계성 발견)</p> | <p>1. 모델개발을 위한 데이터 pool: 2009년에서 2014년까지의 일자별 가격과 판매량데이터</p> <p>2. 연도별 도매가격변동 패턴: big data확보에 의한 등급별 도매가격 변동패턴이 안정화</p> <p>3. 연구대상: '후지 15kg' 특등급, 상등급, 중등급, 하등급을 위한 일별 모델과 특등급 일주일 예측모델(등급별 가격 연계성 발견)</p> |
| 모델의 성격 | 모델의 성격 | 모델의 성격 |
| 후지 15kg 특등급 전용 | 후지 15kg, 네 등급별 모델 구축 | 후지 15kg, 네 등급별 모델 구축 |

그림 3-62. 2012년 3월 FTA로 인한 모델링의 변화

1차년도에는 모델개발을 위해 이용가능한 data의 범위를 확인하는 단계와 데이터 pool을 구축하는 시기로 이루어진다. 1차년도 modeling을 위한 문헌고찰: 주로 기존 문헌에 나타나 있는 작물가격에 영향을 미치는 변수를 찾아낸다. 사과 도매가격에 직접적인 영향을 미치는 변수를 제시한 논문이 소수였으며(서상택 외 2009), 기존 다른 산업에서 사용하는 가격예측 변수를 적극적으로 탐색한다.

농산물 가격변화를 추적한 논문 중에 가장 서양에서 많이 축적된 작물영역이 포도를 이용한 와인가격임을 확인하고, 이 와인가격 연구에서 응용할 수 있는 사과가격 영향변수를 찾고자 한다. 1차년도 modeling결과, 일별 사과가격에 영향을 미치는 변수를 확인하였지만 이 변수를 통해 일별 사과가격의 변화 설명력은 45%-63% 정도 였다. mixture regression modeling: 식 1개를 통해 설명할 수 있는 사과도매가격변화가 한정적이어서 99%까지 설명력을 증대시킬 수 있는 방법론을 채택하였다.

하지만 과제 2차년도인 2011년 8월부터 2012년 8월 사이인 2012년 3월 15일에 한국과 미국의 자유무역협정(FTA)가 발효되면서, 1차년도(2011년 8월-2012년 2월)의 데이터를 근거

로 한 모델의 유용성에 심각한 문제가 발생하였다. 아래 그림 3-64에서 보듯이 발주처의 요구로 big data를 사용한 2009년부터 2012년 3월 사이의 일자별 가격과 판매량 데이터는 연도별 시즌별로 유사한 행태를 보인다. 하지만, 2012년 3월부터 8월까지 사과가격이 이상 급등하였다. 즉, 2012년 3월 15일 이후의 가격변동은 2009년 10월부터 2012년 3월까지 보여준 가격변동패턴과 완전히 다른 모습을 보여 준다.

2012년 3월 15일 이전과 이후의 가격반응함수(price response function)이 다르다는 연구는 Kwak, Y., Song, S., and Kwak, Y. (2013), A-Priori and Post-Hoc Segmentation Approach for Calibrating Dynamic Pricing Response Function for Shipment Timing Decision-Making Support System for Stored Apple, Electronic Commerce Research Journal에 투고되어 심사받고 있다.

이에 따라 1차년도에 완성된 모델링 및 계수를 버리고, 2011년 10월부터 2012년 8월 사이의 새로운 모델링과 계수를 후지 15kg 특등급(가장 판매량이 많은 등급)만을 대상으로 완성되었다. 더구나, 2012년 3월 15일 이후에는 사과 등급 간 도매가격이 급격히 상관관계가 높아지게 되었고, 이는 특등급 후지 도매가격의 지속적인 상승으로 하위등급의 사과가 대체재 또는 보완재로 활용되고 있을 가능성을 보여준다.

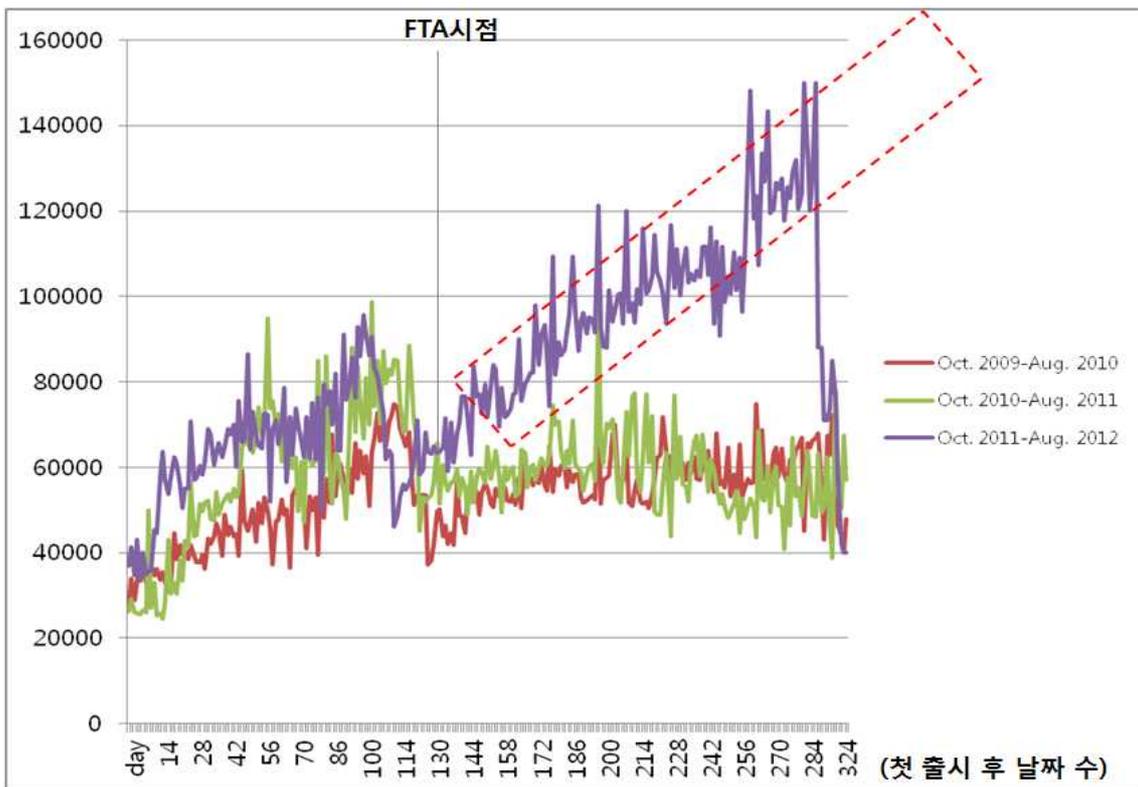


그림 3-63. 2012년 3월 FTA로 인한 모델링의 변화

사과등급 간에 가격이 상관관계를 가지고 서로 영향을 주고 있다는 연구결과는 Kwak, Y., Nam, Y., Kwak, Y., and Lee, Y. (2013), Pricing Line Pricing Effect Modeling for Shipment Timing Support System for Stored Apple, International Journal of Smart Home, 7(6), 171-180.에 발표되었다.

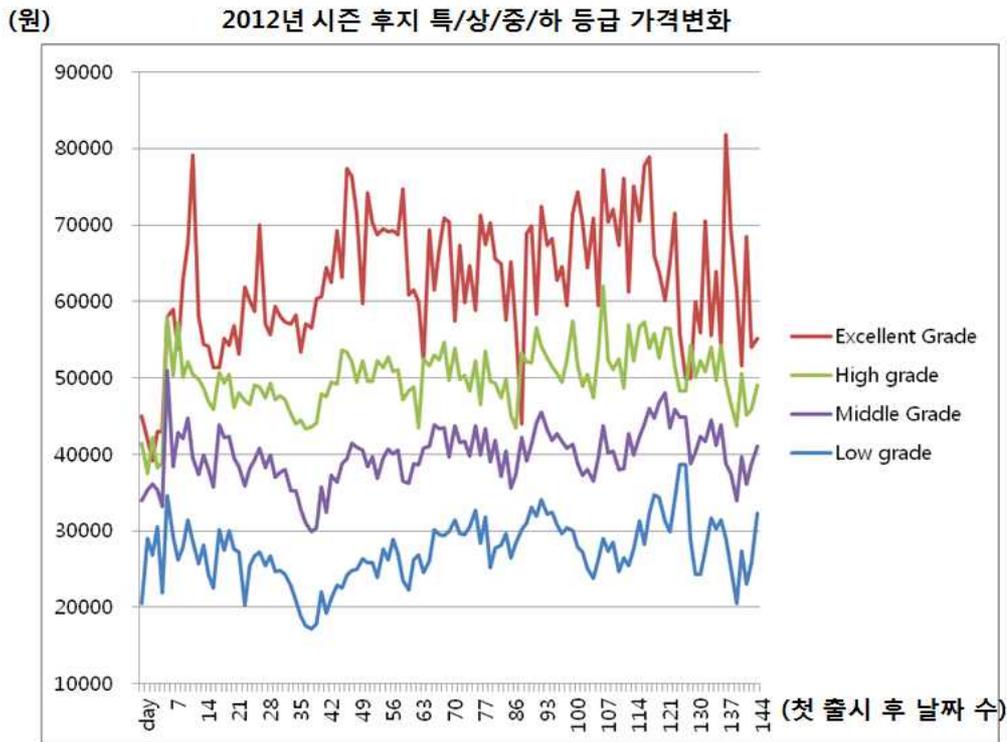


그림 3-64. 2012년 3월 FTA로 이후 등급별로 비슷한 가격변동패턴 발견

특등급 후지 도매가격의 지속적인 상승으로 하위등급의 사과가 대체재 또는 보완재로 활용되고 있음을 반영하여 가락동 농수산물 시장에서 거래 중인 상등급, 중등급, 하등급의 사과도매가격을 예측하는 모델링에 대체재 또는 보완재로서의 경쟁제품 가격효과를 모델링 하였다. 분석결과에 따르면 1년간 수확량이 일별 사과도매가격에 미치는 영향이 매우 미미한 것으로 나타남. 따라서 STSS에는 포함하지 않는 것으로 의사결정을 내렸다. data pool의 개선 및 확대에 따라 1차년도에 완성된 모델링 및 계수를 버리고, 2009년 10월부터 2014년 7월까지의 데이터를 이용한 모델링을 실시하였다.

2012년 10월부터 2014년 7월까지 도매가격이 2009년부터 한미 FTA이전의 패턴을 회복함에 따라 data pool을 2009년 10월부터 2014년 8월까지 약 5년치를 확보하였고, 1차년도에 확립된 변수이외에 발주처의 중간점검에서 제기한 거시변수으로써 1년 수확량이 가격에 미치는 영향을 점검하고 이를 논문으로 발표함. Kwak, Y., Nam., Y., and Kwak., Y. (2014), Production Volume Effect on Daily Wholesale Price of Stored Apple for Shipment

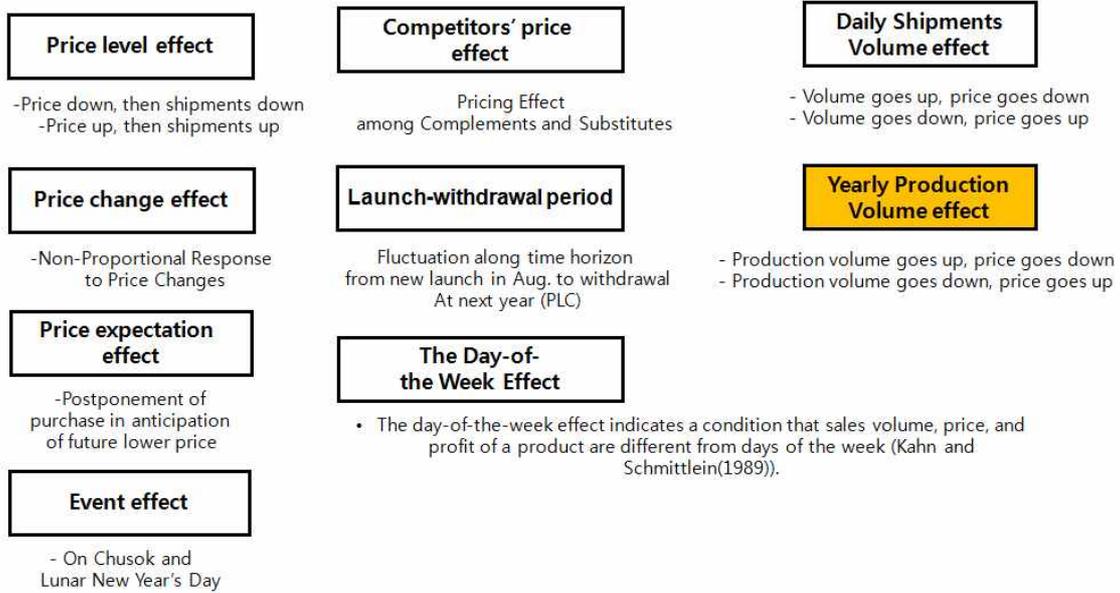


그림 3-65. 3차년도에 완성된 STSS에 점검된 미시 및 거시변수

가. 익일별 사과도매가격예측모델 과정(특등급)

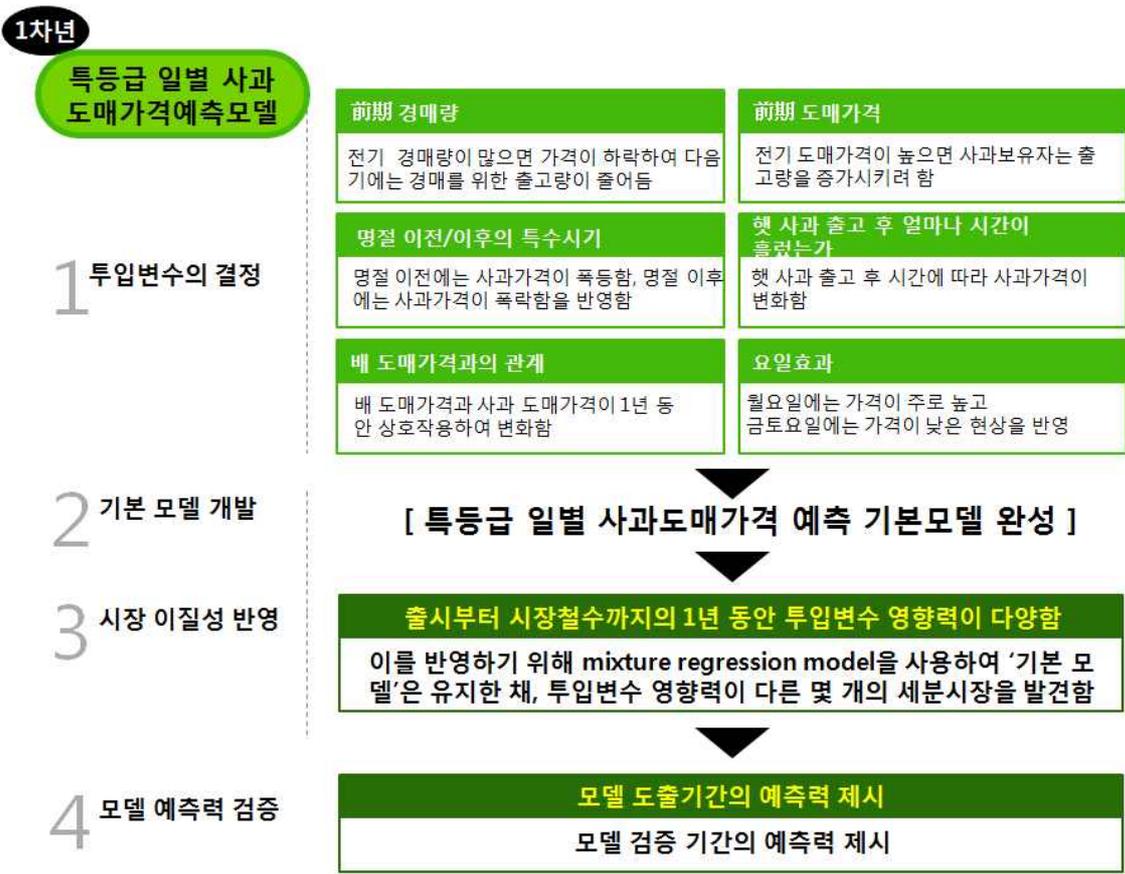


그림 3-66. 특등급 일별 사과도매가격 예측모델 개발과정

특등급 사과를 대상으로 한 1차년도와 2차년도의 출하시기결정모델은 4단계 과정을 거치며 1단계에서 모델링에 들어갈 변수의 pool를 만들기 위해 농산물 중 과일 및 과일 부산물 가격에 영향을 주는 변수에 대한 논문고찰을 실시하였다. 1차년도에는 기존 농수산물 중 가격관련 논문은 포도를 이용한 와인 논문이 가장 많기 때문에 이들 논문을 통해, 사과에 적용할 質적 量적 변수를 추출하였다. 1차년도 1단계에서는 사과, 배, 포도의 생산자 및 유통업자, 농업실용화재단 관계자를 만나 면접을 통해 사과 도매가격에 영향을 미치는 변수를 찾아 내었고, 2단계에서는 1단계의 문헌고찰 및 면접법에 의해 추출된 변수로 기본 모델링을 실시하였다. 이 기본 모델링 중 요일효과(day-of-the week effect)에 대한 연구결과는 Kwak., Y. and Nam., Y. (2012), The day-of-the week effects for cloud-based Shipment Timing Support System for stored apple, NPC2012, LNCS.에 발표되었다. 3단계에서는 데이터 안에 숨겨진 이질적인 가격반응의 세분시장을 찾기 위한 mixture modeling이 별도로 시행되었다. 이 mixture modeling이 사용된 이유는 회귀식 1개만을 갖고 data의 사과가격을 예측했을 때 설명력이 낮았기 때문이다. 4단계에서는 이 연구에서 도출한 모델링과 계수값에 의해 예측된 일별/일주일별 도매가격이 얼마나 실제 도매가격과 일치하는 지를 검증기간 데이터를 이용하여 검증하였다.

(1) 일별 출하시기 의사결정 시스템 기본모델

기본 모델은 종속변수를 이번 기의 사과도매가격으로 하고, 독립변수를 지난 기간의 사과도매가격을 포함한 7개 변수로 하였다. 첫 번째 투입변수로는 지난 기의 사과도매가격. 사과생산자나 저장창고에 사과를 보관하고 있는 사람들은 지난 기의 사과가격이 높으면 출고를 시키고자 하는 유인을 느끼게 된다. 따라서 이를 반영하는 변수를 사용하였다. 두 번째 투입변수는 지난 기의 사과 경매량이다. 이 수량이 낮을 경우 사과를 출고시켜 높은 가격으로 판매하려 할 것이다. 세, 네 번째 투입변수는 명절 근처인가 여부에 대한 명목척도이다. 통상적으로 명절 이전에는 가격이 높고, 이후에는 가격이 낮다. 다섯 번째 투입변수는 햇 사과가 출시된 후 경과 일수이다. 햇사과가 출시되다가 다음 해 햇사과가 출시될 때까지 2차 함수꼴의 도매가격변화를 보인다. 여섯 번째 투입변수는 사과 가격과 배 가격의 차이이다. 경쟁을 하는 대체제품으로 투입된다. 일곱 번째 투입변수는 요일이다 요일에 따라 사과도매가격에 유의한 차이가 발생하고 있다.

1차년
2 사과 출하시기 의사결정
시스템 기본모델 계수

특등급 일별 사과
도매가격예측모델

모델도출
2009.10.14-2012.2.25

| Predictors | coefficients | Wald value | p-value |
|------------|--------------|------------|----------|
| Intercept | 20063.47 | 82.0 | 1.40E-19 |
| Qt_1 | -15.15 | 10.0 | 1.50E-03 |
| pt-1 | 0.63 | 385.8 | 6.70E-86 |
| before | 3194.42 | 16.7 | 4.50E-05 |
| after | -2920.90 | 19.9 | 8.40E-06 |
| day | 100.85 | 27.8 | 1.40E-07 |
| dday | -0.40 | 34.6 | 4.00E-09 |
| AP_PeP_1 | -0.04 | 5.6 | 0.018 |
| Monday | 3898.83 | 54.4 | 1.70E-10 |
| Tuesday | -1207.58 | | |
| wensday | 716.95 | | |
| Thursday | 912.67 | | |
| Friday | -458.12 | | |
| Saturday | -3862.75 | | |

- ← 어제 사과 경매량이 많을수록
오늘 사과가격이 낮음
- ← 어제 사과가격이 높을 수록
오늘 사과가격이 높음
- ← 명절 전후 사과 가격이 급변
- ← 어제 사과와 배 가격이 클수록
오늘 사과가격이 낮음
- ← 요일효과 있음
(월요일 고가, 토요일 저가)

그림 3-67. 특등급 사과도매가격예측모델, 2012년 3월 15일 이전

2차년
2 사과 출하시기 의사결정
시스템 기본모델 계수

특등급 일별 사과
도매가격예측모델

모델도출
2012.3.15-2013.2.28

| Predictors | coefficients | Wald value | p-value |
|------------|--------------|------------|---------|
| Intercept | -1535.71 | 0.08 | 0.78 |
| Qt_1 | -31.49 | 6.80 | 0.0092 |
| pt-1 | 0.94 | 252.78 | 6.4E-57 |
| before | 3647.94 | 3.16 | 0.075 |
| after | -787.36 | 0.27 | 0.6 |
| day | 97.01 | 10.43 | 0.0012 |
| dday | -0.19 | 5.04 | 0.025 |
| AP_PeP_1 | -0.24 | 13.34 | 1.5E-10 |
| Monday | 6066.90 | 40.52 | 1.2E-07 |
| Tuesday | -5027.73 | | |
| wensday | 3346.70 | | |
| Thursday | -1883.28 | | |
| Friday | 2508.05 | | |
| Saturday | -5010.64 | | |

- ← 어제 사과 경매량이 많을수록
오늘 사과가격이 낮음
- ← 어제 사과가격이 높을 수록
오늘 사과가격이 높음
- ← 명절 전후 사과 가격이 급변
- ← 어제 사과와 배 가격이 클수록
오늘 사과가격이 낮음
- ← 요일효과 있음
(월요일 고가, 토요일 저가)

그림 3-68. 특등급 사과도매가격예측모델(2012년 3월 15일 이후)

| Predictors | coefficients | Wald value | p-value |
|------------|--------------|------------|----------|
| Intercept | 31697.8465 | 64.6279 | 9.00E-16 |
| Qt_1 | -22.0706 | 6.9246 | 8.50E-03 |
| pt-1 | 0.6297 | 142.2037 | 8.80E-33 |
| before | 3716.1567 | 7.3407 | 6.80E-03 |
| after | -5073.7627 | 14.8841 | 1.10E-04 |
| day | 17.1261 | 0.5649 | 4.50E-01 |
| dday | 0.0185 | 0.0711 | 7.90E-01 |
| Sangt-1 | -0.1891 | 4.9057 | 2.70E-02 |
| Monday | 3855.1874 | 31.7344 | 6.70E-06 |
| Tuesday | -182.6987 | | |
| wendsday | 1895.7442 | | |
| Thursday | -1707.9254 | | |
| Friday | 1330.0298 | | |
| Saturday | -5190.3373 | | |

- 어제 사과 경매량이 많을수록 오늘 사과가격이 낮음
- 어제 사과가격이 높을 수록 오늘 사과가격이 높음
- 명절 전후 사과 가격이 급변
- 어제 사과와 배 가격이 클수록 오늘 사과가격이 낮음
- 요일효과 있음 (월요일 고가, 토요일 저가)

그림 3-69. 2009-2014년 데이터를 이용한 특등급 사과도매가격예측모델

7개의 동일한 변수를 2012년 3월 15일 이전의 데이터에 적용시킨 결과, 결과적으로 이론적 배경과 유사한 변수 계수의 유의성과 방향성이 도출되었다. 마찬가지로 2012년 3월 15일 이후의 데이터에 적용시킨 결과, 모든 계수가 유의하게 도출되고 계수 방향성도 일치하였다. 하지만, 각 변수별로 특등급 도매가격에 미치는 영향정도에 차이가 발생하였다. 7개의 동일한 변수를 2009-2014년 6월말까지의 데이터에 적용시킨 결과, 모든 계수가 유의하게 도출되고 계수 방향성도 지난 2년간의 분석결과와 일치하였고, 데이터 변화에 의한 회귀계수의 변화가 목격되었다. STSS는 일주일에 한 번꼴로 계수조정이 필요한 것으로 판단된다.

(2) 기본모델의 이질성을 반영하기 위해 mixture modeling 적용 (특등급)

햇 사과가 출시된 9월 등의 가을과 구정이 지난 2월, 봄인 5월 등 다양한 시기별로 독립 변수로 사용된 변수가 도매가격에 미치는 영향력의 정도가 다를 것으로 예상되었으며, 이를 3단계에서 모델링하였다.



그림 3-70. 연구를 진행할 이질적 세분시장 수 결정과정(2012년 3월 15일 이전)

mixture modeling을 실시한 결과를 보면, 이 연구에서 사용한 데이터는 2개의 세분시장이 통계적으로 유의하게 존재하는 것으로 나타났지만, 이 시스템의 목적은 도매가격을 예측하는 것이므로, 설명력을 증대할 수 있는 최대까지 증가시켜 보았다. 10개의 이질적인 세분시장이 관찰치 안에 숨어있다고 가정했을 때, 설명력이 99.2%에 달했으므로, 이 세분시장 수에서 연구를 멈추고, 이 범위 안에서 추가연구를 진행했다. 2차년도인 2012년 3월 15일 이후에도 시장의 이질성을 확보하기 위해 mixture modeling을 적용시켜 10개의 세분시장까지의 설명력의 증가를 살펴보았으며, 이 데이터도 2개의 세분시장이 가장 통계적으로 유의한 세분시장 수임을 BIC값을 통해 확보하였다. 하지만, 이 연구의 목적은 설명력을 극대화하는 것이므로 관찰치의 분산을 99.8% 설명하는 10개의 세분시장을 이용하여 시장의 이질성을 반영하고자 한다.

2차년 사과 출하시기 의사결정 시스템 기본모델의 이질성 반영

특등급 일별 사과 도매가격예측모델

모델도출 2012.3.15-2013.2.28

| 세분시장 수 | 최우도값 | BIC(LL) | Npar | 설명력: 결정계수(R ²) |
|--------|---------|---------|------|----------------------------|
| 1 | -1235.5 | 2533.5 | 13 | 50.2% |
| 2 | -1197.0 | 2523.8 | 27 | 89.0% |
| 3 | -1176.3 | 2549.6 | 41 | 97.0% |
| 4 | -1149.7 | 2563.6 | 55 | 98.8% |
| 5 | -1137.1 | 2605.7 | 69 | 99.5% |
| 6 | -1124.4 | 2647.5 | 83 | 99.6% |
| 7 | -1120.0 | 2706.1 | 97 | 99.8% |
| 8 | -1113.4 | 2760.1 | 111 | 99.8% |
| 9 | -1115.0 | 2830.5 | 125 | 99.8% |
| 10 | -1119.5 | 2906.7 | 139 | 99.8% |

관찰치가 갖고 있는 최적의 세분시장 수

이 연구에서 사용된 세분시장 수

Mixture modeling 결과, 관찰치의 99.8%를 설명하는 세분시장 10개로 예측모델의 이질성을 반영함

그림 3-71. 연구를 진행할 이질적 세분시장 수 결정과정(2012년 3월 15일 이후)

3차년 사과 출하시기 의사결정 시스템 기본모델의 이질성 반영

특등급 일별 사과 도매가격예측모델

모델도출 2009.10.14-2014.7.31

| 세분시장 수 | 최우도값 | BIC(LL) | 설명력: 결정계수(R ²) |
|--------|----------|----------|----------------------------|
| 1 | -5837.87 | 11763.88 | 45.9% |
| 2 | -5730.2 | 11642.95 | 70.5% |
| 3 | -5678.65 | 11634.28 | 85.9% |
| 4 | -5643.2 | 11657.83 | 91.0% |
| 5 | -5619.23 | 11704.3 | 92.9% |
| 6 | -5594.33 | 11748.94 | 97.1% |
| 7 | -5569.44 | 11793.59 | 97.6% |
| 8 | -5547.26 | 11843.66 | 98.4% |
| 9 | -5505.74 | 11855.04 | 99.5% |
| 10 | -5498.29 | 11934.57 | 99.6% |

이 연구에서 사용된 세분시장 수

Mixture modeling 결과, 관찰치의 99.6%를 설명하는 세분시장 10개로 예측모델의 이질성을 반영함

이 Mixture modeling은 '실시간 유통기한(품질)예측의 기본 모델형태로도 사용될 예정임

그림 3-72 . 연구를 진행할 최종 이질적 세분시장 수 결정과정

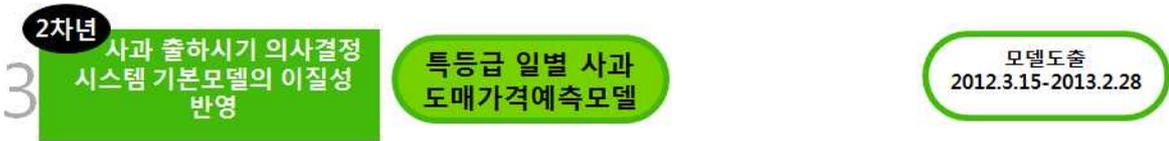
1차년도에 실시한 10개 세분시장의 이질적인 반응과 2차년도 및 3차년도에 실시한 10개 세분시장의 이질적인 반응정도가 아래와 같이 반응정도와 세분시장크기에서 차이가 났고, 이렇게 전체 데이터를 세분시장별로 이질성을 반영해야 한다는 논문은 Kwak, Y. and Kwak, Y. (2013), The Development of Stored Apple's Price Forecasting Model at

Segment Level for Shipment Timing Support System, International Journal,에 투고하여 심사 중임.

| input variables | seg1 | seg2 | seg3 | seg4 | seg5 | seg6 | seg7 | seg8 | seg9 | seg10 |
|-----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|----------|
| intercept | -9174.38 | 22445.75 | 31115.12 | 16991.49 | 18382.65 | -6265.52 | 23722.19 | 26564.30 | -10858.70 | 22314.88 |
| qt_1 | 14.47 | -0.85 | -47.13 | -38.93 | -36.28 | 50.77 | -5.13 | -101.89 | 29.03 | 0.77 |
| pt-1 | 1.04 | 0.63 | 0.45 | 0.88 | 0.77 | 0.85 | 0.25 | 0.54 | 0.89 | 1.16 |
| before | -3188.45 | 6283.91 | 221.11 | -163.08 | 2759.15 | -440.60 | -974.27 | 2310.16 | -573.41 | -3750.11 |
| after | -821.08 | -1353.96 | -2379.71 | -3015.01 | 201.35 | -3564.34 | -3562.50 | -5167.94 | 231.48 | -780.37 |
| day | 76.54 | 61.40 | 36.38 | 30.11 | 47.67 | 0.80 | 119.25 | 482.12 | 126.14 | -158.16 |
| dday | -0.31 | -0.26 | -0.16 | -0.39 | -0.19 | 0.31 | -0.28 | -1.85 | -0.07 | -0.31 |
| AP_PeP_1 | 0.05 | -0.04 | 0.08 | -0.28 | 0.07 | -0.10 | 0.08 | -0.19 | -0.10 | -0.55 |
| Monday | 6969.79 | 4667.51 | 1703.22 | 5217.08 | -4347.44 | 13407.08 | -1361.81 | 930.13 | 2378.20 | 6895.77 |
| Tuesday | -3744.85 | -4700.34 | 3192.26 | 4072.10 | 854.69 | -5373.39 | -2323.33 | 1675.22 | -2595.60 | -274.17 |
| Wednesday | -531.87 | -221.47 | 2965.15 | 1813.95 | 655.52 | -2958.53 | 8116.47 | -5781.62 | 10556.78 | 10411.32 |
| Thursday | -3326.37 | -303.66 | 3328.25 | -2002.84 | 7537.96 | 1717.36 | -300.55 | 9672.63 | -5872.56 | -1801.98 |
| Friday | -687.14 | 1577.93 | -4114.68 | -4637.12 | -1555.69 | -227.41 | -1386.94 | 173.75 | -1890.06 | -7158.11 |
| Saturday | 1320.43 | -1019.96 | -7074.20 | -4463.17 | -3145.03 | -6565.13 | -2743.84 | -6670.12 | -2576.75 | -8072.83 |
| Class Size | 15.9% | 15.0% | 12.3% | 11.8% | 10.4% | 9.4% | 8.7% | 7.7% | 5.1% | 3.8% |

7개 투입변수의 영향이 다른 10개의 사과도매가격예측모델이 도출됨

그림 3-73. 10개 세분시장별 투입변수의 계수 정리(2012년 3월 15일 이전)



| input variables | seg1 | seg2 | seg3 | seg4 | seg5 | seg6 | seg7 | seg8 | seg9 | seg10 |
|-----------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|
| intercept | 40567.26 | 63006.78 | -2203.18 | 26340.75 | 36015.78 | 42734.97 | 28614.81 | 28614.81 | 28614.81 | 28614.81 |
| qt_1 | 19.19 | -30.31 | 49.01 | 2.15 | -75.87 | 6.89 | 2.91 | 2.91 | 2.91 | 2.91 |
| pt-1 | 0.32 | -0.12 | 0.90 | 0.50 | 0.42 | 0.39 | 0.24 | 0.24 | 0.24 | 0.24 |
| before | 1273.49 | -6902.87 | -9.27 | 996.54 | -431.58 | -3577.58 | -5205.69 | -5205.69 | -5205.69 | -5205.69 |
| after | 2416.53 | 2267.01 | -511.08 | -3322.17 | -1966.62 | 2988.64 | 207.15 | 207.15 | 207.15 | 207.15 |
| day | 90.72 | 78.95 | -28.75 | 95.21 | 198.07 | -31.27 | 394.66 | 394.66 | 394.66 | 394.66 |
| dday | -0.79 | 0.63 | -0.13 | -0.21 | 0.07 | 0.24 | -2.15 | -2.15 | -2.15 | -2.15 |
| AP_PeP_1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Monday | 5558.39 | 1060.97 | -2394.13 | 4863.24 | -1124.97 | 7267.99 | 4480.78 | 4480.78 | 4480.78 | 4480.78 |
| Tuesday | -3844.44 | 11263.95 | -1842.09 | -4860.94 | 3141.00 | -4880.07 | -1772.17 | -1772.17 | -1772.17 | -1772.17 |
| Wednesday | 3686.09 | -654.83 | 4882.84 | -711.71 | 1735.33 | 8810.69 | 283.48 | 283.48 | 283.48 | 283.48 |
| Thursday | -3669.65 | -5154.29 | -1777.65 | 2584.25 | -3284.64 | 2728.02 | 1132.69 | 1132.69 | 1132.69 | 1132.69 |
| Friday | 2856.82 | -1628.79 | 4729.90 | 1221.72 | 1890.56 | -1103.94 | 1761.53 | 1761.53 | 1761.53 | 1761.53 |
| Saturday | -4587.21 | -4887.00 | -3598.87 | -3096.57 | -2357.27 | -12822.68 | -5886.31 | -5886.31 | -5886.31 | -5886.31 |
| Class Size | 18.89% | 18.44% | 17.74% | 16.54% | 16.53% | 11.28% | 0.15% | 0.15% | 0.15% | 0.15% |

그림 3-74. 3차년도 10개 세분시장별 투입변수의 계수 정리

| input variables | seg1 | seg2 | seg3 | seg4 | seg5 | seg6 | seg7 | seg8 | seg9 | seg10 |
|-----------------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|-----------|-----------|------------|
| intercept | -1950.983 | 15063.843 | 2482.309 | 37955.227 | -3132.011 | 32039.251 | 82857.478 | 95224.559 | 1883.009 | 121335.064 |
| Qt_1 | -9.263 | -7.009 | -44.530 | 24.888 | -8.485 | 138.666 | -91.957 | -144.328 | 61.198 | -105.892 |
| Teuk pt-1 | 0.889 | 0.370 | 0.007 | 0.415 | 1.030 | 0.139 | 1.818 | 0.287 | 0.262 | -0.182 |
| before | -2361.427 | -294.846 | -3473.756 | -608.244 | -1670.969 | -4058.550 | 21042.317 | 511.795 | 5024.593 | 2149.273 |
| after | -2662.086 | -158.635 | -5328.932 | 3045.725 | -1340.936 | -12176.529 | -3028.772 | 224.560 | 833.500 | -10079.025 |
| day | -68.230 | 85.928 | 13.751 | -3.683 | 102.526 | 30.058 | -177.724 | 62.910 | 115.378 | -75.856 |
| dday | 0.246 | -0.424 | -0.039 | 0.129 | -0.277 | 0.211 | 0.429 | -0.093 | 0.058 | 0.011 |
| sang_pt1 | 0.189 | 0.458 | 1.151 | -0.111 | -0.065 | -0.387 | -1.907 | -0.648 | 0.297 | -0.343 |
| xingqi1 | 3168.250 | 5749.385 | -1525.690 | 15715.620 | 1569.953 | 23709.512 | 7517.215 | 12847.569 | 7243.655 | 23540.317 |
| xingqi2 | -3462.142 | 5198.684 | -831.900 | -7941.035 | -2572.988 | -7016.600 | 4704.646 | 1619.851 | 1724.407 | -13029.275 |
| xingqi3 | 1168.325 | 1400.864 | 421.282 | 1128.319 | -1928.619 | -259.596 | 16029.590 | 6093.913 | -1566.648 | -3604.145 |
| xingqi4 | -900.054 | -3400.403 | 5690.904 | -1535.511 | -2571.432 | -5148.356 | -11296.773 | -9955.068 | -5247.218 | -12751.278 |
| xingqi5 | 4202.756 | 1215.723 | -1116.172 | -4341.465 | 8312.896 | 769.493 | -7395.588 | -9581.079 | -2464.538 | 14182.664 |
| xingqi6 | -4177.135 | -10164.252 | -2638.425 | -3025.928 | -2809.809 | -12054.452 | -9559.091 | -1025.186 | 310.342 | -8338.283 |
| Class Size | 0.1735 | 0.1400 | 0.1286 | 0.1284 | 0.0993 | 0.0812 | 0.0809 | 0.0664 | 0.0620 | 0.0396 |

7개 투입변수의 영향이 다른 10개의 사과도매가격예측모델이 도출됨

그림 3-75. 3차년도 10개 세분시장별 투입변수의 계수 정리

(3) 익일별 사과도매가격 예측모델 예측력 검증 (특등급)

10개의 세분시장이 각각의 영향력을 형성하여 내일 특등급 도매가격을 예측하는 지를 점검하였고, 아래 그림은 이 모델의 예측에 의해 계산된 일자별 사과도매가격 예상치와 실제 일자별 도매가격의 차이를 보여 준다. 1차년도에는 2009년 10월부터 2012년 2월 25일까지 데이터를 모델도출에 사용하고, 2012년 2월 27일부터 2012년 3월 24일까지의 데이터를 모델 검증에 사용하였다. 그 결과, 이 모델에 의해 1차년도에 예측된 특등급 후지 사과 15kg의 도매가격 예측치와 실제 가격과의 차이가 도출되었다. 그 차이가 +5%에서 -5%에 있는 경우가 전체표본에서 차지하는 경우가 80%이상이고, 전체 차이 퍼센트의 평균은 5% 이내이다.

1차년
4

사과 출하시기 의사결정 시스템 기본모델의 예측력

일일별 사과도매 가격예측모델

사과도매 일주일 가격예측모델

모델도출
2009.10.14-2012.2.25

| 모델 도출기간의 예측력 제시 | | | | | 모델 검증 기간의 예측력 제시 | | | | |
|-----------------|-----------|---------|--------|----------|------------------|-------|-------|--------|------|
| date | estimated | real_pt | gap1 | gap1_per | | | | | |
| 91014 | 14990 | 27588 | -12598 | -46% | 120126 | 64230 | 63000 | 1230 | 2% |
| 91015 | 31844 | 33947 | -2103 | -6% | 120127 | 60977 | 46182 | 14795 | 32% |
| 91016 | 33912 | 28960 | 4952 | 17% | 120128 | 47299 | 48731 | -1432 | -3% |
| 91017 | 29182 | 33318 | -4136 | -12% | 120130 | 56866 | 53088 | 3778 | 7% |
| 91018 | 39913 | 38613 | 1300 | 3% | 120131 | 55090 | 56073 | -983 | -2% |
| 91020 | 38122 | 36038 | 2084 | 6% | 120201 | 59447 | 54738 | 4709 | 9% |
| 91021 | 39149 | 33024 | 6125 | 19% | 120202 | 58056 | 56235 | 1821 | 3% |
| 91022 | 36375 | 37860 | -1485 | -4% | 120203 | 56791 | 57696 | -905 | -2% |
| 91023 | 36713 | 36959 | -246 | -1% | 120204 | 55866 | 61515 | -5649 | -9% |
| 91024 | 34841 | 34624 | 217 | 1% | 120206 | 65430 | 70978 | -5548 | -8% |
| 91026 | 40992 | 36251 | 4741 | 13% | 120207 | 66548 | 58361 | 8187 | 14% |
| 91027 | 36426 | 33668 | 2758 | 8% | 120208 | 60266 | 59560 | 706 | 1% |
| 91028 | 37894 | 35523 | 2371 | 7% | 120209 | 61037 | 68345 | -7308 | -11% |
| 91029 | 38031 | 33160 | 4871 | 15% | 120210 | 64516 | 63724 | 792 | 1% |
| 91030 | 34863 | 30927 | 3936 | 13% | 120211 | 59016 | 63094 | -4078 | -6% |
| 91031 | 32172 | 32514 | -342 | -1% | 120213 | 66181 | 64916 | 1265 | 2% |
| 91102 | 41245 | 44690 | -3445 | -8% | 120214 | 61294 | 63404 | -2110 | -3% |
| 91103 | 43209 | 38623 | 4586 | 12% | 120215 | 63519 | 63535 | -16 | 0% |
| 91104 | 41476 | 41927 | -451 | -1% | 120216 | 63229 | 64602 | -1373 | -2% |
| 91105 | 49859 | 39414 | 4245 | 11% | 120217 | 60805 | 71627 | -10822 | -15% |
| 91106 | 39702 | 40388 | -686 | -2% | 120218 | 64579 | 59164 | 5415 | 9% |
| 91107 | 38517 | 38441 | 76 | 0% | 120220 | 64198 | 70593 | -6395 | -9% |
| 91108 | 44665 | 41738 | 2927 | 7% | 120221 | 65822 | 61183 | 4639 | 8% |
| 91110 | 41283 | 39223 | 2054 | 5% | 120222 | 63295 | 68066 | -4771 | -7% |
| 91111 | 42411 | 37687 | 4724 | 13% | 120223 | 67347 | 70525 | -3178 | -5% |
| 91112 | 41596 | 37713 | 3883 | 10% | 120224 | 65859 | 76702 | -10843 | -14% |
| 91113 | 38362 | 39520 | -1158 | -3% | 120225 | 67622 | 76702 | -9080 | -12% |
| 91114 | 38278 | 36127 | 2151 | 6% | | | | | |

도출된 모델이 예측초기에는 다소 예측치와 실제치의 차이가 있으나 모델도출기간 마지막에는 안정적으로 예측함. 검증기간에도 안정적 예측치를 보여줌

3-76. 2012년 3월 15일 이전 모델의 검증결과

| 모델 검증 기간의 예측력 제시 | | | | |
|------------------|--------|--------|--------|------|
| 날짜 | 실제가격 | 추정가격 | 차이 | 차이% |
| 130104 | 67670 | 69,903 | -2233 | -3% |
| 130105 | 63159 | 58,297 | 4862 | 8% |
| 130107 | 65807 | 72,460 | -6653 | -9% |
| 130108 | 68782 | 67,328 | 1454 | 2% |
| 130109 | 69459 | 68,177 | 1282 | 2% |
| 130110 | 65230 | 62,825 | 2405 | 4% |
| 130111 | 66523 | 64,499 | 2024 | 3% |
| 130112 | 60733 | 59,431 | 1302 | 2% |
| 130114 | 66553 | 71,492 | -4939 | -7% |
| 130115 | 68603 | 74,372 | -5769 | -8% |
| 130116 | 72237 | 70,230 | 2007 | 3% |
| 130117 | 66605 | 64,412 | 2193 | 3% |
| 130118 | 67464 | 70,900 | -3436 | -5% |
| 130119 | 63747 | 59,478 | 4269 | 7% |
| 130121 | 66912 | 77,208 | -10296 | -13% |
| 130122 | 71225 | 70,352 | 873 | 1% |
| 130123 | 71610 | 72,054 | -444 | -1% |
| 130124 | 67598 | 67,377 | 221 | 0% |
| 130125 | 68966 | 76,051 | -7085 | -9% |
| 130126 | 66084 | 61,274 | 4810 | 8% |
| 130128 | 68,007 | 75,123 | -7,116 | -9% |
| 130129 | 70,280 | 70,516 | -236 | 0% |
| 130130 | 71,662 | 77,789 | -6,127 | -8% |
| 130131 | 69,696 | 78,827 | -9,131 | -12% |
| 130201 | 73,439 | 65,962 | 7,477 | 11% |
| 130202 | 62,074 | 63,834 | -1,760 | -3% |
| 130204 | 67,407 | 60,126 | 7,281 | 12% |
| 130205 | 63,178 | 65,099 | -1,921 | -3% |
| 130206 | 68,728 | 71,517 | -2,789 | -4% |

그림 3-77. 2012년 3월 15일 이후 모델의 검증결과

2차년도에 2012년 3월 15일 이후의 데이터를 이용하여, 모델에 의해 예측된 특등급 후지 사과 15kg의 도매가격 예측치와 실제 가격과의 차이가 도출되었다. 그 차이가 +5%에서

-5%에 있는 경우가 전체표본에서 차지하는 경우가 80%이상이고, 일자별 오차의 평균은 5% 미만으로 예측력을 accept할 수 있는 정도이다.

3차년도에는 배와 사과와의 경쟁효과 대신 상등급의 사과가격을 STSS에 넣었으며, 2009년 10월부터 2014년 7월까지의 데이터를 사용하여 회귀계수를 예측하였다. 2009년 10월부터 2014년6월까지 모델링을 통한 계수를 도출하고, 7월 데이터로 검증 실시하였다. 모델에 의해 예측된 특등급 후지 사과 15kg의 도매가격 예측치와 실제 가격과의 차이가 다소 도출되었다. 그 원인은 2014년도 7월에 급격한 일자별 실제 가격변화가 존재했기 때문으로 판단된다.

3차년
 사과 출하시기 의사결정
 시스템 기본모델의 예측력

**특등급 일별 사과
 도매가격예측모델**

모델도출 및 검증
 2009.10.14-2014.7.31

모델 검증 기간의 예측력 제시

| 날짜 | 실제가격 | 추정가격 | 차이 | 차이% |
|----------|-------|--------|--------|------|
| 20140701 | 75694 | 88268 | -12574 | -14% |
| 20140702 | 79671 | 92412 | -12741 | -14% |
| 20140703 | 77195 | 81619 | -4424 | -5% |
| 20140704 | 74530 | 87848 | -13318 | -15% |
| 20140705 | 72590 | 57000 | 15590 | 27% |
| 20140707 | 69667 | 100757 | -31090 | -31% |
| 20140708 | 82984 | 66000 | 16984 | 26% |
| 20140709 | 67892 | 75835 | -7943 | -10% |
| 20140710 | 68345 | 64317 | 4028 | 6% |
| 20140711 | 65573 | 60000 | 5573 | 9% |
| 20140712 | 57832 | 60125 | -2293 | -4% |
| 20140714 | 71620 | 83851 | -12231 | -15% |
| 20140715 | 74258 | 52500 | 21758 | 41% |
| 20140716 | 60791 | 75346 | -14555 | -19% |
| 20140717 | 68302 | 63375 | 4927 | 8% |
| 20140718 | 64967 | 86757 | -21790 | -25% |
| 20140719 | 72164 | 73655 | -1491 | -2% |
| 20140721 | 79066 | 81054 | -1988 | -2% |
| 20140722 | 71966 | 72178 | -212 | 0% |
| 20140723 | 71419 | 79692 | -8273 | -10% |
| 20140724 | 70490 | 71131 | -641 | -1% |
| 20140725 | 69014 | 65811 | 3203 | 5% |
| 20140726 | 60531 | 71615 | -11084 | -15% |

도출된 모델이 예측초기에는 다소 예측치와 실제치의 차이가 있으나
 모델도출기간 마지막에는 안정적으로 예측함. 검증기간에도 안정적 예측치를 보여줌

그림 3-78. 2009-2014 7월 데이터의 세분시장별 회귀계수에 의한 검증

(4) 사과도매가격 일주일 예측모델 과정

기존 모델로는 미래의 하루 밖에 예측을 실시할 수 없으므로, 사용자 편리성을 제공하기 위해 일주일 예측치를 한꺼번에 제공하는 모델링을 실시하였다. 1차년도 과제 진행 중 일주일 예측치 필요성 대두에 의해 연구진이 자체적으로 추가한 부분이며, 이 보고서에는 3차년도 모델을 보고한다. (일주일 모델링과 일별 모델링 차이: 모델은 익일별 특등급 사과도매가

격예측모델을 기본으로 했고, 이 모델에서 요일효과가 제거된 상태임)

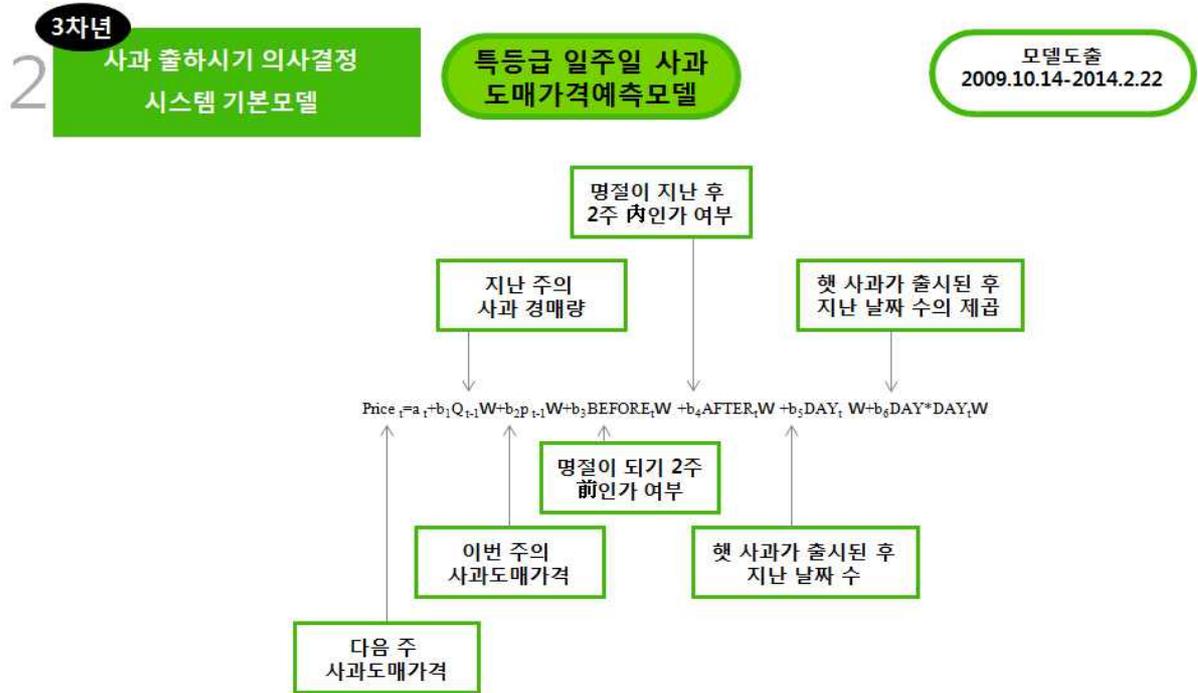
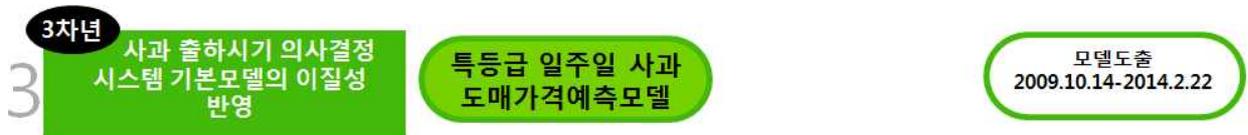


그림 3-79. 3 일주일 특등급 도매가격예측모델

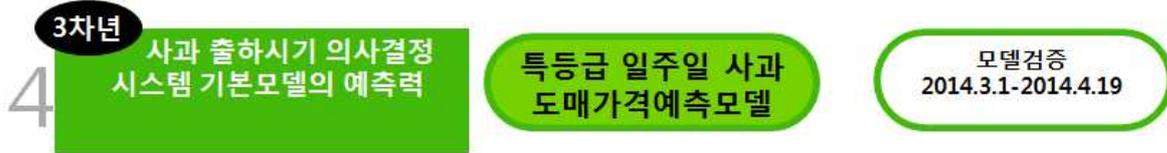
1차년도에는 기본모델의 이질성을 반영하는 하위모델 중 어느 것이 어느 시기에 가장 적합하게 적용되는 지를 점검하는 과정을 거친다. 하지만, 2009년도에 월별 등의 시기별로 할당된 이질성 세분시장모델이, 2010년도 월별 시기별 사과도매가격에는 적용되지 않는 등의 문제점이 발생하였고, 따라서 big data(2009-2014)를 이용한 이질성모델을 적용하기로 하고, 10개의 세분시장으로 변수반응의 이질성을 반영하였다.



| input variables | seg1 | seg2 | seg3 | seg4 | seg5 | seg6 | seg7 | seg8 | seg9 | seg10 |
|-----------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|-----------|-----------|
| intercept | -16485.574 | -33908.050 | 12197.242 | 25580.626 | 21893.431 | 42071.711 | 29061.429 | 52122.724 | 7192.439 | 7192.439 |
| Qt1w | 37.770 | 106.814 | -89.662 | -21.481 | -39.652 | -124.113 | -20.365 | 150.013 | -56.936 | -56.936 |
| pt1w | 0.935 | 1.340 | 0.961 | 0.629 | 0.954 | 0.763 | 0.232 | 0.009 | 1.062 | 1.062 |
| beforew | -9886.254 | -13300.493 | -9598.716 | -426.467 | 8909.334 | 873.012 | -11972.109 | -14667.972 | -9273.616 | -9273.616 |
| afterw | -498.998 | 3631.596 | -403.065 | -2482.224 | -1093.767 | -6371.749 | -834.494 | 14254.265 | -858.311 | -858.311 |
| dayw | 58.421 | -124.164 | -48.405 | 0.370 | 18.801 | -28.229 | 52.123 | -143.000 | -110.335 | -110.335 |
| ddayw | -0.035 | 0.432 | -0.064 | -0.121 | -0.239 | -0.226 | -0.130 | 0.352 | 0.195 | 0.195 |
| AP-Pear | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Class Size | 0.2128 | 0.1783 | 0.1473 | 0.1407 | 0.1198 | 0.1020 | 0.0747 | 0.0202 | 0.0021 | 0.0021 |

그림 3-80. 일주일 사과도매가격 특등급용 세분시장 반응요약

3차년도에 2009년-2014년 데이터를 이용하여, 모델에 의해 예측된 특등급 후지 사과 15kg의 특등급 도매가격 일주일 예측치와 실제 가격과의 차이가 도출됨. 그 차이가 10%정도임. 일별 모델보다 오차가 약간 더 발생한다.



| 주 | 실제가격 | 추정가격 | 차이 | 차이% |
|--------|-------|-------|--------|------|
| 140301 | 43537 | 56114 | -12577 | -22% |
| 140308 | 55475 | 54333 | 1142 | 2% |
| 140315 | 50389 | 55144 | -4755 | -9% |
| 140322 | 49716 | 55581 | -5865 | -11% |
| 140329 | 51501 | 59010 | -7509 | -13% |
| 140405 | 54108 | 56669 | -2561 | -5% |
| 140412 | 50154 | 55507 | -5353 | -10% |
| 140419 | 51232 | 56583 | -5351 | -9% |

도출된 모델이 예측초기에는 다소 예측치와 실제치의 차이가 있으나 모델도출기간 마지막에는 안정적으로 예측함. 검증기간에도 안정적 예측치를 보여줌

3-81. 일주일 사과도매가격 특등급용 모델의 예측력 검증

나. 익일별 사과도매가격예측모델 과정 (상등급, 중등급, 하등급)

농수산유통공사에서 경매가 이루어지는 사과 등급은 네 등급(특등급, 상등급, 중등급, 하등급)이다. 2012년 3월 15일 이후, 특등급 사과와 나머지 하위등급의 도매가격의 상관관계가 이전보다 높게 나타났고, 이에 따라 상중하 등급을 위한 도매가격예측모델에는 특등급 도매가격을 반영하였다.

2차년

상/중/하등급 일별 사과 도매가격예측

1 투입변수의 결정

| | |
|--|---|
| 前期 경매량 전기 경매량이 많으면 가격이 하락하여 다음 기에는 경매를 위한 출고량이 줄어듦 | 前期 도매가격 전기 도매가격이 높으면 사과보유자는 출고량을 증가시키려 함 |
| 명절 이전/이후의 특수시기 명절 이전에는 사과가격이 폭등함, 명절 이후에는 사과가격이 폭락함을 반영함 | 햇 사과 출고 후 얼마나 시간이 흘렀는가 햇 사과 출고 후 시간에 따라 사과가격이 변화함 |
| 특등급 사과도매가격과의 관계 특등급 사과도매가격이 하위등급의 도매가격에 영향을 미침 | 요일효과 월요일에는 가격이 주로 높고 금요일에는 가격이 낮은 현상을 반영 |

2 기본 모델 개발

[상/중/하 등급 일별 사과도매가격 예측 기본모델 완성]

3 시장 이질성 반영

출시부터 시장철수까지의 1년 동안 투입변수 영향력이 다양함
이를 반영하기 위해 mixture regression model을 사용하여 '기본 모델'은 유지한 채, 투입변수 영향력이 다른 몇 개의 세분시장을 발견함

4 모델 예측력 검증

모델 도출기간의 예측력 제시
모델 검증 기간의 예측력 제시

그림 3-82. 상중하등급 일별 사과도매가격 예측모델 개발과정

(1) 출하시기 의사결정 시스템 기본모델 (상중하 등급)

3차년

사과 출하시기 의사결정 시스템 기본모델

상중하등급 일별 도매가격예측모델

모델도출 2009.10-2014.7

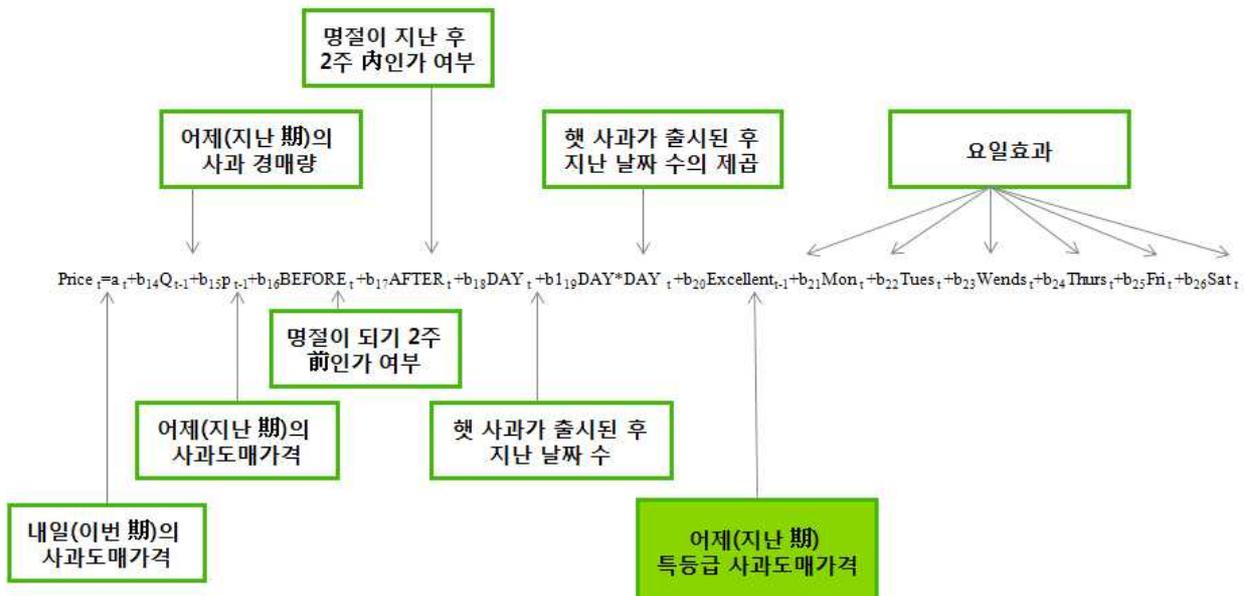


그림 3-83. 상중하등급 사과도매가격예측모델

기본 모델은 종속변수를 이번 기의 상등하 등급 사과도매가격으로 하고, 독립변수를 지난 기의 특등급 사과도매가격을 포함한 7개 변수로 하였다. 위와 같은 특등급 대비 상등급의 가격책정은 제품계열(product line pricing)의 개념으로 Kwak, Y., Nam, Y., Kwak, Y., and Lee, Y. (2013), Product Line Pricing Effect Modeling for Shipment Timing Support System for Stored Apple, International Journal of Smart Home, 7(6), 171-180. 에 발표하였다.

(2) 이질적 반응 추출

모델링 1개와 그 모델링의 계수만을 갖고 설명할 수 있는 사과 도매가격의 변화가 40%-60%대 이므로, 99%가까지의 설명력을 확보하기 위해 mixture regression modeling을 실시하였고, 그 결과 3차년도에 실시한 상, 중, 하등급 세분시장의 이질적인 반응은 다음과 같고, 이 수치가 STSS에 투입되었다.

3

2차년
사과 출하시기 의사결정
시스템 기본모델의 이질성
반영

상등급 일별 사과
도매가격예측모델

모델도출
2012.3.15-2013.2.28

| input variables | seg1 | seg2 | seg3 | seg4 | seg5 | seg6 | seg7 | seg8 | seg9 | seg10 |
|-----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|------------|
| intercept | 22741.10 | 15382.56 | 24246.54 | 19334.85 | 18772.59 | 48009.59 | 26931.15 | 23525.18 | 23525.18 | -94841.97 |
| qt_1 | -24.36 | -18.65 | -4.15 | 32.09 | -9.97 | 24.79 | 2.16 | 5.13 | 5.13 | 3.42 |
| pt-1 | 0.62 | 0.85 | 0.45 | 0.58 | 0.36 | 0.02 | 0.33 | 0.65 | 0.65 | 0.61 |
| before | 502.02 | -1620.62 | -986.62 | 836.18 | -798.63 | -141.94 | -1076.56 | -1223.16 | -1223.16 | -120446.33 |
| after | -1906.91 | 1101.57 | -1334.08 | 1665.10 | 70.83 | 3513.05 | -404.72 | -665.02 | -665.02 | -604.70 |
| day | 46.02 | 7.97 | 54.54 | -21.00 | 45.25 | -37.67 | 117.66 | 186.29 | 186.29 | 185.10 |
| dday | -0.02 | -0.18 | -0.18 | 0.07 | 0.19 | 0.03 | -0.22 | -0.90 | -0.90 | -0.91 |
| Excellent | -0.08 | -0.08 | -0.01 | -0.03 | 0.19 | 0.05 | 0.01 | -0.25 | -0.25 | -0.23 |
| Monday | -1384.23 | 4982.27 | 725.40 | 2644.03 | 1702.40 | 6039.71 | 1159.34 | 1228.63 | 1228.63 | 1316.27 |
| Tuesday | 1084.55 | -2634.20 | -1499.88 | -2145.75 | 3911.30 | -2218.84 | 939.07 | 2445.60 | 2445.60 | 2286.73 |
| Wednesday | -1009.71 | -147.08 | 3896.02 | -692.08 | -1226.39 | 16.62 | -892.50 | -129.21 | -129.21 | -407.15 |
| Thursday | 250.13 | 1147.32 | -1391.21 | 814.24 | -1677.41 | -1133.14 | 1344.41 | -50.13 | -50.13 | -32.04 |
| Friday | 2438.76 | -1018.26 | -167.98 | 1734.35 | -2161.05 | 543.33 | -310.08 | -392.63 | -392.63 | -116.79 |
| Saturday | -1379.50 | -2330.05 | -1562.35 | -2354.79 | -548.86 | -3247.67 | -2240.24 | -3102.26 | -3102.26 | -3047.01 |
| Class Size | 22.55% | 19.16% | 17.79% | 14.45% | 14.31% | 7.40% | 3.92% | 0.14% | 0.14% | 0.14% |

그림 3-84. 2차년도 상등급 10개 세분시장별 투입변수의 계수 정리

3차년
3 사과 출하시기 의사결정
시스템 기본모델의 이질성
반영

상등급 일별 사과
도매가격예측모델

모델도출 및 검증
2009.10.14-2014.7.31

| input variables | seg1 | seg2 | seg3 | seg4 | seg5 | seg6 | seg7 | seg8 | seg9 | seg10 |
|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| intercept | 8429.702 | 10064.451 | 17413.595 | 7067.214 | 3875.998 | 58874.668 | 46110.896 | 41208.150 | 56569.320 | 38665.940 |
| qt_1 | -20.624 | -0.371 | -17.200 | 4.272 | -15.590 | -111.460 | -31.628 | 9.843 | -84.552 | 26.798 |
| pt-1 | 0.962 | 0.718 | 0.592 | 0.477 | 0.865 | 0.065 | -0.291 | -0.192 | 0.494 | 0.391 |
| before | -1895.554 | 6156.888 | -938.259 | -1404.569 | -1337.140 | 8253.618 | 9839.037 | 2440.168 | 13552.241 | -921.626 |
| after | 935.658 | -2686.784 | -4248.506 | -767.710 | 1024.578 | -4601.572 | 241.254 | -3966.760 | -7953.445 | -4334.758 |
| day | -41.338 | -12.425 | 6.335 | -18.028 | -17.149 | -90.291 | 36.139 | 65.624 | -60.622 | -66.961 |
| dday | 0.202 | 0.087 | 0.054 | 0.078 | 0.030 | 0.405 | 0.135 | 0.115 | -0.071 | 0.484 |
| Excellent | -0.034 | 0.066 | -0.098 | 0.195 | 0.112 | 0.080 | 0.166 | 0.008 | 0.010 | -0.268 |
| Monday | 3207.462 | 2663.132 | -4216.870 | 5212.978 | 201.259 | 4396.401 | -1274.528 | 7777.614 | 2785.779 | 270.282 |
| Tuesday | -428.705 | -1059.111 | -538.146 | 841.717 | 1079.046 | -1814.479 | -2516.589 | 6027.910 | -7481.646 | 4269.550 |
| Wednesday | -1102.117 | 1817.385 | 81.530 | 675.057 | -579.570 | -4067.226 | 4961.382 | -2248.207 | 7979.985 | -2839.951 |
| Thursday | -2208.273 | 288.432 | 864.105 | -1439.303 | -903.214 | 4230.141 | -548.262 | -5053.146 | -1641.954 | -9896.191 |
| Friday | -568.607 | 162.388 | 1537.764 | -2064.885 | 881.670 | -3923.175 | -2633.202 | -373.766 | -4134.787 | 20527.450 |
| Saturday | 1100.239 | -3872.227 | 2271.617 | -3225.564 | -679.191 | 1178.338 | 2011.199 | -6130.406 | 2492.623 | -12331.141 |
| Class Size | 0.1761 | 0.1436 | 0.1356 | 0.1265 | 0.1191 | 0.0946 | 0.0883 | 0.0531 | 0.0494 | 0.0138 |

7개 투입변수의 영향이 다른 10개의 사과도매가격예측모델이 도출됨

그림 3-85. 3차년도 상등급 10개 세분시장별 투입변수의 계수 정리

2차년
3 사과 출하시기 의사결정
시스템 기본모델의 이질성
반영

중등급 일별 사과
도매가격예측모델

모델도출
2012.3.15-2013.2.28

| input variables | seg1 | seg2 | seg3 | seg4 | seg5 | seg6 | seg7 | seg8 | seg9 | seg10 |
|-----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| intercept | 10036.48 | 9844.36 | 33253.85 | 30965.26 | 21529.02 | -2722.53 | 12839.95 | 12839.95 | 27036.00 | 18712.17 |
| qt_1 | -16.11 | 7.76 | 17.88 | 0.81 | -11.94 | -27.28 | -6.04 | -6.04 | -14.55 | -10.98 |
| pt-1 | 0.74 | 0.67 | 0.19 | 0.18 | 0.68 | 0.73 | 0.74 | 0.74 | 0.85 | 0.79 |
| before | 1233.72 | 1322.77 | 1419.08 | 1152.17 | -129.12 | -560.14 | 1367.21 | 1367.21 | 10503.97 | 8148.68 |
| after | -595.68 | 30.04 | -2638.36 | -1384.62 | 795.68 | 6976.64 | 426.76 | 426.76 | 8796.64 | 443.86 |
| day | 32.65 | 35.73 | -16.06 | 46.86 | 10.93 | -69.93 | 88.15 | 88.15 | 81.15 | 79.30 |
| dday | -0.14 | 0.07 | -0.06 | -0.05 | -0.23 | 0.46 | -0.47 | -0.47 | -0.44 | -0.43 |
| Excellent | 0.04 | 0.00 | -0.04 | -0.04 | -0.09 | 0.39 | -0.05 | -0.05 | -0.04 | -0.06 |
| Monday | 1294.21 | 1634.04 | 1262.56 | 2220.90 | -1057.49 | 1293.17 | 749.52 | 749.52 | -78.81 | 347.28 |
| Tuesday | -2481.78 | 2121.81 | -56.58 | -1058.27 | -453.11 | 738.91 | -486.63 | -486.63 | -593.37 | -502.88 |
| Wednesday | 1220.72 | -2126.99 | 2261.94 | -1094.74 | 473.72 | -388.67 | 485.55 | 485.55 | 878.87 | 652.05 |
| Thursday | -479.42 | -375.74 | -2959.32 | 2177.83 | -225.62 | 16.50 | -494.87 | -494.87 | -542.79 | -593.29 |
| Friday | 986.13 | 830.65 | 3313.54 | -2326.00 | 941.73 | 2662.43 | 770.89 | 770.89 | 899.44 | 851.25 |
| Saturday | -539.86 | -2083.77 | -3822.14 | 80.27 | 320.77 | -4322.34 | -1024.44 | -1024.44 | -563.34 | -754.42 |
| Class Size | 26.14% | 19.67% | 16.39% | 16.18% | 16.07% | 5.01% | 0.14% | 0.14% | 0.14% | 0.13% |

그림 3-86. 2차년도 중등급 10개 세분시장별 투입변수의 계수 정리

3차년
3 사고 출하시기 의사결정
시스템 기본모델의 이질성
반영

중등급 일별 사고
도매가격예측모델

모델도출 및 검증
2009.10.14-2014.7.31

| input variables | seg1 | seg2 | seg3 | seg4 | seg5 | seg6 | seg7 | seg8 | seg9 | seg10 |
|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| intercept | 2841.950 | 7626.579 | 2855.591 | 6416.100 | -13149.866 | 19559.293 | 19454.395 | 44151.502 | 42695.200 | -492.073 |
| Qt_1 | -6.584 | -4.989 | 0.791 | 14.775 | 2.215 | -36.687 | -50.222 | -10.034 | -76.327 | 2.328 |
| middlept-1 | 0.959 | 0.828 | 0.953 | 0.838 | 1.087 | 0.633 | 0.780 | -0.009 | -0.247 | 0.777 |
| before | 1168.289 | -489.504 | 1941.158 | -766.670 | -136.385 | 750.887 | 80.241 | 1092.188 | -3321.257 | 4814.721 |
| after | -1275.728 | 922.838 | -1632.478 | 74.965 | -3899.175 | -598.813 | 309.923 | -2551.453 | 2121.398 | -3061.473 |
| day | 10.892 | -7.091 | -12.499 | 23.212 | -17.054 | 23.847 | -1.973 | -6.391 | -37.744 | 88.681 |
| dday | -0.082 | 0.104 | 0.063 | -0.114 | 0.147 | -0.149 | 0.092 | 0.039 | -0.176 | 0.071 |
| teuk_pt1 | -0.004 | -0.039 | -0.023 | -0.059 | 0.095 | -0.025 | -0.113 | -0.070 | 0.334 | 0.042 |
| xingqi1 | -55.710 | 149.123 | 4807.290 | 3310.234 | 4660.706 | 1553.528 | 1913.758 | 524.658 | -255.081 | 4800.686 |
| xingqi2 | -1992.591 | 430.999 | -1166.030 | -2955.566 | -405.232 | 1683.860 | 4463.882 | -5518.857 | -536.266 | -4171.343 |
| xingqi3 | 1656.946 | -100.151 | -149.248 | -3081.629 | 1666.210 | 2178.513 | -806.742 | 2458.989 | 3953.866 | 13809.009 |
| xingqi4 | -998.027 | -1646.446 | -43.242 | -245.229 | -755.661 | -163.957 | 1355.401 | 125.261 | 1.241 | 2708.497 |
| xingqi5 | 853.118 | 802.186 | -1259.323 | 3158.041 | -744.425 | -1863.586 | -2916.126 | 3096.709 | -424.218 | -5832.258 |
| xingqi6 | 536.265 | 364.290 | -2189.446 | -185.852 | -4421.598 | -3388.359 | -4010.173 | -686.759 | -2739.542 | -11314.591 |
| Class Size | 0.2331 | 0.1519 | 0.1391 | 0.1065 | 0.1019 | 0.0839 | 0.0665 | 0.0656 | 0.0289 | 0.0225 |

그림 3-87. 3차년도 중등급 10개 세분시장별 투입변수의 계수 정리

2차년
3 사고 출하시기 의사결정
시스템 기본모델의 이질성
반영

하등급 일별 사고
도매가격예측모델

모델도출
2012.3.15-2013.2.28

| input variables | seg1 | seg2 | seg3 | seg4 | seg5 | seg6 | seg7 | seg8 | seg9 | seg10 |
|-----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| intercept | 14978.65 | 16501.39 | 12946.32 | 6334.99 | -4355.22 | 20824.97 | -3486.55 | 3727.26 | 3727.26 | 3727.26 |
| qt_1 | 1.28 | -34.41 | -1.91 | 9.01 | -8.74 | 8.63 | -16.68 | -7.22 | -7.22 | -7.22 |
| pt-1 | 0.20 | 0.83 | 0.75 | 0.86 | 0.94 | 0.53 | 0.67 | 0.68 | 0.68 | 0.68 |
| before | 482.32 | 1727.61 | 78.07 | -508.46 | -1519.61 | 532.09 | 346.79 | 845.26 | 845.26 | 845.26 |
| after | -2105.94 | 3335.11 | -3148.22 | 1176.27 | 997.68 | -1598.75 | -2259.64 | -3254.02 | -3254.02 | -3254.02 |
| day | 60.62 | -43.17 | -12.57 | 36.69 | 58.33 | 14.17 | -5.68 | 23.52 | 23.52 | 23.52 |
| dday | -0.09 | 0.03 | 0.28 | -0.01 | -0.14 | -0.40 | 0.44 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| Excellent | 0.05 | 0.01 | -0.15 | -0.14 | 0.06 | -0.12 | 0.16 | 0.03 | 0.03 | 0.03 |
| Monday | 401.92 | -624.52 | -149.70 | 150.70 | 1340.29 | 1340.11 | -550.74 | -23.54 | -23.54 | -23.54 |
| Tuesday | -2556.62 | -1784.21 | 1858.03 | -3058.86 | 842.89 | -1475.98 | -393.59 | -270.97 | -270.97 | -270.97 |
| Wednesday | -250.62 | 2449.45 | -603.34 | 1366.58 | -454.51 | 1188.46 | 159.24 | -246.31 | -246.31 | -246.31 |
| Thursday | 680.68 | 899.09 | -1298.09 | 3067.22 | -1284.29 | 421.48 | -631.27 | -257.71 | -257.71 | -257.71 |
| Friday | -396.60 | 1661.21 | 2133.83 | -2160.65 | -166.21 | 771.69 | 1464.23 | 1351.60 | 1351.60 | 1351.60 |
| Saturday | 2121.24 | -2601.02 | -1940.72 | 635.00 | -278.18 | -2245.75 | -47.87 | -553.06 | -553.06 | -553.06 |
| Class Size | 20.4% | 17.7% | 17.3% | 15.5% | 14.9% | 7.6% | 6.3% | 0.1% | 0.1% | 0.1% |

그림 3-88. 2차년도 하등급 10개 세분시장별 투입변수의 계수 정리

| input variables | seg1 | seg2 | seg3 | seg4 | seg5 | seg6 | seg7 | seg8 | seg9 | seg10 |
|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| intercept | 1939.545 | 2708.952 | 8548.093 | 13638.801 | 128.024 | -391.858 | 10067.841 | 33825.150 | 11390.148 | 14212.480 |
| Qt_1 | -4.160 | -4.248 | -6.859 | 0.462 | 1.731 | -7.813 | -17.058 | -58.062 | -5.622 | -5.549 |
| Ha pt-1 | 0.976 | 0.917 | 0.354 | 0.487 | 0.739 | 1.015 | 0.670 | 0.222 | -0.018 | 0.180 |
| before | -1169.143 | 1598.640 | 828.613 | -1261.379 | 1128.349 | 1114.094 | 1794.862 | 9961.432 | 983.037 | -3260.863 |
| after | 289.062 | -110.647 | 221.494 | 2229.279 | 954.764 | -2509.934 | -499.733 | -4644.708 | 1543.667 | -1152.056 |
| day | -2.306 | 17.137 | -22.898 | 7.825 | -5.700 | -13.985 | -10.907 | -20.398 | 83.864 | -79.060 |
| dday | -0.038 | -0.047 | 0.202 | -0.014 | 0.159 | 0.087 | -0.048 | 0.127 | -0.197 | 0.391 |
| teuk_pt1 | -0.018 | -0.007 | 0.069 | -0.067 | 0.077 | -0.004 | 0.040 | -0.012 | 0.048 | -0.004 |
| xingqi1 | 2230.320 | 1473.390 | 233.148 | -514.181 | 1499.537 | -177.616 | -2242.017 | -4507.133 | -1758.965 | 966.253 |
| xingqi2 | -5.677 | -1725.152 | -1259.616 | 1393.636 | -1184.070 | -1551.116 | -1449.840 | 7458.345 | -71.937 | 80.563 |
| xingqi3 | 877.866 | 1712.230 | 68.504 | 553.486 | 63.359 | 990.012 | 1456.566 | 1452.545 | -716.653 | 1431.947 |
| xingqi4 | -974.218 | -71.157 | -302.987 | 317.293 | 195.563 | 784.085 | 64.432 | -4598.275 | 907.591 | -1758.583 |
| xingqi5 | -1161.546 | -1065.602 | 645.827 | -744.699 | -907.130 | 1003.535 | 200.908 | -4104.291 | 517.986 | -552.904 |
| xingqi6 | -966.745 | -323.710 | 615.124 | -1005.535 | 332.741 | -1048.901 | 1969.951 | 4298.810 | 1121.978 | -167.276 |
| Class Size | 0.1881 | 0.1674 | 0.1333 | 0.1258 | 0.1047 | 0.0923 | 0.0789 | 0.0648 | 0.0439 | 0.0008 |

그림 3-89. 하등급 10개 세분시장별 투입변수의 계수 정리

(3) 익일별 사과도매가격 예측모델 예측력 검증

상중하등급 데이터로 이루어진 각각의 10개 세분시장이 각각의 영향력을 형성하여 내일 상중하등급 도매가격을 예측하는 지를 점검하였다. 아래 그림은 이 모델의 예측에 의해 계산된 일자별 사과도매가격 예상치와 실제 일자별 도매가격의 차이를 보여 준다. 시스템을 구축하기 위한 모델 계수의 도출을 위해서는 상중하등급의 경우에 2009년 10월 14일부터 2014년 6월 30일까지 데이터를 사용하고, 2014년 7월의 데이터를 모델검증에 사용하였다. 그 결과, 이 모델에 의해 예측된 특등급 후지 사과 15kg의 도매가격 예측치와 실제 가격과의 차이가 도출됨. 일별 데이터 실제가격과 예측치와의 차이의 평균은 5% 이내이다.

2차년
사과 출하시기 의사결정
시스템 기본모델의 예측력

상등급 일별 사과
도매가격예측모델

모델도출
2012.3.15-2013.2.6

모델 검증 기간의 예측력 제시

| 날짜 | 실제가격 | 추정가격 | 차이 | 차이% |
|--------|-------|-------|--------|------|
| 130104 | 51166 | 52089 | -923 | -2% |
| 130105 | 49718 | 51994 | -2276 | -4% |
| 130107 | 53551 | 56525 | -2974 | -5% |
| 130108 | 52980 | 54133 | -1153 | -2% |
| 130109 | 52512 | 52661 | -149 | 0% |
| 130110 | 51226 | 51528 | -302 | -1% |
| 130111 | 51220 | 50543 | 677 | 1% |
| 130112 | 48366 | 49447 | -1081 | -2% |
| 130114 | 52189 | 52406 | -221 | 0% |
| 130115 | 50702 | 57412 | -6710 | -12% |
| 130116 | 53891 | 51620 | 2271 | 4% |
| 130117 | 50920 | 48920 | 2000 | 4% |
| 130118 | 49839 | 50482 | -647 | -1% |
| 130119 | 48460 | 47465 | 995 | 2% |
| 130121 | 51176 | 53368 | -2192 | -4% |
| 130122 | 51229 | 62043 | -10814 | -17% |
| 130123 | 57074 | 52364 | 4710 | 9% |
| 130124 | 51281 | 51042 | 239 | 0% |
| 130125 | 50977 | 52478 | -1501 | -3% |
| 130126 | 49489 | 48686 | 799 | 2% |
| 130128 | 51909 | 56968 | -5063 | -9% |
| 130129 | 52763 | 52215 | 548 | 1% |
| 130130 | 51528 | 56687 | -5159 | -9% |
| 130131 | 53074 | 57312 | -4238 | -7% |
| 130201 | 53867 | 53852 | 15 | 0% |
| 130202 | 50011 | 55768 | -5757 | -10% |
| 130204 | 54546 | 52553 | 1993 | 4% |
| 130205 | 49883 | 56572 | -6689 | -12% |
| 130206 | 53612 | 56413 | -2801 | -5% |

3차년
사과 출하시기 의사결정
시스템 기본모델의 예측력

상등급 일별 사과
도매가격예측모델

모델도출 및 검증
2009.10.14-2014.7.31

모델 검증 기간의 예측력 제시

| 날짜 | 실제가격 | 추정가격 | 차이 | 차이% |
|----------|-------|-------|--------|------|
| 20140701 | 62426 | 60390 | 2036 | 3% |
| 20140702 | 58872 | 61145 | -2273 | -4% |
| 20140703 | 58231 | 55829 | 2402 | 4% |
| 20140704 | 55733 | 58669 | -2936 | -5% |
| 20140705 | 55259 | 55000 | 259 | 0% |
| 20140707 | 58448 | 69475 | -11027 | -16% |
| 20140708 | 64584 | 57450 | 7134 | 12% |
| 20140709 | 58174 | 57078 | 1096 | 2% |
| 20140710 | 56237 | 48804 | 7433 | 15% |
| 20140711 | 52023 | 49344 | 2679 | 5% |
| 20140712 | 50287 | 53000 | -2713 | -5% |
| 20140714 | 57158 | 63993 | -6835 | -11% |
| 20140715 | 61990 | 46651 | 15339 | 33% |
| 20140716 | 51285 | 55004 | -3719 | -7% |
| 20140717 | 55021 | 50708 | 4313 | 9% |
| 20140718 | 53273 | 60326 | -7053 | -12% |
| 20140719 | 56646 | 54254 | 2392 | 4% |
| 20140721 | 57519 | 57297 | 222 | 0% |
| 20140722 | 56215 | 54162 | 2053 | 4% |
| 20140723 | 55661 | 58715 | -3054 | -5% |
| 20140724 | 57224 | 50033 | 7191 | 14% |
| 20140725 | 52162 | 56293 | -4131 | -7% |
| 20140726 | 54334 | 50497 | 3837 | 8% |

그림 3-90. 2014년 7월 이후 모델의 검증결과(상등급의 경우)

3차년
4 사과 출하시기 의사결정
시스템 기본모델의 예측력

중등급 일별 사과
도매가격예측모델

모델도출 및 검증
2009.10.14-2014.7.31

모델 검증 기간의 예측력 제시

| 날짜 | 실제가격 | 추정가격 | 차이 | 차이% |
|----------|-------|-------|-------|------|
| 20140701 | 46297 | 49998 | -3701 | -7% |
| 20140702 | 48360 | 49166 | -806 | -2% |
| 20140703 | 46507 | 45149 | 1358 | 3% |
| 20140704 | 43827 | 42744 | 1083 | 3% |
| 20140705 | 40347 | 40145 | 202 | 1% |
| 20140707 | 42493 | 45557 | -3064 | -7% |
| 20140708 | 42827 | 42767 | 60 | 0% |
| 20140709 | 43112 | 42490 | 622 | 1% |
| 20140710 | 41491 | 38072 | 3419 | 9% |
| 20140711 | 38729 | 37385 | 1344 | 4% |
| 20140712 | 36714 | 40106 | -3392 | -8% |
| 20140714 | 42556 | 42412 | 144 | 0% |
| 20140715 | 40867 | 33194 | 7673 | 23% |
| 20140716 | 35806 | 45364 | -9558 | -21% |
| 20140717 | 43901 | 43869 | 32 | 0% |
| 20140718 | 43223 | 45756 | -2533 | -6% |
| 20140719 | 42768 | 47367 | -4599 | -10% |
| 20140721 | 48157 | 48810 | -653 | -1% |
| 20140722 | 45329 | 45089 | 240 | 1% |
| 20140723 | 44883 | 48860 | -3977 | -8% |
| 20140724 | 46422 | 42394 | 4028 | 10% |
| 20140725 | 41740 | 46861 | -5121 | -11% |
| 20140726 | 43686 | 34660 | 9026 | 26% |

3차년
4 사과 출하시기 의사결정
시스템 기본모델의 예측력

중등급 일별 사과
도매가격예측모델

모델도출 및 검증
2009.10.14-2014.7.31

모델 검증 기간의 예측력 제시

| 날짜 | 실제가격 | 추정가격 | 차이 | 차이% |
|----------|-------|-------|-------|------|
| 20140701 | 46297 | 49998 | -3701 | -7% |
| 20140702 | 48360 | 49166 | -806 | -2% |
| 20140703 | 46507 | 45149 | 1358 | 3% |
| 20140704 | 43827 | 42744 | 1083 | 3% |
| 20140705 | 40347 | 40145 | 202 | 1% |
| 20140707 | 42493 | 45557 | -3064 | -7% |
| 20140708 | 42827 | 42767 | 60 | 0% |
| 20140709 | 43112 | 42490 | 622 | 1% |
| 20140710 | 41491 | 38072 | 3419 | 9% |
| 20140711 | 38729 | 37385 | 1344 | 4% |
| 20140712 | 36714 | 40106 | -3392 | -8% |
| 20140714 | 42556 | 42412 | 144 | 0% |
| 20140715 | 40867 | 33194 | 7673 | 23% |
| 20140716 | 35806 | 45364 | -9558 | -21% |
| 20140717 | 43901 | 43869 | 32 | 0% |
| 20140718 | 43223 | 45756 | -2533 | -6% |
| 20140719 | 42768 | 47367 | -4599 | -10% |
| 20140721 | 48157 | 48810 | -653 | -1% |
| 20140722 | 45329 | 45089 | 240 | 1% |
| 20140723 | 44883 | 48860 | -3977 | -8% |
| 20140724 | 46422 | 42394 | 4028 | 10% |
| 20140725 | 41740 | 46861 | -5121 | -11% |
| 20140726 | 43686 | 34660 | 9026 | 26% |

그림 3-91. 2014 7월 이후 모델의 검증결과(중등급의 경우)

4 2차년
사과 출하시기 의사결정
시스템 기본모델의 예측력

하등급 일별 사과
도매가격예측모델

모델도출
2012.3.15-2013.2.6

모델 검증 기간의 예측력 제시

| 날짜 | 실제가격 | 추정가격 | 차이 | 차이% |
|--------|-------|-------|-------|------|
| 130104 | 28409 | 31090 | -2681 | -9% |
| 130105 | 29910 | 33132 | -3222 | -10% |
| 130107 | 32440 | 31875 | 565 | 2% |
| 130108 | 29158 | 34094 | -4936 | -14% |
| 130109 | 32651 | 32197 | 454 | 1% |
| 130110 | 30828 | 32472 | -1644 | -5% |
| 130111 | 31372 | 30753 | 619 | 2% |
| 130112 | 28979 | 29611 | -632 | -2% |
| 130114 | 29984 | 30342 | -358 | -1% |
| 130115 | 27977 | 29971 | -1994 | -7% |
| 130116 | 29194 | 27910 | 1284 | 5% |
| 130117 | 28200 | 27204 | 996 | 4% |
| 130118 | 27749 | 25094 | 2655 | 11% |
| 130119 | 25187 | 23770 | 1417 | 6% |
| 130121 | 26058 | 26164 | -106 | 0% |
| 130122 | 25043 | 29023 | -3980 | -14% |
| 130123 | 29569 | 27359 | 2206 | 8% |
| 130124 | 27710 | 28511 | -801 | -3% |
| 130125 | 28569 | 24676 | 3889 | 16% |
| 130126 | 24734 | 26425 | -1691 | -6% |
| 130128 | 27901 | 25436 | 2465 | 10% |
| 130129 | 24011 | 27603 | -3592 | -13% |
| 130130 | 28149 | 31310 | -3161 | -10% |
| 130131 | 29550 | 28199 | 1351 | 5% |
| 130201 | 27516 | 32307 | -4791 | -15% |
| 130202 | 29732 | 34704 | -4972 | -14% |
| 130204 | 32852 | 34378 | -1526 | -4% |
| 130205 | 30532 | 31340 | -808 | -3% |
| 130206 | 31400 | 29900 | 1500 | 5% |

4 3차년
사과 출하시기 의사결정
시스템 기본모델의 예측력

하등급 일별 사과
도매가격예측모델

모델도출 및 검증
2009.10.14-2014.7.31

모델 검증 기간의 예측력 제시

| 날짜 | 실제가격 | 추정가격 | 차이 | 차이% |
|----------|-------|-------|-------|------|
| 20140701 | 33604 | 32336 | 1268 | 4% |
| 20140702 | 32148 | 29690 | 2458 | 8% |
| 20140703 | 29400 | 22108 | 7292 | 33% |
| 20140704 | 23734 | 18092 | 5642 | 31% |
| 20140705 | 21950 | 28509 | -6559 | -23% |
| 20140707 | 29319 | 17394 | 11925 | 69% |
| 20140708 | 21111 | 27188 | -6077 | -22% |
| 20140709 | 28768 | 28691 | 77 | 0% |
| 20140710 | 28773 | 25104 | 3669 | 15% |
| 20140711 | 26028 | 29673 | -3645 | -12% |
| 20140712 | 30012 | 25758 | 4254 | 17% |
| 20140714 | 27656 | 29418 | -1762 | -6% |
| 20140715 | 29587 | 24168 | 5419 | 22% |
| 20140716 | 26829 | 34875 | -8046 | -23% |
| 20140717 | 33177 | 28016 | 5161 | 18% |
| 20140718 | 27979 | 22318 | 5661 | 25% |
| 20140719 | 25004 | 30487 | -5483 | -18% |
| 20140721 | 31048 | 23018 | 8030 | 35% |
| 20140722 | 24706 | 24293 | 413 | 2% |
| 20140723 | 26996 | 35477 | -8481 | -24% |
| 20140724 | 33523 | 26557 | 6966 | 26% |
| 20140725 | 26937 | 24299 | 2638 | 11% |
| 20140726 | 26116 | 20547 | 5569 | 27% |

도출된 모델이 예측초기에는 다소 예측치와 실제치의 많은 차이가 발생

그림 3-92. 2014 7월 이후 모델의 검증결과(하등급의 경우)

4. 클라우드 데이터 저장관리 시스템 기반 유통 모니터링 시스템 통합 및 테스트

가. 웹 기반 유통 모니터링 시스템 고도화

웹 기반 모니터링 시스템은 APC를 중심으로 입고량과 출고량을 모니터링하며, APC를 기점으로 하는 모든 유통과정의 환경요인을 웹을 통해서 모니터링 기능 제공한다. 특히, 이동 중 농산물을 운반하는 컨테이너 내부의 환경정보(온도, 습도, CO2)와 위치 정보를 센서 태그 및 GPS를 통해 수집하여 저장하고 사용자의 요구(기간, 주기, 위치)에 맞게 가공하여 다양한 형태(지도, 그래프)로 제공한다. 또한 APC를 중심으로 하는 입고처(농가)와 출고처(상점) 정보를 입력하고, 특정 입고처에서의 농작물 입고 과정이나 특정 출고처로의 농작물 출고 과정을 추가 및 확인 가능하다. 옵션 설정(관리자) 통해 알람 기능을 수행하게 될 한계 범위를 설정하고 사용하게 되는 APC의 주소 및 위치를 등록가능하다.

(1) 시스템 구조

개발하는 웹 기반 모니터링 시스템의 전체적인 구조는 그림 3-93과 같다. Presentation Layer는 사용자의 요구에 따른 데이터 표현 계층으로 정제된 데이터를 사용자의 요구(모니터링 하고자 하는 대상 기간(또는 실시간), 유통 모니터링 정보(온도, 습도, 이산화탄소), 표현 방법(그래프, 지도))에 따라 데이터를 제공한다. Data Management Layer는 수집한 데이터의 정제, 저장 및 관리 계층으로 Communication Layer를 통해 수신한 XML(환경 및 위치) 데이터를 사용자의 요구에 맞게 구문 분석 및 가공 처리하고, Presentation Layer에서 활용 가능한 형태로 임시 저장 공간에 데이터 저장 및 색인을 수행한다. 마지막으로 Communication Layer는 센서 태그로부터의 데이터를 수신 및 해석 계층이다. 환경정보를 센서 태그 및 허브를 통해 전달되는 컨테이너 내부의 환경 정보를 수신하고 프로토콜에 따라서 이를 해석하는 기능을 수행한다. 또한, 데이터 요청 및 통합 데이터베이스 시스템에 패킷 저장을 요청하기 위한 통신 기능 수행하며, 패킷 해석 및 전송을 위한 데이터 직렬화 및 역직렬화 기능을 수행한다.

개발하는 웹 기반 모니터링 시스템을 위한 서버 시스템의 전체적인 구조는 그림 3-94와 같다. Apache Web Server는 아파치 기반 웹 서버 솔루션이다. Flex Presentation Server는 국제 표준에 기반을 두어 구성된 서버 구조로서 ActionScript(Javascript), MXML(XML), DOM3 등의 표준 위에 Adobe API와 클래스 라이브러리가 추가된 형태이다. 이는 내부 동작 코드와 외부 디자인 코드가 분리되어 구현을 가능하게 함으로써 구현 작업의 높은 효율성을 가능하게 한다. ActionScript는 강력한 객체지향 언어로서 Flash 버전에서 검증되었던 강력한 라이브러리들을 Flash보다 더욱 쉽고 편리하게 이용가능하게 함으로써 높은 수준의 프로그램 구현을 가능하게 한다. PHP는 개발된 웹 어플리케이션 상에서 내부 동작 코드에

의한 데이터의 호출 및 생성을 하는 기능을 수행한다.

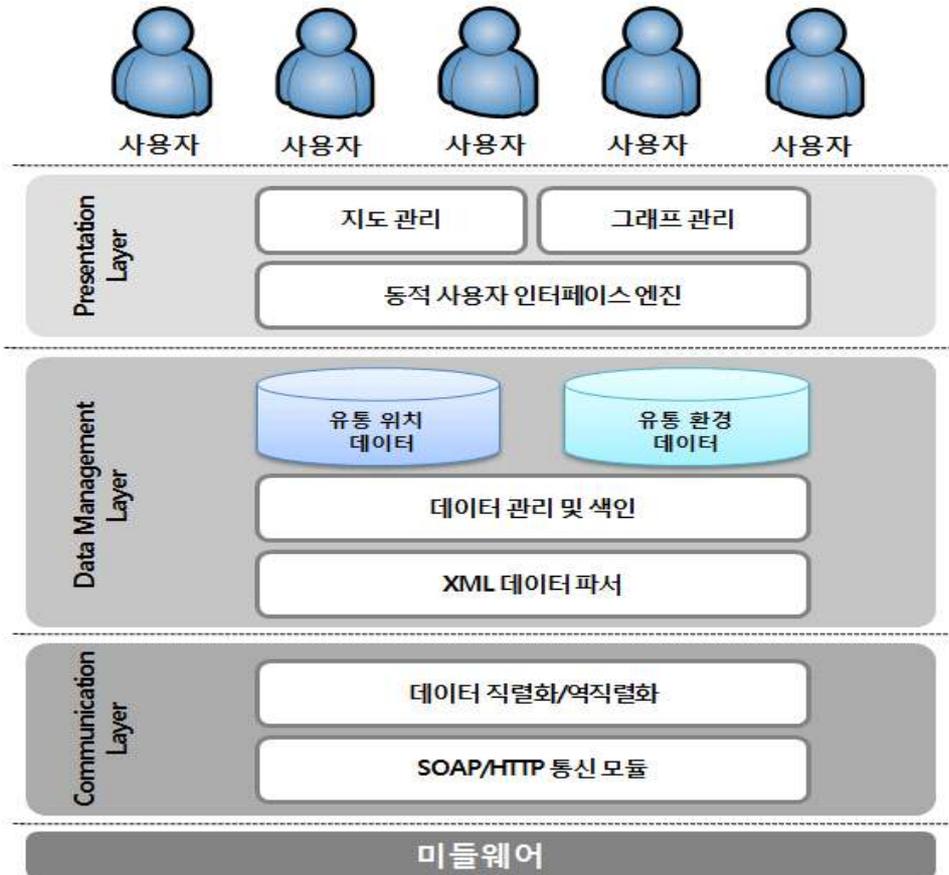


그림 3-93. 웹 기반 모니터링 시스템 계층 구조

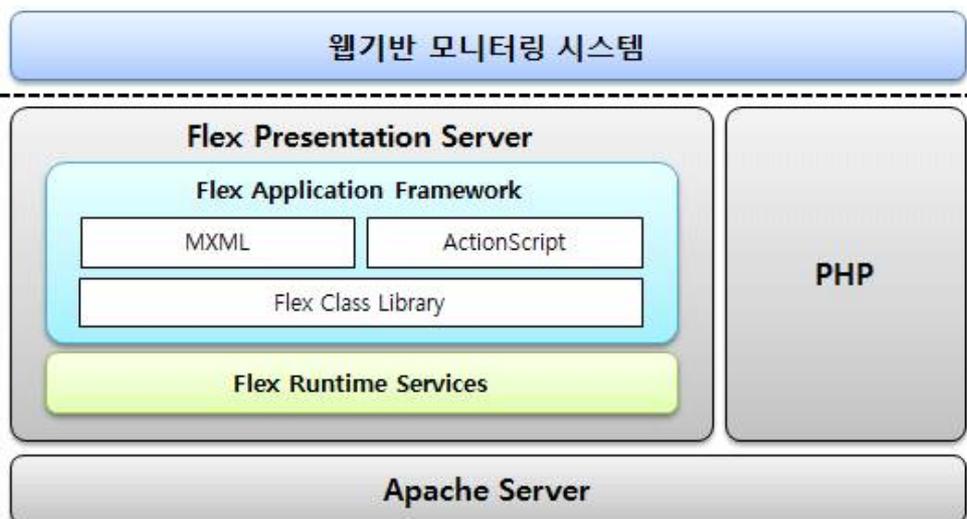


그림 3-94. 웹 기반 모니터링 시스템 구조

표 3-10. 유통 모니터링 시스템을 위한 데이터베이스 테이블

| 테이블 | 설명 |
|---------|--|
| GPS | 장치에 장착된 GPS 센서 정보 저장 |
| 위치 | 운송 이동 경로 데이터를 위한 허브의 위치 데이터 저장 |
| 입출고등록 | 농산물이 입출고 시 사용되는 허브 장치 정보 저장 |
| 허브 | 운송에 사용되는 허브를 등록 및 저장 |
| 태그 | 운송되는 농산물 박스에 탈부착 되는 태그(온도, 습도, CO2)를 등록 및 저장 |
| 온습도 | 온도 및 습도 센서로부터 수신되는 데이터 저장 |
| CO2 | CO2 센서로부터 수신되는 데이터 저장 |
| 태그등록 | 허브에 등록된 태그들을 등록 및 저장 |
| 입출고구역정보 | 입출고 되는 컨테이너 내부의 태그의 위치 정보를 저장 |
| 농산물 | 운송되는 농산물에 대한 정보 저장 |
| 입출고 | 입출고 되는 세부 내용 저장 |
| 운송단계 | 입출고에 되는 시점에 따른 운송 단계, 종류, 시작 및 종료시간을 저장 |
| 운송수단 | 운송되는 운송수단 및 운송종류에 대한 정보를 저장 |
| 장소 | 운송의 기점이 되는 출발지, 도착지, 경유지 등의 장소 저장 |
| 사용자 | 시스템 접근 시 사용되는 사용자의 계정 및 권한 정보 저장 |
| 설정 | 지도 및 그래프의 옵션 설정들의 정보를 저장 |

(3) 데이터 웹서비스 설계 및 구현

클라이언트는 농산물이 운송되는 과정 및 상태를 모니터링 할 수 있도록 제공되는 소프트웨어 프로그램과 안드로이드의 스마트 기기에서 서비스 되는 농산물 모니터링 전용 모바일 어플리케이션 그리고 일반 데스크톱에서 서비스 되는 농산물 모니터링 전용 웹 어플리케이션(Flex)이다. Tomcat Server(Apache)는 Client의 농산물 모니터링을 위한 서비스를 제공하는 웹서버이다. Webservice 프로그램은 Client의 요청(xml데이터)에 따른 응답(xml데이터)을 위한 처리를 한다. Webservice 프로그램에는 Java의 웹 어플리케이션 프로그래밍 기술인 Servlet과 클라이언트와의 통신을 위한 Java 전용 XMLRPC 라이브러리가 활용되었다. 또한 MySQL 데이터베이스에 접근하여 XML데이터를 생성한다. 데이터 수집 서버는 허브에 장착된 GPS 센서, 허브에 등록된 온도 및 습도 센서, CO2 센서로부터 수신되는 데이터를 미들웨어를 통해 MySQL Database로 저장하는 서버이다.

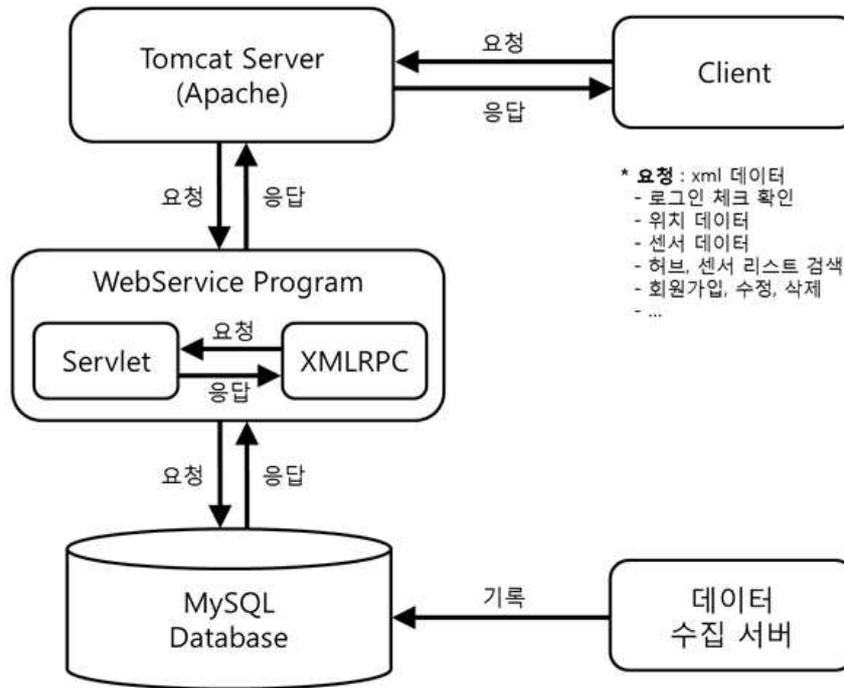


그림 3-96. 데이터 웹서비스 구조

(가) 어플리케이션 상에서의 데이터 요청

다음은 입출고 된 리스트 중 운송이 완료된 농산물 <파프리카> 리스트를 추출하기 위한 XML 구조의 예이다.

```
<?xml version="1.0" encoding="euc-kr" standalone="yes"?>
<methodCall>
  <methodName>get.Check_Login</methodName>
  <params>
    <param>
      <value><String>파프리카</String></value>
    </param>
  </params>
</methodCall>;
```

다음은 농산물 모니터링 페이지 중 그래프 부분에서 온도, 습도 데이터를 그래프로 표현하기 위해 필요한 온습도 센서(001007B5)의 데이터 요청을 위한 XML 구조의 예이다.

```
<?xml version="1.0" encoding="euc-kr" standalone="yes"?>
<methodCall>
  <methodName>get.Check_Login</methodName>
  <params>
    <param>
      <value><String>19</String></value>
```

```

        </param>
        <param>
            <value><String>온습도</String></value>
        </param>
        <param>
            <value><String>001007B5</String></value>
        </param>
        <param>
            <value><String>2012-01-01 00:00:00</String></value>
        </param>
        <param>
            <value><String>None</String></value>
        </param>
    </params>
</methodCall>;

```

(나) 어플리케이션 상에서의 데이터 요청에 대한 응답

다음은 입출고 된 리스트 중 운송이 완료된 농산물 <파프리카> 리스트 추출 결과의 XML 구조의 예이다.

```

<?xml version="1.0" encoding="euc-kr" standalone="yes"?>
<root>
    <check>true</check>
    <row>
        <f_p_Name>파프리카</f_p_Name>
        <start_Point>서울농가</start_Point>
        <end_Point>서울APC</end_Point>
        <start_Data>2012-06-12 11:11:11.0</start_Data>
        <end_Data>2012-06-14 20:11:11.0</end_Data>
        <f_p_Quantity>100</f_p_Quantity>
        <ss_Number>6</ss_Number>
        <f_p_Number>6</f_p_Number>
    </row>
    <row>
        <f_p_Name>파프리카</f_p_Name>
        <start_Point>청주APC</start_Point>
        <end_Point>부산항구</end_Point>
        <start_Data>2012-06-14 11:11:11.0</start_Data>
        <end_Data>2012-06-14 20:11:11.0</end_Data>
        <f_p_Quantity>100</f_p_Quantity>
        <ss_Number>9</ss_Number>
        <f_p_Number>9</f_p_Number>
    </row>
</root>

```

다음은 농산물 모니터링 페이지 중 그래프 부분에서 온도, 습도 데이터를 그래프로 표현하기 위해 필요한 온습도 센서(001007B5)의 데이터 추출 결과의 XML 구조의 예이다.

```

<?xml version="1.0" encoding="euc-kr" standalone="yes"?>
<root>
  <check>true</check>
  <row>
    <tag_Date>2012-01-01 00:00:00.0</tag_Date>
    <figure1>28.38</figure1>
    <figure2>53.53</figure2>
    <info_Area>1-6-7</info_Area>
  </row>
  <row>
    <tag_Date>2012-01-01 00:27:00.0</tag_Date>
    <figure1>28.30</figure1>
    <figure2>45.59</figure2>
    <info_Area>1-6-7</info_Area>
  </row>
  ... 중략 ...
  <row>
    <tag_Date>2012-10-11 13:32:00.0</tag_Date>
    <figure1>23.24</figure1>
    <figure2>41.31</figure2>
    <info_Area>1-6-7</info_Area>
  </row>
  <row>
    <tag_Date>2012-10-11 13:37:00.0</tag_Date>
    <figure1>24.38</figure1>
    <figure2>39.69</figure2>
    <info_Area>1-6-7</info_Area>
  </row>
</root>

```

(4) 웹 기반 모니터링 시스템 기능 설명

(가) 시스템 초기 화면

아이디 및 패스워드를 입력하고, 로그인을 수행한다. 로그인 성공 시, 아이디에 부여된 고유 권한(APC(관리자)/농가/출고처(일반사용자))에 따라 기능사용에 제한 및 차별성을 부여한다.

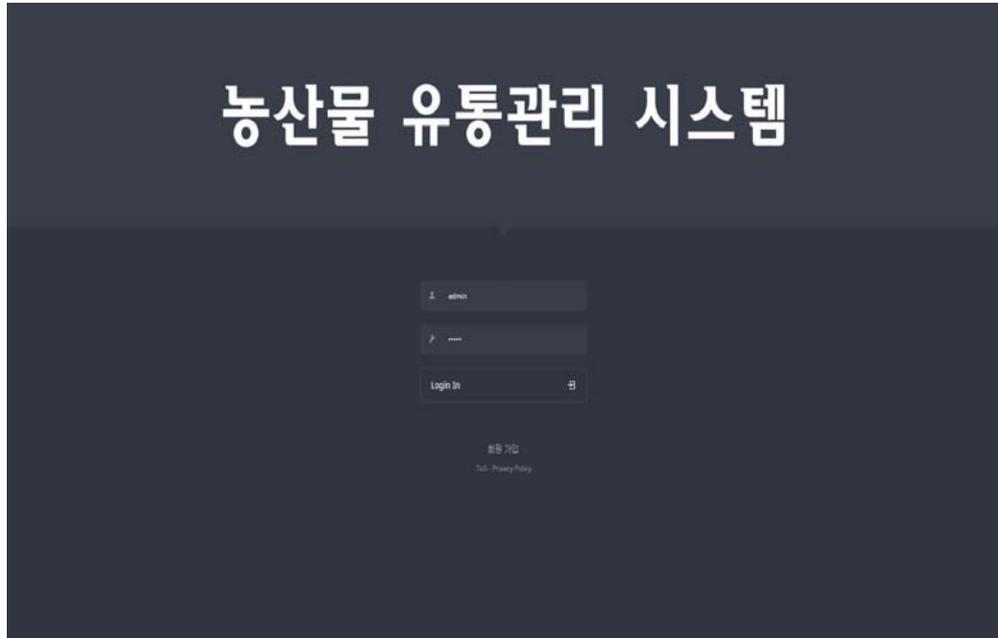


그림 3-97. 시스템 초기 화면

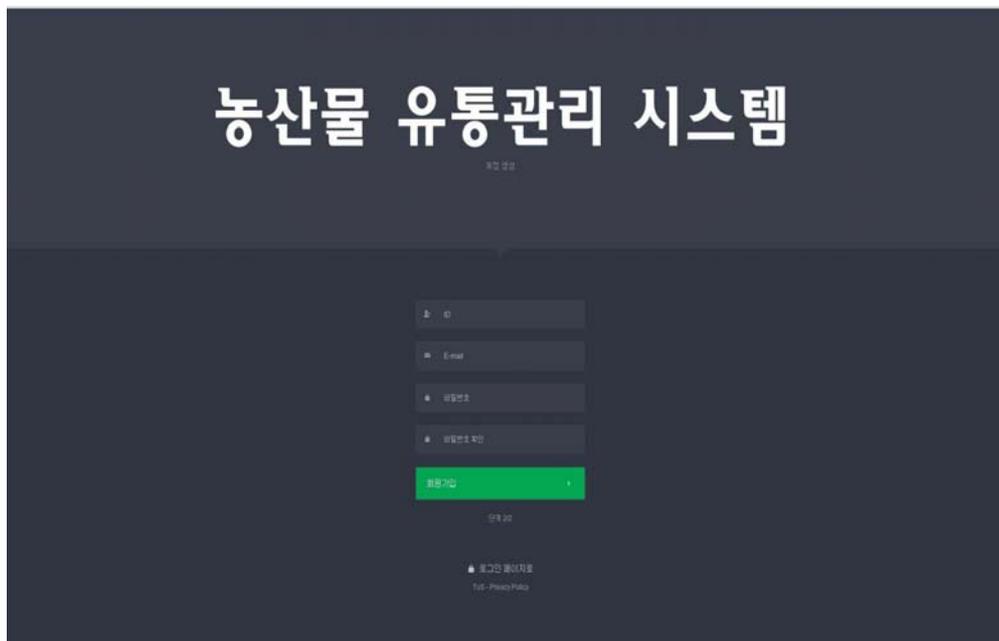


그림 3-98. 회원 가입 화면

(나) 로그인 성공 시(관리자/일반 사용자), 작업 대상 유통 목록 화면

작업 대상 유통 목록 화면에서는 품목, 구분, 수량, 출발지, 종착지, 시작시간, 종료시간을 현재 유통 진행(현재) 중인 목록과 유통 종료(과거)의 목록에서 보여주고, 관리자가 관리하고자 하는 유통 목록을 선택 가능. 선택 시 해당 작업에 대한 유통과정 모니터링 및 현재 사항 파악이 가능하다. 뿐만 아니라, 과거에 유통 종료된 목록도 함께 보여줌으로써, 지난

유통 과정에 대한 확인이 가능하며, 날짜 검색 기능을 이용하여 사용자가 알고 싶은 날짜의 유통 과정에 대해서 검색 일자 단위로 확인이 가능하다.

| 입출고번호 | 출고번호 | 품목 | 수량 | 출고처 | 시작시간 | 도착지 | 도착시간 |
|-------|------|------|------|-------|-----------------------|-------|-----------------------|
| 1 | 1 | 사과 | 100 | 서울농가 | 2012-05-12 09:40:00.0 | 서울apc | |
| 2 | 2 | 복숭아 | 100 | 청주apc | 2012-05-12 09:40:00.0 | 청주입구 | 2012-05-29 22:33:01.0 |
| 3 | 3 | 포도농가 | 100 | 충주apc | 2012-05-27 11:11:11.0 | 부산입구 | 2012-05-30 18:52:00.0 |
| 4 | 4 | 사과 | 100 | 서울농가 | 2012-05-12 11:11:11.0 | 서울apc | 2012-05-12 20:11:11.0 |
| 5 | 5 | 복숭아 | 100 | 충주농가 | 2012-05-13 11:11:11.0 | 서울apc | 2012-05-13 20:11:11.0 |
| 6 | 6 | 포도농가 | 100 | 서울농가 | 2012-05-12 11:11:11.0 | 서울apc | 2012-05-14 20:11:11.0 |
| 7 | 7 | 사과 | 100 | 충주농가 | 2012-05-12 11:11:11.0 | 서울apc | |
| 8 | 8 | 복숭아 | 100 | 서울apc | 2012-05-14 11:11:11.0 | 인천입구 | 2012-05-14 20:11:11.0 |
| 9 | 9 | 포도농가 | 100 | 청주apc | 2012-05-14 11:11:11.0 | 부산입구 | 2012-05-14 20:11:11.0 |
| 19 | 19 | 포도농가 | 1000 | 충주농가 | 2012-05-27 14:52:00.0 | 서울apc | 2012-05-30 18:52:00.0 |

그림 3-99. 작업 대상 유통 목록 화면

(다) 로그인 성공 시(관리자/일반 사용자), 유통과정 모니터링 화면

유통과정 모니터링 화면에서는 현재 진행 운송 단위(입고(산지-APC) / 출고(APC-출고처))의 실시간 운송 경로 및 센서 데이터의 확인 및 추가적으로 기 완료 운송 단위의 탐색 및 확인이 가능하다. 지도 Pod(세부 작업화면)과 그래프 Pod의 상호 유기적인 인터페이스 및 동작 구현 설계로 불필요한 컴포넌트의 배치를 최소화하며, 관심 Pod의 동적 배치를 통한 정보 가시화를 극대화한다. 지도 Pod에서는 드롭-다운 박스를 통해 세부 유통 단위 및 세부 유통 단위에 할당되어있는 허브의 선택이 가능하고, 해당 허브의 이동 경로 파악 가능. 뿐만 아니라, 세부 유통 단위에 할당되어있는 모든 허브에 대한 경로 표시 기능을 지원한다. 또한 지도 Pod, 그래프 Pod 에 있는 간단한 엑셀, 이미지, 출력 버튼으로 쉽게 현재 지도 Pod과 그래프 Pod 상태를 사용자가 원하는 엑셀이나 이미지 형태로 저장하고 출력 할 수 있다. 그래프 Pod에서는 지도 Pod에서 선택되어 있는 허브와 통신이 되고 있는 센서 노드의 데이터를 표현 가능하며, 유통 단계에서 문제가 발생할 경우 알람을 발생시켜 문제에 대한 빠른 대처를 지원한다. 지도 Pod과 그래프 Pod은 상호 유기적으로 구동되며, 지도 Pod에

서 특정 좌표를 선택할 경우, 해당 위치의 머무른 시간 정보와 센싱 데이터를 그래프 Pod에서 가시화한다.. 또한 그래프 Pod에서 특정 센싱 데이터를 선택할 경우, 지도 Pod에 해당 데이터를 수집한 위치를 가시화 할 수 있다.

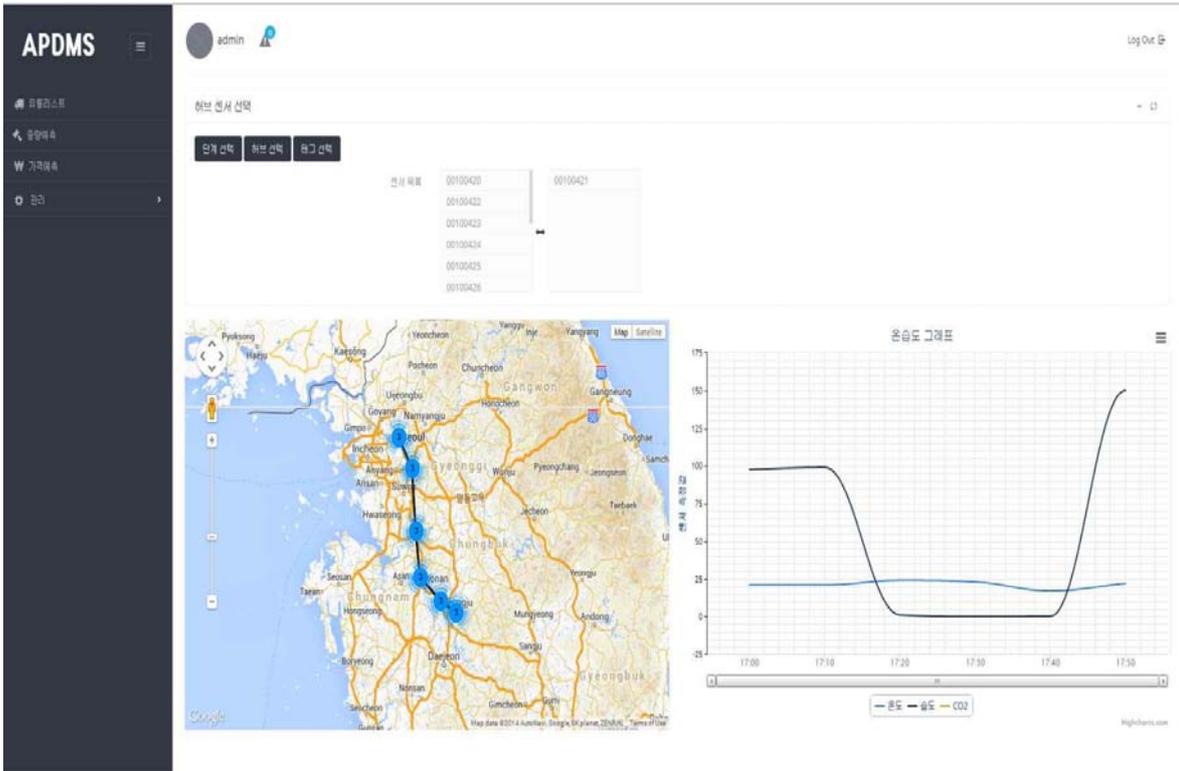


그림 3-100. 실시간 유통환경 모니터링 화면

(라) 로그인 성공 시(관리자), 유통과정등록 화면

유통과정등록 화면에서는 APC를 중심으로 하는 입고처(농가)와 출고처(상점) 정보를 입력하고, 특정 입고처에서의 농작물 입고 과정이나 특정 출고처로의 농작물 출고 과정을 설계 가능하다. 농가추가/ 출고처추가 기능을 사용하여 사용자가 원하는 장소를 쉽게 추가하고 농가 및 출고처 주소를 입력하고, 해당 주소에 해당하는 위치를 GPS 주소로 변환하여 상세위치 확인이 가능하고 상세위치의 위도 및 경도를 확인 가능, 추후 유통단계의 시작 및 진행과정과 유통단계의 완료를 위치 정보를 바탕으로 파악이 가능하다. 유통 단계 Pod은 중간 기착지를 기준으로 하는 입고 혹은 출고에 대한 유통 단계를 설계할 수 있도록 하며, 해당 유통 과정에서 사용하게 되는 허브를 등록한다. 허브 등록뿐만 아니라 허브리스트에서 사용자가 원하는 허브를 선택 하여 유통 과정에서 사용하게 되는 허브를 등록 태그를 등록한다.



그림 3-101. 유통과정 설계 및 등록 화면

(마) 로그인 성공 시(관리자), 입출고내역 화면

입출고내역 화면에서는 APC에서의 농작물 입고 및 출고 과정에 대한 종합적인 통계 기능을 제공하고, 농작물 단위, 검색 일자 단위로 검색이 가능하다. 또한 전체 혹은 특정 검색 일에 해당하는 입출고내역에 대해서 종합 통계 기능 지원한다.

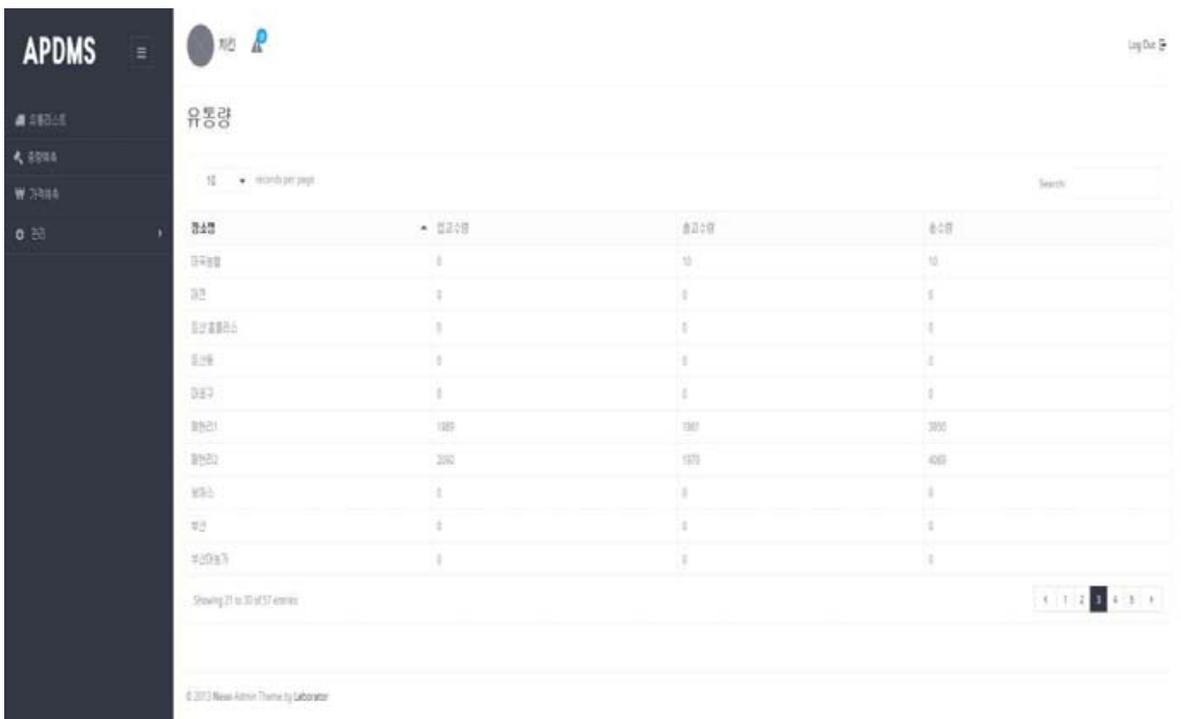


그림 3-102. APC 입출고 수량 모니터링

(바) 로그인 성공 시(관리자), 옵션 설정 화면

옵션 설정 화면에서는 컨테이너 내부의 환경정보(온도, 습도, Co2)에서 이상 데이터가 발생할 경우 알람 기능을 수행하게 될 최소값과 최대값의 한계 범위를 설정 가능할 뿐만 아니라, 사용하게 되는 APC의 주소 및 위치를 등록하여 사용자의 편의성 기능을 제공하기 위한 기반 정보로 활용 가능하다.

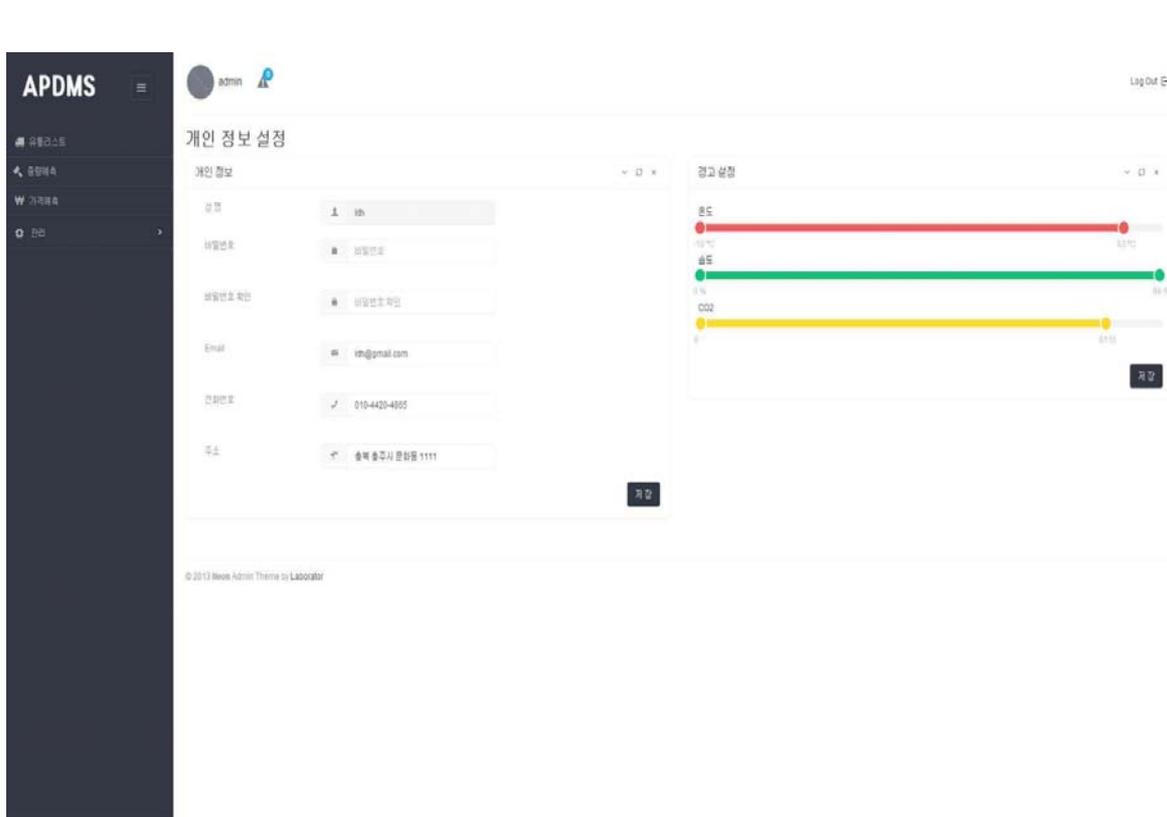


그림 3-103. 옵션 설정 화면

(5) 웹 기반 모니터링 시스템의 업무 처리 절차

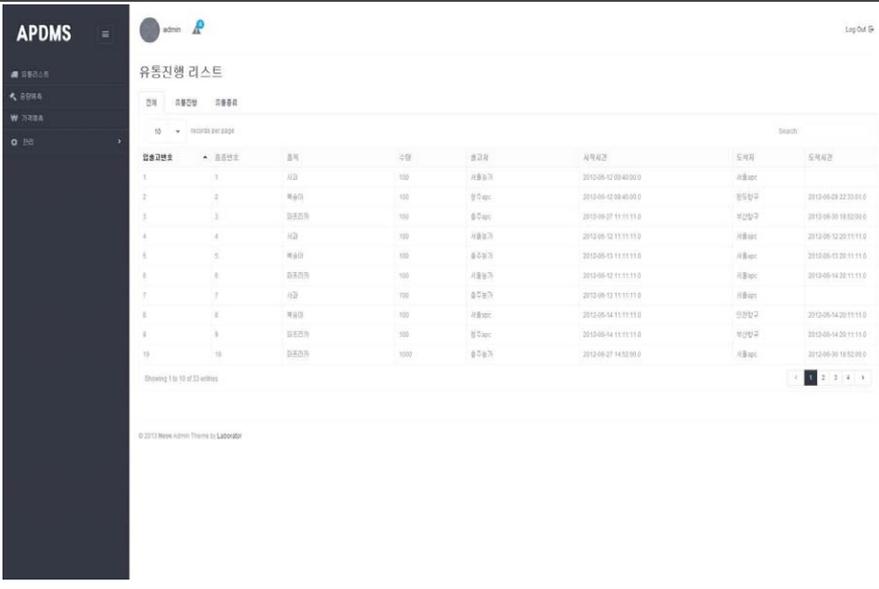
▪ 001로그인

| | |
|------|--|
| 기능명 | 로그인 |
| 기능설명 | 웹 페이지의 기능들을 사용하기 위하여 인증하는 기능 ID와 PASSWORD로 인증을 한다. |
| 화면 |  |

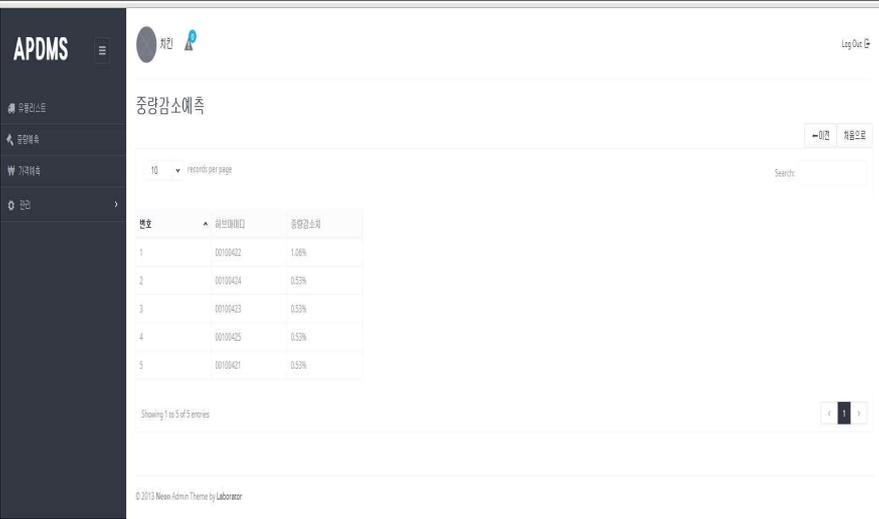
▪ 002회원가입

| | |
|------|---|
| 기능명 | 회원가입 |
| 기능설명 | 인증에 사용하는 ID,PASSWORD 를 생성하는 기능 ID,PASSWORD ,이름,전화번호,주소,E-MAIL 을 입력하여 기존 사용자와 동일한 ID가 있는지 확인하여 없을 경우 회원가입을 승인한다. |
| 화면 |  |

003유통리스트

| | |
|------|---|
| 기능명 | 유통리스트 |
| 기능설명 | <p>현재 유통리스트들을 보여준다. 전체,진행중인 유통,종료된 유통을 확인할 수있다. 각 유통에 대해 입출고번호,품종번호,품목,수량,출고지,시작시간,도착지,도착시간을 확인할 수있다. 각 정보에 대해서 검색을 할 수 있다.</p> |
| 화면 |  |

004중량예측

| | |
|------|---|
| 기능명 | 중량예측 |
| 기능설명 | <p>각 유통에대하여 중량감소치 예측식을 통해 예측 감소치를 확인할 수 있다. 유통 선택 -> 허브 선택 -> 품종 선택 의 3 단계 절차를 통해 각 유통의 특정 허브에 부착된 센서들의 중량감소치를 확인 할 수 있다.</p> |
| 화면 |  |

■ 005가격 예측

| | |
|------|---|
| 기능명 | 가격 예측 |
| 기능설명 | 가락시장 데이터와 가격 예측식을 바탕으로 각 등급에 대하여 오늘 예측 가격을 확인 할 수 있다. 날짜를 지정하여 범위 내의 가격을 그래프로 확인 할 수 있다. |
| 화면 | |

■ 006관리-유통관리

| | |
|------|--|
| 기능명 | 유통관리 |
| 기능설명 | 모든 유통에 대하여 관리를 하는 페이지 이다. 유통을 새로 추가하거나 기존의 유통을 삭제 할 수 있으며, 유통에 연결된 허브를 관리하거나, 단계 입력을 할 수 있다. |
| 화면 | |

007관리-유통량

| | |
|------|--|
| 기능명 | 유통량 |
| 기능설명 | 모든 출고처에 대하여 유통량(입고수량,출고수량,총수량)을 확인 할 수 있다. |
| 화면 | |

008관리-중량예측 상수테이블

| | |
|------|--|
| 기능명 | 중량예측 상수테이블 |
| 기능설명 | 중량예측식에 사용되는 수식에 대하여 수정을 할 수 있다. 변수 값을 제외한 상수 값에만 수정을 할 수 있다. |
| 화면 | |

009관리-가격예측 상수테이블

| | |
|------|---|
| 기능명 | 가격예측 상수테이블 |
| 기능설명 | 가격예측식에 사용되는 수식에 대하여 수정을 할 수 있다. 변수 값을 제외한 상수 값에만 수정을 할 수 있다. |
| 화면 | |

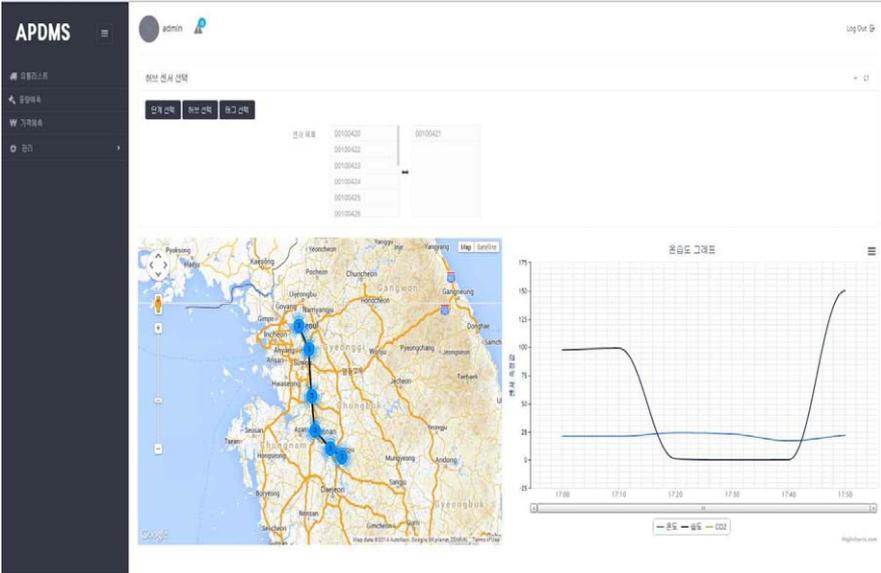
010관리-개인 정보 관리

| | |
|------|--|
| 기능명 | 개인 정보 관리 |
| 기능설명 | 개인 정보를 변경 할 수 있다. 이름은 변경할 수 없으며 PASSWORD, E-MAIL, 전화번호, 주소에 대해서만 변경이 가능하다. 추가적으로 각 사용자별 경고 알람 설정값(온도최대최소치, 습도최대최소치, CO2 최대최소치)을 변경 할 수 있다. |
| 화면 | |

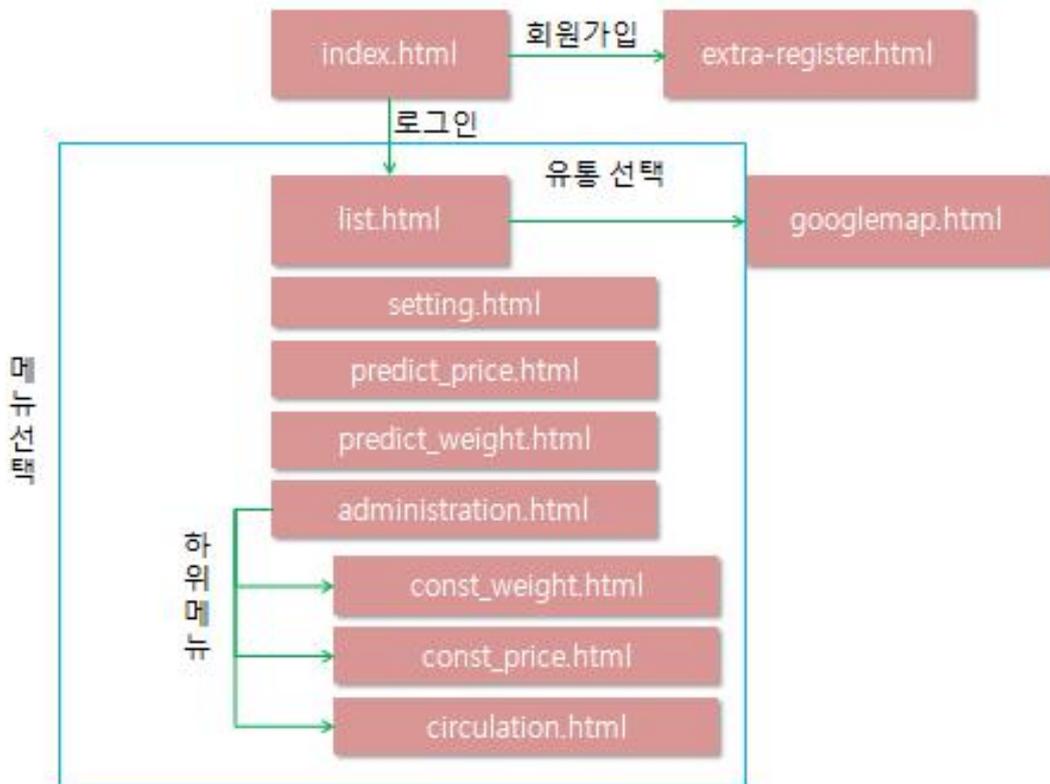
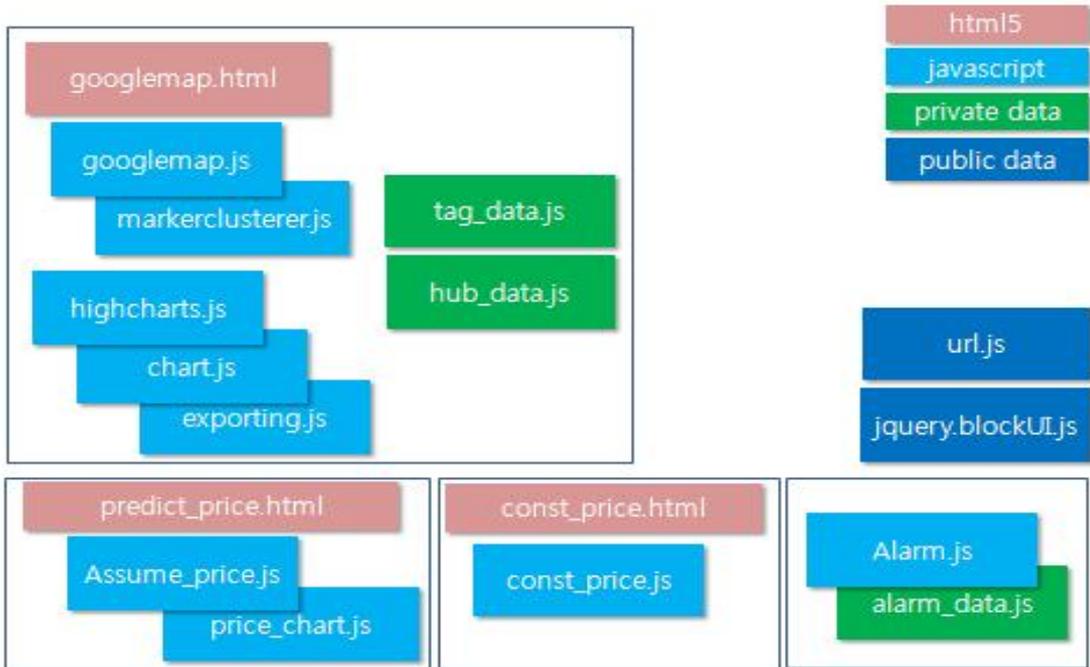
011관리-알람 확인

| | |
|------|--|
| 기능명 | 알람 확인 |
| 기능설명 | 경고 설정 값을 초과하는 값에 대해 알람을 확인 할 수 있다. 해당 기능은 모든 페이지에서 확인 가능하다. |
| 화면 |  |

012유통 모니터링

| | |
|------|--|
| 기능명 | 유통 모니터링 |
| 기능설명 | 각 유통에 대해 모니터링을 할 수 있다. 모니터링은 유통의 이동경로 확인과 이동하면서 측정된 온습도 값을 확인 할 수있다. |
| 화면 |  |

(6) 웹 기반 모니터링 시스템의 블록 관계도



(7) 웹 기반 모니터링 시스템 구현

| 패키지 : dojintest.monitoring.html | | |
|--|--|--|
| ● : 기능 ■ : 데이터 | | |
| 페이지명(핵심기능) | 스크립트 구성 | 설명 |
| index.html 웹 페이지의 로그인 기능을 담당하는 페이지이다. | <ul style="list-style-type: none"> ● resizable.js ● jquery.validate.min.js ● neon-login.js ● toastr.js ■ url.js | <ul style="list-style-type: none"> • resizable : 화면의 창 크기가 변경 되었을 때 자동으로 크기 계산을 해주는 스크립트 기능(neon 제공) • jquery.validate.min : input form에 입력을 할 때 데이터의 유효성을 검사하는 스크립트 • neon-login : 로그인 이벤트에 대한 애니메이션을 처리하는 스크립트(neon 제공) • toastr : 오류, 경고 메시지를 띄우는 스크립트 • url : 웹 서비스의 주소와 웹 서비스에 요청하는 스크립트 |

| 패키지 : dojintest.monitoring.html | | |
|--|---|--|
| ● : 기능 ■ : 데이터 | | |
| 페이지명(핵심기능) | 스크립트 구성 | 설명 |
| extra-register.html 회원 가입에 대한 절차를 담당하는 페이지이다. | <ul style="list-style-type: none"> ● resizable.js ● jquery.validate.min.js ● neon-register.js ● toastr.js ■ url.js | <ul style="list-style-type: none"> • resizable : 화면의 창 크기가 변경 되었을 때 자동으로 크기 계산을 해주는 스크립트 기능(neon 제공) • jquery.validate.min : input form에 입력을 할 때 데이터의 유효성을 검사하는 스크립트 • neon-register : 회원가입 이벤트에 대한 애니메이션을 처리하는 스크립트(neon 제공) • toastr : 오류, 경고 메시지를 띄우는 스크립트 • url : 웹 서비스의 주소와 웹 서비스에 요청하는 스크립트 |

| 패키지 : dojintest.monitoring.html | | |
|--|--|--|
| ● : 기능 ■ : 데이터 | | |
| 페이지명(핵심기능) | 스크립트 구성 | 설명 |
| <p>list.html</p> <p>로그인 성공시 나오는 처음 화면. 현재 입출고목록에 대한 리스트를 보여주는 페이지이다.</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● resizable.js ● select2.min.js ● Alarm.js ● jquery.dataTables.min.js ● alarm_data.js ● toastr.js ■ url.js | <ul style="list-style-type: none"> • resizable : 화면의 창 크기가 변경 되었을 때 자동으로 크기 계산을 해주는 스크립트 기능(neon 제공) • select2.min : 입출고 목록을 선택하는 이벤트에 대한 처리를 담당하는 스크립트 • Alarm : 입출고 목록중에 사용자가 설정한 임계치가 넘어가는 값에 대한 경고 알람을 받아오는 스크립트 • jquery.dataTables.min : 입출고 목록을 화면에 테이블 형태로 보여주는 스크립트 • alarm_data.js : 알람을 받아오고 화면에 출력을 담당하는 스크립트 • toastr : 오류, 경고 메시지를 띄우는 스크립트 • url : 웹 서비스의 주소와 웹 서비스에 요청하는 스크립트 |

| 패키지 : dojintest.monitoring.html | | |
|--|---|--|
| ● : 기능 ■ : 데이터 | | |
| 페이지명(핵심기능) | 스크립트 구성 | 설명 |
| <p>googlemap.html</p> <p>사용자가 선택한 입출고목록에 대한 모니터링을 하는 페이지이다. 구글맵과 하이차트로 지도위의 마커와 그래프를 표시한다.</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● resizable.js ● jquery.multi-select.js ● Alarm.js ● alarm_data.js ● googlemap.js ● chart.js ● highcharts.js ● exporting.js ● markerclusterer.js ● toastr.js | <ul style="list-style-type: none"> • resizable : 화면의 창 크기가 변경 되었을 때 자동으로 크기 계산을 해주는 스크립트 기능(neon 제공) • jquery.multi-select : 모니터링을 하고싶은 허브,센서태그를 여러개 선택을 하는 액션에 대한 이벤트를 처리하는 부분 • url : 웹 서비스의 주소와 웹 서비스에 요청하는 스크립트 |

| | | |
|--|--|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> ■ url.js ■ hub_data.js ■ tag_data.js | <ul style="list-style-type: none"> • toastr : 오류, 경고 메시지를 띄우는 스크립트 • Alarm : 입출고 목록중에 사용자가 설정한 임계치가 넘어가는 값에 대한 경고 알람을 받아오는 스크립트 • alarm_data.js : 알람을 받아오고 화면에 출력을 담당하는 스크립트 • googlemap : 화면의 이벤트에 대한 처리와 구글맵의 생성, 구글맵 이벤트에 대한 처리를 담당하는 스크립트 • chart : 그래프 생성과 그래프에 대한 이벤트 처리를 담당하는 스크립트 • highcharts : 그래프 생성을 위해 라이브러리 형태로 사용하는 스크립트(해당 스크립트가 있어 그래프를 생성할 수 있다) • exporting : 그래프에서 data를 파일 형태로 출력하는 스크립트(CSV 파일로 생성하여 EXCEL에서 읽을 수 있다. • markerclusterer : 구글맵 마커에 대한 클러스터를 생성하는 스크립트. 클러스터란 일정 범위에 있는 마커들은 하나의 마커로 인식하여 화면에 표시한다 • toastr : 오류, 경고 메시지를 띄우는 스크립트 • url : 웹 서비스의 주소와 웹 서비스에 요청하는 스크립트 • hub_data : 입출고 목록에 대한 hub 데이터를 저장하는 스크립트 • tag_data : 입출고 목록에 대한 tag 데이터를 저장하는 |
|--|--|---|

| | | |
|--|--|------|
| | | 스크립트 |
|--|--|------|

| 패키지 : dojintest.monitoring.html | | |
|---|--|--|
| ● : 기능 ■ : 데이터 | | |
| 페이지명(핵심기능) | 스크립트 구성 | 설명 |
| setting.html 사용자 설정을 통하여 사용자에게 대한 개인정보를 수정하는 페이지. 해당페이지에서 경고임계값을 설정할 수 있다. | <ul style="list-style-type: none"> ● resizable.js ● select2.min.js ● Alarm.js ● alarm_data.js ● toastr.js ● jquery.validate.min.js ● jquery.inputmask.bundle.min.js ■ url.js | <ul style="list-style-type: none"> • resizable : 화면의 창 크기가 변경 되었을 때 자동으로 크기 계산을 해주는 스크립트 기능(neon 제공) • select2.min : 경고 임계값을 선택하는 이벤트에 대한 처리를 담당하는 스크립트 • Alarm : 입출고 목록중에 사용자가 설정한 임계치가 넘어가는 값에 대한 경고 알람을 받아오는 스크립트 • alarm_data.js : 알람을 받아오고 화면에 출력을 담당하는 스크립트 • toastr : 오류, 경고 메시지를 띄우는 스크립트 • jquery.validate.min : input form에 입력을 할 때 데이터의 유효성을 검사하는 스크립트 • jquery.inputmask.bundle.min : input form 에 입력을 할 때 데이터의 유효성에 해당하지 않는 부분은 입력이 불가능하게 하는 스크립트 • url : 웹 서비스의 주소와 웹 서비스에 요청하는 스크립트 |

| 패키지 : dojintest.monitoring.html | | |
|---------------------------------|--|---|
| ● : 기능 ■ : 데이터 | | |
| 페이지명(핵심기능) | 스크립트 구성 | 설명 |
| predict_price.html | <ul style="list-style-type: none"> ● resizable.js | <ul style="list-style-type: none"> • resizable : 화면의 창 크기가 |

| | | |
|--|---|---|
| <p>농산물에 대한 가격을 예측하는 페이지이다.</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● Alarm.js ● alarm_data.js ● toastr.js ● price_chart.js ● highcharts.js ● exporting.js ● assume_price.js ● daterangepicker.js ● moment.min.js ■ url.js | <p>변경 되었을 때 자동으로 크기 계산을 해주는 스크립트 기능(neon 제공)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alarm : 입출고 목록중에 사용자가 설정한 임계치가 넘어가는 값에 대한 경고 알람을 받아오는 스크립트 • alarm_data.js : 알람을 받아오고 화면에 출력을 담당하는 스크립트 • toastr : 오류, 경고 메시지를 띄우는 스크립트 • price_chart : 그래프 생성과 그래프에 대한 이벤트 처리를 담당하는 스크립트 • highcharts : 그래프 생성을 위해 라이브러리 형태로 사용하는 스크립트(해당 스크립트가 있어야 그래프를 생성할 수 있다) • exporting : 그래프에서 data를 파일 형태로 출력하는 스크립트(CSV 파일로 생성하여 EXCEL에서 읽을 수 있다. • assume_price : 가격예측에 대한 이벤트 처리를 담당하는 스크립트 • daterangepicker : 날짜 선택 이벤트를 처리를 담당하는 스크립트 • moment.min : 가격을 보여주는 화면에서 이벤트를 추가하는 스크립트 • url : 웹 서비스의 주소와 웹 서비스에 요청하는 스크립트 |
|--|---|---|

| 패키지 : dojintest.monitoring.html | | |
|---|--|--|
| ● : 기능 ■ : 데이터 | | |
| 페이지명(핵심기능) | 스크립트 구성 | 설명 |
| predict_weight.html 입출고에 대한 중량감소를 예측하는 페이지이다. | <ul style="list-style-type: none"> ● resizable.js ● Alarm.js ● alarm_data.js ● toastr.js ● select2.min.js ● jquery.dataTables.js ■ url.js | <ul style="list-style-type: none"> • resizable : 화면의 창 크기가 변경 되었을 때 자동으로 크기 계산을 해주는 스크립트 기능(neon 제공) • Alarm : 입출고 목록중에 사용자가 설정한 임계치가 넘어가는 값에 대한 경고 알람을 받아오는 스크립트 • alarm_data.js : 알람을 받아오고 화면에 출력을 담당하는 스크립트 • toastr : 오류, 경고 메시지를 띄우는 스크립트 • select2.min : 중량 감소 입출고목록에 대한 선택 이벤트 처리를 담당하는 스크립트 • jquery.dataTables.min : 입출고 목록을 화면에 테이블 형태로 보여주는 스크립트 • url : 웹 서비스의 주소와 웹 서비스에 요청하는 스크립트 |

| 패키지 : dojintest.monitoring.html | | |
|--|---|---|
| ● : 기능 ■ : 데이터 | | |
| 페이지명(핵심기능) | 스크립트 구성 | 설명 |
| administration.html 입출고 추가/삭제 허브추가, 센서추가와 같은 입출고에 관한 관리를 담당하는 페이지이다. | <ul style="list-style-type: none"> ● resizable.js ● Alarm.js ● alarm_data.js ● toastr.js ● select2.min.js ● jquery.dataTables.js ● jquery.selectBoxIt.min.js ■ url.js | <ul style="list-style-type: none"> • resizable : 화면의 창 크기가 변경 되었을 때 자동으로 크기 계산을 해주는 스크립트 기능(neon 제공) • Alarm : 입출고 목록중에 사용자가 설정한 임계치가 넘어가는 값에 대한 경고 알람을 받아오는 스크립트 • alarm_data.js : 알람을 받아오고 화면에 출력을 |

| | | |
|--|--|---|
| | | <p>담당하는 스크립트</p> <ul style="list-style-type: none"> • toastr : 오류, 경고 메시지를 띄우는 스크립트 • select2.min : 입출고목록에 대한 입력 이벤트 처리를 담당하는 스크립트 • jquery.dataTables.min : 입출고 목록을 화면에 테이블 형태로 보여주는 스크립트 • jquery.selectBoxIt.min : 셀렉트 박스 이벤트 처리를 담당하는 스크립트 • url : 웹 서비스의 주소와 웹 서비스에 요청하는 스크립트 |
|--|--|---|

| 패키지 : dojintest.monitoring.html | | |
|---|--|---|
| ● : 기능 ■ : 데이터 | | |
| 페이지명(핵심기능) | 스크립트 구성 | 설명 |
| <p>const_weight.html</p> <p>중량 감소 예측을 적용하기 위한 예측식의 상수값을 수정할 수 있는 페이지이다. 관리페이지의 하위 메뉴이다.</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● resizable.js ● Alarm.js ● alarm_data.js ● toastr.js ● select2.min.js ● jquery.dataTables.js ■ url.js | <ul style="list-style-type: none"> • resizable : 화면의 창 크기가 변경 되었을 때 자동으로 크기 계산을 해주는 스크립트 기능(neon 제공) • Alarm : 입출고 목록중에 사용자가 설정한 임계치가 넘어가는 값에 대한 경고 알람을 받아오는 스크립트 • alarm_data.js : 알람을 받아오고 화면에 출력을 담당하는 스크립트 • toastr : 오류, 경고 메시지를 띄우는 스크립트 • select2.min : 데이터 테이블 목록에 대한 입력 이벤트 처리를 담당하는 스크립트 • jquery.dataTables.min : 중량감소 예측식 상수값을 화면에 테이블 형태로 보여주는 스크립트 • url : 웹 서비스의 주소와 웹 서비스에 요청하는 스크립트 |

| 패키지 : dojintest.monitoring.html | | |
|--|--|--|
| ● : 기능 ■ : 데이터 | | |
| 페이지명(핵심기능) | 스크립트 구성 | 설명 |
| const_price.html 가격 예측을 적용하기 위한 예측식의 상수값을 수정할 수 있는 페이지이다. 관리페이지의 하위 메뉴이다. | <ul style="list-style-type: none"> ● resizable.js ● Alarm.js ● alarm_data.js ● toastr.js ● select2.min.js ● jquery.dataTables.js ● const_price.js ■ url.js | <ul style="list-style-type: none"> • resizable : 화면의 창 크기가 변경 되었을 때 자동으로 크기 계산을 해주는 스크립트 기능(neon 제공) • Alarm : 입출고 목록중에 사용자가 설정한 임계치가 넘어가는 값에 대한 경고 알람을 받아오는 스크립트 • alarm_data.js : 알람을 받아오고 화면에 출력을 담당하는 스크립트 • toastr : 오류, 경고 메시지를 띄우는 스크립트 • select2.min : 데이터 테이블 목록에 대한 입력 이벤트 처리를 담당하는 스크립트 • jquery.dataTables.min : 가격 예측식 상수값을 화면에 테이블 형태로 보여주는 스크립트 • const_price : 가격예측 상수값 페이지에 대한 이벤트를 처리하는 스크립트 • url : 웹 서비스의 주소와 웹 서비스에 요청하는 스크립트 |

| 패키지 : dojintest.monitoring.html | | |
|--|--|--|
| ● : 기능 ■ : 데이터 | | |
| 페이지명(핵심기능) | 스크립트 구성 | 설명 |
| circulation.html 유통량을 확인하기 위한 페이지이다. 관리페이지의 하위 메뉴이다. | <ul style="list-style-type: none"> ● resizable.js ● Alarm.js ● alarm_data.js ● toastr.js ● select2.min.js ● jquery.dataTables.js ■ url.js | <ul style="list-style-type: none"> • resizable : 화면의 창 크기가 변경 되었을 때 자동으로 크기 계산을 해주는 스크립트 기능(neon 제공) • Alarm : 입출고 목록중에 사용자가 설정한 임계치가 넘어가는 값에 대한 경고 알람을 받아오는 스크립트 • alarm_data.js : 알람을 받아오고 화면에 출력을 담당하는 스크립트 • toastr : 오류, 경고 메시지를 띄우는 스크립트 • select2.min : 데이터 테이블 목록에 대한 입력 이벤트 처리를 담당하는 스크립트 • jquery.dataTables.min : 유통량을 화면에 테이블 형태로 보여주는 스크립트 • url : 웹 서비스의 주소와 웹 서비스에 요청하는 스크립트 |

| 패키지 : dojintest.monitoring.js | | |
|---|--|--|
| | | ● : 변수 ■ : 메소드 |
| 스크립트명 (핵심기능) | 스크립트 구성 | 설명 |
| <p>googlemap.js</p> <p>화면의 이벤트에 대한 처리와 구글맵의 생성, 구글맵 이벤트에 대한 처리를 담당하는 스크립트</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● map ● charts ● hub_datas ● markers ● polylines ● infoWindows ● evenetmarker ● north ● south ● west ● east ● all_step ● btn_flag ● stepSelected ● hubSelected ● tagSelected ● start_date ● ss_Number ● f_p_Number ● end_date ● req_num ● mc ● alarmCheck ● warn_Date ● opts | <ul style="list-style-type: none"> • map : 구글 지도 객체 • charts : 그래프 객체 • hub_datas : Hub 관련 데이터 저장 변수 • markers : 마커 저장 변수 • polylines : 마커를 잇는 선에 대한 데이터 저장 변수 • infoWindows : 각 마커에 윈도우 창에 대한 데이터 저장 변수 • eventmarker : 현재 이벤트가 일어난 마커에 대한 정보 • north , south , west , east : 지도의 현재 보고자 하는 영역을 계산하기 위한 변수 • all_step : 입출고 단계에 대한 최고 값을 저장하는 변수 • btn_flag : 버튼클릭에 대한 플래그 변수 • stepSelected : 선택한 단계의 목록 • hubSelected : 선택한 허브의 목록 • tagSelected : 선택한 태그의 목록 • start_date : 입출고 시작시간 • ss_Number : 입출고 번호 • f_p_Number : 농산물 번호 • end_date : 입출고 도착시간 • req_num : 센서에 대한 요청 플래그 변수(온도,습도,CO2) • mc : 마커 클러스터 객체 • alarmCheck : 알람으로 모니터링 화면으로 들어 온경우를 체크하는 변수 • warn_Date : 알람 시간 • opts : 경고, 에러를 |

| | | |
|--|--|--|
| | | 표시하기위한 토스트에 대한 옵션 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ■ initialize ■ getDate ■ request ■ toggleBounce ■ selected ■ selectedParser ■ btnClick ■ stepHubSelect ■ tagSelect ■ pointSelect ■ Tag_Search ■ Tag_List_Parser ■ SS_Hub_List1_Parser ■ insertData ■ drawPolyline ■ setVisibleProcess ■ setMarkerPolylineVisible ■ pointPathReset | <ul style="list-style-type: none"> • initialize : 초기화 함수. 웹페이지가 처음 로딩될 때 처리하는 함수 • getDate : string 값을 date 형으로 변환하여 반환하는 함수 • request : 웹 서비스 요청함수. callback 메소드를 통해 각 요청에대한 성공시의 이벤트와 실패시의 이벤트를 처리 • toggleBounce : 마커에 대한 toggle 이벤트를 부여하는 함수 • selected : 단계, 허브, 태그 내의 아이템들이 선택 될 때의 이벤트 • selectedParser : 선택된 아이템들에 대한 목록을 저장하고 이에 대한 데이터를 웹서비스에 요청 • btnClick : 단계, 허브, 태그 버튼의 이벤트를 처리하는 함수 • stepHubSelect : 단계와 허브가 선택 될 때 화면의 polyline을 조정하는 함수 • tagSelect : 태그가 선택될 때 차트에 표시되어야 할 데이터를 요청하는 함수 • pointSelect : 차트에 표시된 데이터의 점에 대한 클릭을 하였을 때 변경되어야 할 지도에대한 이벤트 • Tag_Search : 태그 목록 검색 함수 • Tag_List_Parser : 웹 서비스로부터 받아온 태그 리스트를 파싱 하는 함수 • SS_Hub_List1_Parser : 웹 |

| | | |
|--|--|---|
| | | 서비스로부터 받아온 허브 리스트를 파싱 하는 함수 <ul style="list-style-type: none"> • insertData : 파싱된 데이터를 미리 정의해 놓은 데이터 구조체에 저장하는 함수 • drawPolyline : 지도상에 polyline을 그리는 함수 • setVisibleProcess : 마커와 polyline중 표시되어야 할 데이터를 계산 하는 함수 • setMarkerPolylineVisible : 마커와 polyline의 Visible을 설정하는 함수 • pointPathReset : 차트의 점 클릭 이벤트에 대한 처리가 완료되었을 때 처리하는 함수 |
|--|--|---|

| 패키지 : dojintest.monitoring.js | | |
|---|---|--|
| ● : 변수 ■ : 메소드 | | |
| 스크립트명 (핵심기능) | 스크립트 구성 | 설명 |
| chart.js 차트를 생성/삭제/수정 하는 처리를 담당하는 스크립트 | <ul style="list-style-type: none"> ● googleMap ● points ● points2 ● points3 ● isFirst ● req_num ● Min ● Max | <ul style="list-style-type: none"> • googleMap : 구글 지도 객체 • points : 차트에 표시된 온도 점들의 id 값 • points2 : 차트에 표시된 습도 점들의 id 값 • points3 : 차트에 표시된 CO2 점들의 id 값 • isFirst : 차트가 처음 생성될때를 확인하는 플래그 변수 • req_num : 센서에 대한 요청 플래그 변수(온도, 습도, CO2) • Min : 차트의 x축 최소값 • Max : 차트의 x축 최대값 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ■ point_id ■ chart ■ data_add ■ data_remove ■ destroy ■ showLoading | <ul style="list-style-type: none"> • point_id : 각 점에 대한 id를 부여 하는 함수 • chart : 차트를 생성하는 함수 • data_add : 생성된 차트에 데이터를 추가하는 함수 |

| | | |
|--|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> ■ hideLoading ■ setData ■ requestChart ■ init ■ afterSetExtremes ■ getTagType | <ul style="list-style-type: none"> • data_remove : 생성된 차트에 데이터를 삭제하는 함수 • destroy : 생성된 차트를 삭제하는 함수 • showLoading : 사용자가 보고자 하는 x축의 위치가 변경되었을 때 loading을 돕으로써 시간차를 맞추기 위한 함수 • hideLoading : 생성된 loading을 삭제하는 함수 • setData : 생성된 차트에 데이터를 set 하는 함수 • requestChart : 사용자가 x축을 변경하였을 때 추가적인 데이터를 요청하는 함수 • init : 차트를 생성할 때 추가적으로 필요한 초기화 함수 • afterSetExtremes : x축,y축이 변경될때마다 요청되는 callback 함수 • getTagType : 태그 아이디에 대한 타입(온도,습도,CO2)을 검색하는 함수 |
|--|--|--|

| 패키지 : dojintest.monitoring.js | | |
|--|---|---|
| | | ● : 변수 ■ : 메소드 |
| 스크립트명 (핵심기능) | 스크립트 구성 | 설명 |
| assume_price.js 가격예측 페이지에서 일어나는 이벤트 처리를 담당하는 스크립트 | <ul style="list-style-type: none"> ● req_num ● charts ● opts | <ul style="list-style-type: none"> • req_num : 품종 별 요청 플래그 변수(특,상,중,하) • charts : 가격예측 그래프 객체 • opts : 경고, 에러를 표시하기위한 토스트에 대한 옵션 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ■ request ■ leadingZeros ■ onloads ■ datevalue | <ul style="list-style-type: none"> • request : 웹 서비스 요청함수. callback 메소드를 통해 각 요청에대한 성공시의 이벤트와 실패시의 이벤트를 처리 • leadingZeros : 아무것도 없는 데이터(NULL)를 읽었을 때 일어나는 이벤트 • onloads : 웹 페이지가 처음 로드 되었을 때 초기화를 하는 함수 • datevalue : 화면에 표시된 달력에서 날짜의 범위를 지정했을 때 해당 값을 얻어오는 함수 |

| 패키지 : dojintest.monitoring.js | | |
|--|------------------------------------|---|
| ● : 변수 ■ : 메소드 | | |
| 스크립트명 (핵심기능) | 스크립트 구성 | 설명 |
| price_chart.js 가격예측 페이지에서 일어나는 차트 이벤트 처리를 담당하는 스크립트 | ■ chart ■ data_add ■ destroy | <ul style="list-style-type: none"> • chart : 차트를 생성하는 함수 • data_add : 생성된 차트에 데이터를 추가하는 함수 • destroy : 생성된 차트를 삭제하는 함수 |

| 패키지 : dojintest.monitoring.js | | |
|--|---------------------------------------|---|
| ● : 변수 ■ : 메소드 | | |
| 스크립트명 (핵심기능) | 스크립트 구성 | 설명 |
| const_price.js 가격예측 상수값 페이지에 대한 이벤트를 처리하는 스크립트 | ■ request ■ onloads ■ setChange | <ul style="list-style-type: none"> • request: 웹 서비스 요청함수. callback 메소드를 통해 각 요청에대한 성공시의 이벤트와 실패시의 이벤트를 처리 • onloads : 웹 페이지가 처음 로드 되었을 때 초기화를 하는 함수 • setChange : 상수값을 변경하였을 때 호출되는 함수 |

| 패키지 : dojintest.monitoring.js | | |
|---|------------------------|--|
| ● : 변수 ■ : 메소드 | | |
| 스크립트명 (핵심기능) | 스크립트 구성 | 설명 |
| Alarm.js 입출고 목록중에 사용자가 설정한 임계치가 넘어가는 값에 대한 경고 알람을 받아오는 스크립트 | ● alarmDatas | • alarmDatas : 알람 목록을 저장하는 변수 |
| | ■ init ■ warn_click | • init : 페이지가 로드 될 때 초기화 하는 함수. 알람목록을 웹 서비스로부터 받아온다 • warn_click : 알람에 대한 클릭이벤트 처리 함수 |

| 패키지 : dojintest.monitoring.js | | |
|--|---|--|
| ● : 변수 ■ : 메소드 | | |
| 스크립트명 (핵심기능) | 스크립트 구성 | 설명 |
| alarm_data.js 알람 정보를 저장하는 스크립트 | ● ss_Number ● f_p_Number ● hub_Id ● tag_Id ● start_Date ● warn_Date ● type ● check | • ss_Number : 입출고 번호 • f_p_Number : 농산물 번호 • hub_Id : 허브 아이디 • tag_Id : 태그 아이디 • start_Date : 시작시간 • warn_Date : 경고시간 • type : 태그 타입(온도,습도,CO2) • check : 알람 확인 여부 |

| 패키지 : dojintest.monitoring.js | | |
|--|---|--|
| ● : 변수 ■ : 메소드 | | |
| 스크립트명 (핵심기능) | 스크립트 구성 | 설명 |
| hub_data.js 허브 정보를 저장하는 스크립트 | <ul style="list-style-type: none"> ● ss_Step ● locations ● hub_Date ● stepIndex ● tags | <ul style="list-style-type: none"> • ss_Step : 단계 목록 • locations : 유통 경로 • hub_Date : 경로에 대한 측정 시간 • stepIndex : 각 단계별 데이터 갯수 • tags : 해당 허브에 연결된 센서 목록 |

| 패키지 : dojintest.monitoring.js | | |
|--|---|--|
| ● : 변수 ■ : 메소드 | | |
| 스크립트명 (핵심기능) | 스크립트 구성 | 설명 |
| tag_data.js 태그 정보를 저장하는 스크립트 | <ul style="list-style-type: none"> ● tag_Type ● index ● isData | <ul style="list-style-type: none"> • tag_Type : 태그의 타입(온도, 습도, CO2) • index : 각 태그의 index 번호 • isData : 태그의 데이터 실존 여부 |

나. 모바일 유통 모니터링 시스템 App 개발

(1) 개요

농산물 유통 관련 기관의 사무실에서 관련 정보의 상세 입력 및 모니터링에 적합하다. 하지만 센서 태그 등록 등과 같이 농산물 유통 현장에서 직접 입력해야 하는 경우에 효과적이지 못하다. 또한, 지속적으로 이동하고 있는 유통 실무자가 유통 과정 중에 발생할 수 있는 농산물 유통 환경의 비정상적인 변화에 능동적으로 대처할 수 있도록 지원하지 못한다.

안드로이드 기반 스마트 폰 또는 태블릿 등과 같은 모바일 기기는 웹 브라우저를 포함하고 있어 웹 기반 모니터링 시스템에 접근, 이용할 수 있다. 하지만 Flex 기술이 모바일 기기를 고려하여 개발된 기술이 아니므로 이를 기반으로 개발된 상기 모니터링 시스템을 모바일 기기에서 활용하기에는 파일 로딩 시간, 화면 크기의 제한 등의 측면에서 다소 무리가 있다. 또한 모바일 기기의 사용 환경을 고려한 사용자 인터페이스 설계가 미흡하기 때문에 모바일 환경에서 실질적인 활용에 어려움이 있다.

따라서 사무실 등 고정된 위치에서 유통 관련 정보의 상세 입력 및 모니터링에 적합한 웹 기반 모니터링 시스템과 더불어 모바일 기반 모니터링 시스템(Mobile-based Monitoring System)은 유통 실무자 또는 관리자의 이동성을 지원하면서 농산물 유통 환경에 대한 효과적인 모니터링이 가능하게 한다.

모바일 모니터링 시스템 개발의 목적은 유통 실무자 또는 관리자의 이동성 보장, 농산물 유통 환경의 효율적 모니터링, 예측하지 못한 유통 환경의 비정상적인 변화에 대한 적절한 대응 지원, 모바일 사용 환경을 고려한 효율적 사용을 지원함에 있다.

농산물 입고, 출고, 종류, 수량 등과 같은 대부분의 유통 관련 상세 정보들은 관련 기관의 사무실에서 사전에 입력되고, 이를 기반으로 실질적인 유통 과정이 시작된다. 하지만 농가 또는 APC 센터 등에서 운반을 위해 농산물을 컨테이너에 적재할 경우에 농산물 주변의 온도, 습도 등을 지속적으로 검출하는 센서 태그는 현장에서 직접 등록이 되어야 한다. 따라서 농산물이 적재되는 지역, 위치에 상관없이 담당자가 농산물 적재 과정에서 발생하는 센서 태그 종류 및 설치 위치 등의 정보를 현장에서 즉시 입력할 수 있어야 한다.

온습도, CO₂ 농도 등 농산물의 상품성에 영향을 주는 농산물 유통 환경에 대한 모니터링은 농산물 상품성 유지 및 출하 시점 예측 등에 중요한 역할을 할 수 있다. 모바일 모니터링 시스템은 유통 담당자가 시간, 위치에 관계없이 지속적으로 농산물 유통 환경을 모니터링할 수 있고 지속적으로 모니터링을 함으로써 현재 운반 중인 농산물의 상태에 대한 예측이 가능하며, 이를 기반으로 한 다양한 응용이 가능하다.

농산물이 적재되어 있는 컨테이너의 냉각 장치 등 농산물 유통 환경 유지에 필수적인 장

치들이 가동되지 않았거나 고장이 발생하여 예측하지 않았거나 비정상적인 환경 변화에 적절하게 대응해야 한다. 동시 다발적으로 발생하는 수많은 유통을 동시에 모니터링 하는 농산물 유통 관련 기관보다 유통 담당자가 농산물 유통 환경의 비정상적인 변화에 효율적으로 대처할 수 있다.

비교적 작은 화면 크기, 네트워크 환경의 동적 변화 등 모바일 기기의 특성을 고려한 시스템은 농산물 유통 환경에 대한 효과적인 모니터링이 가능하게 한다. 모바일 기기에 장착되는 화면은 점차 커지는 경향이 있지만 모바일 기기의 특성상 화면 크기에는 한계가 있다. 따라서 모바일 기기의 화면 크기를 고려한 사용자 인터페이스 설계는 효율적 모니터링이 가능하게 한다. 또한 LTE 기술로 인해 최근의 모바일 장치를 위한 네트워크 환경이 고속화되었지만 모바일 장치의 위치에 따른 전송 속도의 변화와 LTE 영역(coverage)을 벗어났을 경우에 3G 망으로의 변환 등 다양한 요소들이 모바일 네트워크 환경에 영향을 준다. 따라서 이를 고려하여 모바일 장치와 센서 태그에서 검출한 환경 데이터를 저장하고 있는 DB 서버와의 데이터 전송을 최소화할 수 있어야 한다.

(2) 개발 목표

모바일 모니터링 시스템의 목적을 달성하기 위해 안드로이드 기반 모바일 장치인 갤럭시 노트와 갤럭시 탭 10.1에서 모바일 모니터링 시스템 구현을 목표로 한다. 구현에 사용할 두 모바일 기기는 지원하는 모바일 네트워크 및 운영체제는 동일하지만 장착된 화면의 크기가 다르기 때문에 크기와 일반적인 사용 방향에 대응하는 사용자 인터페이스를 설계, 구현함을 목표로 한다. 이 뿐만 아니라 IOS 기반의 모니터링 시스템을 개발하여 현재 사용되는 대부분의 모바일 기기를 이용해서 모니터링 할 수 있도록 한다.

갤럭시 노트는 5.29 인치, 갤럭시 탭 10.1은 10.1 인치의 화면을 장착하고 있다. 갤럭시 노트는 세로 방향으로 세워서 사용하며, 갤럭시 탭 10.1은 가로 방향으로 눕혀서 사용하는 경향이 많다. 따라서 모바일 장치의 일반적인 그림 방법을 고려하여 세로 우선 또는 가로 우선 사용자 인터페이스를 개발한다.



그림 3-104. (좌) 세로 방향 사용 패턴의 갤럭시 노트
(우) 가로 방향 사용 패턴의 갤럭시 탭 10.1

3-차원 공간인 컨테이너 내에 설치되는 센서 태그의 위치를 2-차원 터치 화면을 이용하여 효과적으로 입력할 수 있는 방안을 도출하고, 구현함을 목표로 한다. 농산물 유통 경로를 지도상에서 추적하고, 해당 경로에서 검출된 유통 환경 데이터를 그래프로 표시함으로써 위치를 기반으로 한 농산물 유통 환경 변화를 모니터링 하도록 한다.

(3) 안드로이드용 유통 모니터링 시스템 개요 및 기능

(가) 모바일 유통 모니터링 시스템 구성

구현한 모바일 모니터링 시스템은 다음 그림 3-105에서 보인 흐름으로 운용될 수 있다. 우선적으로 농산물 유통 환경 데이터를 저장, 유지, 관리하고 있는 원격의 DB 서버에 접근하기 위해 유통 담당자가 모바일 장치에 구현된 모바일 모니터링 시스템을 이용하여 [로그인] 절차를 수행한다. [로그인] 절차가 성공적으로 완료되면 유통 담당자는 모니터링 대상이 되는 농산물 유통을 농산물 입출고 목록을 통해 선택한다. 선택된 농산물 유통의 현재 상태에 따라 [장비 관리] 또는 [모니터링] 절차를 수행한다. [장비 관리]는 농산물의 입고 또는 출고를 위해 농산물이 컨테이너에 적재되고 있는 상태에서 수행되어야 하는 절차이며, 농산물과 함께 컨테이너에 적재되는 센서 태그의 위치를 등록한다. [모니터링]은 컨테이너에 적재된 농산물이 운송되고 있는 동안에 위치 정보와 온습도, CO2 농도 등의 농산물 유통 환경 데이터를 DB 서버로부터 인출하여 화면에 표현하는 절차를 의미한다.

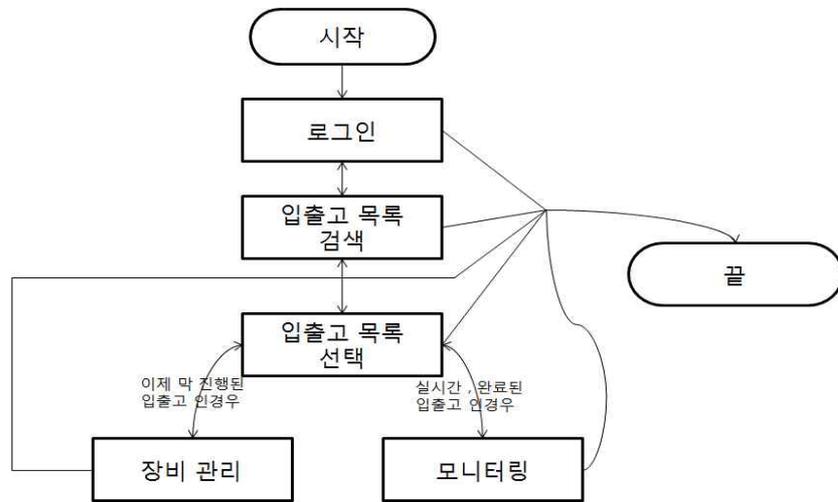


그림 3-105. 모바일 모니터링 시스템 흐름도

(나) [로그인] 절차

[로그인] 절차는 적법한 사용자가 DB 서버에 접근을 하고, 농산물 유통 환경을 모니터링 할 수 있도록 하는 1차적인 보안 절차로서 다음의 그림 3-106의 과정을 따른다. 로그인을 위해 필요한 정보는 유통 담당자의 식별자(ID)와 접근을 위한 비밀번호이다. ID와 비밀번호는 유통 관리자가 생성하여, DB에 저장을 하며, 이를 이용하여 ID와 비밀번호를 매치시켜 사용자를 인증한다. 갤럭시 노트와 갤럭시 탭에서 로그인을 위한 화면은 각각 다음 그림 3-107과 같다. 사용자 인증이 정상적으로 완료된 경우에는 모니터링 대상이 되는 농산물 유통을 선택하기 위한 [입출고 목록 검색] 절차를 수행한다.

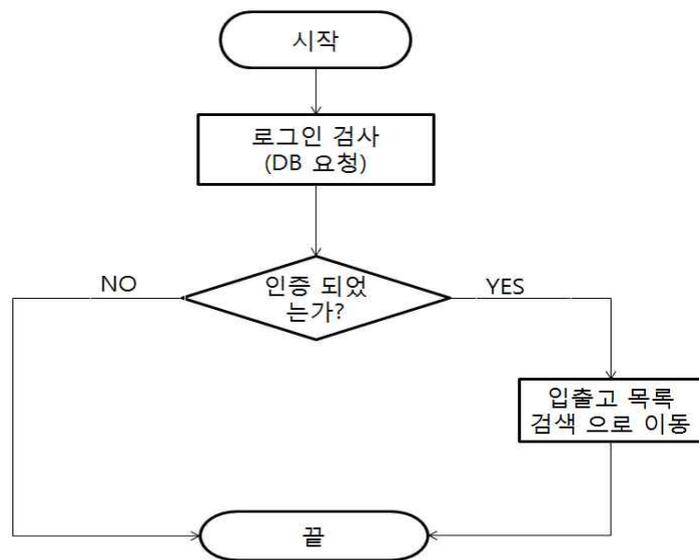


그림 3-106. 로그인 절차



그림 3-107. (좌) 갤럭시 노트에서 로그인 화면
(우) 갤럭시 탭 10.1에서 로그인 화면

(다) [입출고 목록 검색] 절차

① [입출고 목록 검색] 절차는 DB서버에 저장되어 있는 많은 농산물 유통 정보들 중에서 모니터링 대상을 선택하는 것으로 다음의 그림 3-108 절차를 따른다.

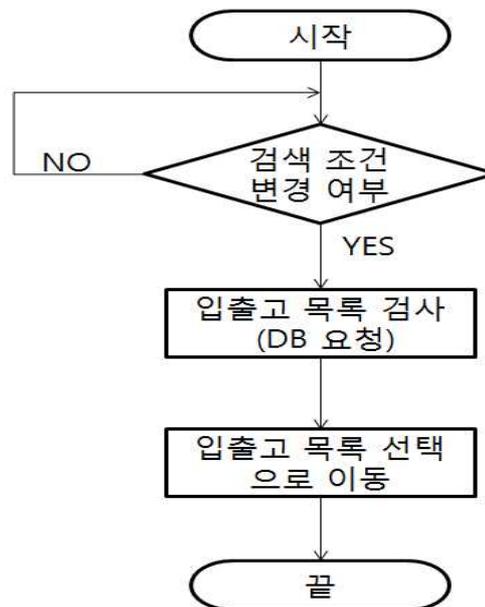


그림 3-108. 입출고 목록 검색절차

입출고 목록 검색을 위해 기간, 입출고지 및 농산물 품종이 검색 조건으로 사용되며, 검색 조건 입력을 위한 화면은 각각 다음 그림 3-109와 같다.



그림 3-109. (좌) 갤럭시 노트의 검색 조건 입력 화면
(우) 갤럭시탭 10.1의 검색 조건 입력 화면

입력된 검색 조건을 이용하여 DB 서버에 검색 요청을 한다. DB 서버로부터 인출한 입출고 목록 즉, 유통 목록이 화면에 표시되면 유통 담당자는 모니터링 대상이 되는 입출고 항목을 선택하며, 이를 위한 화면은 각각 다음 그림 3-111과 같다.



그림 3-110. (좌) 갤럭시 노트의 입출고 선택 화면
(우) 갤럭시 탭 10.1의 입출고 선택 화면

(라) [입출고 목록 선택] 절차

[입출고 목록 선택] 절차는 다음과 같다. 유통 담당자가 모니터링 대상이 될 입출고 즉, 농산물 유통을 선택하는 것으로 ‘운송 준비’ 상태와 ‘운송 중/완료’ 상태를 가질 수 있다. ‘운송 준비/완료’ 상태는 운송을 위해 컨테이너에 농산물을 적재하는 상태이거나 중간 기착지 또는 최종 도착지에 농산물이 도착한 상태를 의미하며, 앞의 입출고 선택 화면에서 다음의 아이콘으로 표시하고 있다.

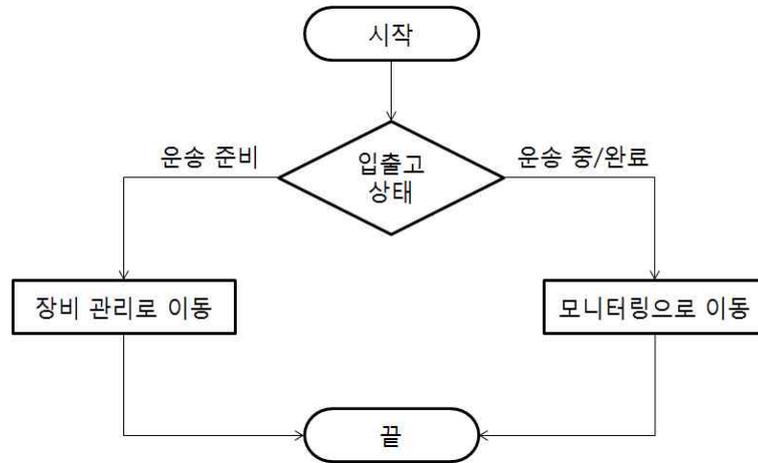


그림 3-111. 입출고 목록 선택 절차



그림 3-112. 농산물이 운송 준비/완료 상태임을 표시

‘운송 준비/완료 상태인 경우에는 운송을 위한 센서 태그를 센서 허브에 등록을 하는 장비 관리 화면으로 전환되어야 한다. 운송 중’ 상태는 컨테이너에 적재된 농산물이 차량 또는 선박을 통해 목적지 또는 중간 목적지를 향해 운송되고 있는 상태를 의미하며, 앞의 입출고 선택 화면에서 다음의 아이콘으로 표시하고 있다.



그림 3-113. 농산물이 운송 중임을 표시

‘운송 중’상태인 경우에는 운송 중인 농산물의 위치와 검출된 환경 정보를 모니터링 할 수 있는 화면으로 전환되어야 한다. 입출고 목록 중에서 한 항목을 선택한 경우에 표시되는 화면은 각각 다음 그림 3-114와 같다.



그림 3-114. (좌) 갤럭시 노트의 입출고 화면 (우) 갤럭시 탭 10.1의 입출고 화면

(마) [장비 관리] 절차

[장비 관리] 절차는 농산물 운송을 위해 사용되는 컨테이너에 설치되어 있는 센서 허브와 무선으로 연결될 센서 태그를 등록한다. 센서 태그는 농산물이 유통되는 과정에 발생하는 환경 변화를 검출하기 위한 것으로 온습도와 CO2 농도가 농산물 유통 환경 데이터로서 검출된다. [장비 관리]를 위한 절차는 다음 그림 3-115와 같다

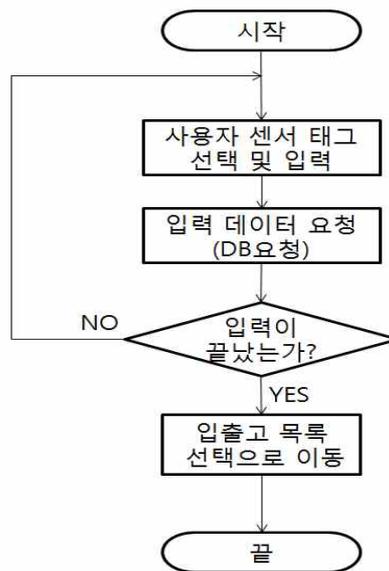


그림 3-115. 장비 관리 절차

센서 태그는 농산물이 포장되어 있는 포장 박스에 설치되는 것으로 센서 허브에 록되어야 하며, 박스가 컨테이너에 적재될 때 대략의 위치 정보가 입력되어야 한다. 컨테이너 내부

공간은 3-차원 공간이므로 센서 태그의 위치도 3-차원 직교 좌표계를 이용하여 표현되어야 한다. 3-차원 직교 좌표계를 이용하여 센서 태그의 위치를 입력하기 위해 x-좌표, y-좌표, z-좌표 값을 직접 입력하는 것은 유통 담당자가 좌표계에 대한 이해가 있어야 하며, 컨테이너 내에 센서 태그의 위치가 직관적이 못하다는 문제점을 갖고 있다. 또한 모바일 장치의 주요 입력 도구인 터치 화면이 2-차원 평면이므로 기본적인 입력 방법으로는 센서 태그의 위치를 표현하기 위한 3-차원 직교 좌표를 입력할 수 없다.

이러한 문제점을 해결하기 위해 본 연구에서는 2-차원 평면인 터치 스크린을 이용하여 3-차원 직교 좌표를 입력할 수 있는 ‘터치-이동(touch & move)’ 기법을 개발하고, 이를 센서 태그 위치 입력에 적용하였다. 터치-이동 기법은 2-차원 평면 터치 스크린에서 최초 터치 동작으로 객체의 x-좌표, y-좌표를 결정하고, 터치를 유지한 상태에서 터치를 한 손가락 또는 입력 도구를 면에서 이동시켜 z-좌표를 결정한다. 아래의 그림 3-116은 3-차원 좌표계의 공간으로 활용될 컨테이너를 표현한 것으로 컨테이너 입구에 표시된 격자 표시는 x-좌표, y-좌표를 표현하기 위한 것이고, 컨테이너 측면에 표시한 격자는 z-좌표를 표현하기 위한 것이다.



그림 3-116. 3-차원 좌표계의 공간으로 활용될 컨테이너

컨테이너 내부 공간에 놓이게 되는 센서 태그의 3-차원 좌표는 2-차원 터치 스크린에 표시된 2-차원 좌표계 즉, 컨테이너 입구를 표현한 좌표계에서 다음 그림 3-117과 같이 센서 태그의 위치를 터치하면, 그 위치에 해당하는 x-좌표, y-좌표를 결정한다.



그림 3-117. 센서 태그의 위치를 터치시 결정되는 x,y좌표

x-좌표, y-좌표가 결정되면 2-차원 터치 스크린에는 컨테이너의 측면이 표시되며, 유통 실무자는 터치하고 있는 손가락 또는 터치 도구를 센서 태그가 놓이게 되는 위치까지 이동한 후 터치 동작을 중단하면, 터치 동작이 중단된 위치를 z-좌표로 결정한다. 따라서, 터치-이동 동작을 통해 간단하게 2-차원 화면을 이용하여 3-차원 공간의 좌표를 직관적으로 입력할 수 있다. '터치-이동' 기법을 이용하여 컨테이너 내부 공간에 설치되는 센서 태그의 위치를 등록하는 화면은 다음 그림 3-118과 같다.

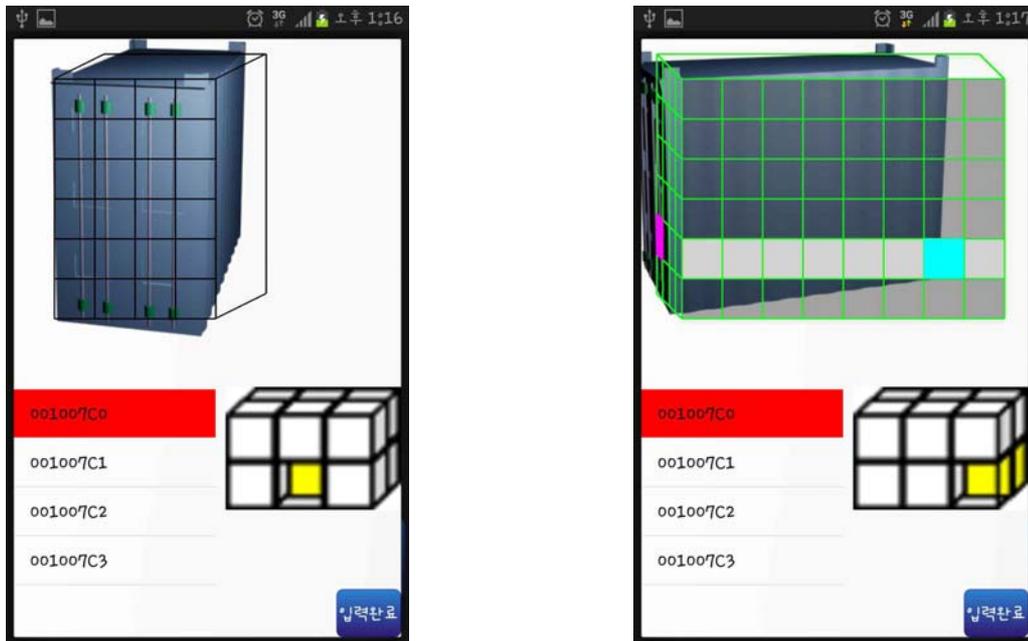


그림 3-118. (좌)위치입력 전 센서 태그의 위치
(우)위치입력 후 센서 태그의 위치

(바) 모니터링

모니터링은 농산물이 운송되고 있는 경로와 센서 태그에 의해 검출된 유통 환경 정보를 모바일 장치 화면에 표시한다. 모니터링을 위한 절차는 다음 그림 3-119와 같다.

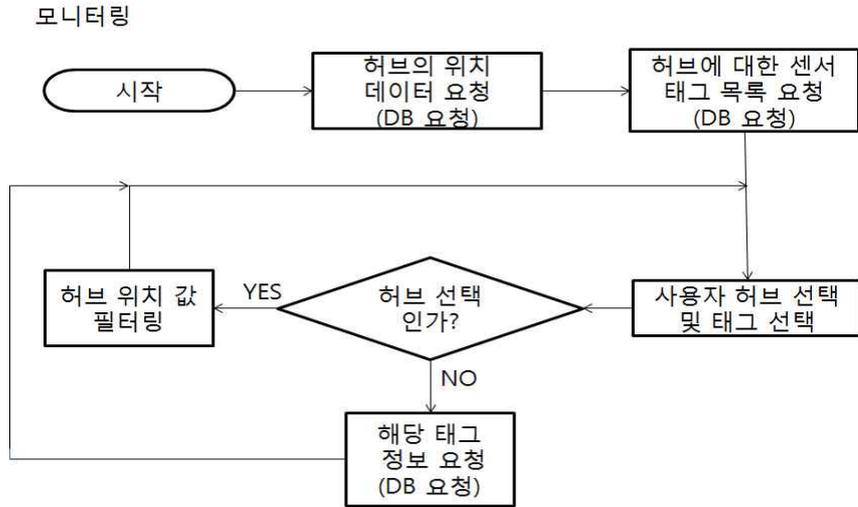


그림 3-119. 모니터링 절차

농산물 유통을 위한 이동 경로는 Google Inc.에서 제공하는 지도를 이용하여 표시하였다. 센서 태그가 검출한 온습도, CO2 농도 데이터는 그래프를 이용하여 표현하여, 검출된 값의 변화 추이를 확인할 수 있다. 한 화면에 센서 허브와 허브에 등록된 센서 태그의 이동 경로와 센서 태그가 검출한 값을 기반으로 한 그래프를 함께 표시하여, 위치를 기반으로 한 센서 태그를 통해 검출된 데이터의 상관 관계를 확인할 수 있다. 모니터링을 위한 기본 시작 화면은 그림 3-120과 같다. 허브와 센서 태그를 선택하지 않았지만 선택한 입출고 즉, 대상 유통과 관련된 위치 정보를 기본적으로 지도상에 표시한다.



그림 3-120. (좌) 갤럭시 노트의 모니터링 화면 (우) 갤럭시 탭 10.1의 모니터링 화면

기본 모니터링 화면에서 허브를 선택하면, 그 허브에 등록되어 있는 센서 태그를 선택할

수 있어 특정 위치 또는 환경 데이터만을 그래프에 표시할 수 있다. 허브 선택 후 온습도 센서 태그를 선택한 예와 해당 센서 태그를 선택한 후 화면에 표시되는 그래프는 각각 그림 3-121과 같다.



그림 3-121. (상)갤럭시 노트와 갤럭시 탭 10.1의 온습도 센서 선택
(하)갤럭시 노트와 갤럭시 탭 10.1의 온습도 센서 태그 선택 후 그래프

지도에서 경로를 선택하여 해당 경로 구간에서 검출된 데이터를 표시하거나, 그래프의 특정한 부분을 선택하여 그 부분의 데이터가 검출된 위치를 지도상에 표시함으로써 위치와 센서 태그 검출 데이터 간의 연관 관계를 표현할 수 있다. 이러한 기능은 위치 기반 데이터 서비스일 뿐만 아니라 데이터 기반 위치 서비스로 명명될 수 있다. 지도에 표시된 경로의 특정 핀(pin)을 선택한 경우에 그 위치 부근에서 센서 태그가 검출한 값을 그래프에 표시한 예는 그림 3-122와 같다. 그래프의 임의의 위치를 선택한 경우에 그곳에 표시한 데이터가 검출된 위치를 지도에 표시한 예는 다음과 같다.

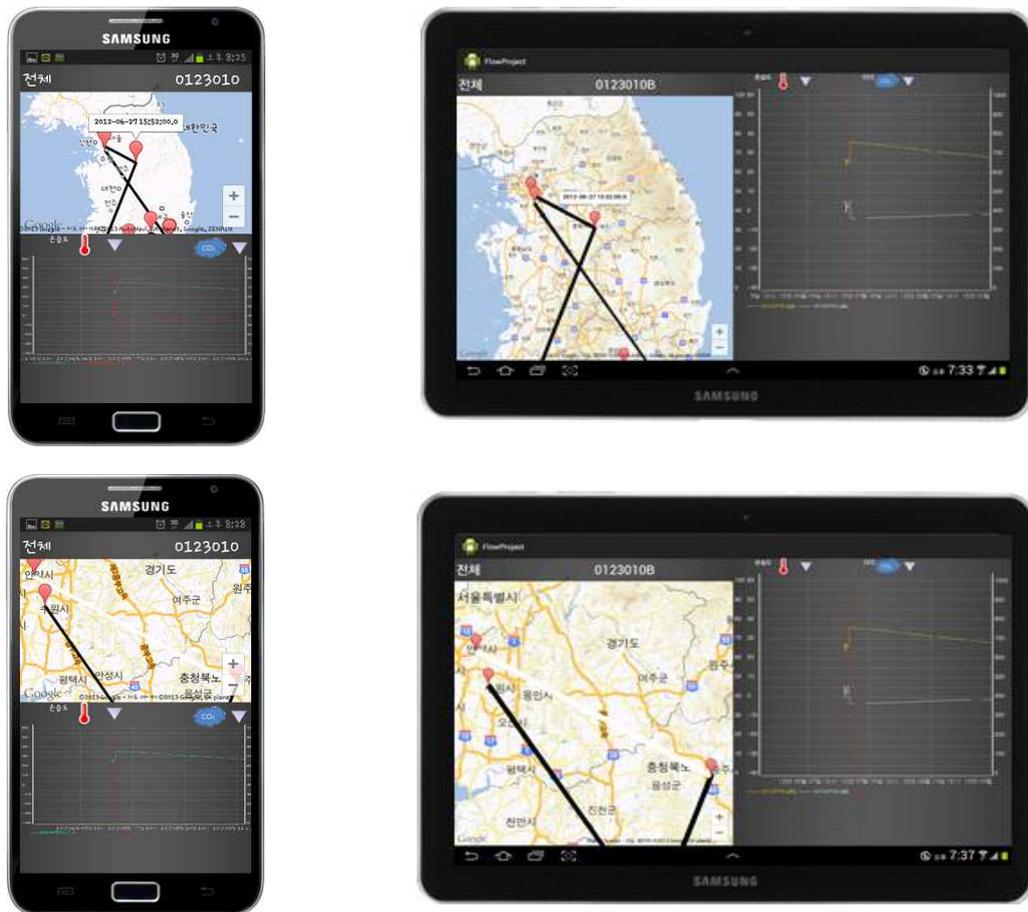


그림 3-122. (상)지도의 핀을 선택한 경우 해당 위치에서 검출된 데이터의 표시 예
(하)그래프의 임의의 위치를 선택한 경우 해당 데이터가 검출된 위치 표시 예

(사) 모바일 장치의 작은 화면 크기를 고려한 화면 분할 기능

갤럭시 노트는 5.29 인치의 비교적 작은 화면을 장착하고 있어 모니터링을 위한 지도와 그래프를 충분한 크기로 한 화면에 나타낼 수 없다. 따라서 본 연구에서는 지도와 그래프를 기본적으로 1:1 비율로 표시를 하지만 1:3 또는 3:1의 비율로 지도와 그래프를 표시할 수 있도록 구현을 하였다. 따라서 유통 실무자는 필요에 따라 지도와 그래프가 표시되는 비율을 손쉽게 변경하여 모니터링을 할 수 있다. 다음의 그림 3-123의 갤럭시 노트에서 지도와 그래프를 5:5, 1:3, 3:1 비율로 표시했다.



그림 3-123. 화면 분할 비율에 따른 지도와 그래프 표시 화면

(아) 구현 결과

화면 크기가 다른 두 종류의 모바일 장치에서 동작하는 모바일 모니터링 시스템 구현을 완료하였다. 화면 크기가 작은 모바일 장치는 세로 방향의 사용 패턴을 기준으로 하고, 크기가 큰 모바일 장치는 가로 방향의 사용 패턴을 기준으로 하여 사용자 인터페이스를 설계, 구현하였다. 위치와 농산물 유통 환경 변화의 연관성을 효과적으로 표현하기 위해 지도를 기반으로 한 위치 표시 화면과 검출된 데이터를 표시하는 그래프 화면을 한 화면에 표시하고, 상호 연동할 수 있도록 구현한다. 작은 화면에서 지도와 그래프를 효과적으로 활용하기 위해 화면 분할 기능을 구현하였으며, 각각 1:1, 1:3, 3:1의 비율로 지도 화면과 그래프 화면을 표시할 수 있다. 2-차원 터치 스크린을 이용하여 3-차원 공간 좌표를 입력하기 위한 ‘터치-이동’ 기법을 개발하고, 이를 컨테이너 내부에 놓여지는 센서 태그 위치 입력에 활용하였다.

(4) iOS를 위한 모니터링 시스템 개발 개요 및 기능

2차년도 연구에서 개발한 안드로이드 기반의 모바일 농산물 유통관리 시스템을 통해 농산물 유통 현장에서 직접 입력이 가능한 시스템을 구축하였으나 iOS기반의 스마트폰 또는 스마트패드에서는 작동을 할 수가 없었다. iOS기반의 스마트폰 점유율이 국내에서 상당 비중을 차지하는 만큼 iOS기반의 모바일 농산물 유통관리 시스템이 필요하다.

(가) 시스템 초기 화면

모니터링 시스템을 사용하기 위하여 인증이 필요하다. 인증은 ID와 PASSWORD로 한다. 로그인 성공 시, 아이디에 부여된 고유 권한(APC(관리자)/농가/출고처(일반사용자))에 따라

기능사용에 제한 및 차별성을 부여한다.



그림 3-124. 시스템 초기 화면

(나) 유통 모니터링 탐색

사용자가 원하는 검색 정보에 따른 유통 리스트를 검색하기 위한 기능이다. 왼쪽 뷰에서 검색조건을 위한 날짜 선택이 가능하며 입출고 선택, 품종 선택 버튼을 누를 경우 오른쪽 뷰에 검색 가능한 입출고 혹은 품종 리스트가 출력된다.



그림 3-125. 유통 검색 화면

(다) 농산물 입출고 조회

선택한 입출고에 대한 현재 상태를 보여주는 화면이다. 유통경로에 대한 출발, 도착 정보, 품종과 수량 및 등록된 센서허브 정보가 나타난다.



그림 3-126. 농산물 입출고 조회

(라) 센서 태그 등록

농산물 운송을 위해 사용되는 컨테이너에 설치되어 있는 센서 태그의 위치를 DB에 등록하기 위해 3D 큐브형식의 유저인터페이스를 이용하여 센서위치를 결정하고 DB에 등록한다.

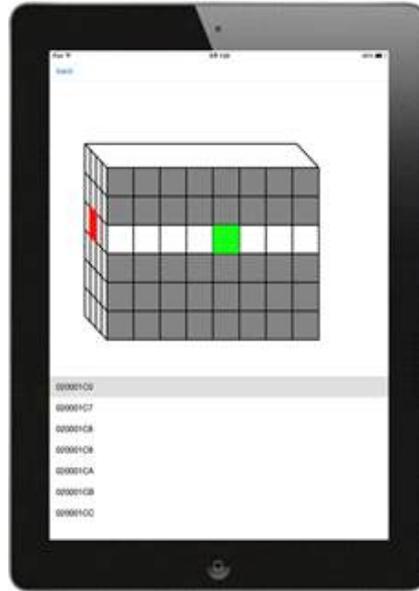


그림 3-127. 센서 태그 등록

(마) 유통 경로 모니터링

농산물이 운송되고 있는 경로와 센서 태그에 의해 검출된 유통 환경 정보를 알 수 있다. 상단의 TAG버튼과 HUB버튼 클릭을 통해 해당 센서의 유통경로와 센서 환경 데이터를 얻을 수 있다. 모니터링 첫 화면에서 선택한 태그-센서에 해당하는 농산물 컨테이너에 등록된 센서 데이터를 그래프 형태의 정보로 출력한다.



그림 3-128. 유통 경로 모니터링

(5) 모바일 기반 모니터링 시스템 업무처리 절차

(가) 안드로이드 기반 모니터링 시스템

▪ 001로그인

| | |
|------|--|
| 기능명 | 로그인 |
| 기능설명 | 어플리케이션 기능들을 사용하기 위하여 인증하는 기능 ID 와 PASSWORD 로 인증을 한다. |
| 화면 |  |

▪ 002유통 검색

| | |
|------|--|
| 기능명 | 유통 검색 |
| 기능설명 | 사용자가 원하는 검색 정보에 따른 유통 리스트를 검색하기 위한 기능이다. 검색하기 원하는 날짜와 입출고, 품종을 입력하여 유통 리스트 결과를 얻을 수 있다. |
| 화면 |  |

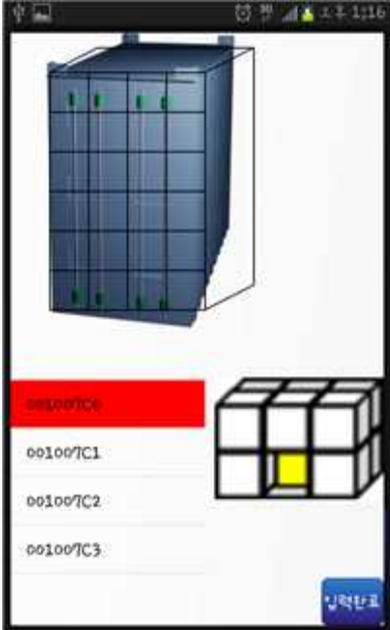
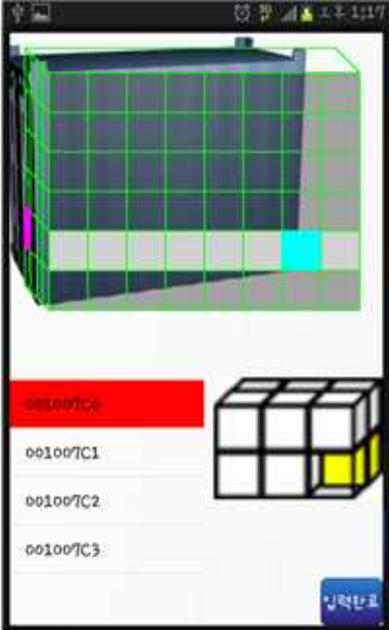
▪ 004 입출고 목록

| | |
|------|--|
| 기능명 | 입출고 목록 |
| 기능설명 | 유통 검색 조건에 맞는 입출고 목록을 출력하는 부분이다. 입출고 목록 중 원하는 입출고를 선택하면 보다 자세한 정보를 얻을 수 있는 입출고 상태창으로 넘어간다. |
| 화면 |  |

▪ 005 입출고 상태

| | |
|------|--|
| 기능명 | 입출고 상태 |
| 기능설명 | 선택한 입출고에 대한 현재 상태를 보여주는 화면이다. 유통 경로에 대한 출발-도착 정보, 품종과 수량 및 등록된 센서허브 정보가 나타난다. |
| 화면 |  |

▪ 006 장비관리

| | | |
|------|--|--|
| 기능명 | 장비 관리 | |
| 기능설명 | <p>농산물 운송을 위해 사용되는 컨테이너에 설치되어 있는 센서 태그의 위치를 DB에 등록하는 화면이다. 사용자 센서 태그를 선택하여 터치 & 이동 방식으로 센서 위치를 결정하여 DB에 센서를 등록할 수 있다.</p> | |
| 화면 |  |  |

▪ 007모니터링

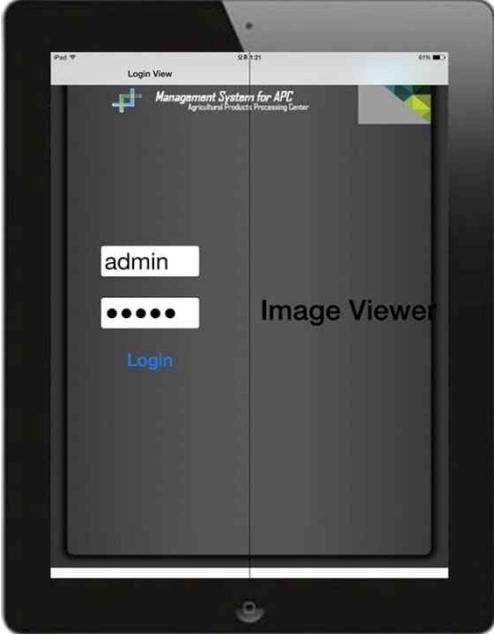
| | |
|------|---|
| 기능명 | 모니터링 |
| 기능설명 | <p>농산물이 운송되고 있는 경로와 센서 태그에 의해 검출된 유통 환경 정보를 알 수 있다.</p> <p>운송되고 있는 컨테이너의 허브태그를 선택 후 온습도 센서 태그를 선택하면 컨테이너 환경 데이터를 보여주는 화면으로 이동한다</p> |
| 화면 |  <p>The figure displays four screenshots of the monitoring application. The top-left and top-right screenshots show the main interface on a smartphone and a tablet, respectively, featuring a map of South Korea with a black route and red sensor tags. The bottom-left and bottom-right screenshots show the detailed environmental data screen for a selected container, displaying a table of sensor readings (temperature, humidity, etc.) alongside the map. The data table in the bottom-right screenshot includes columns for 'Sensor ID', 'Temperature', 'Humidity', and 'Status'.</p> |

▪ 008 센서 환경 정보

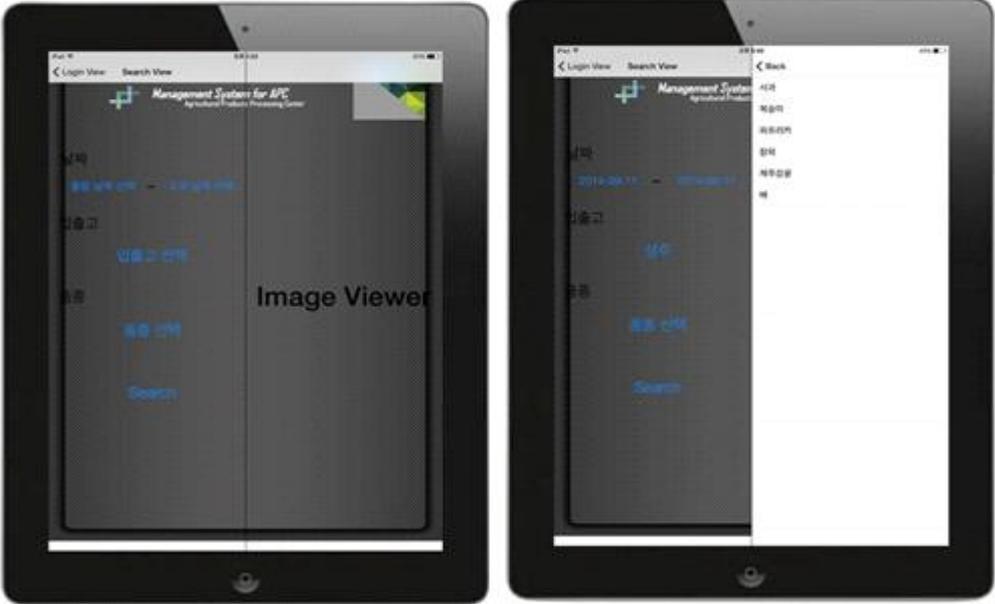
| | |
|------|---|
| 기능명 | 센서 환경 정보 |
| 기능설명 | <p>농산물 컨테이너에 등록된 센서를 통해 얻은 데이터를 그래프 형태의 정보로 출력한다.</p> <p>모니터링 첫 화면에서 태그-센서 선택을 통해 그래프를 얻거나, 지도 상의 위치 핀 선택을 통해 해당 위치에서 검출된 데이터를 그래프로 볼 수 있다.</p> |
| 화면 |  |

(나) iOS 기반 모니터링 시스템

▪ 001로그인

| | |
|------|---|
| 기능명 | 로그인 |
| 기능설명 | 어플리케이션 기능들을 사용하기 위하여 인증하는 기능 ID 와 PASSWORD 로 인증을 한다. |
| 화면 |  |

▪ 002유통 검색

| | |
|------|---|
| 기능명 | 유통 검색 |
| 기능설명 | 사용자가 원하는 검색 정보에 따른 유통 리스트를 검색하기 위한 기능이다. 왼쪽 뷰에서 검색 조건을 위한 날짜 선택이 가능하며 입출고 선택, 품종 선택 버튼을 누를 경우 오른쪽 뷰에 검색 가능한 입출고 혹은 품종 리스트가 출력된다. |
| 화면 |  |

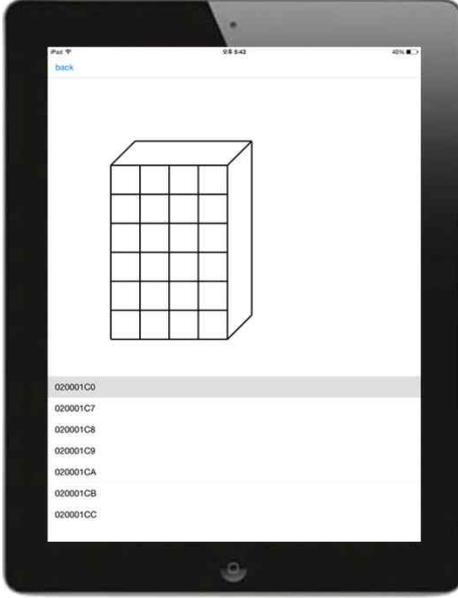
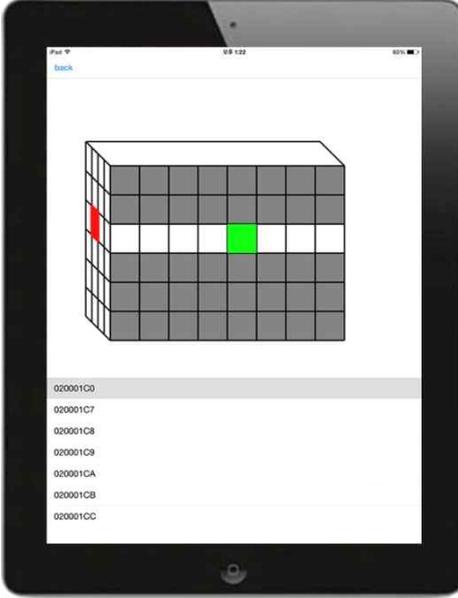
▪ 004 검색 리스트

| | |
|------|--|
| 기능명 | 검색 리스트 |
| 기능설명 | 유통 검색 조건에 맞는 입출고 목록을 출력하는 부분이다. 입출고 목록 중 원하는 입출고를 선택하면 보다 자세한 정보를 얻을 수 있는 입출고 상태 창으로 넘어간다. |
| 화면 |  |

▪ 005 입출고 상태

| | |
|------|--|
| 기능명 | 입출고 상태 |
| 기능설명 | 선택한 입출고에 대한 현재 상태를 보여주는 화면이다. 유통 경로에 대한 출발-도착 정보, 품종과 수량 및 등록된 센서허브 정보가 나타난다. |
| 화면 |  |

▪ 006 장비관리

| | | |
|------|--|--|
| 기능명 | 장비 관리 | |
| 기능설명 | 농산물 운송을 위해 사용되는 컨테이너에 설치되어 있는 센서 태그의 위치를 DB에 등록하는 화면이다. 사용자 센서 태그를 선택하여 터치 & 이동 방식으로 센서 위치를 결정하여 DB에 센서를 등록할 수 있다. | |
| 화면 |  <p>The screenshot shows a 3D wireframe of a rectangular container divided into a 4x4x4 grid. Below the grid is a list of sensor tags: 020001C0, 020001C7, 020001C8, 020001C9, 020001CA, 020001CB, and 020001CC.</p> |  <p>The screenshot shows the same 3D grid as the previous image. One cell in the second row, third column is highlighted in green. Another cell in the first row, first column is highlighted in red. The list of sensor tags is identical to the previous image.</p> |

▪ 007모니터링

| | | |
|------|--|--|
| 기능명 | 모니터링 | |
| 기능설명 | 농산물이 운송되고 있는 경로와 센서 태그에 의해 검출된 유통 환경 정보를 알 수 있다. 상단의 tag 버튼과 hub 버튼 클릭을 통해 해당 센서의 유통경로와 센서 환경 데이터를 얻을 수 있다. | |
| 화면 |  <p>The screenshot shows a map of Southeast Asia with labels for China, South Korea, Thailand, Vietnam, Laos, Cambodia, Myanmar, Philippines, Malaysia, Indonesia, and Papua New Guinea. Below the map is a table with 10 columns and 10 rows, currently empty.</p> |  <p>The screenshot shows a list of sensor tags: 070000EA and 070000EB. To the right of each tag is a checkbox. The checkboxes are currently unchecked.</p> |



▪ 008 센서 환경 정보

| | |
|------|---|
| 기능명 | 센서 환경 정보 |
| 기능설명 | 모니터링 첫 화면에서 선택한 태그-센서에 해당하는 농산물 컨테이너에 등록된 센서 데이터를 그래프 형태의 정보로 출력한다. |
| 화면 | An iPad screen showing a map of Southeast Asia with a red path connecting several locations. Below the map is a line graph showing sensor data for three different tags (020001CE, 020001CA, 020001CF) over time. The graph has a y-axis from 0 to 70 and an x-axis with timestamps from 13:07:53 to 13:08:19. The legend indicates: 020001CE (green line), 020001CA (blue line), and 020001CF (yellow line). |

(6) 모바일 모니터링 시스템 블록 관계도

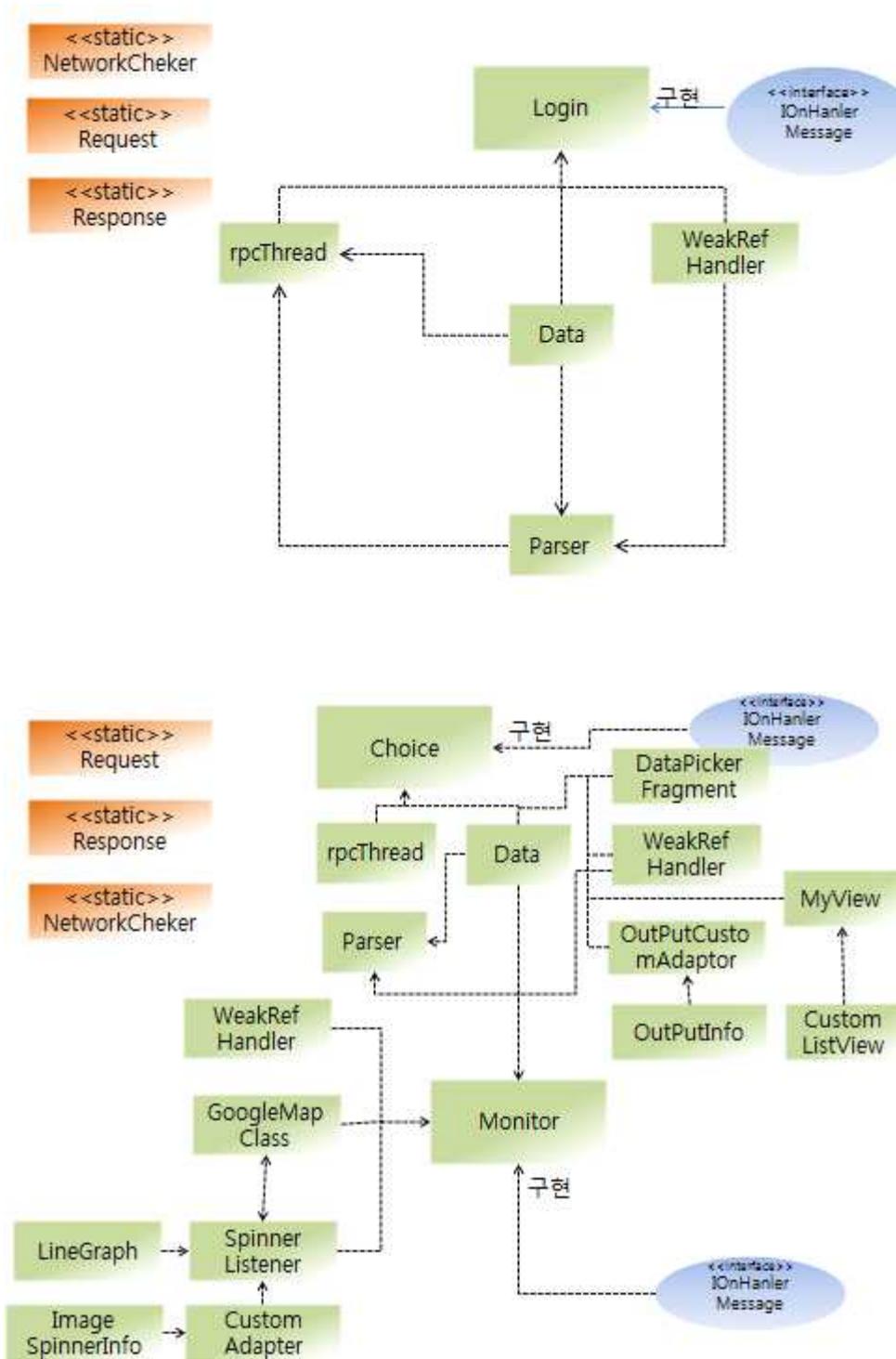


그림 3-129. 모바일 기반 유통 모니터링 시스템 내부 아키텍처

(7) 모바일 기반 시스템 기능 및 구성

| 패키지 : com.jinsu.flowproject | | |
|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ● private ■ protect ◆ public | | |
| 클래스명 및 핵심기능 | 클래스 구성(멤버변수/메소드) | 설명 |
| <p style="text-align: center;">Login.java</p> <p style="text-align: center;">어플리케이션 실행시 첫 화면에 대한 처리를 담당하는 클래스입니다. 주로 로그인 요청에 대한 응답을 하게 됩니다.</p> | <ul style="list-style-type: none"> ■ client : XMLRPCClient ■ thread : rpcThread ■ data : Data ■ etId : EditText ■ etPasswd : EditText ■ tv : TextView ◆ handler:WeakRefHandler ◆ mTypeface : Typeface ◆ pd : ProgressDialog | <ul style="list-style-type: none"> • client : XMLRPC 통신을 하기 위한 객체 • thread : 안드로이드에서 웹 통신은 스레드에서 수행되어야 하기 때문에 스레드를 상속한 클래스에서 담당한다. • data : 프로젝트 내의 모든 데이터의 집합소 • etId : 사용자가 입력한 ID값을 얻기 위해 사용 • etPasswd : 사용자가 입력한 비밀번호를 얻기 위해 사용 • tv : 현재 실행되고 있는 디바이스 구별을 위해 사용되는 변수 • handler : 스레드와의 통신을 메시지로 받기 위해 사용하는 메시지 핸들러 • mTypeface : 어플리케이션 내의 글꼴 지정 변수 • pd : 네트워크 요청시 띄워지는 프로그레스 바를 저장하는 변수 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ● onCreate(Bundle) ● setGlobalFont(ViewGroup) ◆ mOnClick(View) ◆ handleMessage(Message) | <ul style="list-style-type: none"> • onCreate : 액티비티 생성시 초기화를 해주는 메소드 • setGlobalFont : 어플리케이션 글꼴을 지정해주는 메소드 • mOnClick : 현재 화면에서 클릭이벤트 발생시 핸들링 하는 메소드 . • handleMessage : RPC 통신 후 스레드가 보낸 메시지를 처리하는 메소드 |

| | | |
|--|--|---|
| <p style="text-align: center;">Choice.java</p> <p>입출고 목록 검색과 유통 목록 선택 이벤트 처리 담당 그리고 장비관리 페이지 실행 및 센서태그 입력 처리 관련 함수가 복합적으로 존재하는 클래스</p> | <ul style="list-style-type: none"> ■ m_viewFlipper : ViewFlipper ■ orient : int ■ progressdlg : ProgressDialog ■ state : int ■ handler : WeakRefHandler ■ client : XMLRPCClient ■ thread : rpcThread ■ data : Data ■ go : Intent ■ mTypeface : Typeface ■ newFragment : DatePickerFragment ■ btn_start : Button ■ btn_finish : Button ■ spinner_warehouse : Spinner ■ list_spinner_warehouse : List<String> ■ adapter_spinner_warehouse : ArrayAdapter<String> ■ spinner_kind : Spinner ■ list_kind : List<String> ■ adapter_kind : ArrayAdapter<String> ■ kind : String ■ Start_date : String ■ End_date : String ■ Before_date : String ■ After_date : String ■ lv : ListView ■ customAdaptor : OutputCustomAdaptor ■ et_quantity : EditText ■ et_kind : EditText ■ et_start : EditText ■ et_finish : EditText ■ hub_ids : Spinner ■ ■ ■ | <ul style="list-style-type: none"> • ViewFlipper : 갤러시 노트를 사용할 경우 액티비티의 전환이 아닌 슬라이드 효과를 나타내기 위한 변수 • orient : 갤러시 노트와 갤러시 탭을 구별하는 변수 • progressdlg : 네트워크 요청시 띄워지는 프로그레스 바를 저장하는 변수 • state : 현재 보고있는 화면값을 저장 . 슬라이드 효과를 사용하기 위한 변수 • handler ,client, thread : XMLRPC 통신을 하기위한 객체들 • data : 프로젝트 내의 모든 데이터의 집합소 • go : 화면 전환(액티비티 이동) 이 이루어질 때 사용되는 변수 • mTypeface : 글꼴 저장 • newFragment , btn_start ,btn_finish : 검색하려고 하는 날짜 입력 버튼 • spinner_warehouse ,list_spinner_warehouse ,adapter_spinner_warehouse : 입출고 목록 처리 담당변수들 • spinner_kind , list_kind,adapter_kind : 품종 목록 처리 담당변수들 • Start_date , End_date , Before_date, After_date : 날짜를 앞뒤가 바꾸어 요청을 해도 가능하게 처리하는 변수 • lv , customAdaptor : 유통 목록을 보여주는 뷰 • et_quantity, et_kind, et_start, et_finish , hub_ids: 유통 목록에 대한 상세한 정보를 출력 해주는 변수 |
|--|--|---|

| | | |
|--|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> ■ my : MyView ■ mAni : AnimationDrawable ■ first : boolean ■ listview : ListView ■ dg : Dialog ◆ searchBtn : Button ◆ mOnItemClickListener : OnItemClickListener | <ul style="list-style-type: none"> • my : 장비관리를 실행되었을 때 다이얼로그 형태로 나타내기 위한 변수 • mAni : 장비관리에서 센서입력을 실행할 때 작동하는 애니메이션 • first : 어플리케이션 처음 실행과 다음실행을 구분하여 다이얼로그 생성 오류 제어 • dg : 장비관리 실행 후 띄워지는 다이얼로그 저장 변수 • serchBtn : 검색 버튼 • mOnItemClickListener : 유통목록 선택시 실행되는 리스너를 저장하는 변수 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ■ setGlobalFont(ViewGroup) ■ MoveNextView() ■ MovewPreviousView() ■ token() ■ requestDojin(int) ■ setSensorResources() ■ viewsensor_list() ◆ onCreate(Bundle) ◆ mOnClick(View) ◆ onKeyDown(int, KeyEvent) ◆ handleMessage(Message) ◆ setInputResId(int, String) | <ul style="list-style-type: none"> • setGlobalFont : 폰트 설정 • MoveNextView, MovewPreviousView : 갤러시 노트에서 슬라이드 이벤트를 하는 메소드 • token : 버튼에 적힌 글자들을 token을 하여 글자를 원하는 형태로 변환 • requestDojin : RPC 메소드 호출 • setSensorResources : 센서 목록을 얻었을 때 각 센서에 해당하는 위치 값의 이미지 값 할당 • viewsensor_list : 장비관리창 선택시 장비관리창(다이얼로그창)을 띄우는 함수 • onCreate : 초기화 코드 • mOnClick : 버튼 클릭에 대한 이벤트 처리 • onKeyDown : 갤러시 노트에서 홈 오른쪽 버튼인 뒤로 가는 버튼을 눌렀을 때 작동하는 메소드 • handleMessage : RPC 수신부 • setInputResId : 장비관리창 |

| | | |
|--|---|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> ◆ onShow(DialogInterface) ◆ onItemSelected(AdapterView<?>, View, int, long) ◆ onNothingSelected(AdapterView<?>) ● onActivityResult(int, int, Intent) | <p>에서 센서 위치 입력처리 메소드</p> <ul style="list-style-type: none"> • onShow : 장비관리창이 처음 시작될 때 초기화코드 • onItemSelected : 장비관리창에서 태그 선택시 해당 센서 태그 정보 얻는 메소드 • onNothingSelected : 아무것도 선택하지 않았을 때 작동하는 메소드(현재 아무일도 하지않음) |
|--|---|---|

| 패키지 : com.dojin.monitor | | |
|---|---|--|
| ■ private ● protect ◆ public | | |
| 클래스명 및 핵심기능 | 클래스 구성(멤버 변수/메소드) | 설명 |
| Monitor.java 모니터링을 담당하는 클래스입니다. 맵과 그래프처리를 담당하게 되는데 맵과 그래프는 또 다른 클래스에 처리하게 됩니다. | ■ progressdlg : ProgressDialog ■ thread : rpcThread ■ handler : WeakRefHandler ■ client : XMLRPCClient ■ data : Data ■ googleMap : GoogleMapClass ■ spinners : SpinnerListener ■ tempSpinner : Spinner ■ cotwoSpinner : Spinner ■ layout : RelativeLayout ■ humitempTextView : TextView ■ co2TextView : TextView ■ mapView : View ■ gs : GestureDetector ◆ sw : int ◆ orient : int | • progressdlg : 네트워크 요청시 띄워지는 프로그레스 바를 저장하는 변수 • thread , handler , client : XMLRPC 통신을 하기위한 객체들 • data : 프로젝트 내의 모든 데이터의 집합소 • googleMap : 구글 맵에 대한 이벤트 처리 담당 클래스 • spinners ,tempSpinner, cotwoSpinner : 스피너에 대한 이벤트 처리 담당 클래스 • layout : 그래프를 출력하는 레이아웃 • humitempTextView , co2TextView, mapView : 온습도 , CO2 , 그래프 뷰에 대한 정보를 저장하는 변수 • gs : 제스처 감지 변수 • sw : 갤럭시 노트에서 그래프와 맵의 비율 조정을 위해 비율 값을 저장하는 변수 • orient : 갤럭시 노트와 탭을 구분하는 변수 |
| | ■ setSensorResources() ◆ onCreate(Bundle) ◆ onTouchEvent(MotionEvent) ◆ mapInit() ◆ mOnClick(View) | • setSensorResources : 센서 태그에 대한 이미지 정보를 할당하는 메소드 • onCreate : 초기화 코드 • onTouchEvent : 터치이벤트 처리담당 메소드(제스처 감지로 이벤트를 넘긴다.) • mapInit : 구글 맵 초기화를 시켜주는 메소드 |

| | | |
|--|---|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> ◆ dataProcess(int) ◆ requestRPC(int) ◆ handleMessage(Message) | <ul style="list-style-type: none"> • mOnClick : 버튼 입력에 대한 이벤트 처리 담당 메소드 • dataProcess : RPC 통신 이후 데이터 처리를 담당하는 메소드 • requestRPC : RPC 통신 요청 메소드 • handleMessage : RPC 수신부 |
| <p>GoogleMapClass.java</p> <p>모니터링에서 구글 맵에 대한 이벤트 처리 부를 담당하는 클래스</p> | <ul style="list-style-type: none"> ■ school : LatLng ◆ map : GoogleMap ◆ spinners : SpinnerListener ◆ context : Context ◆ data : Data ◆ selectPolyline : List<Polyline> ◆ GoogleMapClass(GoogleMap, SpinnerListener, Data, Context) ◆ AddMarker(int) ◆ ListViewBounds(List<Marker[]>) ◆ ViewBounds(Marker[]) ◆ SelectViewBounds(List<LatLng>) ◆ addSelectData(List<LatLng>) | <ul style="list-style-type: none"> • school : 학교 위치 저장 변수 • map : 실제 맵을 저장하는 변수 • spinners : 스피너 이벤트 처리담당 메소드 • context : activity가 아니므로 뷰 조작을 위해 context를 저장하고 있음 • data : 프로젝트 내의 모든 데이터 집합소 • selectPolyline : 그래프에서 임의의 구역을 선택했을 때 해당 구역에 대한 선 정보 저장 변수 • GoogleMapClass : 클래스 생성자. 초기화 부분을 담당 • AddMarker : 구글맵상에 허브위치에 대한 마커를 추가하기위한 메소드 • LsitViewBounds, ViewBounds, SelectViewBounds : 바뀌어져출력되는 마커들에 대한 현재 카메라 상태를 변경하는 메소드 • addSelectData : 그래프 터치시해당시간값에 해당하는 |

| | | |
|---|---|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> ◆ selectRemove() ◆ onMarkerClick(Marker) | <p>선들을검은색-> 하얀색으로바꿔주는메소드</p> <ul style="list-style-type: none"> • selectRemove : 선택된선들을제거하는메소드 • onMarkerClick : 마커 출력 이벤트 핸들러 |
| <p>SpinnerListener.java</p> <p>스피너에 대한 이벤트처리부를 담당하는 메소드 단계목록, 허브아이디 , 온습도 태그선택, CO2 태그 선택 했을 경우 이벤트 처리를 한다.</p> | <ul style="list-style-type: none"> ■ stepSpinner : Spinner ■ hubSpinner : Spinner ■ tempSpinner : Spinner ■ cotwoSpinner : Spinner ■ nowViewHubId : String ■ polylines : List<Polyline> ■ markers : List<Marker[]> ◆ data : Data ◆ context : Monitor ◆ layout : RelativeLayout ◆ gView : GraphicalView ◆ line : LineGraph ◆ stepAdapter : ArrayAdapter<String> ◆ hubAdapter : ArrayAdapter<String> ◆ tempAdapter : CustomAdapter ◆ cotwoAdapter : CustomAdapter ◆ googleMap : GoogleMapClass ◆ img :ImageView ◆ lastSelect : CustomAdapter | <ul style="list-style-type: none"> • stepSpinner, hubSpinner, tempSpinner, cotwoSpinner : 스피너에 대한 리소스 아이디 저장 변수 • nowViewHubId : 현재 선택된 허브 아이디 • polylines , markers : 모든 폴리라인과 마커에 대한정보 • layout : 그래프 출력을 담당하는 레이아웃 • img : 그래프 출력을 할 때 y축 데이터는 이미지로 출력을 하게 되는데 이때 사용되는 이미지 • lastSelect : 스피너 이벤트에서 온습도 스피너인지 co2 스피너인지 확인하는 변수 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ■ polylineMakerSetAllSetVisible(boolean) ■ markerVisible(int) ◆ changeTagSelect(ArrayLis t<Integer>, int) ◆ SpinnerListener(Data, Monitor, RelativeLayout) ◆ setTestPosition(Textview | <ul style="list-style-type: none"> • polylineMarkerSetAllSetVisib le : 맵위에 선과 마커를 안보이게 하는 메소드 • markerVisible : 마커의 visible을 설정하는 메소드 • chageTagSelect : 선택된 센서태그가 변경되었을 경우 해당 데이터를 요청하는 |

| | | |
|---|--|---|
| | <p>)</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ setMarker(List<Marker[] >) ◆ getMarekr() ◆ setPolyLine(List<Polyline >) ◆ getPolyline() ◆ setStepSpinner(Spinner) ◆ setHubSpinner(Spinner) ◆ setTempSpinner(Spinner) ◆ setStepAdapter(ArrayAdapter<String>) ◆ setHubAdapter(ArrayAdapter<String>) ◆ setTempAdapter(CustomAdapter) ◆ setcotwoAdapter(CustomAdapter) ◆ setcotwoSpinner(Spinner) ◆ setGoogleMap(GoogleMap Class) ◆ getStepSpinner() ◆ getHubSpinner() ◆ getTempSpinner() ◆ getStepAdapter() ◆ getHubAdapter() ◆ ◆ setGraphView() ◆ onItemSelected(AdapterView<?>, View, int, long) ◆ setTagCustomAdapter() ◆ ◆ onNothingSelected(AdapterView<?>) ◆ onMarkerClick(String) | <p>메소드</p> <ul style="list-style-type: none"> • set , get 은 데이터 캡슐화를 수행하기 위해 사용된 메소드 • • setGraphView : 그래프 뷰를 레이아웃에 할당하는 메소드 • onItemSelected : 단계와 허브 목록을 선택하였을 때 수행되는 메소드 • onMarkerClick : 마커를 클릭했을 때 이벤트 처리하는 메소드 |
| <p>LineGraph.java</p> <p>그래프 이벤트 처리를 담당하는 클래스</p> | <ul style="list-style-type: none"> ■ data : Data ◆ retNull : int ◆ maxX : double ◆ minX : double ◆ ◆ ◆ dataset : XYMultipleSeriesDataset | <ul style="list-style-type: none"> • retNull : 센서태그에 대한 정보가 없는 태그를 요청할 경우 그래프 출력을 할 수 없는 데이터의 개수를 저장하는 변수 • maxX, minX : 그래프를 출력할 때 화면에 알맞은 크기를 저장하는 변수 |

| | | |
|--|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> ◆ mRenderer : XYMultipleSeriesRenderer ◆ cursor : TimeSeries ◆ cross_renderer : XYSeriesRenderer ◆ context : Monitor | <ul style="list-style-type: none"> • dataset , mRenderer : 그래프를 출력할 때 정보를 저장하는 변수 • cursor , cross_renderer : 맵에서 마커를 클릭했을 경우 해당 마커에 대한 시간대를 그래프에 출력하기 위해 데이터를 저장하는 변수 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ■ buildDataSet(List<String>) ■ setMINMAX() ■ buildRenderer(int) ■ settingChart() ■ calcurateSeries(List<String>) ◆ LineGraph(Data) ◆ getView(Context) ◆ adjustView(Context) ◆ addSelectLine(Context, Date) | <ul style="list-style-type: none"> • buildDataSet : 그래프 선에 대한 데이터를 세팅하는 메소드 • setMINMAX : 화면 출력시 알맞은 크기 구하는 메소드 • buildRenderer : 각 선마다의 색깔을 할당해주는 메소드 • settingChart : 그래프 설정을 하는 메소드 • calcurateSeries : 그래프 선 삭제를 할 때 계산 하는 메소드 온습도는 2개지만 CO2 는 한 개이므로 계산이 필요함 • getView : 첫 요청시 실행 • adjustView : 기존 그래프에 그래프 뷰가 있을 때 실행 • addSelectLine : 마커 선택시 추가되는 선 |

| 패키지 1: com.eungjin.vertex - MyView.java 패키지 2: com.jinsu.datapicker - DatePickerFragment.java | | |
|--|---|---|
| ■ private ● protect ◆ public | | |
| 클래스명 및 핵심 기능 | 클래스 구조(멤버 변수/메소드) | 설명 |
| MyView.java 장비관리를 수행하는 클래스 . 각각의 센 서 태그들의 컨테이 너 내의 상대적인 위 치를 할당해주기 위 한 클래스 . | ■ d : float ■ fx : float ■ fy : float ■ in_FX : float ■ in_FY : float ■ in_LX : float ■ in_LY : float ■ fcp_x : float ■ fcp_y : float ■ lcp_x : float ■ lcp_y : float ■ fcnt_x : int ■ fcnt_y : int ■ lcnt_x : int ■ lcnt_y : int ■ size_X : int ■ size_Y : int ■ size_Z : int ■ dfx : float ■ dfy : float ■ dlx : float ■ dly : float ■ context : Context ■ img : ImageView ■ mimg : ImageView ■ mAni : AnimationDrawable ■ isdown : boolean ■ isup : boolean | <ul style="list-style-type: none"> • img , mimg : 선택 된 센서 태그에 대한 위치 값을 이미지로 출력하기 위해 사용된 변수 • mAni : 센서태그 위치 입력을 수행 할 때 컨테이너가 회전하는 모습을 담은 애니메이션 • isdown , isup : 센서 위치 입력을 할 때 사용되는 터치 이벤트 감지 변수 눌렀을때와 화면에서 손을 뗄때를 감지하게된다. • 그 외 : 컨테이너를 그려주기 위해 사용되는 변수들. 좌표 값을 바탕으로 그림을 그리기 때문에 많은 변수가 활용됨. |
| | ■ checkIfAnimationDone(AnimationDrawable) ■ ■ ■ | <ul style="list-style-type: none"> • checkIfAnimationDone : 애니메이션이 실행된 후 종료될때를 검사하는 메소드 . 애니메이션은 자동적으로 멈추지 않기 때문에 메소드를 하나두어서 검사를 해야함 |

| | | |
|---|---|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> ■ setInput(int, int, int) ■ setImageView(ImageView) ■ setImageView(ImageView, AnimationDrawable) ■ setPosition(int) ■ setBoxSize(int, int, int) ■ MyView(Context) ■ onDraw(Canvas) ■ onTouchEvent(MotionEvent) | <ul style="list-style-type: none"> • setInput : 실질적인 센서태그 위치 입력을 수행하는 메소드 • onDraw : 컨테이너를 그려주는 메소드. • onTouchEvent : 터치 이벤트로 컨테이너의 모습과 실질적인 입력이 이루어 지는 부분을 감지하기 위한 이벤트 리스너 |
| DatePickerFragment.java | <ul style="list-style-type: none"> ■ btnId : Button ■ dpd : DatePickerDialog | <ul style="list-style-type: none"> • btnId : 버튼에 대한 주소 • dpd : 날짜 입력 다이얼로그 저장 변수 |
| 유통 목록 검색을 하기 위해 날짜를 입력하게 되는데 해당 날짜입력 부분을 다이얼로그로 구현한 클래스 | <ul style="list-style-type: none"> ◆ onCreateDialog(Bundle) ◆ setBtnId(Button) ◆ onDateSet(DatePicker, int, int, int) | <ul style="list-style-type: none"> • onDateSet : 날짜 입력 다이얼로그 선택이 끝난 후 해당 입력에 해당하는 날짜 값을 버튼의 이름으로 변경해주는 메소드 |

| 패키지 : com.jinsu.customadapter | | |
|---|---|--|
| | | <ul style="list-style-type: none"> ■ private ● protect ◆ public |
| 클래스 명 및 핵심기능 | 클래스 구성(멤버 변수/메소드) | 설명 |
| <p>CustomAdapter.java</p> <p>센서태그 스피너에 대한 사용자 정의 어댑터 클래스. 센서태그 스피너는 텍스트만 있는 것이 아니라 그림과 체크박스도 있기 때문에 해당 클래스를 생성하여 처리하였음.</p> | <ul style="list-style-type: none"> ■ context : Context ■ al : ArrayList<ImageSpinnerInfo> ■ listItem : ArrayList<Integer> ■ spinnerListener : SpinnerListener ■ xMLlayoutConfigure : int ■ imageViewConfigure : int ■ textViewConfigure : int ■ checkBoxConfigure : int | <ul style="list-style-type: none"> • al : 센서 스피너내의 각각의 요소에 대한 정보를 저장하는 변수 • listItem : 체크박스 선택을 한 뷰의 인덱스를 저장하는 변수 • xMLlayoutConfigure, imageViewConfigure, textViewConfigure, checkBoxConfigure : 스피너는 하나의 레이아웃으로 구성되는데 해당레이아웃의 정보와 그 레이아웃 내에 구성되는 뷰들의 정보를 저장하는 변수 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ◆ clearList() ◆ CustomAdapter(Context, int, ArrayList<ImageSpinnerInfo>, SpinnerListener) ◆ setImageViewConfigure(int) ◆ setResource(int, int) ◆ setResource(int, int, int, int) ◆ getDropDownView(int, View, ViewGroup) ◆ add(String, int) ◆ add(String) ◆ getCustomView(int, View, ViewGroup) | <ul style="list-style-type: none"> • clearList : listItem을 비워주는 메소드 . 그래프 뷰가 사라질 경우에 기존에 선택하고 있었던 정보들을 초기화 해줘야하므로 . • add(String,int) : 스피너에 이미지와 센서태그 아이디를 할당해주는 메소드 • add(String) : 스피너에 센서태그 아이디만 할당해주는 메소드 • getCustomView : getView 특성상 view를 재활용 하는데 재활용하게되면 원하던 뷰모습이 나오지않는 버그가 발생하여 사용자 지정 view를 만들어 오류를 제어하는 메소드 |
| <p>CustomListview.java</p> <p>장비관리 페이지에서</p> | <ul style="list-style-type: none"> ◆ v : View ◆ i : int ◆ img : ImageView | <ul style="list-style-type: none"> • v : 현재 선택 된 리스트 아이템 내의 하나의 뷰를 저장 • I : 해당 뷰의 인덱스 번호 |

| | | |
|---|--|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> ◆ ◆ ◆ imgResource : int[] | <ul style="list-style-type: none"> • img : 이미지 출력을 담당하는 view 변수 . 현재 선택된 센서에 대한 위치 이미지를 실질적으로 출력하고 있게된다. • imgResource :리스트 뷰에서 리스트에 대한 센서태그 위치 이미지를 저장하고 있는 변수 • |
| <p>센서 목록이 나오는 리스트뷰에 대한 처리를 하기위해 생성된 클래스</p> | <ul style="list-style-type: none"> ◆ CustomListview(Context, int, List<String>) ◆ setImg(ImageView, int[]) ◆ setInputResource(int) ◆ getView(int, View, ViewGroup) ◆ setV(View) ◆ onitem : OnItemClickListener | <ul style="list-style-type: none"> • setInputResource : 새로운 위치 값을 입력하였을 때 클래스내에 저장되고있던 변수 내용도 변경하기 위해 수행하는 메소드 • getView : 현재 선택된 리스트만 특별한 표시를 하기 위해 실행되는 메소드 (한가지만) • onitem : 리스트 내의 아이템 하나를 선택하였을 경우 해당 아이템의 배경색을 변경해주기 위해 실행되는 메소드 |
| <p>ImageSpinnerInfo.java</p> | <ul style="list-style-type: none"> ■ imageSrc : int ■ text : String | <ul style="list-style-type: none"> • imgeSrc : 센서태그 리스트 스피너에 사용되는 이미지 • text : 해당 센서태그의 아이디 저장변수 |
| <p>모니터링 페이지에서 센서태그 스피너에 대한 정보를 담고있는 클래스</p> | <ul style="list-style-type: none"> ◆ ImageSpinnerInfo(String, int) ◆ ImageSpinnerInfo(String) ◆ getText() ◆ getImageSrc() ◆ toString() | <ul style="list-style-type: none"> • 각 생성자에 따라 두가지의 유형이 생긴다. 아이디 , 아이디+ 이미지 |
| <p>OutputCustom Adaptor.java</p> | <ul style="list-style-type: none"> ◆ info : List<OutputInfo> ◆ xMLlayoutConfigure : int ◆ start : int ◆ end : int ◆ img : int ◆ stDate : int | <ul style="list-style-type: none"> • info : 리스트뷰에 대한 사용자 생성 목록을 저장하는 변수 • start, end ,stDate : 입출고 출발시간과 도착시간을 저장하는 변수 |

| | | |
|-------------------------------------|---|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> ◆ context : Context ◆ OutputCustomAdaptor(Context, int, List<OutputInfo>) ◆ getInfo() ◆ setResources(int, int, int, int, int) ◆ getView(int, View, ViewGroup) | <ul style="list-style-type: none"> • serResources : 커스텀 리스 트뷰에 사용될 레이아웃 아이 디와 뷰의 아이디를 설정해준 다. • get에 대한 설명은 생략하겠 습니다. |
| OutputInfo.java | <ul style="list-style-type: none"> ◆ startText : String ◆ endText : String ◆ startDate : String ◆ imgResource : int | <ul style="list-style-type: none"> • 출발 시간과 도착시간 그리고 해당 상태에 따른 이미지 값 을 저장한다. |
| 유통 목록에서 사용 되는 객체에 대 한 리소스 값을 담은 클래스 | <ul style="list-style-type: none"> ◆ OutputInfo(String, String, int, String) ◆ getImgResource() ◆ getEndText() ◆ getStartText() ◆ getStartDate() | <ul style="list-style-type: none"> • get 에 대한 설명은 생략하겠 습니다. |

| 패키지 : com.jinsu.handler | | |
|--|---|---|
| | | <ul style="list-style-type: none"> ■ private ● protect ◆ public |
| 클래스명 및 핵심기능 | 클래스 구조(멤버 변수/메소드) | 설명 |
| <p>IOHandlerMesssage.java</p> <p>스레드간 통신을 하기위한 메시지 핸들러를 선언한 인터페이스</p> | <p>변수 없음</p> <p>◆ handleMessage(Message) : void</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 스레드간 통신을 하기위한 메시지핸들러 정의 |
| <p>NetworkChecker.java</p> <p>RPC 통신을 할 때 네트워크 상태를 확인하는 메소드가 static으로 구현되어 있는 클래스.</p> | <p>변수 없음</p> <p>◆ netCheck(Context)</p> | <ul style="list-style-type: none"> • RPC 통신을 할 때 네트워크 상태를 확인하기 위한 메소드 |
| <p>WeakRefHandler.java</p> <p>핸들러를 상속받아 메시지 핸들러에 사용될 클래스</p> | <p>■ mHandlerActivity : WeakReference<IOHandlerMessage></p> <p>◆ WeakRefHandler(IOHandlerMessage)</p> <p>◆ handleMessage(Message)</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 메시지 핸들러 인터페이스를 주소 참조를한 변수 • handleMessage : 핸들 메시지인터페이스에 사용될 메소드 |

| 패키지 : com.rpcparser | | |
|---|---|---|
| | | <ul style="list-style-type: none"> ■ private ● protect ◆ public |
| 클래스 명 및 핵심기능 | 클래스 구조(멤버 변수/메소드) | 설명 |
| <p>Data.java</p> <p>프로젝트 내에서 사용될 모든 데이터의 집합소.</p> | <ul style="list-style-type: none"> ■ serialVersionUID : long ■ xmlData : String ■ xmlDatas : String[] ■ reqHubId : String ■ reqTagIds : List<String> ■ reqTagType : String ■ req_number : int ■ nowViewHumiTags : List<String> ■ nowViewCO2Tags : List<String> ■ inputTagId : String ■ inputTagArea : String ■ remainTags : List<Integer> ■ co2SeriesIndex : List<Integer> ■ startDate : String ■ endDate : String ■ tempIdList : List<String> ■ cotwoIdList : List<String> ■ dates : List<String[]> ■ figure1 : List<Double[]> ■ figure2 : List<Double[]> ■ infoArea : List<String> ■ resourceArea : int[] ■ step : List<Integer[]> ■ hub_id : List<String> ■ locationLat : List<Double[]> ■ locationLng : List<Double[]> ■ hub_date : List<String[]> ■ ■ | <ul style="list-style-type: none"> • serialVersionUID : 액티비티 간의 데이터 통신에 사용되는 아이디 • xmlData,xmlDatas: RPC 요청 후 응답되는 xml 데이터(들) 저장변수 • reqHubId , reqTagIds , reqTagType , req_number : 해당 허브에 대한 데이터 요청, 태그에 대한 데이터 요청 태그타입 등을 저장하는 변수 • nowViewHumiTags, nowViewCO2Tags : 그래프 에 서 현재 보여주고 있는 태그 목록 저장 변수 • [input]TagId, TagArea : 장비관리 페이지에서 입력하고 있는 태그아이디와 구역 정보 • remainTags , co2SeriesIndex : 그래프 연산 중 남아야할 태그를 계산 및 저장하는 변수 • startDate , endDate ; 선택한 유통에 대한 출발시간 도착시간 • tempId , cotwo[List] : 선택한 유통에 대한 센서 태그 목록 저장 변수 • dates , figure1, figure2 , infoArea , resourceArea : 각 센서 태그에 대한 정보들 (센싱값, 날짜, 구역정보 , 구역에 매핑된 이미지값)을 저장 • step , hub_id , locationLat ,hub_date : 단계와 허브 목록 정보와 각 허브의 위치값 |

| | | |
|---|---|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> ■ userID : String ■ userPasswd : String ■ warehouse : List<String> ■ warehouse_str : String ■ kind : String ■ quantity : List<String> ■ start_point : List<String> ■ end_point : List<String> ■ end_date : List<String> ■ start_date : List<String> ■ choice_listview : List<String> ■ ss_Number : List<String> ■ step_Sdate : List<String> ■ step_Edate : List<String> ■ endDates : List<String> ■ state : List<String> ■ spinnerData : List<String> | <ul style="list-style-type: none"> • userID, userPasswd : 사용자가 로그인 하기위해 입력한 정보를 저장 하는 변수 • warehouse, warehouse_str , kind : 유통 검색에 사용될 입출고지 목록과 품종 정보 • kind , quantity , start_point , end_point , start_date , end_date , choice_listvie : 유통 목록에서 보여줄 데이터 (품종, 수량, 출도착지, 출도착시간 ,출발지->도착지 형태의 문자열 값 • ss_Number , step_Sdate , step_Edate, endDates , state , spinnerData : 모니터링에서 사용되는 데이터 (입출고 번호, 단계마다의 시도착 정보, 스피너 구성 데이터) |
| | <ul style="list-style-type: none"> ■ Data() ■ setLocationLng(List<Double[]>) ■ getLocationLng() ■ . ■ . ■ . | <ul style="list-style-type: none"> • 모든 데이터 변수에 대한 set 메소드와 get 메소드가 존재합니다. |
| <p>Parser.java</p> <p>RPC 실행 후에 응답되는 XML 데이터를 파싱하는 메소드들을 모아놓은 클래스</p> | <ul style="list-style-type: none"> ■ handler : Handler ■ data : Data ■ reqNum : int ◆ Parser(Handler, Data, int) ◆ run() ■ SS_Via_List(XmlPullParser) ■ SS_List_Search(XmlPullParser) ■ Update_Tag_Loc(XmlPullParser) ■ Place_Fna_List() ■ tag_search() | <ul style="list-style-type: none"> • handler : XML 데이터 파싱 완료 데이터 알림 • reqNum : RPC 메소드명 (번호로 구분한다) • SS_Via_List : 입출고 목록에서 단계에 대한 정보 파싱 • SS_List_Search : 설정한 검색값에 대한 유통 목록 파싱 • Update_Tag_Loc : 장비관리에서 위치 입력 파싱 • Place_Fna_List : 입출고지 목록 파싱 • tag_serch : 태그에 대한 정보 파싱 |

| | | |
|---|---|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> ■ sensor_list(XmlPullParser) ■ fp_list(XmlPullParser) ■ check_login(XmlPullParser) ■ nextLine(XmlPullParser) ■ saveLocation(List<Double>) ■ saveHubDate(List<String>) ■ saveStep(List<Integer>) ■ hub_list_parser(XmlPullParser) ■ hub_assist_parser(XmlPullParser, List<Double>, List<String>) | <ul style="list-style-type: none"> • sensor_list : 센스 태그 목록 정보 파싱 • fp_list : 품종 목록 정보 파싱 • check_login : 로그인 승인 정보 파싱 • nextLine : XML 파싱편리를 위해 필요한 메소드 • saveLocation : 허브 목록에 대한 위치정보값 저장 • saveHubDate : 허브목록에 대한 날짜값 저장 • saveStep : 단계목록 저장 • hub_list_parser : 허브목록데이터 파싱 • hub_assist_parser : 허브목록 파싱을 도와줄 메소드 |
| <p>rpcThread.java</p> <p>원하는 데이터를 얻기 위해 데이터베이스에 저장된 데이터를 얻기위해 RPC 방식으로 이루어진 클래스</p> | <ul style="list-style-type: none"> ■ client : XMLRPCClient ■ data : Data ■ reqNum : int <hr/> <ul style="list-style-type: none"> ◆ rpcThread(XMLRPCClient, Handler, Data, int) ◆ run() ■ SS_VIA_LIST(String, String, String) ■ SS_LIST_Search(String, String, String, String) ■ Update_Tag_Log(String, String, String, String) ■ Place_FnA_List() ■ SEARCH_TAG(String, String, String, String) ■ TAG_LIST(String, String, String) ■ FP_LIST() ■ CHECK_LOGIN(String, String) ■ SS_HUB_LIST(String, String, String) | <ul style="list-style-type: none"> • client : RPC 수행을위해 필요한 변수 • reqNum : RPC 메소드 유형 분별 변수 <hr/> <ul style="list-style-type: none"> • SS_Via_List : 입출고 목록에서 단계에 대한 정보 요청 • SS_List_Search : 설정한 검색값에 대한 유통 목록 요청 • Update_Tag_Log : 장비관리에서 위치 입력 요청 • Place_Fna_List : 입출고지 목록 요청 • SEARCH_TAG : 태그에 대한 정보 요청 • TAG_LIST : 센스 태그 목록 정보 요청 • FP_LIST: 품종 목록 정보 요청 • CHECK_LOGIN: 로그인 승인 정보 요청 • SS_HUB_LIST : 허브 목록에 대한 정보를 요청 |
| <p>Request.java</p> | <ul style="list-style-type: none"> ◆ GET_LOCATION_DATA : int | <ul style="list-style-type: none"> • GET_LOCATION DATA : 위치 정보 요청 메소드 번호 |

| | | |
|---------------|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> ◆ GET_SENSOR_DATA : int ◆ GET_LOGIN_CHECK : int ◆ GET_SENSOR_LIST : int ◆ GET_PLACE_FNA_LIST : int ◆ SET_UPDATE_TAG_LOG : int ◆ GET_SS_VIA_LIST : int ◆ REQUEST_ONE : int ◆ REQUEST_TWO : int | <ul style="list-style-type: none"> • GET_SENSOR_DATA: 센서에 대한 정보 요청 메소드 번호 • GET_LOGIN_CHECK : 로그인 정보 요청 메소드 번호 • GET_SENSOR_LIST : 센서 목록 정보 요청 메소드 번호 • GET_PLACE_FNA_LIST : 입출고지 목록 정보 요청 메소드 번호 • SET_UPDATE_TAG_LOG : 태그 위치 입력 요청 메소드 번호 • GET_SS_VIA_LIST : 입출고 목록에 대한 단계 정보 요청 메소드 번호 • REQUEST_ONE , TWO : 그래프 데이터 요청 할 때 사용되는 변수 |
| Response.java | <ul style="list-style-type: none"> ◆ SUCESS : int ◆ FAIL : int | <ul style="list-style-type: none"> • SUCESS : RPC 호출 및 파싱 모두 성공 • FAIL : 둘중 하나가 실패했음을 의미 |

| 패키지 : ipad_flowProject | | |
|---|---|---|
| ■ 지역변수 ● 전역변수 | | |
| 클래스명 및 핵심기능 | 클래스 구성(멤버변수/메소드) | 설명 |
| AppsplitViewContro ller 2개의 서로 다른 View를 하나의 View로 묶어주는 역할을 함 | ● viewController : NSArray | • viewController : 하나의 뷰로 만들어줄 View 객체들이 들어갈 Array 변수 |
| | ● initWithViewControllers ● layoutSubviews | • initWithViewControllers : 하나의 View로 만들어질 2개의 View 객체를 viewController 변수에 저장하기 위한 메소드 • layoutSubviews : 하나의 View로 만들어질 2개의 View에 대한 View 크기 조절을 위한 메소드 |
| LoginViewControlle r | ■ imageview : UIImageView ● txt_id : UITextField | • txt_id : 로그인 시 id 저장 • txt_pw : 로그인시 pw 저장 |

| | | |
|--|--|---|
| 로그인 화면 View | <ul style="list-style-type: none"> ● txt_pw : UITextField ● tmp : UIViewController ● searchViewController | <ul style="list-style-type: none"> • tmp : 임시 View 객체 저장 • searchViewController : SerarchViewConroller 객체 • imageview : 백그라운드를 위한 이미지 저장 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ● btn_login | <ul style="list-style-type: none"> • btn_login : 버튼 클릭시 로그인 액션을 취함 |
| <p>ImageViewController</p> <p>메인 이미지를 보여주며, 이후 각종 리스트 뷰를 띄우는 뷰</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● searchViewController : searchViewController ● searchListViewController : searchViewController | <ul style="list-style-type: none"> • searchViewController : SerarchViewConroller 객체 • searchListViewController : SerarchListViewConroller 객체 |

| | | |
|--|--|---|
| | | |
| dateViewController 검색을 위한 출발시간과 도착날짜를 선택하는 뷰 | <ul style="list-style-type: none"> ■ now : NSDate ● datePicker : UIDatePicker ● dateBtn : UIButton ● dateString : NSString ● delegate : id | <ul style="list-style-type: none"> • now : 현재 날짜 시간을 저장하는 변수 • datePicker : 보여주는 날짜를 UIPickerView 형식으로 저장 • dateBtn : 날짜 선택 완료 버튼 • delegate : SearchView와 데이터를 주고받기 위한 변수 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ● btn_end | <ul style="list-style-type: none"> • btn_end : 버튼 클릭시 현재 뷰를 종료해주기 위한 메소드 |
| SearchViewController 유통경로 검색을 위한 조건을 입력하는 뷰 | <ul style="list-style-type: none"> ● ● dateViewController : dateViewController ● kindViewController : kindViewController ● warehouseViewController : warehouseViewController ● imageVC : ImageViewController ● start_date: UIButton ● end_date : UIButton ● kind_data : UIButton ● warehouse_data : UIButton ● rightViewCheck : BOOL ● startDate : BOOL | <ul style="list-style-type: none"> • dateViewController : dateViewController 객체 • kindViewController : kindViewController 객체 • warehouseViewController : warehouseViewController 객체 • imageVC : imageVC 객체 • start_date : dateView로 넘어가기 위한 버튼 • end_date : dateView로 넘어가기 위한 버튼 • kind_data: kindView로 넘어가기 위한 버튼 |

| | | |
|--|---|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> ● endDate : BOOL | <ul style="list-style-type: none"> • warehouse_data : warehouseView로 넘어가기 위한 버튼 • rightViewCheck : 현재 오른쪽 View위치에 특정 View가 있는지 없는지 확인을 위한 변수 • startDate : dateView가 켜져 있는지 확인하기 위함 • endDate : dateView가 켜져 있는지 확인하기 위함 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ● btn_search ● btn_startDate ● btn_endDate ● btn_kindData ● btn_warehouseData ● dateMsg ● kindMsg ● warehouseMsg | <ul style="list-style-type: none"> • btn_search : 검색조건을 통해 검색 리스트로 넘어가기 위한 메소드 • btn_startDate : 시작 날짜를 선택하기 위해 날짜 선택 뷰로 넘어감 • btn_endDate : 끝 날짜를 선택하기 위해 날짜 선택 뷰로 넘어감 • btn_kindData : 품종 선택을 위해 품종 선택 뷰로 넘어감 • btn_warehouseData : 입출고 선택을 위해 입출고 선택 뷰로 넘어감 • dateMsg : 날짜 선택 뷰와 데이터 통신을 함 • kindMsg : 품종 선택 뷰와 데이터 통신을 함 • warehouseMsg : 입출고 선택 뷰와 데이터 통신을 함 |

| | | |
|---|---|--|
| <p>kindViewController</p> <p>품종 선택을 위한 뷰</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● searchViews : SearchViewController ● kindTable : UITableView ● kinds : NSMutableArray ● kindMsg : NSString ● delegate : id | <ul style="list-style-type: none"> • searchViews : SearchViewController 객체 • kindTable : 품종 리스트를 보여주는 TableView • kinds : kindTable의 Text를 저장하는 변수 • kindMsg : 선택된 품종을 저장하는 변수 • delegate : SearchView와 데이터 통신을 위한 변수 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ● kindDeleFnc ● didSelectRowAtIndexPath | <ul style="list-style-type: none"> • kinddeleFnc : SearchView와 데이터 통신을 하기 위한 메소드 • didSelectRowAtIndexPath : 사용자가 선택한 리스트의 Text를 반환해주기 위한 메소드 |
| <p>warehouseViewCont roller</p> <p>입출고 선택을 위한 뷰</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● searchViews : SearchViewController ● warehouseTable : UITableView ● warehouse : NSMutableArray ● wareMsg : NSString ● delegate : id | <ul style="list-style-type: none"> • searchViews : SearchViewController 객체 • warehouseTable : 입출고 리스트를 보여주는 TableView • warehouse : warehouseTable의 Text를 저장하는 변수 • wareMsg : 선택된 입출고를 저장하는 변수 • delegate : SearchView와 데이터 통신을 위한 변수 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ● wareDeleFnc ● didSelectRowAtIndexPath | <ul style="list-style-type: none"> • kinddeleFnc : SearchView와 데이터 통신을 하기 위한 메소드 • didSelectRowAtIndexPath : 사용자가 선택한 리스트의 Text를 반환해주기 위한 메소드 |

| | | |
|--|---|---|
| | | |
| <p>SearchData</p> <p>검색 조건을 통해 검색된 리스트를 저장하기 위한 객체 클래스</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● start_Point : NSString ● end_Point : NSString ● start_Date : NSString | <ul style="list-style-type: none"> • start_Point : 시작 위치 저장 • end_Point : 도착 위치 저장 • start_Date : 출발 날짜 저장 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ● initWith startPoint | <ul style="list-style-type: none"> • initWith startPoint : 검색조건으로 검색된 데이터를 클래스 내부 변수에 저장하기 위한 메소드 |

| | | |
|---|--|--|
| | | |
| <p>SearchListCell</p> <p>검색 결과를 보여줄 리스트 셀 뷰</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● startPoint : UILabel ● endPoint : UILabel ● startDate : UILabel ● ingEndLabel : UILabel | <ul style="list-style-type: none"> • startPoint : 시작 위치 저장 라벨 • endPoint : 도착위치 저장 라벨 • startDate : 출발 날짜 저장 라벨 • ingEndLabel : 출발인지 도착 중인지를 나타내는 라벨 |
| | | <ul style="list-style-type: none"> • |
| <p>SearchListviewController</p> <p>SearchView에서 검색된 데이터를 보여주는 뷰</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● list_WN : NSString ● list_SP : NSString ● list_EP : NSString ● list_SD : NSString ● list_FQ : NSString ● list_ED : NSString ● kind : NSString ● warehouse : NSString ● endDate : NSString ● startDate : NSString ● searchResultList : NSArray ● cutomTableView : UITableView ● popUpVC : ListPopupViewController | <ul style="list-style-type: none"> • list_WN : 검색 리스트에서 선택된 입출고 번호 • list_SP : 검색 리스트에서 선택된 출발지 • list_EP : 검색 리스트에서 선택된 도착지 • list_SD : 유통 출발 시간 • list_FQ : 검색 리스트에서 선택된 품종의 수량 • list_ED : 유통 도착 시간 • kind : DB에 검색하기 위한 품종 이름 • warehouse : DB에 검색하기 위한 입출고 이름 • endDate : DB에 검색하기 위한 유통 마지막 날짜 • startDate : DB에 검색하기 위한 유통 시작 날짜 • searchResultList : DB검색을 통해 얻은 검색 리스트 저장 • cutomTableView : 맞춤형 디자인 리스트를 위해 커스텀한 TableView • popUpVC : ListPopupViewController 객체 |

| | | |
|---|---|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> ● cellForRowAtIndexPath ● didSelectRowAtIndexPath | <ul style="list-style-type: none"> • cellForRowAtIndexPath : 사용자가 선택한 테이블 셀 위치를 알기위한 메소드 • didSelectRowAtIndexPath : ListPopupViewController에 현재 검색 리스트의 내용을 전달하기 위한 메소드 |
| <p>ListPopUpViewCont roller</p> <p>검색리스트에서 선택된 유통경로에 대한 상세 정보를 보여주는 뷰</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● list_WN : NSString ● list_SP : NSString ● list_EP : NSString ● list_SD : NSString ● list_FQ : NSString ● list_ED : NSString ● list_KIND : NSString ● list_Hub : NSMutableArray ● label_SP : UILabel ● label_EP : UILabel ● label_FQ : UILabel ● label_Kind : UILabel | <ul style="list-style-type: none"> • list_WN : SearchListView에서 선택한 셀의 입출고번호를 저장 • list_SP : SearchListView에서 선택한 셀의 출발지를 저장 • list_EP : SearchListView에서 선택한 셀의 도착지를 저장 • list_SD : SearchListView에서 선택한 셀의 출발시간을 저장 • list_FQ : SearchListView에서 선택한 셀의 품종수량을 저장 • list_ED : SearchListView에서 선택한 셀의 도착시간을 저장 • list_KIND : SearchListView에서 선택한 셀의 품종을 저장 • list_Hub : SearchListView에서 선택한 셀의 정보를 이용해 DB에서 받은 허브 리스트 • label_SP : 출발지를 표시할 UILabel • label_EP : 도착지를 표시할 UILabel • label_FQ : 품종수량을 표시할 UILabel • label_Kind : 품종을 표시할 UILabel |
| | <ul style="list-style-type: none"> ● btn_gotoMap ● btn_gotoManager ● touchesBegan | <ul style="list-style-type: none"> • btn_gotoMap : 유통경로 확인을 위한 지도 뷰로 넘어가는 메소드 |

| | | |
|---|--|---|
| | | <ul style="list-style-type: none"> • btn_gotoManager : 유통되고 있는 컨테이너를 관리하기 위한 뷰로 넘어가는 메소드 • touchesBegan : 팝업 뷰 외의 다른 부분을 터치시 팝업 뷰가 닫히도록 해주는 메소드 |
| <p>TagListViewController</p> <p>선택된 컨테이너의 태그 리스트를 보여주는 뷰</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● tagTable : UITableView ● tagList : NSMutableArray ● list_WN : NSString ● hub_Id : NSString ● tag_Id : NSString ● cellselectCheck : BOOL ● deviceMV : DeviceManagerView | <ul style="list-style-type: none"> • tagTable : tagList에 대한 내용을 출력하는 TableView • tagList : 선택된 컨테이너의 태그들의 리스트를 저장하는 변수 • list_WN : 선택된 입출고 번호 • hub_Id : DB에서 데이터를 얻어오기 위한 hubId 저장 변수 • tag_Id : DB에서 데이터를 얻어오기 위한 hubId 저장 변수 • cellselectCheck : tagTableView에서 태그를 선택했는지를 체크하기 위한 변수 • deviceMV : DeviceManagerView 객체 |
| <p>DeviceManagerView</p> <p>선택된 유통경로의 컨테이너에 대한 장비들을 관리하는 기능을 정의해준 뷰</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● didSelectRowAtIndexPath ● d : float ● fx : float ● fy : float ● dfx : float ● dfy : float ● dlx : float ● dly : float ● size_X : float ● size_Y : float | <ul style="list-style-type: none"> • didSelectRowAtIndexPath : tagTableView에서 사용자가 선택한 tag를 반환해주며, 이 내용을 DeviceManagerView로 넘겨주는 메소드 • beganPoint, endPoint : 터치 입력을 받은 좌표를 저장하기 위해 사용된 변수 • isup, isdown : 센서 위치 입력 시 터치 이벤트를 구분해서 그림을 그려주기 위해 사 |

| | | |
|--------------|---|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> ● size_Z : float ● fcnt_x : float ● fcnt_y : float ● lcnt_x : float ● lcnt_y : float ● context : CGContextRef ● beganPoint : CGPoint ● endPoint : CGPoint ● isup : BOOL ● isdown : BOOL ● cellSelectCheck : BOOL ● list_WN : NSString ● tag_id : NSString | <p>용된 변수</p> <ul style="list-style-type: none"> • 그 외 : 컨테이너를 그려주기 위해 사용되는 변수들. 좌표 값을 바탕으로 그림을 그리기 때문에 많은 변수가 활용됨. |
| | <ul style="list-style-type: none"> ● initVariable ● drawFrontFace ● drawRightFace ● drawEndPoint | <ul style="list-style-type: none"> • initVariable : 그림을 그리기 위한 변수들을 초기화 • drawFrontFace : 가장 처음 나오는 그림을 그려주는 메소드 • drawRightFace : 터치 이벤트를 받았을 때, 좌표를 계산하여 두 번째 이벤트를 위한 그림을 그려주는 메소드 • drawEndPoint : 두 번째 이벤트가 끝났을 때, 좌표를 계산하여 최종 이미지를 그려주는 메소드 |
| XMLTokenizer | <p>無</p> <ul style="list-style-type: none"> ● tokenizerWithXMLString withToken firstDatause ● tokenizerforTagWithSource withToken ● tokenizerforHubWithSource withToken | <ul style="list-style-type: none"> • tokenizerWithXMLString withToken firstDatause : 가장 범용적으로 사용할 목적으로 만든 메소드 • tokenizerforTagWithSource withToken : 태그 데이터에 대한 XML 문서를 효율적으로 정리하기 위해 사용하는 메소드. • tokenizerforHubWithSource withToken : 허브 데이터에 대한 XML 문서를 효율적으 |

| | | 로 정리하기 위해 사용하는 메소드 |
|--|---|---|
| 폴더명 : ipad_flowProject/PADFlow | | |
| ■ 공개 ● 비공개 | | |
| 클래스명 및 핵심기능 | 클래스 구성(멤버변수/메소드) | 설명 |
| biosvosLineChartViewewController 맵과 그래프처리를 담당하게 되는데 맵과 그래프는 또 다른 클래스에 처리하게 됩니다. | ■ ss_number : NSString ■ start_date : NSString ■ end_date : NSString ■ hub_list : NSMutableArray ● hub_tag : NSMutableDictionary ● is_end_date_nil : Boolean ● map : biosvosMap ● graph : biosvosGraph ● web : biosvosWebQuery ● selected_hub_set : NSMutableOrderedSet | <ul style="list-style-type: none"> • ss_number : 입출고번호를 얻기 위해 사용 • start_date : 특정 입출고의 시작 날짜를 얻기 위해 사용 • end_date : 특정 입출고의 끝 날짜를 얻기위해 사용 • hub_list : 이미 사용된 특정 입출고의 허브 목록을 얻어와 데이터를 절약하기 위해 사용 • hub_tag : 각 허브에 대한 태그 목록들을 저장하기 위해 사용 • is_end_date_nil : 끝 날자가 null 일 경우, 다른 처리를 위해 사용 • map : 구글맵을 처리하기 위해서 사용 • graph : coreplot 그래프를 처리하기 위해 사용 • selected_hub_set : 보여지길 선택한 허브를 저장하기 위해 사용 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ● addNavBarButton ● didReceiveMemoryWarning ● selectHubTag: ● backButtonDismissModalViewTag ● backButtonDismissModalViewHub ● clickMap: ● clickGraph: ● viewDidLoad ● getTagList:hubId: ● parseComplete:ident: ● saveLinechart:tagId: ● convDicToArray:values:data: ● setMapMarker: ● saveGoogleMap: ● getAppBaseLocation | <ul style="list-style-type: none"> • addNavBarButton : 네비게이션에 태그와 허브 버튼을 삽입 • didReceiveMemoryWarning : 메모리 경고가 발생할 경우 필요없는 객체를 제거 • selectNavigatoinButton : 네비게이션 바에 있는 허브/태그 버튼을 클릭하였을 시 선택 창을 띄움 • backButtonDismissModalViewTag : 네비게이션 바에 있는 태그 버튼의 선택 창에서 뒤로 가기를 눌렀을 경우 웹서비스에 요청 • backButtonDismissModalViewHub : 네비게이션 바에 있는 허브 버튼의 선택 창에서 뒤로 가기를 눌렀을 경우 웹서비스에 요청 |

| | | |
|--|--|---|
| | | <ul style="list-style-type: none"> • clickMap : 맵을 클릭하였을 경우 그에 따른 그래프의 이동 • clickGraph: 그래프를 클릭하였을 경우 그에 따른 맵의 이동 • viewDidLoad : 화면이 시작하였을 때 초기화를 위한 코드 • getTagList:hubId: : 허브아이디에 해당하는 태그 아이디를 웹서비스에 요청 • parseComplete:ident: : 요청에 따른 결과 처리를 위한 함수 • saveLinechart:tagId: : 온습도 요청에 대한 처리 • convDicToArray:values:data: : 온습도 요청에 대한 결과를 좀 더 간결하게 만들어주는 함수 • setMapMarker: : 맵의 화면이동이 멈추었을 경우에 그 위치에 따른 웹서비스 요청 • saveGoogleMap: 맵위 위치 요청에 대한 결과값 처리 • getAppBaseLocation : 맵의 위치를 처음 웹서비스에 요청할 때 사용되는 함수 |
|--|--|---|

| 폴더명 : ipad_flowProject/PADFlow/Map | | |
|--|--|---|
| ■ 공개 ● 비공개 | | |
| 클래스명 및 핵심기능 | 클래스 구성(멤버 변수/메소드) | 설명 |
| biosvosMap 구글 맵과 관련된 모든 처리함수들과 구글맵을 보여주기위한 함수를 담당하는 클래스 | <ul style="list-style-type: none"> ■ delegate : id<MapDelegate> ● mapView_ : GMSMapView ● marker_list : NSMutableArray ● path : GMSMutablePath ● check_move : Boolean | <ul style="list-style-type: none"> • delegate : 이 클래스내에서 일어나는 이벤트들을 전달하기 위한 전달자 • mapView_ : 구글맵을 화면에 보여주기위한 객체 • marker_list : 구글 맵에 보여지는 마커들의 목록 • path : 구글 맵에 보여지는 폴리라인의 위치들의 목록 • check_move : 구글 맵이 이동하는지 판단하여 다른 동작을 하기 위한 변수 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ■ mapLocation: ■ mapMarkWithLocation: ■ mapViewCameraUpdateMaxX:max_y:min_x:min_y: ■ initWithFrame: ■ refreshMap | <ul style="list-style-type: none"> • mapLocation: : 그래프 클릭에 따른 맵의 이동을 위한 함수 • mapMarkWithLocation: : 웹서비스 요청에 의한 결과값을 이용해 구글맵에 |

| | | |
|---|---|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> ● mapView:willMove: ● mapView:idleAtCameraPosition: ● initMap ● mapView:didTapMarker: | <p>마크를 찍어주는 함수</p> <ul style="list-style-type: none"> • mapViewCameraUpdateMaxX:max_y:min_x:min_y: : 웹서비스 요청에 의해 결과값이 도착하였을 때 구글 맵에서 실제로 보여주는 위치를 변경해주는 함수 • initWithFrame: : 구글맵의 크기를 지정해주는 함수 • refreshMap : 구글맵을 아무것도 없는 상태로 바꾸는 함수 • mapView:willMove: : 구글 맵이 움직일 때에 대한 처리를 위한 함수 • mapView:idleAtCameraPosition: : 구글 맵이 이동을 하지 않기 시작한 시점에 웹서비스를 요청하기 위한 함수 • initMap : 구글 맵을 초기화하기 위한 함수 • mapView:didTapMarker: 구글맵을 클릭하였을 때, 그에 따른 그래프의 이동을 처리하기 위한 함수 |
| <p>biosvosMapDataInfo</p> <p>구글 맵에서 사용되는 필수적인 데이터를 위한 클래스</p> | <ul style="list-style-type: none"> ■ date : NSString ■ x : double ■ y : double <hr/> <ul style="list-style-type: none"> ■ insertString:x:y: | <ul style="list-style-type: none"> • date : 위치에 대한 날짜를 저장 • x : 위치의 위도 • y : 위치의 경도 • insertString:x:y: : 구글 맵에서 필수적인 데이터를 초기화하기 위한 함수 |

| 폴더명 : ipad_flowProject/PADFlow/Graph | | |
|--------------------------------------|---|---|
| | | ■ 공개 ● 비공개 |
| 클래스명 및 핵심 기능 | 클래스 구조(멤버 변수/메소드) | 설명 |
| biosvosGraph | ■ delegate : id<GraphDelegate> ● ● hostView : CPTGraphHostingView ● tmpr : NSMutableArray ● tmpr_date : NSMutableArray ● check_drag : Boolean ● start_date : NSDate ● end_date : NSDate ● start_date_fix : NSDate ● old_format : NSDateFormatter ● active_scatter : NSMutableDictionary ● legend : CPTLegend ● timer_for_scale : NSTimer ● touch_map_scatter : CPTScatterPlot ● check_touch_map_scatter : Boolean | <ul style="list-style-type: none"> • delegate : 이 클래스내에서 일어나는 이벤트들을 전달하기 위한 전달자 • hostView : 그래프를 화면에 표시하기 위한 coreplot에서 제공하는 객체 • tmpr : 웹서비스에서 받아온 온도를 저장 • tmpr_date : 웹서비스에서 받아온 날짜를 저장 • check_drag : 그래프가 드래그 중인지를 확인하여 취할 행동을 구분 • start_date : 입출고의 시작 날짜 • end_date : 입출고의 끝 날짜 • start_date_fix : 입출고의 시작날짜 이되, 변하지 않음 • old_format : 날짜의 입출력 양식 • active_scatter : 그래프에 표시되고 있는 plot들을 저장 • legend : 그래프에 표시되고 있는 plot들의 이름을 그래프에 표시하기 위한 객체 • timer_for_scale : 그래프의 줌 변동에 따른 x 축의 변화를 지정하는 객체 • touch_map_scatter : 그래프에 표시되는 여러 plot 들 중 가장 최근에 변동이 있거나, 이벤트가 발생한 plot • check_touch_map_scatter : 이벤트에 의한 변화인지 확인하여 다른 행동을 취하기 위한 변수 |
| | ■ graphLocation: ■ addScatterPlot:values:iden | <ul style="list-style-type: none"> • graphLocation: : 구글맵이 클릭되었을 때 그래프에서의 위 |

| | | |
|--|---|---|
| | <p>tity:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ removeScatterPlot: ■ setDate:end_date: ■ configureAxes ■ refreshSpace ■ initWithFrame: ■ removeTouchMapScatter <ul style="list-style-type: none"> ● plotSpace:shouldHandlePointingDeviceUpEvent:atPoint ● plotSpace:shouldHandlePointingDeviceDraggedEvent:atPoint ● plotSpace:shouldScaleBy:aboutPoint ● timeFired: ● dynamicX: ● plotSpace:willDisplaceBy: ● plotSpace:willChangePlotRangeTo:forCoordinate: ● numberOfRecordsForPlot: ● doubleForPlot:field:recordIndex: ● configureHost ● configureGraph ● configureAxes ● initPlot | <p>치에 빨간 줄을 표시</p> <ul style="list-style-type: none"> • addScatterPlot:values:identity: : plot을 추가하며, 그것의 값과 식별자를 지정하는 함수 • removeScatterPlot: plot을 삭제하는 함수 • setDate:end_date: 입출고의 시작 날짜와 끝 날짜를 지정하는 함수 • configureAxes : 그래프의 x축 y축의 값을 지정하는 함수 • refreshSpace : 그래프의 내용을 지우는 함수 • initWithFrame: : 그래프의 크기를 지정해 실제 화면에 띄우는 함수 • removeTouchMapScatter : 지도를 클릭하여 그래프에 나타난 빨간 선을 없애는 함수 • plotSpace:shouldHandlePointingDeviceUpEvent:atPoint : 그래프가 클릭되고 화면에서 손을 뗐을 때를 처리하는 함수 • plotSpace:shouldHandlePointingDeviceDraggedEvent:atPoint : 그래프가 화면이 이동할 때를 처리하는 함수 • plotSpace:shouldScaleBy:aboutPoint : 그래프의 크기가 변동이 가해질 때 생기는 함수 • timeFired: : 그래프의 줌인/줌아웃의 액션이 종료되었을 때 실행되어 X축의 값을 조정 • dynamicX: 그래프의 X축을 조정 • plotSpace:willDisplaceBy: 그래프에서 보여질 부분을 제한 • plotSpace:willChangePlotRangeTo:forCoordinate: : 그래프의 줌인/줌아웃을 통한 액션을 통해 보여질 화면을 제한 • numberOfRecordsForPlot: : |
|--|---|---|

| | | |
|--|--|---|
| | | <ul style="list-style-type: none"> plot의 값의 개수를 반환 doubleForPlot:field:recordIndex: : plot의 값을 반환 configureHost : 화면의 크기를 지정 configureGraph : 화면에서 어떠한 식으로 그래프가 표시될지를 지정 configureAxes : 그래프에서 x축 y축에 대한 설정을 하는 함수 initPlot : 그래프를 초기화하는 함수 |
|--|--|---|

| 폴더명 : ipad_flowProject/PADFlow/TableView | | |
|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ■ 공개 ● 비공개 | | |
| 클래스 명 및 핵심기능 | 클래스 구성(멤버 변수/메소드) | 설명 |
| biosvosTableView 임의의 목록들을 서로 선택할 수 있도록 해주고, 선택되어진 목록들을 반환해주는 클래스 | <ul style="list-style-type: none"> ■ tableView : UITableView ■ data : NSArray ■ identity : NSString ■ seleted_item : NSMutableSet ■ prev_selected_item : NSMutableSet | <ul style="list-style-type: none"> tableView : 화면에 표시될 뷰 data : 테이블에 표시될 목록들 identity : 또 다른 biosvosTableView들과 차별화하기위한 식별자 selected_item : 선택되어진 아이템 prev_selected_item : 선택되기 이전의 이미 선택되어있던 아이템 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ■ init ■ sharedManager ■ sharedManager: ■ refresh_selected_item ● tableView:cellForRowAtIndexPath: ● tableView:didSelectRowAtIndexPath: ● tableView:numberOfRowsInSection: | <ul style="list-style-type: none"> init : 테이블을 초기화 sharedManger : 여러번 할당되는 것을 막고 한번만 초기화 메모리 할당을 하도록 하는 함수 sharedManager: : 여러번 할당을 막는 것은 같으나 식별자를 두어, 정말로 한번만 할당될지를 결정 refresh_selected_item : 모든 데이터를 해제 |

| | | |
|---|---|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> ● checkBoxButtonPressed: | <ul style="list-style-type: none"> • tableView:cellForRowAtIndexPath: : 테이블에 표시될 목록들을 초기화하여 테이블 목록에 삽입 • tableView:didSelectRowAtIndexPath: : 테이블에서 목록이 선택되었을때를 처리 • tableView:numberOfRowsInSection: : 테이블에 표시될 목록의 개수를 반환 • checkBoxButtonPressed: : 체크박스가 클릭되었을때를 처리하는 함수 |
| biosvosTableData biosvosTableView에 표시되어질 데이터의 양식을 관리하는 클래스 | <ul style="list-style-type: none"> ■ string : NSString ■ check : Boolean | <ul style="list-style-type: none"> • string : 테이블 뷰에 표시될 문자열 • check : 체크박스의 체크가 되어있는지의 유무 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ■ setData:check: ■ NSArrayToDataArray: | <ul style="list-style-type: none"> • setData:check: : 데이터를 삽입하는 함수 • NSArrayToDataArray: : 보통의 NSString으로 된 NSArray를 양식에 맞게 변경하는 함수 |

| 폴더명 : ipad_flowProject/PADFlow/biosvosWebQuery | | |
|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ■ 공개 ● 비공개 | | |
| 클래스명 및 핵심기능 | 클래스 구조(멤버 변수/메소드) | 설명 |
| biosvosWebQuery 웹서비스를 간편하게 이용할 수 있게 하고, 통신하는 웹서비스에 맞춰 최적화한 클래스 | <ul style="list-style-type: none"> ■ _delegate : id<WebQueryDataDelegate> ■ APP_HUB_LOCATION:hub_id:start_date:end_date:bottom_right_lat:bottom_right_lon:top_left_lat:top_left_lon:count: ■ APP_LOCATION_DATA:hub_id:start_date:end_date:group_limit: ■ APP_TAG_DATA:tag:type:start_date:end_date:want_get: | <ul style="list-style-type: none"> • _delegate : 이 클래스내에서 일어나는 이벤트들을 전달하기 위한 전달자 • APP_HUB_LOCATION:hub_id:start_date:end_date:bottom_right_lat:bottom_right_lon:top_left_lat:top_left_lon:count: : 처음으로 맵의 위치를 요청할 때 호출하는 함수 • APP_LOCATION_DATA:hub_id:start_date:end_date:group_limit: : 맵의 위치를 요청하는 함수 • APP_TAG_DATA:tag:type:start_date:end_date:want_get: |

| | | |
|--|--|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> ■ TAG_LIST:hub_id: ● callMethod:withParameters:tag: ● callMethod:withParameters:tag:meta: ● request:didFailWithError: ● request:didReceiveAuthenticationChallenge: ● request:didCancelAuthenticationChallenge: ● request:canAuthenticateAgainstProtectionSpace: ● request:didReceiveResponse: | <p>: 태그의 온습도를 원하는 만큼 요청하는 함수</p> <ul style="list-style-type: none"> • TAG_LIST:hub_id: : 허브의 태그리스트를 요청하는 함수 • callMethod:withParameters:tag: : 실제로 웹서비스에 요청을 하는 함수 • callMethod:withParameters:tag:meta: 실제로 웹서비스에 요청을 하는 함수이나 구분자를 두어 좀 더 명확한 차이를 두게하는 함수 • request:didFailWithError: : 요청이 실패했을 때 호출되는 함수 • request:didReceiveAuthenticationChallenge: : 요청이 권한을 요청할 때 호출되는 함수 • request:didCancelAuthenticationChallenge: : 요청의 권한이 없을 때 호출되는 함수 • request:canAuthenticateAgainstProtectionSpace: : 요청의 권한이 가능할 때 호출되는 함수 • request:didReceiveResponse: : 요청이 성공하여 호출되는 함수로서, 호출한 함수에 따라 다른 행동을 취하는 함수 |
|--|--|---|

| 폴더명 : ipad_flowProject/PADFlow/biosvosParser | | |
|---|--|--|
| ■ 공개 ● 비공개 | | |
| 클래스 명 및 핵심기능 | 클래스 구조(멤버 변수/메소드) | 설명 |
| biosvosParser XML 문서를 객체화하여 실제로 코드에서 용이하게 만들어고, 사용하는 웹서비스에 최적화된 클래스 | ■ delegate : id<biosvosParserDelegate > ■ _target_tag : NSMutableSet ■ isTarget : Boolean ■ _ident : id | <ul style="list-style-type: none"> • delegate : 이 클래스내에서 일어나는 이벤트들을 전달하기 위한 전달자 • _target_tag : 객체화해줄길 원하는 태그들의 목록 • isTarget : 객체화해줄길 원하는 태그들의 목록에 있는 것인지 확인하는 변수 • _ident : biosvosParser를 서로 구분해줄기 위한 식별자 |
| | ■ parseForOne:target_tag:ident: ■ parseForSet:target_tag:ident: ● parser:didStartElement:namespaceURI:qualifiedName:attributes: ● parser:foundCharcters: ● parserDidEndDocument: | <ul style="list-style-type: none"> • parseForOne:target_tag:ident : : XML문서에서 뽑아내길 원하는 하나의 태그를 객체화해주는 함수 • parseForSet:target_tag:ident: : XML문서에서 뽑아내길 원하는 여러개의 태그를 객체화해주는 함수 • parser:didStartElement:namespaceURI:qualifiedName:attributes: : XML문서에서 각 태그가 시작할 때 호출되는 함수 • parser:foundCharcters: : XML문서의 태그의 내용을 찾았을 때 호출되는 함수 • parserDidEndDocument: : XML문서가 끝났을 때 호출되는 함수 |

다. 유통 모니터링 시스템 스마트TV App 개발

이 연구에서는 다양한 장치를 통해 모니터링 시스템을 접근할 수 있도록 하기 위해서 스마트 TV 용 모니터링 시스템을 개발하였다. 스마트 TV는 대화면을 가지고 있을 뿐 아니라 자체적으로 OS 와 웹 브라우저를 가지고 있기 때문에 기존에 개발된 웹 기반 모니터링 시스템이 동작하기에 무리가 없다. 하지만, TV의 경우 마우스와 키보드가 아닌 전용 리모콘을 이용해 구동시킨다. 따라서, 기존에 개발된 웹기반 모니터링 시스템의 이벤트 처리를 리모콘에 의한 이벤트 처리 형태로 변환해 주어야 사용자가 편하게 사용할 수 있다.

이 연구에서는 여러 스마트 TV 기종 중 삼성 스마트 TV를 대상으로 기존 웹기반 모니터링 시스템을 스마트 TV에 적합하게 일부 수정하였다. 삼성 스마트 TV는 이클립스 내의 삼성 스마트 TV SDK 개발환경을 가지고 있으며 Service, Storage, Framework, Web APIs TV Control과 같은 API를 사용할 수 있다. 다음에 구현한 스마트 TV용 모니터링 시스템의 구동 과정을 기술한다.

(1) 스마트TV 기반 유통 모니터링 시스템 구현

(가) 로그인 화면

사용자가 애플리케이션 실행시 처음 나오는 화면이다. 사용자는 모니터링 시스템에 접근하기 위해서 이전에 가입하였던 ID, 비밀번호를 입력하여 모니터링시스템의 접근권한(사용자/관리자)을 얻어야한다.

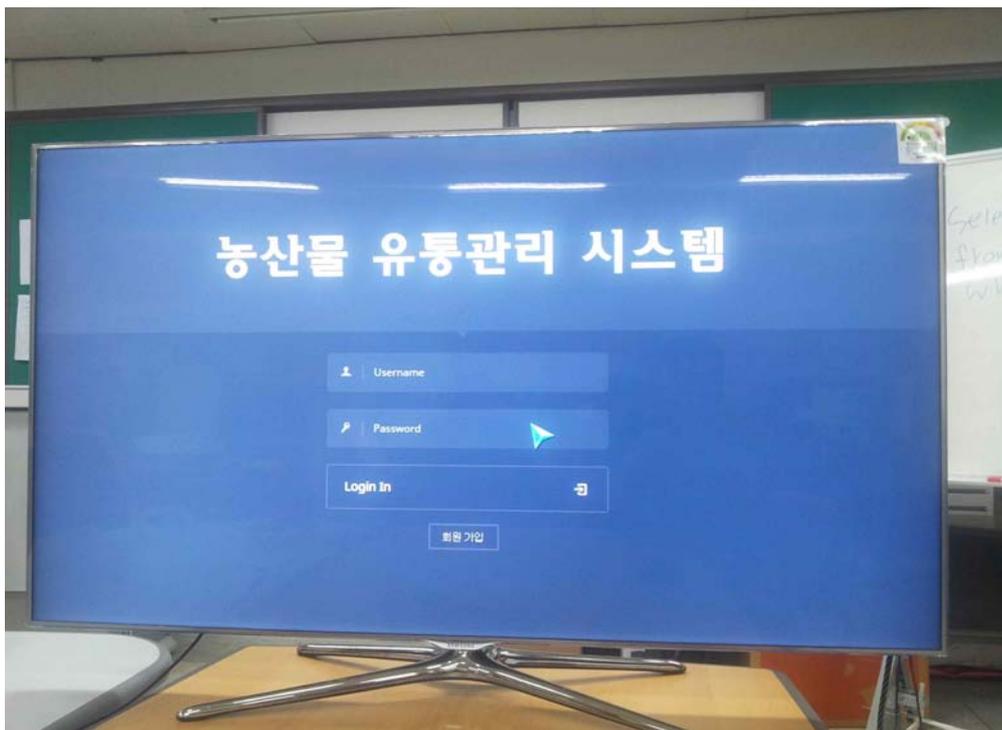


그림 3-130. 삼성 스마트 TV 애플리케이션 로그인 화면

(나) 회원가입 화면

사용자가 유통관리 시스템에 접근권한이 없는 경우, 새로운 접근 권한을 얻기 위하여 회원가입 절차를 거쳐야한다. 회원가입 절차는 두 단계로 나뉘며 첫 번째 단계는 성명, 휴대폰 번호, 주소를 입력 한다. 입력은 스마트 TV에 연결된 키보드를 통해 입력 한다. 회원가입의 첫 번째 단계 화면은 다음 그림 3-131과 같다.

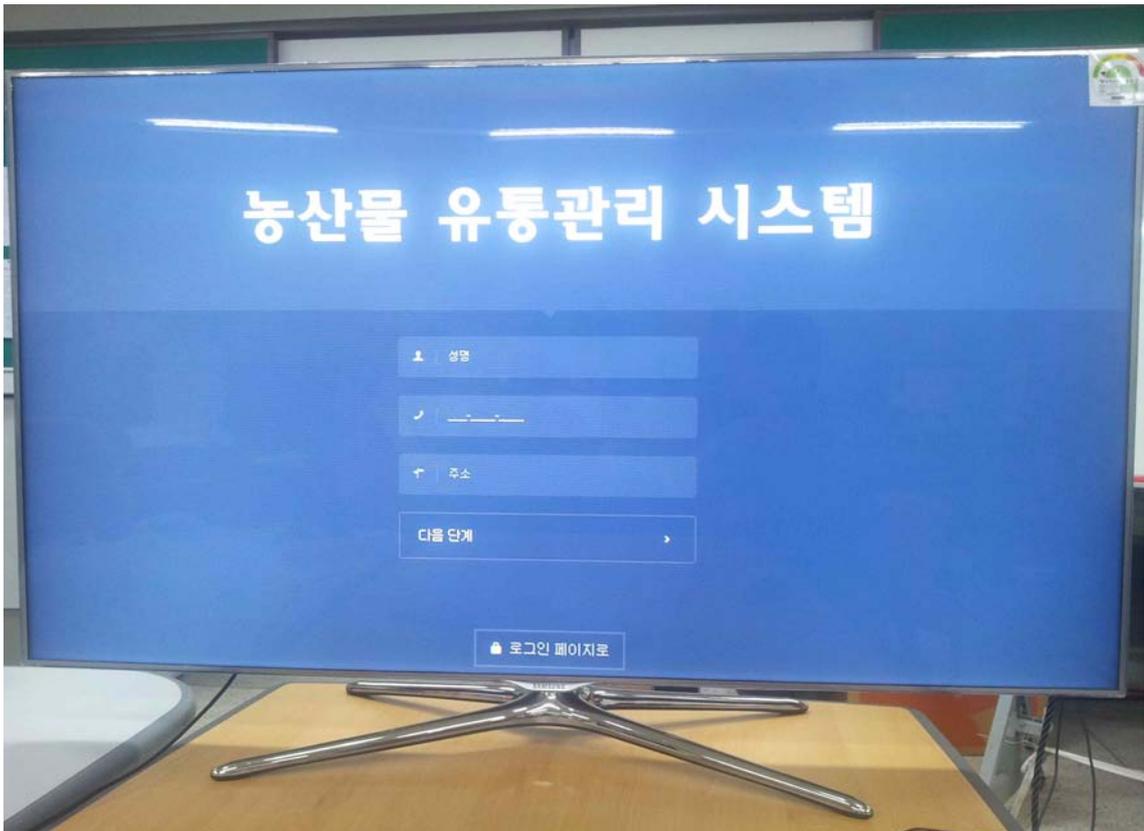


그림 3-131. 삼성 스마트 TV 애플리케이션 회원가입 화면(1/2)

회원 가입 절차에서 첫 번째 단계를 거친 경우 두 번째 단계로 넘어간다. 두 번째 단계는 로그인을 하기 위한 ID와 비밀번호를 입력 받고 추가적으로 E-mail 주소를 입력받는다. 비밀번호는 사용자의 비밀번호 입력 중 오타를 고려하여 한 번 더 입력을 받는다. 사용자는 회원가입 절차중에 취소를 할 수 있다. 모든 필드를 입력 한 후 유통관리 시스템에 회원가입 요청을 하고, 유통관리 시스템은 해당 ID가 중복 되어있는지 확인 한 후 중복이 안될 경우에는 회원가입을 성공했다는 응답을 하고, 사용자는 메시지를 받은 후 다시 로그인 화면으로 돌아간다. 회원가입 두 번째 단계 화면은 다음 그림 3-132와 같다.

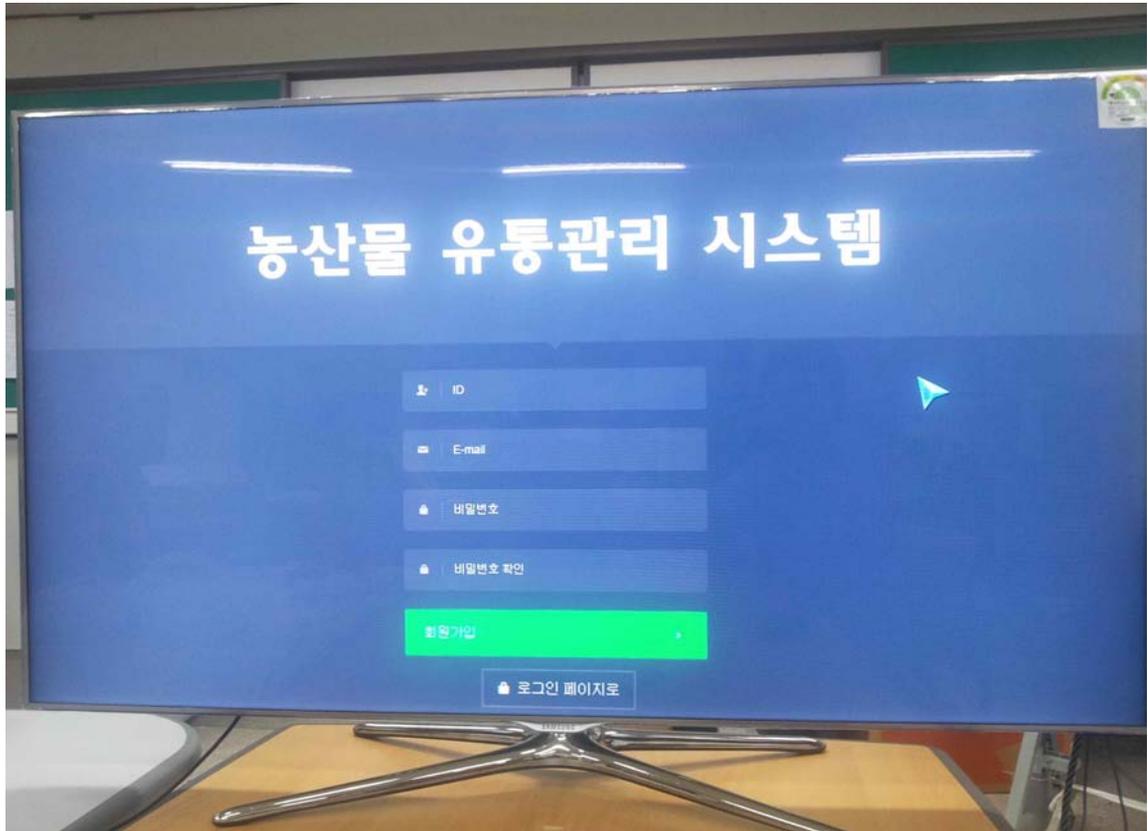


그림 3-132. 삼성 스마트 TV 애플리케이션 회원가입 화면(2/2)

(다) 유통리스트 확인 화면

로그인 절차를 거친 후 사용자/관리자가 처음 보게되는 화면이다. 화면은 구성은 웹 페이지에서 구현된것과 비슷하며, 화면의 좌측 상단에 현재 보고 있는 메뉴의 이름이 표시된다. 화면의 좌측에는 총 메뉴의 구성이 나오게 되며, APDMS(Agricultural Product Distribution Manage System)이라는 로고를 클릭하게 되면 다시 초기화면인 유통리스트 확인 화면으로 돌아온다. 유통의 종류는 진행중인 유통과 종료한 유통으로 구별하여 확인 할 수 있다. 화면의 우측 상단에는 현재 로그인한 사용자의 ID와 로그아웃 기능이 있다. 사용자 ID 버튼을 누르면 사용자는 개인정보설정 화면으로 넘어가고, 로그아웃 버튼을 누르면 사용자는 로그인 화면으로 돌아가게 된다. 사용자는 유통목록 중 하나의 유통을 선택하게 되면, 다음 화면인 유통 모니터링 화면으로 넘어가게 된다. 유통진행 리스트 화면은 다음 그림 3-133과 같다.



그림 3-133. 삼성 스마트 TV 애플리케이션 유통진행 리스트 화면

(라) 유통 모니터링 화면

사용자가 모니터 하고 싶은 하나의 유통을 선택 한 경우 사용자는 선택한 유통에 대해 모니터링을 시작하게 된다. 모니터링은 유통의 이동경로에 대한 확인과 시간 별 수집된 온 습도, CO2값을 그래프로 확인 할 수 있다. 먼저 모니터링을 확인하기 위해서는 세 단계의 절차를 가진다.

첫 번째는 사용자가 확인 하고 싶은 유통 단계를 선택하는 단계다. 유통 단계란 하나의 유통이 가지는 단계는 최소 1단계이다. 처음 설정된 출발지와 도착지에 주어진 단계가 1단계이다. 만약 중간에 다른 APC를 거쳐간 경우, 해당 APC와 처음 출발지 사이에는 1단계가 되고 APC와 도착지는 2단계가 된다. 사용자는 이를 선택하여야 한다. 사용자가 모니터링 화면으로 들어오고 아무 선택을 하지 않았을 경우에는 모든 단계가 선택되어져 모든 유통 경로가 화면의 구글 맵에 표시된다. 만약 특정 유통 단계를 설정 한 경우에는 해당 단계에 해당하는 유통 경로만 화면에 표시된다.

단계 선택을 한 후 사용자는 허브를 선택해야 한다. 허브는 각 농산물에 연결된 센서(온도, 습도, CO2)가 수집 한 데이터를 모두 모아 현재 위치와 함께 서버에 전송 하는 역할을 하는데 이는 각 유통별 1개이상의 허브를 갖게 된다. 해당 허브로 인해 유통 경로가 이어지게

되기 때문에 사용자는 유통에 연결된 허브 중 하나를 선택하여 선택된 허브의 유통경로만 표시하게 된다.

선택된 허브에서 사용자는 마지막으로 센서 태그를 선택하게 된다. 센서 태그는 실제 농산물의 상태를 센싱하는 역할로써 하나의 허브에 연결되어 있다. 사용자가 선택한 허브의 센서들의 데이터만 확인 할 수 있고 사용자는 실제 그래프로 데이터를 확인 할 센서를 선택한다. 각 센서는 온습도센서와 CO2 센서로 나뉘며, 온 습도 센서는 두 개의 그래프를 생성하고 CO2 센서는 하나의 그래프를 생성한다. 사용자가 그래프에서 하나의 데이터를 선택 할 경우에는 지도에서 선택한 데이터가 어느 경로에 해당하는지 하얀 실선으로 두 개의 점을 이어준다. 사용자는 이를 확인 함으로써 하얀 실선으로 이어진 데이터가 사용자가 확인 하고 싶은 센싱 된 데이터를 의미하는 것을 알 수 있고, 이 구간에서 센싱 된 값이 잘못된 값인지, 아닌지 추론 할 수 있다. 지도에서도 마찬가지로 하나의 마커(지도에 표시된 위치)를 선택하게 되면 그래프에서 해당 마커의 시간에 해당하는 그래프를 화면에 나타내게 된다.

그래프에서는 사용자가 확인 하고 싶어하는 그래프를 선택 할 수 있다. 사용자가 센서를 선택하는 것 이외에, 확인하고싶은 센서 종류를 선택 할 수 있다. 센서 종류는 온도,습도,CO2로 나뉘며 이를 표시하거나, 삭제 할 수 있다. 또한, 사용자가 선택 한 센서에 대하여 데이터를 EXCEL,이미지 형태로 추출 할 수 있다. 데이터 추출은 그래프의 우측 상단에 위치하는 그래프 옵션을 선택하여 추출 할 수 있다.

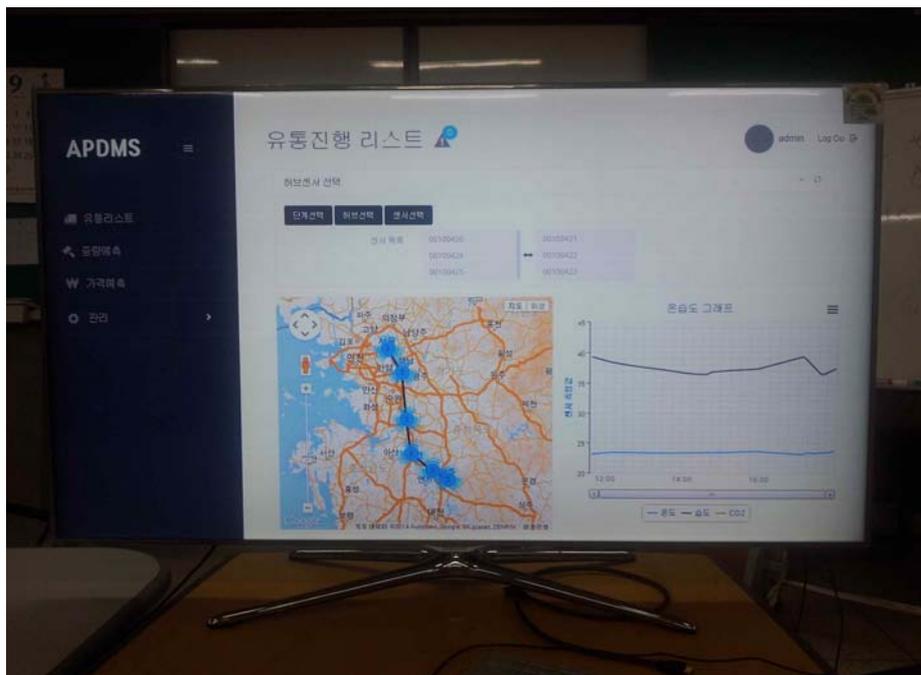


그림 3-134. 삼성 스마트 TV 애플리케이션 유통 모니터링 화면

(마) 유통 관리 화면

유통 관리 화면은 현재 진행/종료 유통의 수정 및 관리와 새로운 유통을 추가하는 화면이다. 유통 관리 화면은 두 개의 화면으로 나뉜다. 첫 번째 화면은 사용자가 원하는 유통을 삭제하거나, 수정하고 싶은 유통을 선택, 혹은 새로운 유통을 추가하는 화면이다. 유통 관리의 첫 번째 화면은 다음 그림 3-135와 같다.

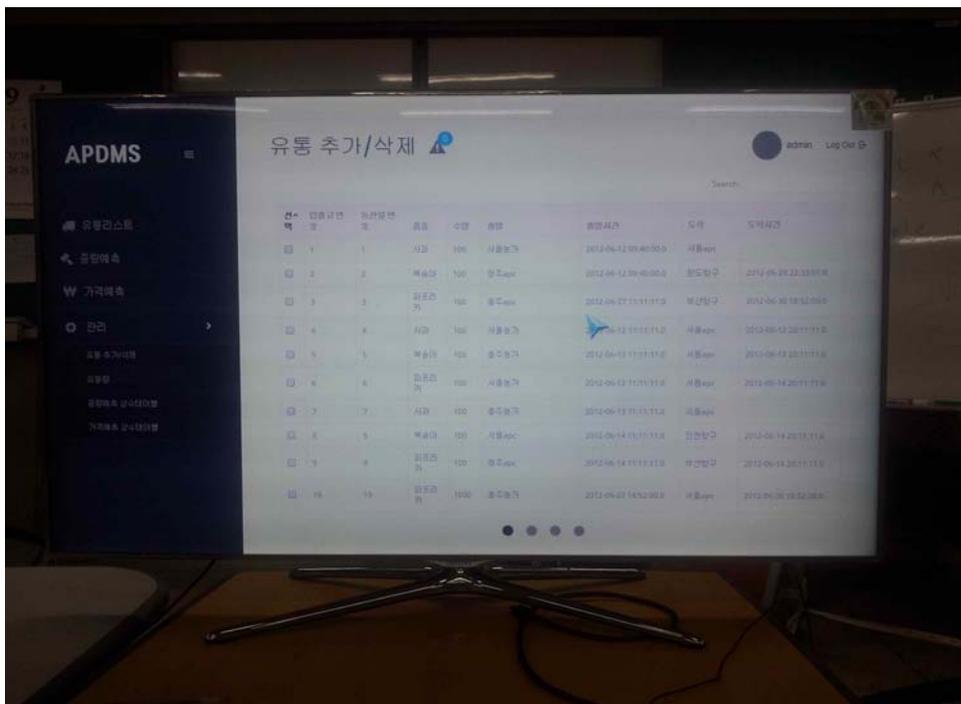


그림 3-135. 삼성 스마트 TV 애플리케이션 유통 관리 화면(1/2)

유통 관리 화면의 두 번째 화면은 사용자가 선택한 유통의 수정을 하는 화면이다. 사용자는 수정을 하고 싶은 유통을 선택 한 후 해당 유통의 허브를 추가하거나, 센서 태그를 추가하거나, 중간의 유통 단계를 추가 할 수 있다. 유통 관리 화면의 두 번째 화면은 다음 그림 3-136과 같다.



그림 3-136. 삼성 스마트 TV 애플리케이션 유통 관리 화면(2/2)

(바) 유통량 화면

유통량 화면은 등록 된 입출고지에 대한 입고량과 출고량, 총 입고출고량을 확인 하는 화면이다. 유통량을 확인 하기 위해서는 사전에 등록되어진 입출고지여야 한다. 유통량 화면은 다음 그림 3-137과 같다.



그림 3-137. 그림 삼성 스마트 TV 애플리케이션 유통량 화면

(사) 개인 정보 설정 화면

유통 관리 애플리케이션의 로그인/회원가입 화면을 제외한 모든 화면에서 바로 접근 가능한 화면이다. 개인 정보 설정 화면은 비밀번호, E-mail, 전화번호, 주소를 수정할 수 있는 개인정보 수정과 경고 온도, 경고 습도, 경고 CO2를 수정할 수 있는 경고 설정으로 나뉜다. 사용자는 변경 하고 싶은 곳을 수정한 후 아래의 저장 버튼을 누르면 개인정보 수정이 반영된다. 경고 설정은 설정된 값(온도, 습도, CO2)을 초과하거나 미만하는 데이터가 유통 중에 발생 될 경우 사용자에게 경고알림이 발생한다. 개인 정보 설정 화면은 다음 그림 3-138과 같다.

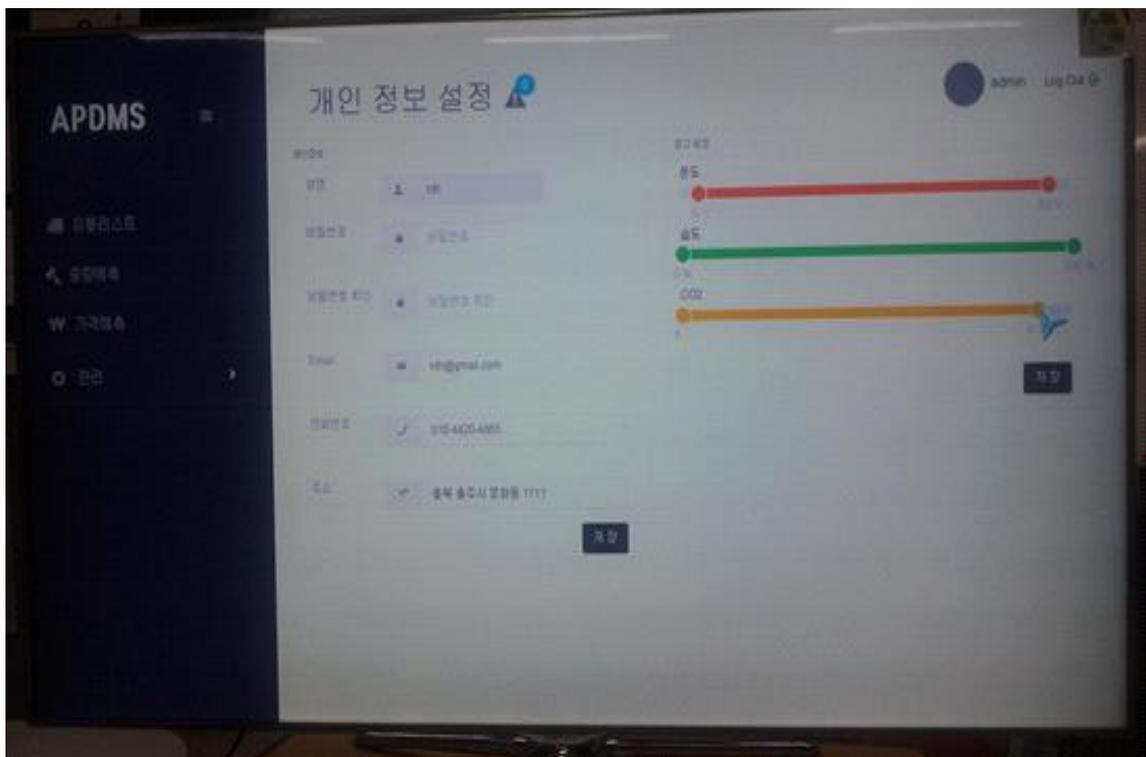


그림 3-138. 삼성 스마트 TV 애플리케이션 개인 정보 설정 화면

5. 클라우드 데이터 저장 관리 시스템 기반 유통기한 예측 서비스 통합 개발

앞서 기술한 것처럼, 이 연구에서는 유통중 수집한 온습도 센서 스트림을 분석하여 농산물의 중량감소분을 예측하고 이를 통해 판매우선순위를 산정하여 판매자에게 제공할 수 있는 분석 기술을 개발하였다. 이 연구에서는 다양한 장치를 통해 유통기한 예측서비스를 제공하기 위해서 웹, 모바일, 스마트 TV 용에 맞도록 이를 구현하였다. 여기에서는 구현 내용에 대해서 상세히 기술한다.

가. 웹기반 유통기한 예측 서비스 개발

(1) 중량예측

각 유통에 대하여 중량감소치 예측식을 통해 예측 감소치를 확인 가능하고 유통 선택, 허브 선택, 품종선택의 3단계 절차를 통해 각 유통의 특정 허브에 부착된 센서들의 중량감소치를 확인 할 수 있다.

The screenshot shows the APDMS web interface. On the left is a dark sidebar with the APDMS logo and navigation links: 유통리스트, 품종목록, 가격목록, and 관리. The main content area is titled '중량감소예측' (Weight Reduction Prediction). It features a search bar, a dropdown for 'records per page' set to 10, and a table with 5 rows of data. The table columns are '번호' (No.), '허브(대)아이디' (Hub (Main) ID), and '중량감소치' (Weight Reduction Rate). Below the table, it says 'Showing 1 to 5 of 5 entries'. At the bottom left, there is a copyright notice: '© 2013 Neon Admin Theme by Laborator'.

| 번호 | 허브(대)아이디 | 중량감소치 |
|----|----------|-------|
| 1 | 00100422 | 1.06% |
| 2 | 00100424 | 0.53% |
| 3 | 00100423 | 0.53% |
| 4 | 00100425 | 0.53% |
| 5 | 00100421 | 0.53% |

그림 3-139. 중량 예측 화면

(2) 웹기반 유통기한 예측 서비스 업무 처리 절차

| | |
|------|---|
| 기능명 | 중량예측 상수테이블 |
| 기능설명 | 중량예측식에 사용되는 수식에 대하여 수정을 할 수 있다. 변수 값을 제외한 상수 값에만 수정을 할 수 있다. |
| 화면 | |

| | |
|------|-----------------------------------|
| 기능명 | 중량예측 화면 |
| 기능설명 | 사용자가 선택한 유통중인 농산물의 중량감소치를 볼 수 있다. |
| 화면 | |

나. 모바일 기반 유통기한 예측 서비스 개발

(1) 중량 감소 예측

중량 감소 예측은 농산물이 저장되고 있는 동안 농산물의 중량의 감소치를 예측하는 기

능이다. 중량 감소예측을 하는 절차는 다음 그림 3-140과 같다.

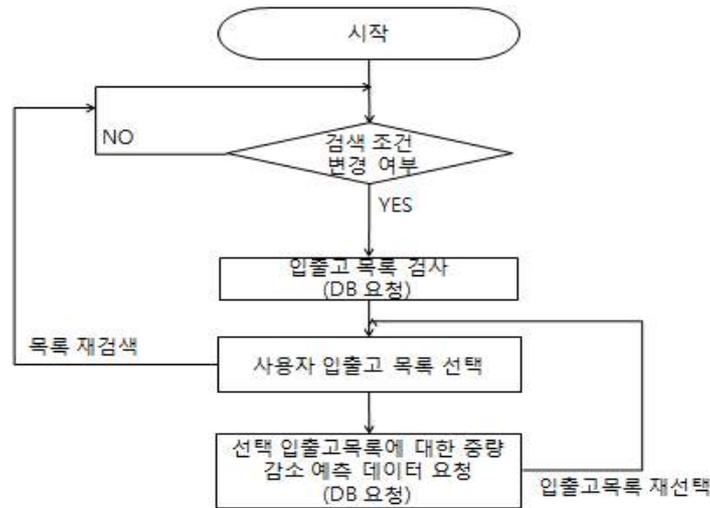


그림 3-140. 중량 감소 예측 절차

중량 감소 예측에 대한 결과는 하나의 입출고에 연결되어 있는 허브의 개수 만큼의 결과치가 나온다. 중량 감소 예측을 통하여 농산물 품목에 대한 유통 기한을 예측 할 수 있게 되고, 유통 기한 예측을 통해 판매하고자 하는 품목의 순서를 제안 할 수 있다. 사용자가 원하는 입출고 목록을 검색 한다. 검색으로 출력된 입출고 목록은 다음 그림3-141과 같다. 검색되어 나온 입출고 목록 중 원하는 입출고 목록을 선택한다. 목록을 선택하면 입출고에 연결된 각 허브의 개수만큼 예측되어 나온 결과가 화면에 표시된다. 결과 화면은 다음 그림 3-142와 같다.



그림 3-141. (좌)갤럭시 노트의 입출고 목록 화면
(우)아이패드 미니의 입출고 목록 화면

| 번호 | 허브아이디 | 중량감소치 |
|----|----------|-------|
| 1 | 00100424 | 7.27% |
| 2 | 00100423 | 8.20% |
| 3 | 00100425 | 5.22% |
| 4 | 00100422 | 7.11% |
| 5 | 00100421 | 0% |

그림 3-142. (좌)갤럭시 노트의 입출고 리스트
(우)아이패드 미니의 입출고 리스트

다. 스마트TV기반 유통기한 예측 서비스 개발

(1) 중량 감소 예측 화면

중량 감소 예측은 농산물이 저장/유통 되고 있는 동안 농산물의 중량의 감소치를 예측하고 감소치를 확인하는 화면이다. 중량 감소 예측은 두 개의 화면으로 나뉘는데 첫 번째는 중량 감소 예측을 하기 위한 유통을 선택하는 화면이다. 사용자는 중량 감소 예측을 하고 싶은 유통을 현재 보이는 유통 리스트에서 하나를 선택하게 된다. 중량 감소 예측의 첫 번째 화면은 다음 그림 3-143과 같다.



그림 3-143. 삼성 스마트 TV 애플리케이션 중량 감소 예측 화면(1/2)

중량 감소 예측 두 번째 화면은 사용자가 선택 한 유통의 중량 예측 감소치를 나타내는 화면이다. 해당 감소치는 유통에 연결 된 허브마다 표시되며, 화면은 다음 그림 3-145와 같다.

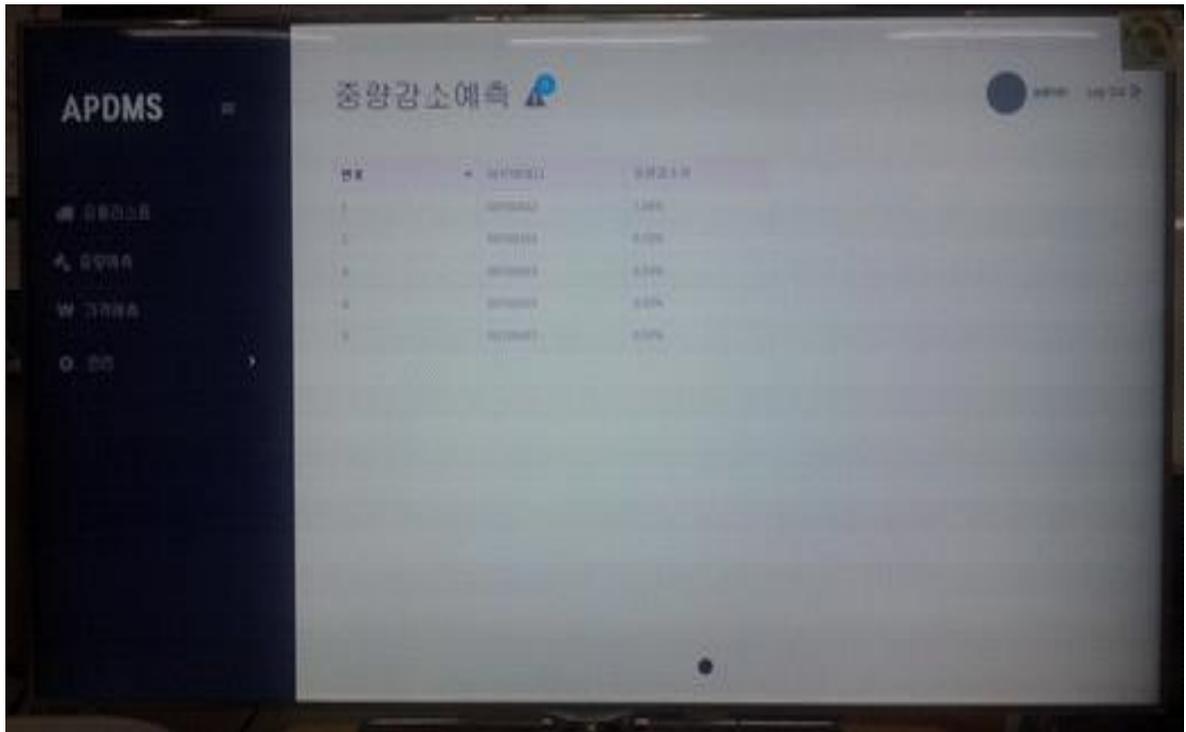


그림 3-144. 삼성 스마트 TV 애플리케이션 중량 감소 예측 화면(2/2)

(2) 중량 예측 상수테이블 화면

중량 예측 상수테이블 화면은 중량 예측 기능에서 사용되는 중량 예측식에 상수 및 계수를 수정 할 수 있는 화면이다. 중량 예측은 각 품목의 등급(특,상,중,하)별로 따라 다른 수식을 갖기 때문에 각 등급 별로 수정을 하여야 한다. 중량 예측 상수테이블 화면은 다음 그림 3-145와 같다.



| 품목 | 등급 | 상수 | 계수 | 단위 |
|-----|----|------|------|----|
| 001 | 특 | 0.25 | 0.01 | kg |
| 001 | 상 | 0.25 | 0.01 | kg |
| 001 | 중 | 0.25 | 0.01 | kg |
| 001 | 하 | 0.25 | 0.01 | kg |
| 002 | 특 | 0.25 | 0.01 | kg |
| 002 | 상 | 0.25 | 0.01 | kg |
| 002 | 중 | 0.25 | 0.01 | kg |
| 002 | 하 | 0.25 | 0.01 | kg |

그림 3-145. 삼성 스마트 TV 애플리케이션 중량예측 상수테이블 화면

6. 클라우드 데이터 저장 관리 시스템 기반 농산물 가격 예측 서비스 통합 구현 및 테스트

가. 웹기반 농산물 가격 예측 서비스 고도화

최적의 농산물 출하시기를 판단하기 위하여 지난기의 해당품목 도매가격, 지난기의 해당 품목 경매량, 명절 기간인지의 여부, 경과 일수, 경쟁품목과의 가격차이, 요일효과와 같은 7 가지 투입변수를 이용하여 오늘의 예측 가격을 얻을 수 있다. 웹 기반 서비스에서는 가격예측 메뉴에서 이를 확인 할 수 있다.

(1) 가격예측

가락시장 데이터와 가격 예측식을 바탕으로 각 등급에 대하여 오늘 예측 가격을 확인 할 수 있다. 날짜를 지정하여 범위내의 가격을 그래프로 확인 할 수 있다. 확인은 특품,상품,중품,하품으로 품목의 등급을 나누어 등급별 금일 예측가격을 확인할 수 있고 직전일의 예측 가격도 볼 수 있다.

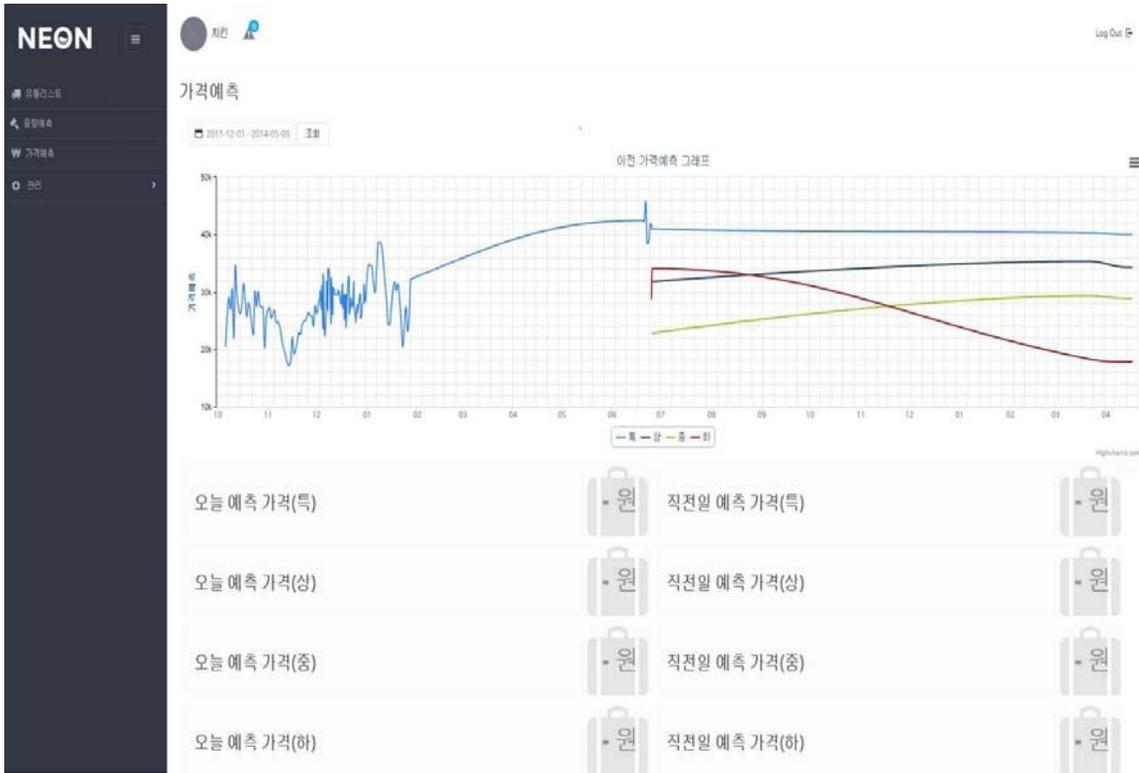


그림 3-146. 가격예측 모니터링

(2) 웹 기반 가격예측 서비스 업무처리 절차

| | |
|------|---|
| 기능명 | 가격예측 상수테이블 |
| 기능설명 | 가격예측식에 사용되는 수식에 대하여 수정을 할 수 있다. 변수 값을 제외한 상수 값에만 수정을 할 수 있다. |
| 화면 | |

| | |
|------|--|
| 기능명 | 가격예측 조회 |
| 기능설명 | 지정한 품목의 농산물의 금일 예측 가격을 조회한다. 날짜를 지정하여 범위내의 가격을 확인 가능하다. |
| 화면 | |

나. 모바일 기반 농산물 가격 예측 서비스 개발

(1) 가격 예측

가격 예측은 사용자가 선택한 농산물의 실제 시장 거래 가격에 기반하여 오늘의 가격을 예측하는 기능이다. 가격 예측을 하는 절차는 다음 그림 3-147과 같다.

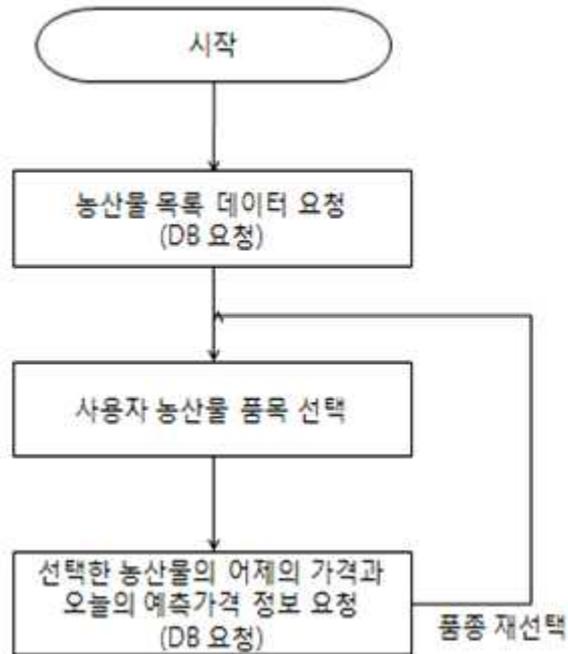


그림 3-147. 가격 예측 절차

사용자가 원하는 품목을 선택 한 후 어제의 가격과 오늘의 예측 가격을 확인한다. 가격 예측을 통하여 농산물의 출하 시기를 제안 할 수 있다. 사용자가 원하는 품목을 선택하는 화면은 다음 그림3-148과 같다. 원하는 품목을 선택한 후 예측된 가격과 어제의 가격이 출력되는 화면은 다음 그림3-149와 같다. 가격 예측은 각 상품의 품질에 따라 다르며, 현재는 ‘사과-후지’ 품목을 특,상,중,하(1,2,3,4)등급으로 분류하여 예측 결과를 출력한다.

| 사과 | 직전일 가격 | 오늘 예측가 |
|-------|--------|--------|
| 사과-후지 | 54222 | 66667 |
| 참외 | | |
| 상 | 51778 | 48873 |
| 중 | 44737 | 45666 |
| 하 | 36200 | 39798 |

| 사과 | 직전일 가격 | 오늘 예측가 |
|-------|--------|--------|
| 사과-후지 | 54222 | 66667 |
| 참외 | | |
| 상 | 51778 | 48873 |
| 중 | 44737 | 45666 |
| 하 | 36200 | 39798 |

그림 3-148. (좌)갤럭시 노트의 농산물 선택 화면
(우)아이패드 미니의 농산물 선택 화면

| 사과 | 직전일 가격 | 오늘 예측가 |
|----|--------|--------|
| 특 | 54222 | 66667 |
| 상 | 51778 | 48873 |
| 중 | 44737 | 45666 |
| 하 | 36200 | 39798 |

| 사과 | 직전일 가격 | 오늘 예측가 |
|----|--------|--------|
| 특 | 54222 | 66667 |
| 상 | 51778 | 48873 |
| 중 | 44737 | 45666 |
| 하 | 36200 | 39798 |

그림 3-149. (좌)갤럭시 노트의 가격 예측 화면
(우)아이패드 가격 예측 화면

다. 스마트TV 기반 농산물 가격 예측 서비스 개발

(1) 가격 예측 화면

가격 예측 화면은 실제 시장에서 오늘 거래 될 예측된 가격을 표시하는 화면이다. 예측 가격은 직전일의 가격을 기반으로 예측을 한다. 가격 예측 화면은 두 개의 화면으로 나뉘며, 첫 번째 화면은 오늘 예측된 가격과 어제의 거래가격을 표시한다. 가격 예측 화면의 첫 번째 화면은 다음그림 3-150과 같다.

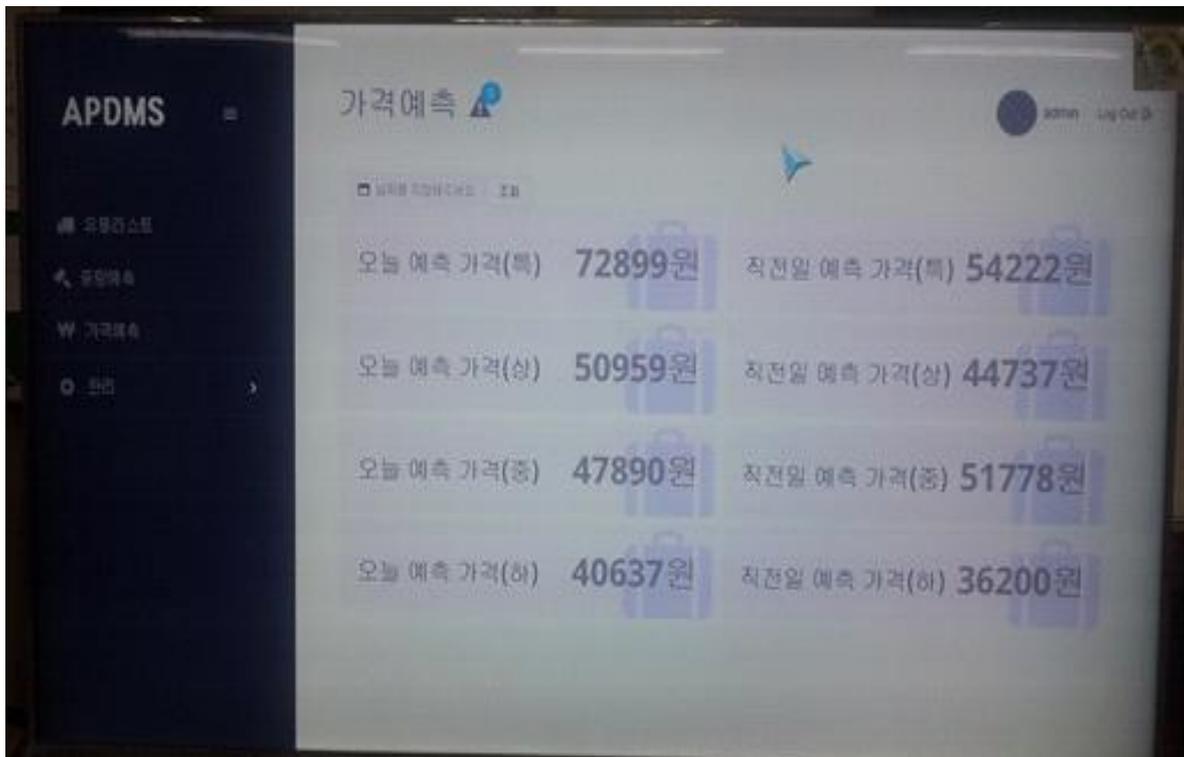


그림 3-150. 삼성 스마트 TV 애플리케이션 가격 예측 화면(1/2)

가격 예측 화면의 두 번째 화면은 사용자가 설정 한 날짜에 대해 실제 시장 거래가격을 그래프로 표시하는 화면이다. 그래프는 상품 별(특,상,중,하)에 따라 나뉜다. 가격은 화면의 마우스의 선택에 따라 가격이 표시된다. 가격 예측 화면의 두 번째 화면은 다음 그림 3-151과 같다.



그림 3-151. 삼성 스마트 TV 애플리케이션 가격예측 화면(2/2)

(2) 가격예측 상수테이블 화면

가격 예측 상수테이블 화면은 가격 예측 기능에서 사용되는 가격 예측식에 상수 및 계수를 수정 할 수 있는 화면이다. 가격 예측 상수테이블 화면은 다음 그림 3-152와 같다.

The screenshot shows the APDMS application interface with the title '가격예측 상수테이블'. The table below represents the data shown in the screenshot:

| 구분 | 구 | 상수 | 계수 | 비고 | 구분 | 구 | 상수 | 계수 | 비고 | 구분 | 구 | 상수 | 계수 | 비고 | 구분 | 구 | 상수 | 계수 | 비고 | 구분 | 구 | 상수 | 계수 | 비고 |
|----|----|---------|------|----|----|----|---------|------|----|----|----|---------|------|----|----|----|---------|------|----|----|----|---------|------|----|
| 1 | 1 | 100000 | 1.0 | | 1 | 1 | 100000 | 1.0 | | 1 | 1 | 100000 | 1.0 | | 1 | 1 | 100000 | 1.0 | | 1 | 1 | 100000 | 1.0 | |
| 2 | 2 | 200000 | 2.0 | | 2 | 2 | 200000 | 2.0 | | 2 | 2 | 200000 | 2.0 | | 2 | 2 | 200000 | 2.0 | | 2 | 2 | 200000 | 2.0 | |
| 3 | 3 | 300000 | 3.0 | | 3 | 3 | 300000 | 3.0 | | 3 | 3 | 300000 | 3.0 | | 3 | 3 | 300000 | 3.0 | | 3 | 3 | 300000 | 3.0 | |
| 4 | 4 | 400000 | 4.0 | | 4 | 4 | 400000 | 4.0 | | 4 | 4 | 400000 | 4.0 | | 4 | 4 | 400000 | 4.0 | | 4 | 4 | 400000 | 4.0 | |
| 5 | 5 | 500000 | 5.0 | | 5 | 5 | 500000 | 5.0 | | 5 | 5 | 500000 | 5.0 | | 5 | 5 | 500000 | 5.0 | | 5 | 5 | 500000 | 5.0 | |
| 6 | 6 | 600000 | 6.0 | | 6 | 6 | 600000 | 6.0 | | 6 | 6 | 600000 | 6.0 | | 6 | 6 | 600000 | 6.0 | | 6 | 6 | 600000 | 6.0 | |
| 7 | 7 | 700000 | 7.0 | | 7 | 7 | 700000 | 7.0 | | 7 | 7 | 700000 | 7.0 | | 7 | 7 | 700000 | 7.0 | | 7 | 7 | 700000 | 7.0 | |
| 8 | 8 | 800000 | 8.0 | | 8 | 8 | 800000 | 8.0 | | 8 | 8 | 800000 | 8.0 | | 8 | 8 | 800000 | 8.0 | | 8 | 8 | 800000 | 8.0 | |
| 9 | 9 | 900000 | 9.0 | | 9 | 9 | 900000 | 9.0 | | 9 | 9 | 900000 | 9.0 | | 9 | 9 | 900000 | 9.0 | | 9 | 9 | 900000 | 9.0 | |
| 10 | 10 | 1000000 | 10.0 | | 10 | 10 | 1000000 | 10.0 | | 10 | 10 | 1000000 | 10.0 | | 10 | 10 | 1000000 | 10.0 | | 10 | 10 | 1000000 | 10.0 | |

그림 3-152. 삼성 스마트 TV 애플리케이션 가격예측 상수테이블 화면

7. 농산물 유통 환경 모니터링 및 유통량 모니터링 시스템의 업무 프로세스 연구 및 정보시스템 아키텍처 설계

가. 농산물 유통 관리 시스템의 구조

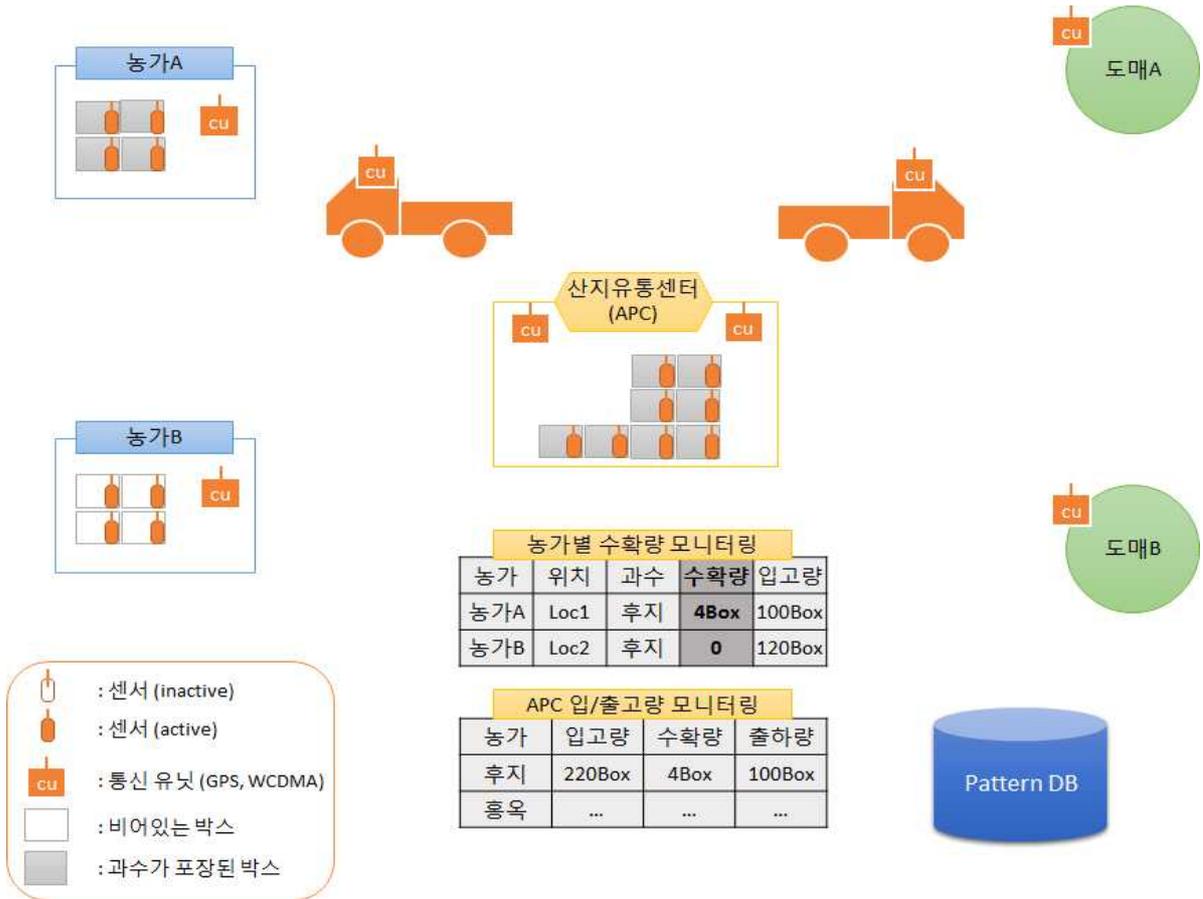


그림 3-153. 농산물 유통 관리 시스템의 구조

이 연구에서 구축하는 농산물 유통 관리 시스템의 전체적인 구조는 그림 3-153과 같다. 농산물 유통 관리 시스템은 APC를 중심으로 APC로 농산물을 공급하는 농가들과 APC로부터 농산물을 공급받는 도매상에 걸쳐 구축되고, 농산물은 이 연구에서 제안하는 규격의 박스에 포장되며 각 박스는 이 연구를 통해 개발한 센서가 부착된다. 부착된 센서는 움직임과 박스안의 농산물을 감지하여 inactive 상태에서 active 상태로 전이된다. 농가와 APC, 도매상에는 센서로부터 전송되는 데이터를 수집하여 인프라 네트워크 (이동통신망, WAN, LAN 등)를 통해 중앙의 농산물 데이터 처리 시스템으로 전송하는 CU (통신 유닛)이 설치되어 있다. CU에는 GPS 와 WCDMA, WAN 인터페이스를 가지고 있어서 센서의 데이터가 수집된 위치를 실시간으로 농산물 데이터 처리 시스템으로 전송한다. 농산물 데이터 처리시스템은 CU의 GPS를 통해 결정되는 센서의 위치변화를 통해 이벤트 (농산물 수확, 포장, 차량 탑재 및 이동, APC 입고, APC 출고, 도매상 입고 등)를 감지하고 이에 따라 DB를 update

한다.

나. 농가-APC 업무 처리 절차

(1) 농가의 농산물 수확량 파악

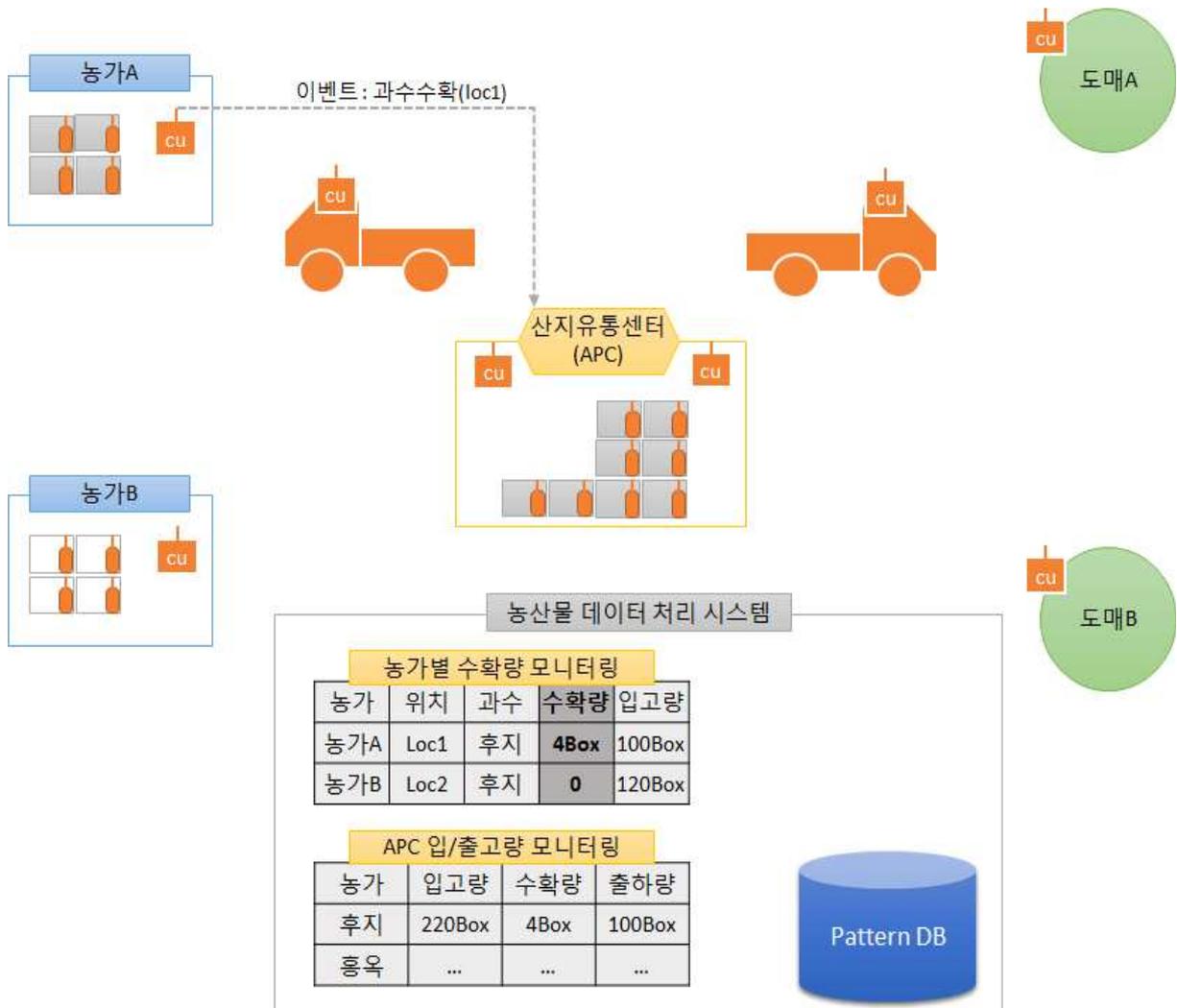


그림 3-154. 농가의 농산물 수확량 파악

이미 기술한 것처럼 농가에는 CU가 설치되어 있으며, 센서가 부착된 박스에 수확한 농산물을 포장하면 박스의 움직임과 박스안의 농산물에 의해 active 상태로 전이되어 CU에 데이터 전송을 시작한다. CU는 센서로부터 수신한 데이터를 농산물 데이터 처리시스템으로 전송하고 농산물 데이터 처리시스템은 “농산물수확“ 이벤트를 감지한다. 농산물수확 이벤트는 수확한 농산물 box 의 수, 수확 위치 (지리적 위치)를 수반한다.

(2) 농가가 수확한 농산물 차량 탑재

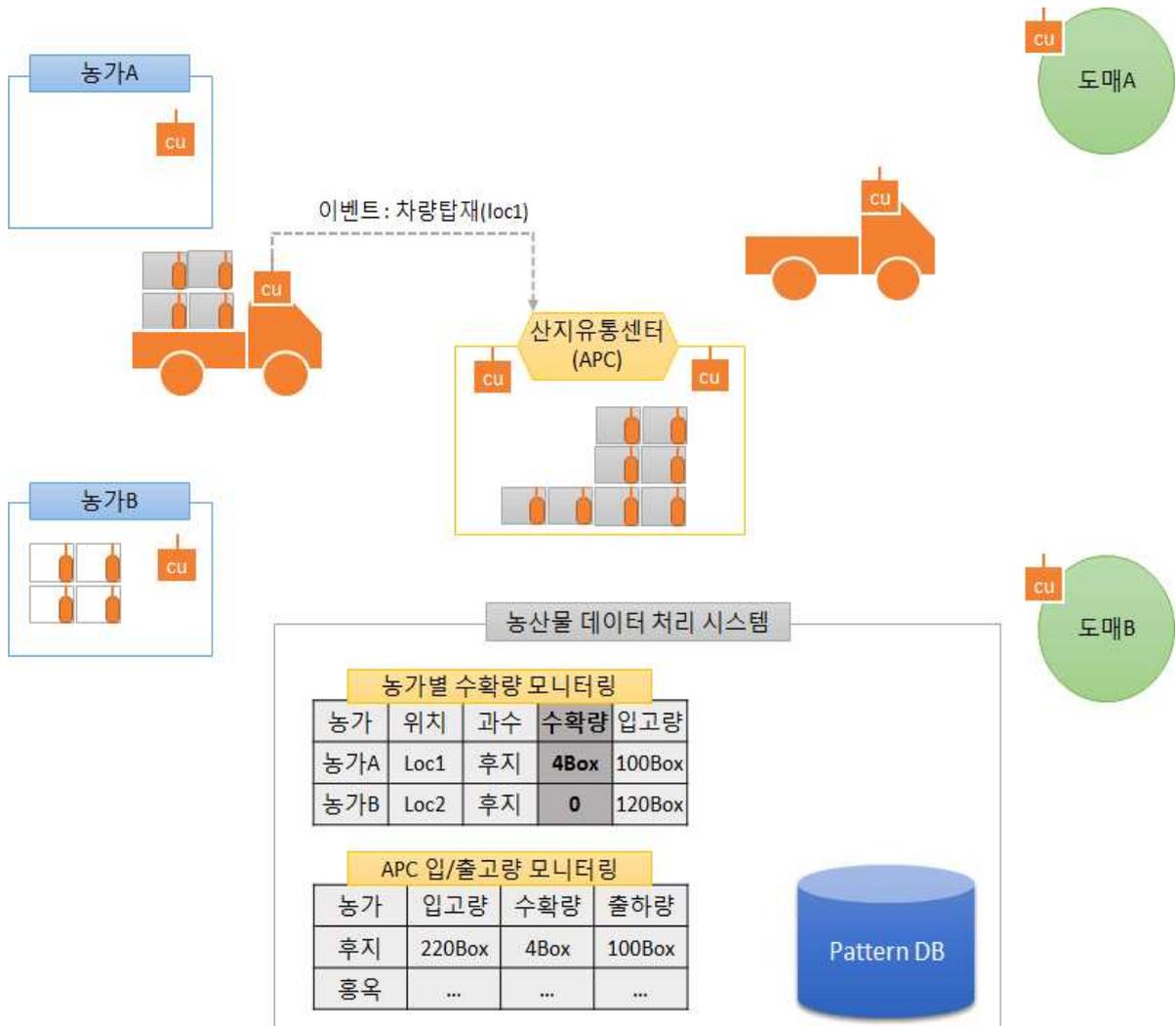


그림 3-155. 농가가 수확한 농산물 차량 탑재

APC가 농가의 농산물 수확을 감지하면 APC 입고시기를 결정하여 차량을 통해 농가의 농산물을 APC로 운송한다. 운송에 이용되는 각 차량은 CU가 설치되어 있으며, 차량에 적재되는 농산물 박스에 설치된 센서노드들은 차량이 농가로부터 멀어지게 되면 데이터를 전송하는 대상을 농가의 CU에서 차량의 CU로 전환하게 된다. 차량의 CU는 센서로부터 전송되는 데이터를 차량의 CU가 감지한 위치와 함께 농산물 데이터 처리 시스템에 전송하게 되며 농산물 데이터 처리 시스템은 센서들의 위치가 최초 농가에서 다른 위치로 이동하는 것을 통해 차량탑재라는 이벤트를 감지하고, 차량탑재 이벤트는 농산물 box 수량과 위치를 수반하게 된다.

(3) 농가가 수확한 농산물 APC 도착

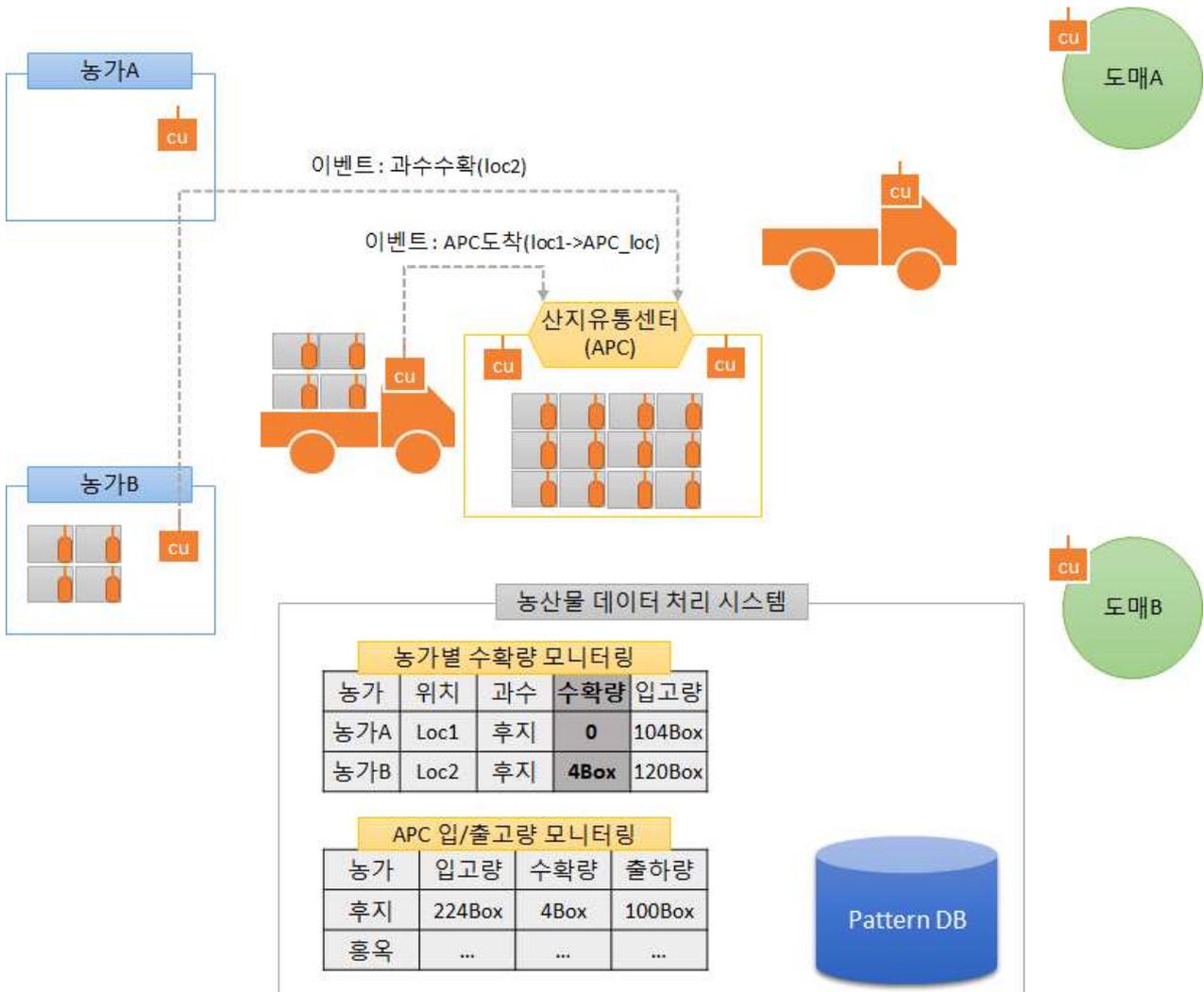


그림 3-156. 농가가 수확한 농산물 APC 도착

차량탐재 이벤트 후 지속적으로 센서의 위치가 이동하고 센서의 위치가 APC의 위치에 근접하고 더 이상 변하지 않으면 “APC도착” 이벤트를 감지한다.

(4) 농가가 수확한 농산물 APC 입고

센서가 통신하는 CU가 APC에 고정된 CU로 변경되면 “농산물입고” 라는 이벤트를 감지하고 DB에 입고 처리를 한다. 동시에 다른 농가에서 농산물을 수확하고 박스에 포장하면 다시 농산물수확 이벤트가 발생하고 APC가 이를 감지한다.

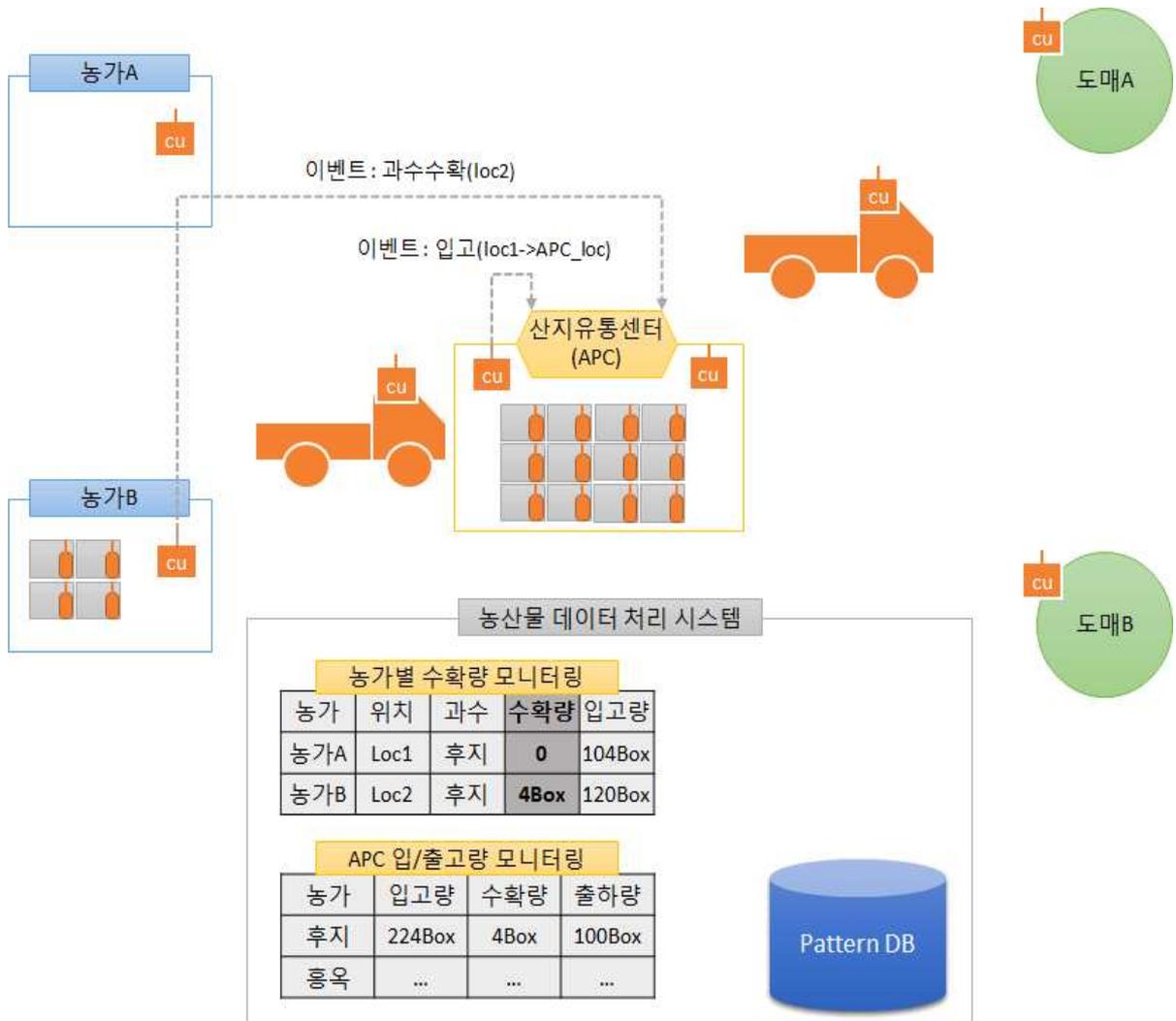


그림 3-157. 농가가 수확한 농산물 APC 입고

(5) 농산물 APC 출고 및 유통환경 모니터링

도매상으로 농산물을 출고할때는 농산물 box에 온/습도 센싱이 가능한 센서를 부착한다. 각 박스가 차량에 적재될 때 차량내 센서의 위치가 DB에 기록되며 적재 후에는 차량내 해당 위치의 온/습도를 센싱한다. 센서들은 차량에 부착된 CU에 데이터를 전송하고 CU는 다시 센서가 전송하는 데이터를 모두 농산물 데이터 처리 시스템으로 전송한다. 농산물 데이터 처리 시스템은 각 센서가 수집하는 온/습도를 시간별로 저장하여 관리한다.

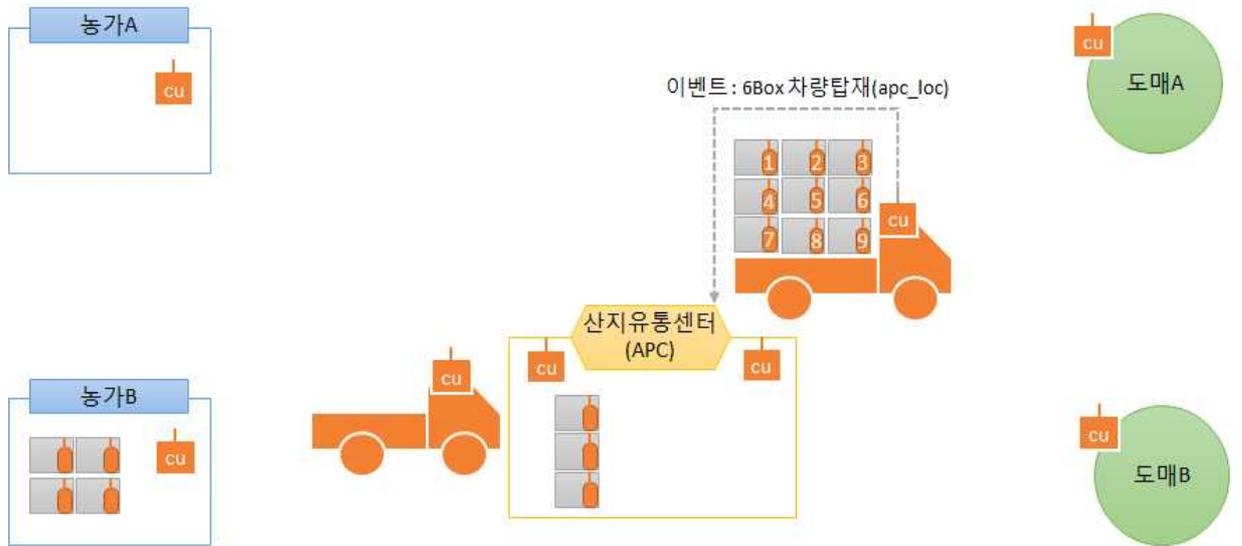


그림 3-158. 농산물 APC 출고 및 유통환경 모니터링

(6) APC 출고 농산물의 도매상 도착 및 입고

센서의 위치가 지속적으로 변하고 목적지의 위치에 근접하여 더 이상 변하지 않으면 “도매상 도착” 이벤트가 감지된다. 도매상 도착 이벤트가 감지되면 유통환경 모니터링 과정이 종료되며 그때까지 수집된 온/습도 정보를 분석 (pattern DB를 참조하여 유통기한 예측)하여 센서별 유통기한을 재산정하여 도매상에 통보한다. 도매상은 유통기한이 가장 짧은 농산물을 우선적으로 판매하여 농산물의 손실을 줄일 수 있다.

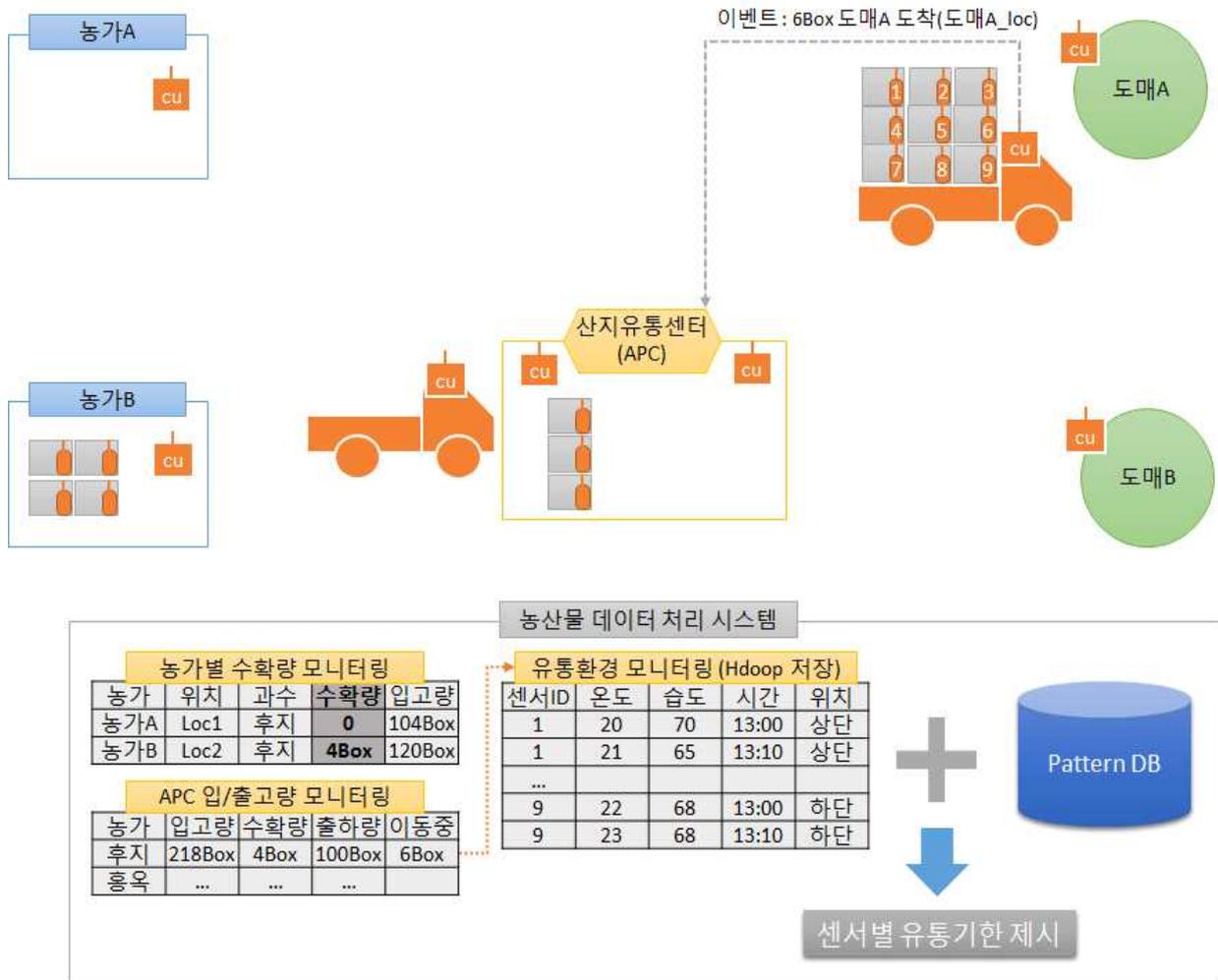


그림 3-159. APC 출고 농산물의 도매상 도착 및 입고

(7) 농산물 유통환경 정보 마이닝 및 pattern DB update

주기적으로 농산물을 도매상으로 출고한 후 농산물의 무게 손실을 측정하여 DB에 저장하고 이 데이터를 기반으로 온/습도 변화량과 농산물 무게 손실간 관계를 찾아내는 마이닝을 수행한 후 수행결과를 Pattern DB에 반영한다.

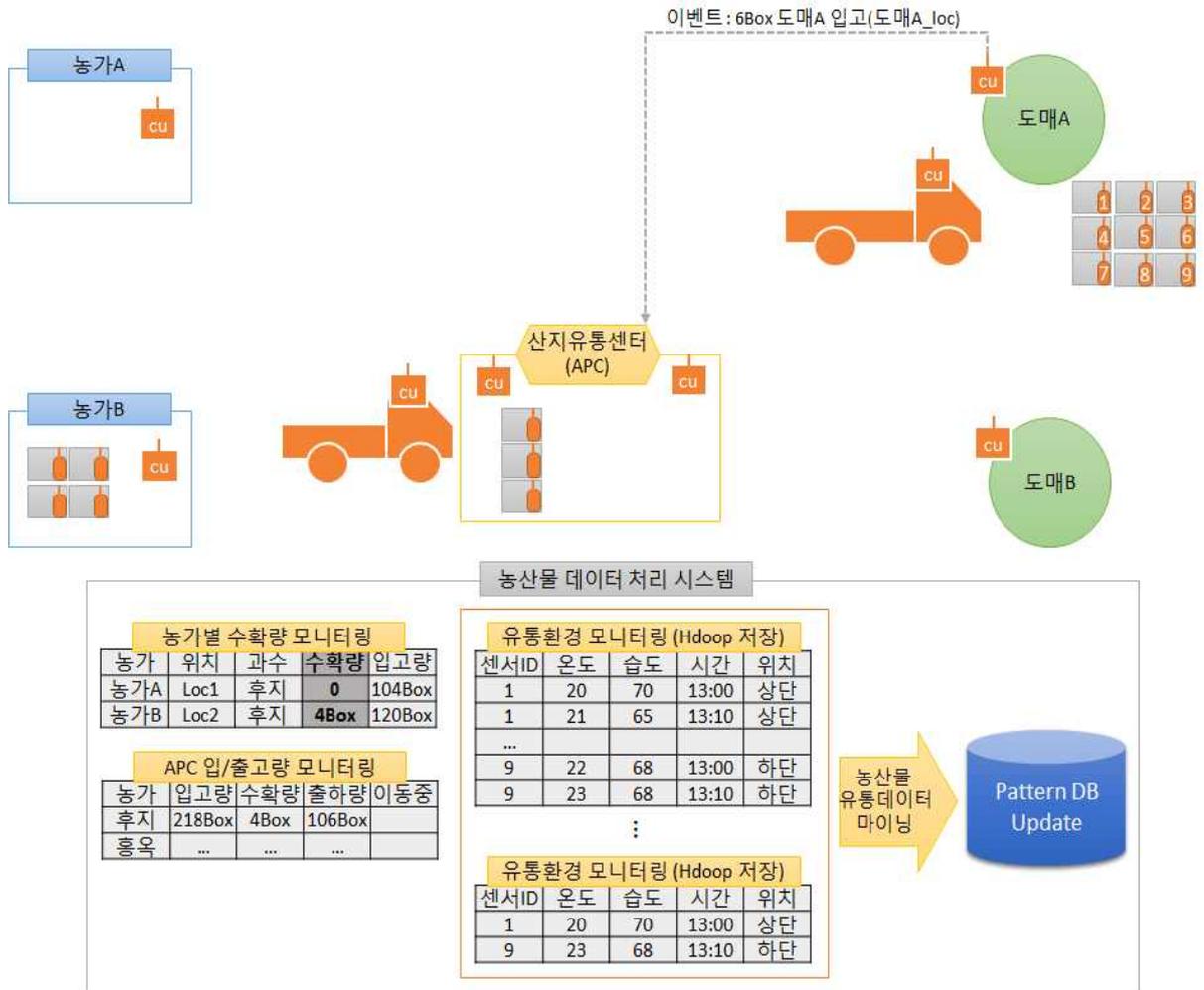


그림 3-160. 농산물 유통환경 정보 마이닝 및 pattern DB update

8. 유통환경에 적합한 포장용기 및 센서 태그 규격에 대한 연구

가. 연구 목표

센서 태그 적용이 용이한 유통환경에 적합한 포장용기 디자인 부분은 기존의 과수 박스는 비 규격화 되어있어서 유통량 측정 및 수량 예측이 쉬운 규격화된 박스가 필요하고 과수 박스의 경우 가장 일반적으로 사용되어지는 플라스틱 박스를 기준으로 센서 태그 적용이 고려된 박스를 제안하고 디자인한다. 그리고 다양한 환경에서 적용 가능하고, 유통량 측정을 위한 센서 태그 규격에 대한 연구 부분은 다양한 환경에서 사용가능한 태그의 조건을 제시하고 데이터 전송용 무선 규격 및 전파법상 사용 가능한 주파수 대역을 확인한다. 또한 배터리 수명을 고려한 최소 사용 기간과 센서 태그의 수명을 연장하기 위한 효과적인 운용 기법을 제안한다.

나. 센서 태그 적용이 용이한 포장용기 디자인

카드 형 센서 태그 적용 포장용기는 카드 형식의 센서 태그를 사용할 경우의 용기 디자인

인므로 손쉽게 센서 태그를 탈부착 할 수 있고 용도는 짧은 무선 도달 거리로 사용이 가능한 RFID 태그로도 적합하다. 또한 장점으로는 센서 태그의 탈부착이 용이하고, 용기에서 차지하는 부피를 최소화 할 수 있다. 하지만 단점도 존재하는데 이는 센서 태그의 부피가 얇음에 따라 배터리와 안테나의 설계에 한계가 발생 하여, 센서 태그 수명과 무선 도달 거리에 불리하다.

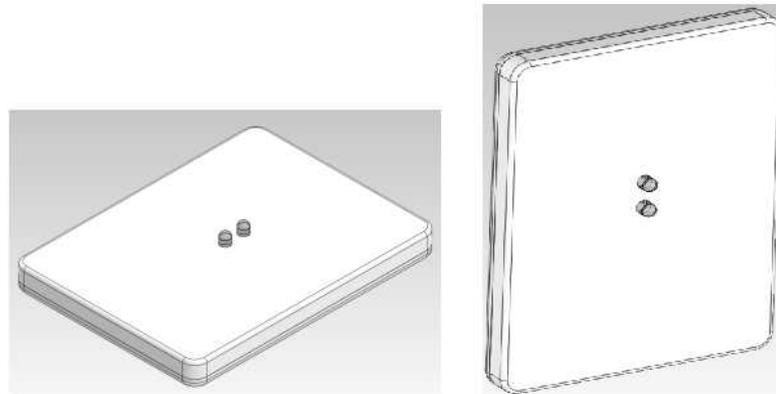


그림 3-161. 카드형 센서 태그

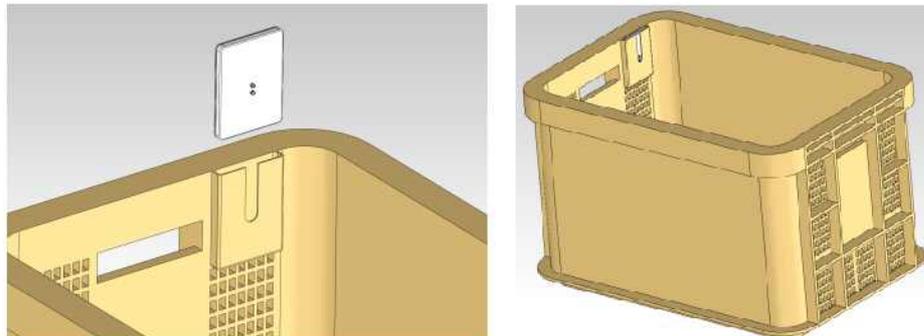


그림 3-162. 카드형 센서 태그 부착

모서리 삽입 형 센서 태그 적용 포장용기는 삼각기둥 형식의 센서 태그를 사용하는 용기 디자인으로 손쉽게 센서 태그를 탈부착 할 수 있고 는 넓은 무선 도달 거리로 사용이 가능한 APC 또는 대형 저장소 사용에 적합하다. 그리고 장점으로는 센서 태그의 탈부착이 용이하고, 안테나를 센서 태그 외부로 돌출 시킬 수 있어서 넓은 무선 도달 거리를 갖는다. 하지만 단점으로는 센서 태그의 부피로 인해 용기의 적재용량에 불리하다.

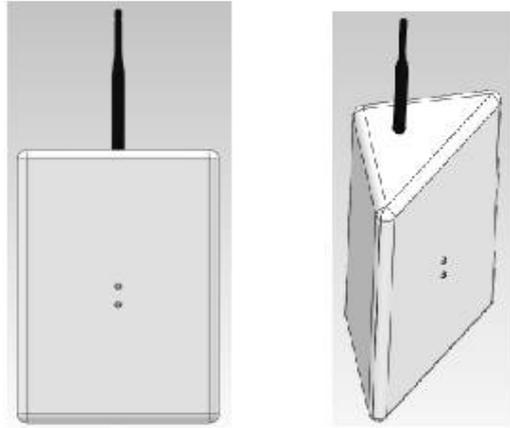


그림 3-163. 모서리 삽입 형 센서 태그

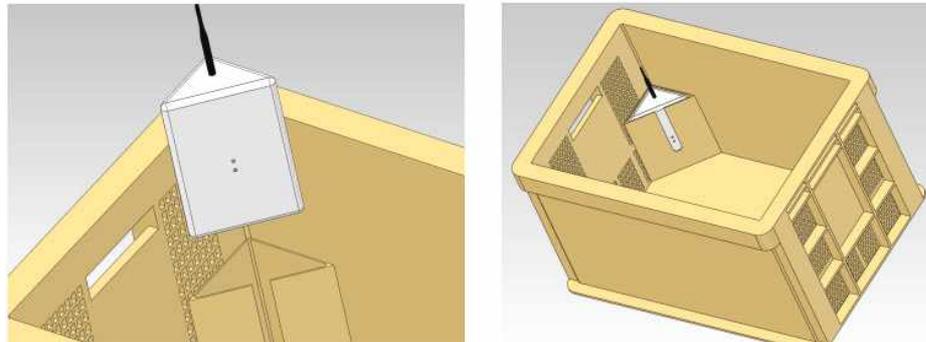


그림 3-164. 모서리 삽입 형 센서 태그 부착

손잡이 부착 형 센서 태그 적용 포장용기는 손잡이 부착 형식의 센서 태그를 사용할 경우로 별도의 용기 디자인이 필요하지 않고, 센서 태그를 탈부착 할 수 있고 용도는 센서 태그 크기에 따라 다양한 무선 도달 거리를 만족 시킬 수 있고 APC 또는 대형 저장소 까지 사용이 가능하다. 장점으로서는 기존의 플라스틱 용기에 사용가능하고 쉽게 탈부착이 가능하다. 하지만 단점은 센서 태그를 부착하기 위한 손잡이 규격이 다양하여 설치가 불가능한 경우가 발생 할 수 있다.

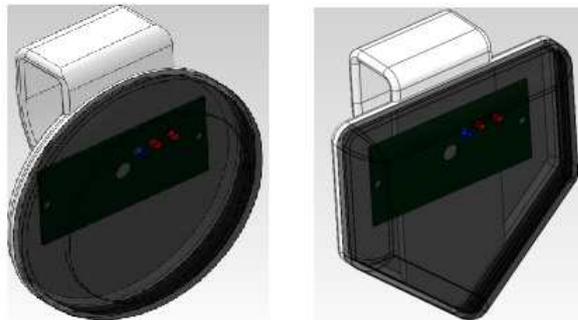


그림 3-165. 손잡이 부착 형 센서 태그

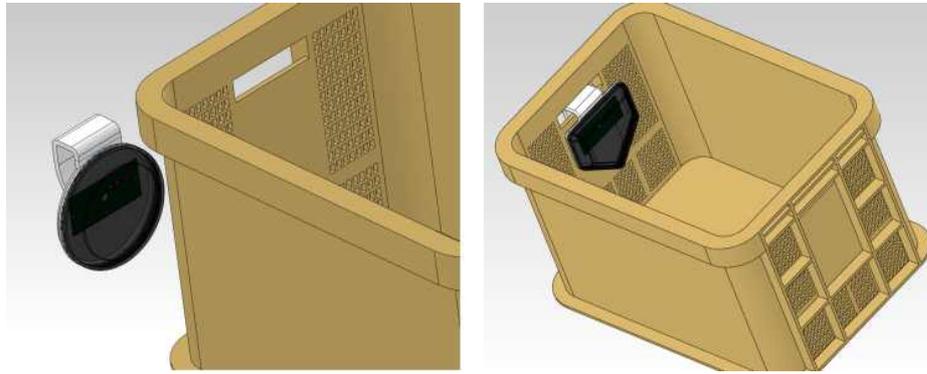


그림 3-166. 손잡이 부착 형 센서 태그 부착

하드텍 형 센서 태그 적용 포장용기는 하드텍 형식의 센서 태그를 사용할 경우로 별도의 용기 디자인이 필요하지 않고, 센서 태그를 탈부착 할 수 있고 용도는 센서 태그 크기에 따라 다양한 무선 도달 거리를 만족 시킬 수 있고 APC 또는 대형 저장소 까지 사용이 가능하다. 장점으로는 기존의 플라스틱 용기에 사용가능하고 쉽게 탈부착이 가능하고, 다양한 용기에 사용이 가능하다. 하지만 단점으로는 하드텍 형식은 핀을 고정하기 위한 공간으로 15mm 이상의 센서 태그 두께가 요구된다.

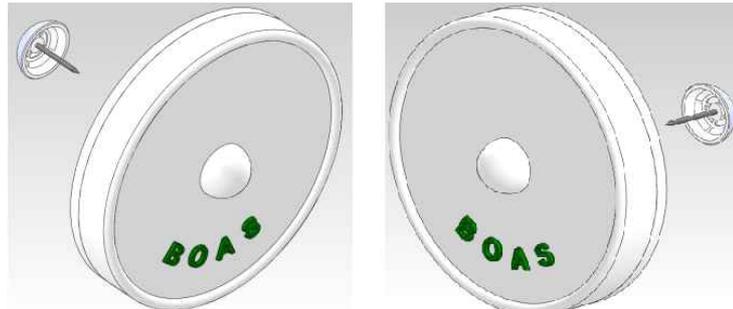


그림 3-167. 하드텍 형 센서 태그

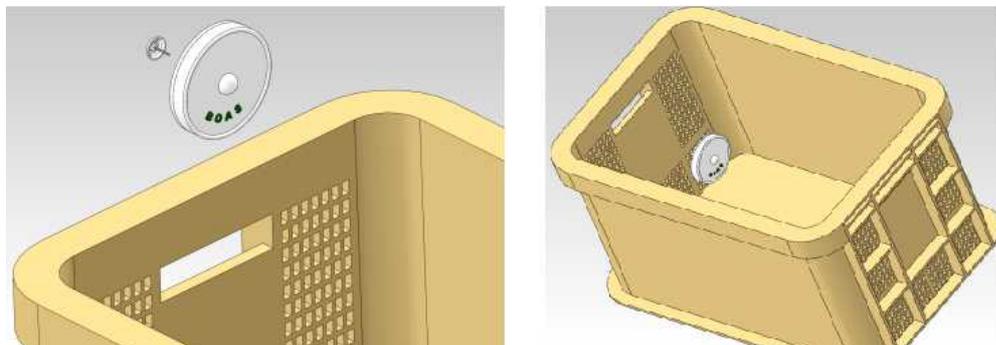


그림 3-168. 하드텍 형 센서 태그 부착

다. 센서 태그 적용에 적합한 규격 및 운용

사용 가능한 무선 통신 규격은 국내에서 사용 가능한 데이터 통신용으로 무선 도달 거리 50M 이상 가능한 주파수 대역은 아래와 같아야 하고 국외에서 사용 가능한 데이터 통신용 주파수 대역은 아래와 같아야 한다.

표 3-11. 전파법 무선설비 기술기준 제98조-특정소출력무선기기

| 장치명 (용도) | 주파수(MHz) | 실효복사전력 | 점유주파수 대폭 |
|-------------|--|------------|-------------|
| 데이터 전송 | 173.0250 173.0375 173.0500 173.0625 173.0750 173.0875 173.1000 173.1125 173.1250 173.1375 173.1500 173.1625 173.1750 173.1875 173.2000 173.2125 173.2250 173.2375 173.2500 173.2625 173.2750 | 5mW 이하 | 8.5kHz이하 |
| | 173.6250 173.6375 173.6500 173.6625 173.6750 173.6875 173.7000 173.7125 173.7250 173.7375 173.7500 173.7625 173.7750 173.7875 | 10mW 이하 | 8.5kHz이하 |
| | 219.000(224.000) 219.025(224.025) 219.050(224.050) 219.075(224.075) 219.100(224.100) 219.125(224.125) | 10mW 이하 | 16kHz이하 |
| | 219.150 219.175 219.200 219.225 | 10mW 이하 | 16kHz이하 |
| | 311.0125 311.0250 311.0375 311.0500 311.0625 311.0750 311.0875 311.1000 311.1125 311.1250 | 5mW 이하 | 8.5kHz이하 |
| | 424.7000 424.7125 424.7250 424.7375 424.7500 424.7625 424.7750 424.7875 424.8000 424.8125 424.8250 424.8375 424.8500 424.8625 424.8750 424.8875 424.9000 424.9125 424.9250 424.9375 424.9500 | 10mW 이하 | 8.5kHz이하 |
| | 433.795 ~ 434.045 | 3mW 이하 | 250kHz이하 |
| | 447.6000 447.6125 447.6250 447.6375 447.6500 447.6625 447.6750 447.6875 447.7000 447.7125 447.7250 447.7375 447.7500 447.7625 447.7750 447.7875 447.8000 447.8125 447.8250 447.8375 447.8500 | 5mW 이하 | 8.5kHz이하 |
| | 447.8625 447.8750 447.8875 447.9000 447.9125 447.9250 447.9375 447.9500 447.9625 447.9750 447.9875 | 10mW 이하 | 8.5kHz이하 |

표 3-12. 대표적인 데이터 전송용 주파수 대역

| 구분 | | 규제기관 | 400MHz대 | 900MHz대 | 2.4GHz대 | 비고 |
|-------|---------|---------|---------------------|--|-------------------|---|
| 극동아시아 | 한국 | MIC | 424.70 ~ 424.95 MHz | 908.50 ~ 914.50 MHz | 2.400 ~ 2.485 GHz | |
| | 일본 | 총무성 | 429.17 ~ 429.92 MHz | 952.00 ~ 954.00 MHz | 2.471 ~ 2.497 GHz | 433.67 ~ 434.17 MHz : 현재 국제운송 데이터 전송용 |
| 아메리카 | 미국,캐나다 | FCC | 433.50 ~ 434.50 MHz | 902.00 ~ 928.00 MHz | 2.400 ~ 2.485 GHz | |
| | 남미 | Various | 433.50 ~ 434.50 MHz | - | 2.400 ~ 2.485 GHz | |
| | T&T | TATT | 421.67 ~ 425.85 MHz | - | 2.400 ~ 2.485 GHz | 410 ~ 490 MHz를 CDMA로 사용 중이며 410 ~ 430 MHz는 TATT 승인 필요 |
| 유럽 | EU(가입국) | OFCOM 외 | 433.05 ~ 434.79 MHz | 865.00 ~ 868.00 MHz | 2.400 ~ 2.485 GHz | 규제기관 : ART(프), RegTP(독) 등 |
| 오세아니아 | 호주 | ACMA | 433.05 ~ 434.79 MHz | 918.00 ~ 926.00 MHz | 2.400 ~ 2.485 GHz | |
| | 뉴질랜드 | MED | 433.05 ~ 434.79 MHz | 864.00 ~ 868.00 MHz 921.00 ~ 929.00 MHz | 2.400 ~ 2.485 GHz | |
| 아시아 | 중국(본토) | MOC | - | 917.00 ~ 922.00 MHz | 2.400 ~ 2.483 GHz | 900 MHz 대역 : 일시 라이선스 필요 |
| | 홍콩 | OFTA | - | 865.00 ~ 868.00 MHz 920.00 ~ 925.00 MHz | 2.400 ~ 2.483 GHz | 920 ~ 925 MHz : 미약 강도(10μW) |
| | 대만 | NCC | 429.81 ~ 429.92 MHz | 922.00 ~ 928.00 MHz | 2.400 ~ 2.483 GHz | |
| | 싱가폴 | IDA | 433.79 ~ 434.79 MHz | 866.00 ~ 869.00 MHz 923.00 ~ 925.00 MHz | 2.400 ~ 2.485 GHz | |
| | 태국 | NTC | 433.05 ~ 434.79 MHz | 860.00 MHz 대역 915.00 ~ 942.50 MHz | 2.400 ~ 2.483 GHz | 860 MHz 대역 : 할당 고려 중 900 MHz 대역 : 호환성 테스트 중 |
| | 필리핀 | NTC | 433.05 ~ 434.79 MHz | - | 2.400 ~ 2.483 GHz | 900 MHz 대역 : 확정된 사항 없음 |
| | 말레이시아 | MCMC | - | 868.1 MHz 919.00 ~ 923.00 MHz | 2.400 ~ 2.485 GHz | 900 MHz 대역 : 할당 고려 중 |
| | 인도 | MCIT | 433.05 ~ 434.79 MHz | 865.00 ~ 867.00 MHz | 2.400 ~ 2.485 GHz | |
| | 인도네시아 | POSTEL | - | 923.00 ~ 925.00 MHz | 2.400 ~ 2.485 GHz | |
| | 미얀마 | - | - | 925.00 MHz | 2.400 ~ 2.485 GHz | |
| | 캄보디아 | - | - | 866.00 ~ 869.00 MHz 923.00 ~ 925.00 MHz | 2.400 ~ 2.485 GHz | |

라. 센서 태그 적용에 적합한 424MHz 국내 무선 주파수 대역

센서 태그에 적합한 주파수는 424MHz 무선 주파수 대역이 적합하고 424MHz 대역의 장점은 송신시간 제한 규정이 있어서 전파의 혼신에 매우 유리하다. 그리고 송신시간 제한 규정의 내용은 전파발사는 40초 이내로 연속 발사할 수 없고 1초 이상 휴지시간을 가져야

하며, 전파를 발사하기 전 다른 무선기기가 전파를 발사할 경우 전파를 발사할 수 없다. 또한 424MHz 대역은 송신 출력 10mW, 점유주파수 대역폭 8.5kHz 로 출력과 잡음에 유리하다.

마. 센서 태그의 수명 연장을 위한 배터리 운용 방안

센서 태그의 효율적인 사용을 위하여 하루 통신 회수에 따른 수명 예측이 가능하고 1.2 A/h 배터리 사용시 최소 5년 이상 사용하기 위하여 하루 통신횟수 144회 이하로 조정하는 것이 필요하다. 이러한 조건을 만족하기 위해 Sleep mode 전류는 10uA 이하, 1회 통신시간은 500mS 이하로 센서 태그를 설계 해야 한다.

표 3-13. 배터리 수명 비교-1.2A/h 사용

| active | | | sleep 전류 소모(mA) | 배터리용량 (mA/h) | 일 통신횟수 | 사용일 | 사용연수 |
|-------------|---------|-----------|-----------------|--------------|--------|------|------|
| 1회 통신시간 (초) | 통신간격(초) | RF소모 (mA) | | | | | |
| 0.5 | 100 | 20 | 0.01 | 1200 | 864 | 455 | 1.2 |
| 0.5 | 150 | 20 | 0.01 | 1200 | 576 | 652 | 1.8 |
| 0.5 | 200 | 20 | 0.01 | 1200 | 432 | 833 | 2.3 |
| 0.5 | 250 | 20 | 0.01 | 1200 | 346 | 1000 | 2.7 |
| 0.5 | 300 | 20 | 0.01 | 1200 | 288 | 1154 | 3.2 |
| 0.5 | 350 | 20 | 0.01 | 1200 | 247 | 1296 | 3.6 |
| 0.5 | 400 | 20 | 0.01 | 1200 | 216 | 1429 | 3.9 |
| 0.5 | 450 | 20 | 0.01 | 1200 | 192 | 1552 | 4.3 |
| 0.5 | 500 | 20 | 0.01 | 1200 | 173 | 1667 | 4.6 |
| 0.5 | 550 | 20 | 0.01 | 1200 | 157 | 1774 | 4.9 |
| 0.5 | 600 | 20 | 0.01 | 1200 | 144 | 1875 | 5.1 |
| 0.5 | 650 | 20 | 0.01 | 1200 | 133 | 1970 | 5.4 |
| 0.5 | 700 | 20 | 0.01 | 1200 | 123 | 2059 | 5.6 |
| 0.5 | 750 | 20 | 0.01 | 1200 | 115 | 2143 | 5.9 |
| 0.5 | 800 | 20 | 0.01 | 1200 | 108 | 2222 | 6.1 |
| 0.5 | 850 | 20 | 0.01 | 1200 | 102 | 2297 | 6.3 |
| 0.5 | 900 | 20 | 0.01 | 1200 | 96 | 2368 | 6.5 |

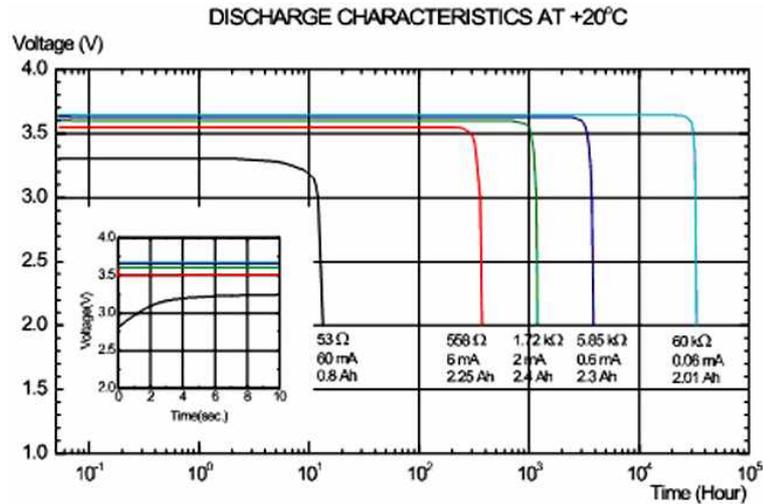


그림 3-169. 1.2A/h 배터리 방전 특성

2. 개발한 농산물 유통 모니터링 시스템 테스트 결과

가. 온습도 센서 시험결과 보고서

(1) 목적

개발중인 온습도 센서의 동작상태, 정확도, 그리고 통신 유닛의 동작을 알아본다.

(2) 개요

개발중에 있는 온습도센서와 통신유닛의 동작과 정밀도를 검증하기위해 2013년 8월 29일부터 9월 22일까지 매현리 농가에서 복숭아 90박스를 유통하며 박스 1개당 하나의 온습도 센서를 부착하고 저장고에 저장하여 저장고 설정온도와 온습도센서에서 수집되는 값을 비교 하며 동작과 정밀도를 파악한다.

(3) 세부내용

(가) 시험환경

충북 충주 대소원면 매현리의 15평 규모의 저온저장 창고에서 2013년 8월 29일부터 9월 22일 까지 복숭아 90박스에 각각 1개의 ASN 온습도 센서를 부착하여 실험하였다.



그림 3-170 저온 저장고 전경

(나) 저장고 초기상태 환경

저장고의 초기상태는 사과 PVC박스 1800개가 적재되어 있었으나 저장고의 빈공간을 확보한 후 복숭아 90박스를 운용하였다.



그림 3-171 저온저장고 초기상태

(다) 실험

2013년 8월 28일 실험을 위해 복숭아 박스 90개에 센서 및 통신노드를 설치하였다. 저장고 설정 온도는 7.9도이고 습도에 대한 설정은 없다.



그림 3-172 복숭아 적재사진

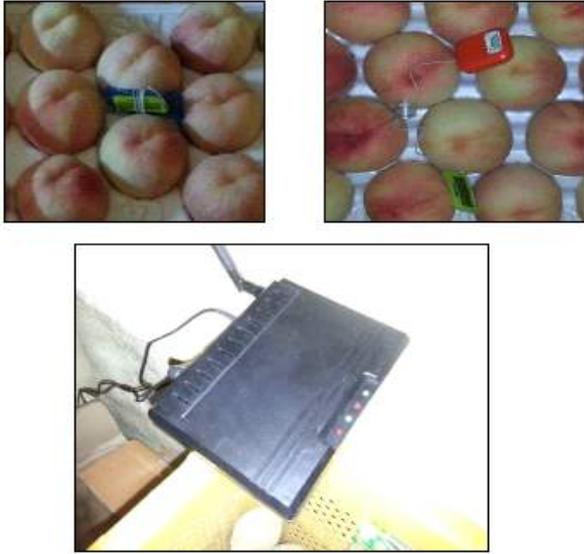


그림 3-173. 센서 및 통신유닛 설치 사진



그림 3-174. 저장고 제어패널

시험을 위한 복숭아 박스 90개의 배치는 출입구를 기준으로 1열과 2열로 나뉘어 하였으며 통신 유닛은 출입구 옆에 설치하였다.



그림 3-175. 센서 및 통신유닛 배치도

(라) 평가

센서가 안정적으로 동작하는지를 검증하기 위해 장착 90개 센서의 동작상태를 날짜 별로 확인하였다. 센서의 통신 간격은 5분이며 2013년 8월 29일부터 9월 22일 까지 25일동안 실시 하였다. 결과는 오 동작 센서가 매우 빈번히 발생하였으며 오 동작의 주요 원인은 센서의 전원 문제로서 전지를 교체하여 재사용시 문제가 발생하지 않았다.

| 일자 | 8/29 | 9/1 | 9/3 | ~ | 9/13 | 9/17 | 9/20 | 9/22 |
|-----|------|-----|-----|---|------|------|------|------|
| 동작 | 90 | 90 | | ~ | | | | |
| 오동작 | 19 | 10 | | ~ | | | | |

그림 3-176. 센서 동작확인

획득 온도 자료의 정확성을 판단하기 위하여 센서에서 입력된 온도자료의 자체 평균과 표준편차를 구하고 외부장치 평균과 표준편차를 산출하였다. 1차년도 센서와 2차년도 센서의 자료를 구분하여 산출했다. 정확성 검증은 2013년 9월 1일부터 9월 22일까지 실시 하였다. 정확성 검증 샘플은 기본 90개 센서에서 1차년도 및 2차년도 센서를 구별하여 3일 이상

지속적으로 입력된 샘플을 사용하였다. 아래 그림 3-177, 3-178은 평가 결과 이다.

| | 온도/일 | | | | 습도/일 | | | |
|---------|------|------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|
| | 최소 | 최대 | 평균 | 편차 | 최소 | 최대 | 평균 | 편차 |
| ID 0152 | 5.71 | 8.78 | 6.606 | 0.372 | 69.90 | 94.08 | 81.013 | 3.877 |
| | 5.79 | 7.33 | 6.513 | 0.278 | 71.04 | 85.27 | 79.863 | 3.723 |
| | 5.82 | 7.08 | 6.527 | 0.246 | 72.62 | 91.24 | 84.340 | 4.504 |
| /3일 | 5.71 | 8.78 | 6.555 | 0.238 | 69.90 | 94.08 | 81.643 | 3.526 |
| ID 016F | 6.14 | 7.88 | 6.566 | 0.246 | 77.07 | 94.14 | 84.974 | 4.061 |
| | 6.20 | 6.93 | 6.356 | 0.089 | 73.75 | 90.43 | 85.804 | 4.337 |
| | 6.25 | 6.69 | 6.431 | 0.081 | 78.84 | 91.79 | 87.597 | 3.618 |
| /3일 | 6.14 | 7.88 | 6.464 | 0.142 | 73.75 | 94.14 | 85.981 | 3.722 |
| ID 018F | 5.99 | 6.98 | 6.341 | 0.216 | 81.79 | 93.09 | 88.005 | 2.577 |
| | 5.98 | 6.24 | 6.078 | 0.046 | 80.59 | 92.06 | 88.955 | 2.519 |
| | 6.06 | 6.30 | 6.183 | 0.039 | 83.76 | 93.22 | 90.222 | 2.015 |
| /3일 | 5.98 | 6.98 | 6.217 | 0.136 | 80.59 | 93.22 | 88.939 | 2.148 |

| | 온도/일 | | | | 습도/일 | | | |
|---------|------|------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|
| | 최소 | 최대 | 평균 | 편차 | 최소 | 최대 | 평균 | 편차 |
| ID 005B | 6.09 | 7.52 | 6.524 | 0.215 | 72.75 | 93.75 | 83.516 | 3.445 |
| | 6.13 | 6.71 | 6.306 | 0.074 | 71.75 | 88.26 | 83.270 | 3.578 |
| | 6.23 | 6.56 | 6.383 | 0.062 | 76.65 | 90.26 | 85.659 | 3.265 |
| /3일 | 6.09 | 7.52 | 6.418 | 0.129 | 71.75 | 93.75 | 84.063 | 2.994 |
| ID 0035 | 6.35 | 7.32 | 6.629 | 0.209 | 83.79 | 93.50 | 88.404 | 1.897 |
| | 6.28 | 6.49 | 6.356 | 0.033 | 83.76 | 91.14 | 88.799 | 1.770 |
| | 6.29 | 6.53 | 6.443 | 0.033 | 79.05 | 92.28 | 90.058 | 1.732 |
| /3일 | 6.28 | 7.32 | 6.487 | 0.131 | 79.05 | 93.50 | 89.029 | 1.587 |
| ID 0C1 | 6.24 | 7.13 | 6.559 | 0.201 | 68.59 | 83.14 | 76.498 | 3.287 |
| | 6.17 | 6.52 | 6.289 | 0.041 | 67.61 | 80.86 | 77.567 | 2.846 |
| | 6.11 | 6.53 | 6.361 | 0.052 | 70.61 | 90.05 | 79.302 | 2.468 |
| /3일 | 6.11 | 7.13 | 6.421 | 0.140 | 67.61 | 90.05 | 77.633 | 2.473 |

| | 온도/일 | | | | 습도/일 | | | |
|---------|------|------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|
| | 최소 | 최대 | 평균 | 편차 | 최소 | 최대 | 평균 | 편차 |
| ID 0072 | 6.01 | 6.98 | 6.372 | 0.217 | 78.38 | 94.24 | 85.974 | 3.409 |
| | 5.95 | 6.35 | 6.061 | 0.052 | 77.28 | 91.70 | 86.637 | 3.268 |
| | 5.98 | 6.35 | 6.155 | 0.054 | 79.83 | 91.77 | 87.959 | 3.101 |
| /3일 | 5.95 | 6.98 | 6.216 | 0.156 | 77.28 | 94.24 | 86.751 | 2.861 |
| ID 0093 | 5.81 | 7.05 | 6.295 | 0.210 | 76.45 | 93.66 | 82.929 | 2.658 |
| | 5.82 | 6.65 | 6.017 | 0.094 | 72.27 | 87.75 | 81.592 | 2.928 |
| | 5.79 | 6.35 | 6.072 | 0.089 | 76.61 | 89.23 | 84.040 | 2.841 |
| /3일 | 5.79 | 7.05 | 6.124 | 0.143 | 72.27 | 93.66 | 82.829 | 2.381 |
| ID 034 | 5.95 | 6.80 | 6.397 | 0.211 | 78.85 | 92.56 | 85.948 | 3.573 |
| | 5.92 | 6.28 | 5.990 | 0.049 | 75.94 | 90.07 | 85.853 | 3.578 |
| | 5.94 | 6.45 | 6.067 | 0.059 | 78.91 | 91.19 | 87.491 | 3.164 |
| /3일 | 5.92 | 6.80 | 6.111 | 0.140 | 75.94 | 92.56 | 86.527 | 3.030 |

그림 3-177. 1차년도 센서의 온도자료 평가
(자체 평균, 표준편차, 분산)

| | 온도/일 | | | | 습도/일 | | | |
|---------|------|------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|
| | 최소 | 최대 | 평균 | 편차 | 최소 | 최대 | 평균 | 편차 |
| ID 1CD | 6.16 | 6.54 | 6.364 | 0.074 | 72.69 | 95.80 | 82.629 | 3.378 |
| | 6.42 | 6.80 | 6.512 | 0.072 | 78.13 | 98.72 | 84.403 | 3.446 |
| | 6.54 | 6.80 | 6.613 | 0.045 | 79.22 | 93.35 | 83.885 | 2.325 |
| /3일 | 6.16 | 6.80 | 6.504 | 0.105 | 72.69 | 98.72 | 83.590 | 2.331 |
| ID 0984 | 6.40 | 6.82 | 6.632 | 0.063 | 75.62 | 90.22 | 84.393 | 2.559 |
| | 6.60 | 6.91 | 6.695 | 0.050 | 81.11 | 93.43 | 86.000 | 2.513 |
| | 6.65 | 6.91 | 6.760 | 0.043 | 81.07 | 92.03 | 85.715 | 1.775 |
| /3일 | 6.40 | 6.91 | 6.701 | 0.060 | 75.62 | 93.43 | 85.334 | 1.836 |
| ID 1CB | 6.27 | 6.44 | 6.349 | 0.035 | 70.40 | 85.88 | 79.087 | 2.739 |
| | 6.39 | 6.59 | 6.458 | 0.046 | 76.84 | 92.55 | 81.658 | 2.693 |
| | 6.40 | 6.67 | 6.533 | 0.050 | 73.63 | 87.74 | 80.781 | 2.011 |
| /3일 | 6.27 | 6.67 | 6.452 | 0.079 | 70.40 | 92.55 | 80.417 | 1.945 |

| | 온도/일 | | | | 습도/일 | | | |
|--------|------|------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|
| | 최소 | 최대 | 평균 | 편차 | 최소 | 최대 | 평균 | 편차 |
| ID 96A | 6.28 | 7.13 | 6.777 | 0.147 | 69.76 | 88.99 | 78.414 | 2.874 |
| | 6.54 | 7.37 | 6.841 | 0.146 | 75.19 | 94.12 | 80.795 | 3.175 |
| | 6.51 | 7.17 | 6.818 | 0.153 | 76.18 | 92.32 | 81.557 | 2.691 |
| /3일 | 6.28 | 7.37 | 6.809 | 0.121 | 69.76 | 94.12 | 80.300 | 2.422 |
| ID 97A | 6.12 | 6.28 | 6.202 | 0.061 | 82.47 | 98.50 | 91.400 | 2.385 |
| | 6.27 | 6.65 | 6.321 | 0.063 | 88.12 | 99.98 | 92.885 | 2.008 |
| | 6.56 | 6.69 | 6.603 | 0.031 | 84.36 | 93.12 | 88.677 | 1.902 |
| /3일 | 6.12 | 6.69 | 6.398 | 0.173 | 82.47 | 99.98 | 90.635 | 2.277 |
| ID 1CB | 6.27 | 6.44 | 6.349 | 0.035 | 70.40 | 85.88 | 79.087 | 2.739 |
| | 6.39 | 6.59 | 6.458 | 0.046 | 76.84 | 92.55 | 81.658 | 2.693 |
| | 6.40 | 6.67 | 6.533 | 0.050 | 73.63 | 87.74 | 80.781 | 2.011 |
| /3일 | 6.27 | 6.67 | 6.452 | 0.079 | 70.40 | 92.55 | 80.417 | 1.945 |

| | 온도/일 | | | | 습도/일 | | | |
|--------|------|------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|
| | 최소 | 최대 | 평균 | 편차 | 최소 | 최대 | 평균 | 편차 |
| ID 980 | 6.20 | 6.58 | 6.448 | 0.062 | 72.57 | 96.79 | 87.081 | 3.464 |
| | 6.34 | 6.87 | 6.511 | 0.077 | 80.04 | 101.85 | 92.655 | 6.479 |
| | 6.54 | 6.80 | 6.621 | 0.040 | 81.69 | 93.80 | 88.814 | 3.112 |
| /3일 | 6.20 | 6.87 | 6.536 | 0.079 | 72.57 | 101.85 | 89.159 | 3.404 |

그림 3-178. 2차년도 센서의 온도자료 평가
(자체-평균, 표준편차, 분산)

나. 유통센터 1차 시험결과 보고서

(1) 목적

더미센서의 동작과 이벤트 인식여부를 확인하고 통신 유닛의 동작과 유통량 확인시험을 실시한다.

(2) 개요

개발중에 있는 더미센서의 동작과 이벤트 인식여부 그리고 통신유닛의 동작을 알아보기 위해 2013년 9월 6일부터 9월 22일까지 매현리 농가에서 복숭아 90박스에 유통센터 100개와 통신 유닛을 설치하여 테스트한다.

(3) 세부내용

(가) 시험환경

충북 충주 대소원면 매현리의 15평 규모의 저온저장 창고에서 2013년 9월 6일부터 9월 22일 까지 복숭아 90박스에 유통센터 100개와 통신유닛을 설치한다.



그림 3-179. 저온 저장고 전경

(나) 저장고 초기상태 환경

저장고의 초기상태는 사과 PVC박스 1800개가 적재되어 있었으나 저장고의 빈공간을 확보한 후 복숭아 90박스를 운용하였다.



그림 3-180. 저온저장고 초기상태

(다) 실험

2013년 9월 6일 실험을 위해 복숭아 박스 90개에 센서 및 통신노드를 설치하였다.



그림 3-181. (좌)복숭아 적재 사진 (우) 유통센서 설치 사진



그림 3-182. 센서 및 통신 유닛 사진



그림 3-183. 통신 유닛 차량 장착 사진

시험을 위한 복숭아 박스 90개의 배치는 출입구를 기준으로 1열과 2열로 나뉘어 하였으며 통신 유닛은 출입구 옆에 설치하였다.



그림 3-184. 센서 및 통신유닛 배치도

(라) 평가

센서가 안정적으로 동작하는지를 검증하기 위해 장착 90개 센서의 동작상태를 날짜 별로 확인하였다. 평가는 2013년 9월 6일부터 9월 22일까지 진행하였다. 결과는 이벤트의 인식이 저조한 것으로 판단 되었으며 전체 센서중 10%이상이 오동작하여 고장률이 높은 것으로 판단되었다.

| 일자 | 9/6 | 9/8 | 9/10 | 9/11 | 9/13 | 9/16 | 9/17 | 9/20 | 9/22 |
|-----|-----|-----|------|------|------|----------|------|------|------|
| 동작 | 90 | 81 | 실패 | 실패 | 75 | 고정/이동 시험 | | | |
| 오동작 | 90 | 9 | 실패 | 실패 | 15 | | | | |

그림 3-185. 센서의 작동 여부 판단 결과

작업시간(이벤트 발생 시간)과는 거의 일치하는 것으로 판단되지만 입력 신호의 수는 불 일정 하였다.

| | | | |
|--------------|------------------|----|----|
| 201309010022 | 2013-09-08 18:12 | 10 | 50 |
| 201309010022 | 2013-09-08 18:12 | 10 | 50 |
| 201309010018 | 2013-09-08 18:13 | 10 | 50 |
| 201309010018 | 2013-09-08 18:08 | 10 | 50 |
| 201309010018 | 2013-09-08 18:08 | 10 | 50 |
| 201309010018 | 2013-09-08 18:03 | 10 | 50 |
| 201309010018 | 2013-09-08 17:58 | 10 | 50 |
| 201309010018 | 2013-09-08 17:58 | 10 | 50 |
| 201309010018 | 2013-09-08 17:54 | 10 | 50 |
| 201309010024 | 2013-09-08 18:12 | 10 | 50 |
| 201309010030 | 2013-09-08 18:09 | 10 | 50 |
| 201309010027 | 2013-09-08 18:10 | 10 | 50 |
| 201309010027 | 2013-09-08 18:10 | 10 | 50 |
| 201309010028 | 2013-09-08 18:07 | 10 | 50 |
| 201309010028 | 2013-09-08 17:57 | 10 | 50 |
| 201309010028 | 2013-09-08 17:57 | 10 | 50 |
| 201309010026 | 2013-09-08 18:11 | 10 | 50 |
| 201309010026 | 2013-09-08 18:11 | 10 | 50 |
| 201309010026 | 2013-09-08 18:07 | 10 | 50 |
| 201309010026 | 2013-09-08 18:07 | 10 | 50 |
| 201309010026 | 2013-09-08 17:57 | 10 | 50 |
| 201309010026 | 2013-09-08 17:57 | 10 | 50 |

동일 시각, 동일신호가 중복
이같은 현상이 많음

그림 3-186. 입력신호 안정성 평가 결과

센서가 내용물을 인식하는지 판단하기 위해서 장착 90개 센서의 동작상태를 날짜별로 확인 하였다. 내용물을 적재 또는 빈 박스로 실험하였다. 4개 상자를 대상(id 26,27,28,29)으로 복숭아를 적재 또는 빈 박스로 실험하여 저장고 허브를 통하여 종료일까지 자료를 수신하였으나 내용물의 인식이 전혀 되고 있지 않았다.

| 일자 | 9/13 | 9/15 | 9/16 | 9/17 | 9/20 | 9/22 |
|-----|----------|-------|-------------|----------|-------|------|
| 수신 | 27/28/29 | 27/28 | 26/27/28/29 | 27/28/29 | 27/28 | 종료 |
| 불수신 | 26 | 26/29 | - | 26 | 26/29 | |

그림 3-187. 센서의 내용물 인식 평가 결과

센서가 이벤트를 인식하는지 확인하기 위해서 90개 센서의 동작상태를 날짜 별로 확인하였다. 이벤트의 인식은 저조한 수준이었다.

통신 유닛의 동작을 확인하기 위해 한국교통대학교의 차량 3대(id b1, b2, b3), 저장고 및

자동차 장착 시험을 날짜별로 확인하였다. 시험결과 통신 허브 자료를 분실한 9월 10일 9월 11일을 제외하고 나머지 9월 9일과 9월 13일의 자료가 확인되었다.

| 일자 | 9/6 | 9/8 | 9/10 | 9/11 | 9/13 | 9/16 | 9/17 | 9/20 | 9/22 |
|-----|-----|-----|------|------|------|----------|------|------|------|
| 동작 | 90 | 81 | 실패 | 실패 | 75 | 고정/이동 시험 | | | |
| 오동작 | 90 | 9 | 실패 | 실패 | 15 | | | | |

그림 3-188. 통신 유닛의 동작 확인

단일 및 멀티 통신 유닛시험을 위해 통신허브 2대를 운용하였다. 시험을 위해서 9월 6일부터 9월 13일까지 단일 통신 허브를 이용했고 9월 16일부터 22일까지 멀티 통신 유닛을 운용하였다.

ID 39,40(복숭아)
차량으로 이동 설치 (9/8일자)

ID 9(복숭아)
차량으로 이동 설치 (9/13일자)

| 일자 | | 9/6 | 9/8 | 9/10 | 9/11 | 9/13 | 9/16 | 9/17 | 9/20 | 9/22 |
|----------|----|-------|----------|---------|---------|---------------|---------------|---------------------------|---------|------|
| 신호 획득 ID | B2 | 09 40 | 40 | 자료획득 실패 | 자료획득 실패 | 09 | 09 | 09 40 | 9/17 유사 | 종료 |
| | B3 | 01~90 | 40 18~89 | | | 09 1~89 | 09 1~89 | 09 40 1~89 | | |
| 시간 비교 | B2 | 15:20 | 18:09 | | | 16:47 ~ 17:34 | 07:57 ~ 20:47 | 09:15~ 18:21 16:37~ 18:20 | | |
| | B3 | 15:20 | 18:09 | | | 16:47 ~ 17:34 | 07:57 ~ 20:47 | 09:15~ 18:21 16:37~ 18:20 | | |

그림 3-189. 단일 및 멀티 통신 유닛시험 결과

다. 유통센서 2차 시험결과 보고서

(1) 목적

더미 센서가 정상적으로 동작하는지에 대해 알아본다.

(2) 개요

더미센서의 이벤트 시험(센서가 내용물, 이벤트를 인식하는지와 내용물과 이벤트의 관계 시험), 통신유닛 시험(멀티 센서 유닛의 유기적 동작상태와 서버와의 통신상태), 통합시스템(자료의 관리 및 동작 상태)에 대해서 검증하기위해 2013년 10월 25일부터 10월 30일까지 매현리 농가에서 사과 200박스를 유통하며 보아스 유통 센서 200개, 통신 유닛 2개 부착하고 저장고에 저장하여 더미센서의 동작과 정밀도를 파악한다.

(3) 세부내용

(가) 시험환경

충북 충주 대소원면 매현리의 15평 규모의 저온저장 창고에서 2013년 10월 25일부터 10월 30일 까지 사과 200박스에 보아스 유통 센서 200개, 통신 유닛 2개 부착하여 실험하였다.



그림 3-190. 저온 저장고 전경

(나) 저장고 초기상태 환경

저장고의 초기상태는 사과 PVC박스 1800개가 적재되어 있었으나 저장고의 빈공간을 확보한 후 사과 200박스를 운용예정이다.



그림 3-191. 저온저장고 초기상태

(다) 실험

2013년 10월 25일 실험을 위해 사과 박스 200개에 센서 및 통신노드를 설치하였다.



그림 3-192. 유통센서 설치



그림 3-193. 센서 및 통신 유닛



그림 3-194. 저장고 및 과수원 장착



그림 3-195. 배치도

(라) 평가

센서가 안정적(기간)으로 동작하는지를 평가하기 위해 사과박스에 장착된 센서 200개의 동작상태를 2013년 10월 25일부터 2013년 10월 30일까지 날짜별로 확인한 결과 센서의 장착 방식 변경을 고정식으로 스폰지 부착 방식을 변경하였고 배터리 부분에 센서태그의 Off현상이 발생하여 내장 배터리 수정 요청하였다.

센서가 안정적(이벤트)으로 동작하는지를 평가하기 위해 사과박스에 장착된 센서 200개의 동작상태를 2013년 10월 25일부터 2013년 10월 30일까지 날짜별로 확인한 결과 1차 버전 센서의 장착 방식을 고정식으로 스폰지 부착 방식을 변경하였고 1차 버전에 상대적인 성능향상과 내용물 인식에 따른 신호 발생도 양호하여 안정적으로 내용물 인식하였다.

통신유닛 동작하는지에 대해 평가하기 위해 저장고와 농장에 통신 유닛을 2개 장착하여 2013년 10월 25일부터 2013년 10월 30일까지 날짜별로 확인한 결과 1일차는 센싱 데이터의 송수신 절단하여 농장에서는 통신 유닛 off상태와 전원 케이블 불량(2일차 교체 처리), 통신 불량(서버 및 통신 유닛의 책임 문제 확인)이었고 저장고는 통신 유닛 off(전원부 불안정), 통신 유닛의 전원 어댑터 교환 요청하였다. 2일차는 센싱 데이터 송수신에 대해 통합서버의 통신 불능 확인과 서버에 대한 통신 프로토콜 수정 보완하여 농장에서는 센싱 데이터의 원활한 송수신과 저장고 이동작업(약 30박스 단위로 3회 처리), 스펙트럼 분석기기반의 통신 유닛 동작 분석하였고 저장고에서는 입고처리(약 30박스 단위로 3회처리), 센서 태그 자료 송수신 원활, 보아스 관리 시스템을 이용한 로그 파일 획득, 서버 자료 비교를 위한 기초 자료 획득하였다. 3일차는 센싱 데이터 송수신에 대해 통합서버의 통신 양호(통신 유닛, 센서 태그, 서버)를 확인하였고 농장에서는 센싱 데이터의 원활한 송수신과 저장고 이동작업(약 30박스 다누이 2회 처리)하였다 그리고 저장고 에서는 입고처리(약 30박스 단위로 2회 처리), 센서 태그 자료 송수신 원활, 보아스 관리 시스템을 이용한 로그 파일 획득, 서버 자료 비교를 위한 기초 자료 획득하였다.

통합 시스템 동작하는지에 대해 평가하기 위해 보아스 로그 파일과 서버 DB자료 비교 분석을 2013년 10월 27일부터 2014년 10월 29일까지 3일간 한 결과 서버 자료에서 센싱 자료가 허브ID 기반의 분류 저장이 동작하지 않았고 센서ID의 수신 자료가 동일하였다. 그리고 등록 허브에 동일자료 복사 및 허브ID 기반 저장 및 관리 수정하였다. 보아스쪽의 로그 자료는 기본적으로 한 개의 로그파일만 확보하여 저장고의 로그파일만 확보하고 노트북 한 대로 저장고만 확인하였다. 또한 저장고 허브ID b1에 대해서 확인 작업은 저장고와 농장 사이에 2일차 약 90박스 3일차 60박스 입출입 수행하였고 3일차는 센서 자료 비교 결과 자료의 입출입 시각은 유사하고 자료의 센서 태그ID 동일과 서버와 로그파일이 동일하였다.

라. 유통센터 3차 시험결과 보고서

(1) 목적

개발중인 시스템의 센서의 이벤트 부, 통신 유닛 부, 통합 시스템의 각 기능들이 제대로 동작하는지 테스트하기 위한 시험.

(2) 개요

개발중에 있는 온습도센서와 통신유닛의 동작과 정밀도를 검증하기위해 2013년 11월 3일부터 5일까지는 보아스 전자에서, 그리고 11월 6일에서 8일까지는 교통대에서 통합서버 및 센서 실험실 테스트를 진행하며 11월 9일에서 10일까지 안근수 농가의 저온 저장창고(15평)에서 사과 200박스에 센서를 부착하여 테스트한다.

(3) 세부내용

(가) 시험환경

충북 충주 대소원면 매현리의 15평 규모의 저온저장 창고에서 2013년 11월 9일부터 11월 10일 까지 복숭아 200박스에 각각 1개의 ASN 온습도 센서를 부착하여 실험하였다.



그림 3-196. 저온 저장고 전경

(나) 저장고 초기상태 환경

농가에 사과 수확박스가 저장된 상태였으며 저장고에 추가로 빈 공간을 확보하여 사과 200박스에 대해 운용을 예정하였다.



그림 3-197. 저장고 초기상태 사진

(다) 실험

2013년 11월 10일 실험을 위해 사과 박스 200개를 준비하여 각각의 박스에 ASN 온습도 센서를 부착하였다.



그림 3-198. 유통센서 설치 사진



그림 3-199. 저장고 및 과수원 장착 사진



그림 3-200. 센서 및 통신 유닛 사진



그림 3-201. 배치도

(라) 환경

실험을 수행했던 2013년 11월 10일 비가 내리기 시작하여 기온이 영하로 떨어지게 되었다.

| 10일 | 11일 | 12일 | 13일 | 14일 |
|------------|------------|------------|------------|------------|
| 평균기온:7.3℃ | 평균기온:2.9℃ | 평균기온:2.0℃ | 평균기온:2.1℃ | 평균기온:3.8℃ |
| 최고기온:12.8℃ | 최고기온:7.8℃ | 최고기온:9.2℃ | 최고기온:11.3℃ | 최고기온:8.3℃ |
| 최저기온:2.1℃ | 최저기온:-2.2℃ | 최저기온:-3.8℃ | 최저기온:-4.4℃ | 최저기온:-1.6℃ |
| 평균운량: - |
| 일강수량:1.8mm | 일강수량: - | 일강수량: - | 일강수량: - | 일강수량: - |

그림 3-202. 2013 11월 중주 날씨

(마) 평가

센서가 안정적으로 동작하는지를 검증하기 위해 장착된 200개 센서의 동작상태를 날짜 별로 확인하였다. 유통시험은 10일 9시 30분부터 시행되었으며 차량을 이용하여 30박스 단위로 과수원에서 저장고로 이동하였다. 보아스의 컴퓨터 2대(저장고, 과수원)와 교통대의 서버에 기반자료를 수신하였다.

실험실 테스트의 경우 센서의 동작과 통신 유닛의 동작이 원활함을 확인하였고 통합 시스템의 운용 또한 원활하게 동작함을 알 수 있었다. 현장 테스트의 경우에는 200개의 센서 중 센서 아이디 1~100번은 95개 까지의 자료를 획득하였고 센서 아이디 101~200번 까지의 경우 20개의 자료를 획득하였다. 획득하지 못한 센서의 데이터는 돌발 변수의 생성으로 인한 센서의 고장으로 판단되었다.

작업시간 별 CU 데이터전송시간

| 작업시간 09시50분 | | | 작업시간 10시30분 | | | 작업시간 11시06분 | | | 작업시간 11시42분 | | | 작업시간 12시15분 | | | 작업시간 12시55분 | | | 작업시간 13시25분 | | | 작업시간 13시55분 | | |
|----------------|-------------|------------|----------------|-------------|------------|----------------|-------------|------------|----------------|-------------|------------|----------------|-------------|------------|----------------|-------------|------------|----------------|-------------|------------|----------------|-------------|------------|
| CU전송시간 박스번호 | 과수원 (B3) | 항고 (B2) |
| 1 | | 1021 | 3 | | 1031 | 2 | | 1106 | 5 | | 1142 | 6 | 1218 | 1218 | 21 | 1245 | 1250 | 12 | 1316 | 1327 | 57 | 1353 | 1358 |
| 18 | | 1021 | 4 | | 1030 | 9 | | 1113 | 7 | 1136 | 1146 | 10 | 1212 | 1217 | 39 | 1246 | 1251 | 16 | 1318 | 1328 | 68 | 1351 | 1357 |
| 19 | | 1019 | 105 | | 1040 | 11 | | 1104 | 8 | | 1143 | 48 | | | 40 | 1248 | 1253 | 35 | 1245 | 1327 | 72 | 1351 | 1357 |
| 23 | | 1021 | 112 | | | 13 | | 1118 | 26 | | 1143 | 51 | 1211 | 1352 | 42 | 1244 | 1254 | 37 | | 1336 | 79 | 1351 | 1401 |
| 25 | | 1023 | 118 | | | 14 | | 1108 | 31 | 1138 | 1143 | 55 | 1209 | 1220 | 45 | 1245 | 1251 | 38 | 1318 | 1328 | 90 | 1350 | 1401 |
| 29 | | 1024 | 129 | | 1029 | 15 | | 1106 | 32 | 1136 | 1147 | 71 | 1214 | 1219 | 46 | 1244 | 1254 | 41 | 1318 | 1323 | 101 | | 1401 |
| 44 | | 1024 | 130 | | | 17 | | 1106 | 47 | 1138 | 1143 | 77 | 1207 | 1220 | 52 | | | 43 | 1319 | 1325 | 115 | | |
| 62 | | 1021 | 132 | | 1030 | 20 | | 1105 | 70 | | 1145 | 83 | | | 54 | 1246 | 1252 | 49 | 1322 | 1327 | 127 | | |
| 67 | | 1022 | 135 | | | 22 | | 1113 | 76 | | 1144 | 86 | 1209 | 1214 | 56 | 1249 | 1254 | 50 | 1308 | 1329 | 183 | | |
| 106 | | | 141 | | 1030 | 24 | | 1113 | 81 | 1137 | 1142 | 87 | 1209 | 1219 | 60 | 1247 | 1253 | 58 | 1321 | 1326 | 193 | | |
| 107 | | | 144 | | | 27 | | 1104 | 82 | 1136 | 1147 | 88 | 1208 | 1219 | 61 | 1249 | 1249 | 59 | 1305 | 1326 | | | |
| 111 | | 1023 | 146 | | | 28 | | 1106 | 84 | | | 92 | 1158 | 1219 | 64 | | 1309 | 66 | 1318 | 1328 | | | |
| 113 | | | 147 | | 1030 | 30 | | 1113 | 91 | 1139 | 1144 | 93 | | | 65 | 1243 | 1254 | 94 | 1320 | 1325 | | | |
| 117 | | | 150 | | | 33 | | 1111 | 95 | 1136 | 1146 | 97 | | 1216 | 73 | 1243 | 1254 | 102 | | | | | |
| 119 | | | 152 | | | 33 | | 1113 | 96 | | 1147 | 100 | 1211 | 1216 | 74 | 1243 | 1250 | 103 | | | | | |
| 120 | | 1023 | 156 | | | 69 | | 1106 | 99 | | 1145 | 108 | | | 78 | 1245 | 1250 | 133 | | | | | |
| 122 | | | 157 | | | 75 | | 1113 | 124 | | | 109 | | | 80 | 1243 | 1254 | 139 | | | | | |
| 123 | | | 160 | | | 85 | | 1108 | 134 | | | 114 | | | 104 | 1243 | 1254 | 145 | | | | | |
| 126 | | | 165 | | | 98 | | 1135 | 143 | | | 136 | 1210 | 1215 | 110 | | | 151 | | | | | |
| 128 | | | 176 | | | 125 | | | 149 | | | 138 | 1209 | 1219 | 116 | | | 153 | | | | | |
| 137 | | 1023 | 178 | | | 131 | | | 170 | | | 140 | | | 121 | | | 158 | 1319 | 1324 | | | |
| 140 | | | 179 | | | 134 | | 1111 | 171 | 1136 | 1141 | 155 | 1205 | 1215 | 142 | | | 159 | 1318 | 1324 | | | |
| 165 | | | 180 | | | 154 | | | 174 | | | 164 | | | 163 | | | 161 | | | | | |
| 166 | | 1023 | 182 | | | 167 | | 1113 | 177 | | | 172 | | | 172 | | | 162 | | | | | |
| 184 | | | 185 | | 1029 | 173 | | | 181 | | | 181 | | | 175 | | | 169 | | 1325 | | | |
| 186 | | | 189 | | 1032 | 184 | | 1106 | 186 | | 1144 | 189 | | | 187 | | | 187 | | | | | |
| 190 | | | 195 | | | 197 | | 1111 | 198 | | | | | | 188 | | | 200 | 1318 | 1324 | | | |

그림 3-203. 작업시간 별 CU 데이터전송시간

(바) 실험 사진



그림 3-204. 실험사진

(4) 중량감소 예측 실험

3차년도 유통 모니터링 웹 페이지에서 중량 감소 예측 결과를 확인 할 수 있다. 중량 감소 예측 실험 결과 하나의 유통(시범 사업)에 연결된 각 허브 별 측정된 습도 데이터의 값에 따라 중량 감소치가 다르게 나타나는 것을 확인 할 수 있었다. 중량 감소 예측 실험 결과는 아래 그림 3-205와 같다.

| 번호 | 허브아이디 | 중량감소치 |
|----|----------|------------|
| 1 | 001007BF | 3.122% |
| 2 | 001007BA | 2.71% |
| 3 | 001007BB | 2.71% |
| 4 | 001007B7 | 2.592% |
| 5 | 001007B8 | 2.356% |
| 6 | 001007BC | 2.12% |
| 7 | 001007BD | 2.12% |
| 8 | 001007B6 | 2.12% |
| 9 | 001007B5 | 2.12% |
| 10 | 001007B9 | 1.5899999% |

그림 3-205. 중량 감소 예측 실험 결과

(5) 가격 예측 실험 결과

3차년도 유통 모니터링 웹 페이지에서 가격 예측 결과를 확인 할 수 있다. 가격 예측 실험 결과 가락시장의 실 거래 가격과 가격 예측식을 바탕으로 하여 오늘의 예측 가격을 확인 할 수 있었다. 오늘의 예측 가격은 농산물의 품종(특,상,중하)에 따라 각각 다른 예측 식과 예측 결과 값을 가진다. 가격 예측 실험 결과는 아래 그림 3-206과 같다.

| 가격예측 | | | |
|------------------------------------|--------|--------------|--------|
| 날짜를 지정해주세요 <input type="text"/> 조회 | | | |
| 오늘 예측 가격(특) | 72899원 | 직전일 예측 가격(특) | 54222원 |
| 오늘 예측 가격(상) | 50959원 | 직전일 예측 가격(상) | 44737원 |
| 오늘 예측 가격(중) | 47890원 | 직전일 예측 가격(중) | 51778원 |
| 오늘 예측 가격(하) | 40637원 | 직전일 예측 가격(하) | 36200원 |

© 2013 Neon Admin Theme by Laborator

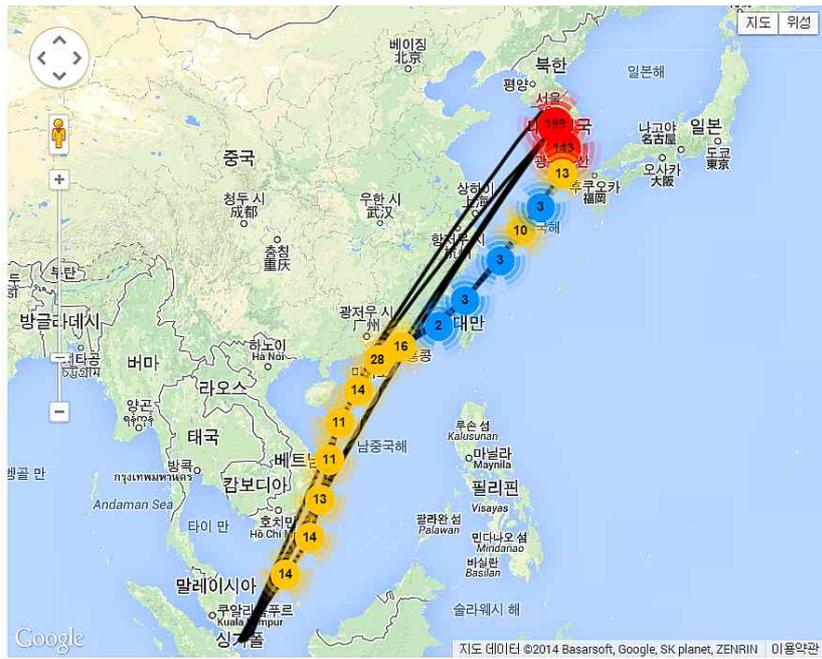
그림 3-206. 가격 예측 실험 결과

(6) 시범사업 모니터링 실험

각 시범사업별 3차년도 유통 모니터링 웹 페이지에서 모니터링 테스트를 진행하였다. 모니터링 실험 결과 해외에서의 GPS 데이터는 주기적으로 체크하였다가, 로밍이 되는 지역에서 한꺼번에 위치 데이터가 들어옴을 확인 할 수 있었다. 대곡농협-싱가포르 수출의 시범사업 유통에서는 온습도 데이터값이 0으로 셋 되는 버그를 확인 하였고, 이를 추후 수정하였다. 대곡농협-싱가포르의 시범사업 모니터링 실험 결과는 다음 그림 3-207과 같다.



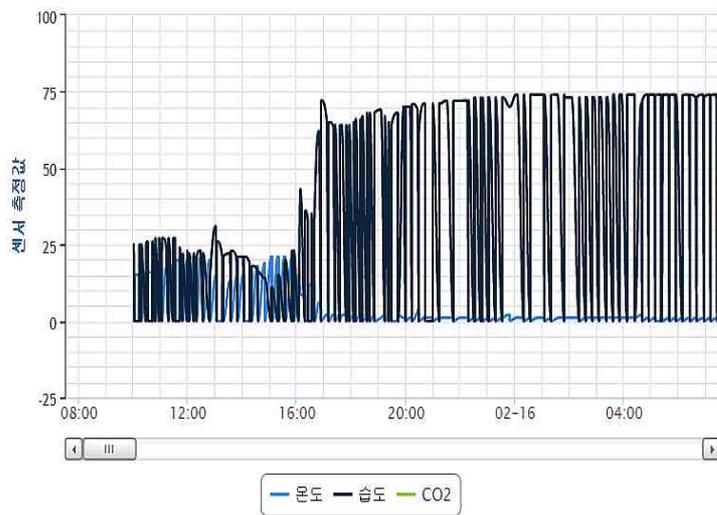
허브센터 선택



Log Out



온습도 그래프



Highcharts.com

그림 3-207. 대곡농협 - 싱가포르 유통 실험 결과

싱가포르 수출 시범사업 모니터링 실험 결과는 다음 그림 3-208과 같다.

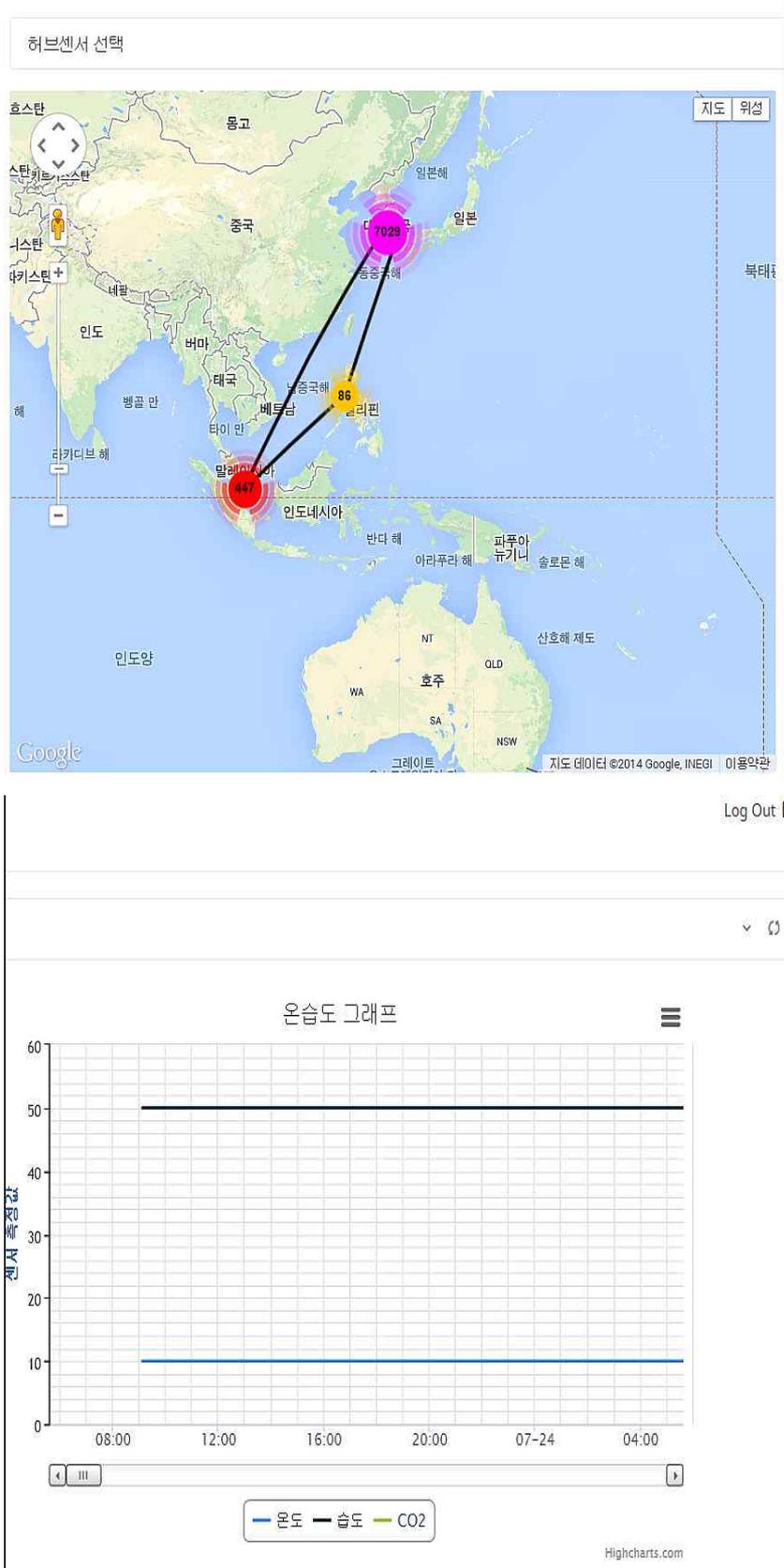


그림 3-208. 성주 - 싱가포르 유통 실험 결과(1/2)

매현리 농가 시범사업 모니터링 실험 결과, 한 위치의 GPS데이터 수신에 문제가 없었고, 한국교통대와 농가 사이의 농산물 이동 테스트를 하여 입고,출고 이벤트 확인을 할 수 있었다. 실제 농가에서 측정된 온습도 데이터를 통하여, 중량감소 예측 실험 데이터에 응용 할 수 있었다. 안근수 농가 유통 실험 결과는 다음 그림 3-209와 같다.

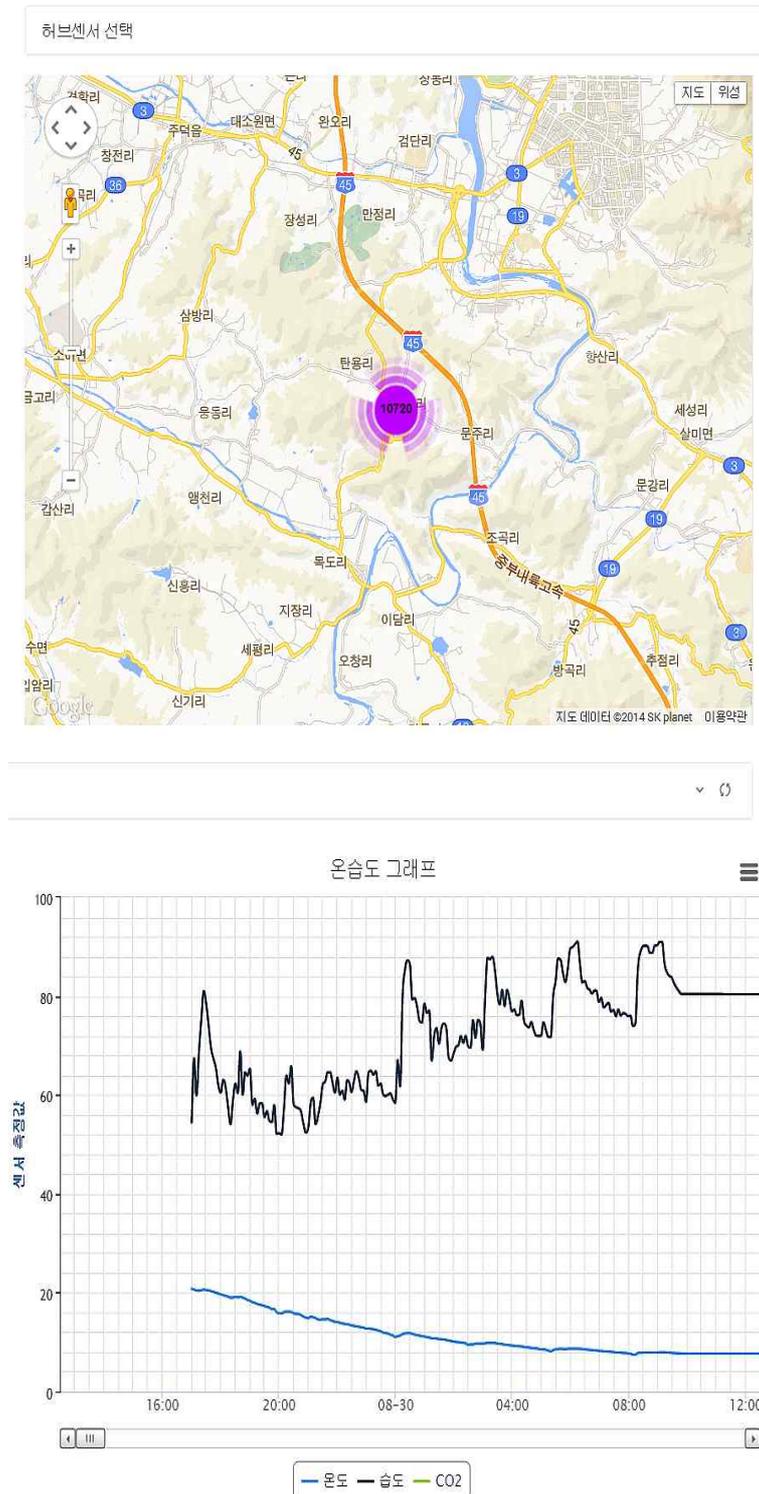


그림 3-209. 매현리 농가 유통 실험 결과

제주APC-캐나다 수출 시범사업 모니터링 실험 결과, 아시아 지역뿐만 아니라 미주지역 까지 모니터링 시스템을 사용할 수 있음을 확인 할 수 있었다. 제주APC-캐나다 수출 시범 사업 모니터링 실험 결과는 다음 그림 3-210과 같다.

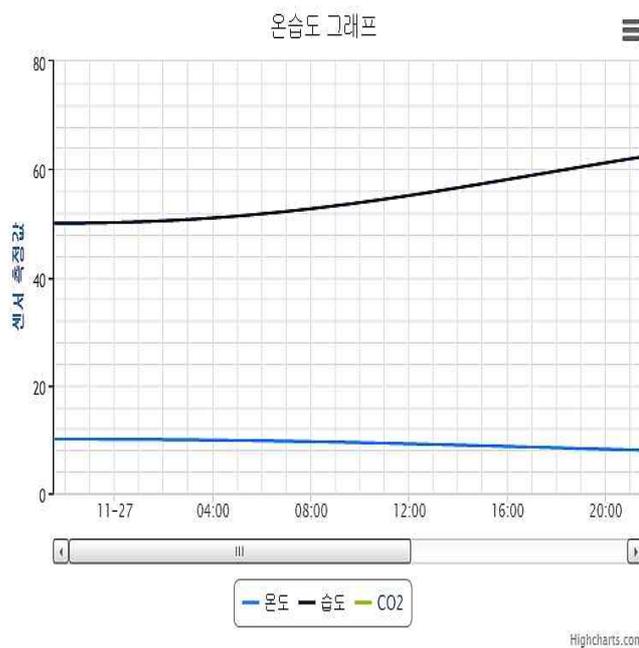
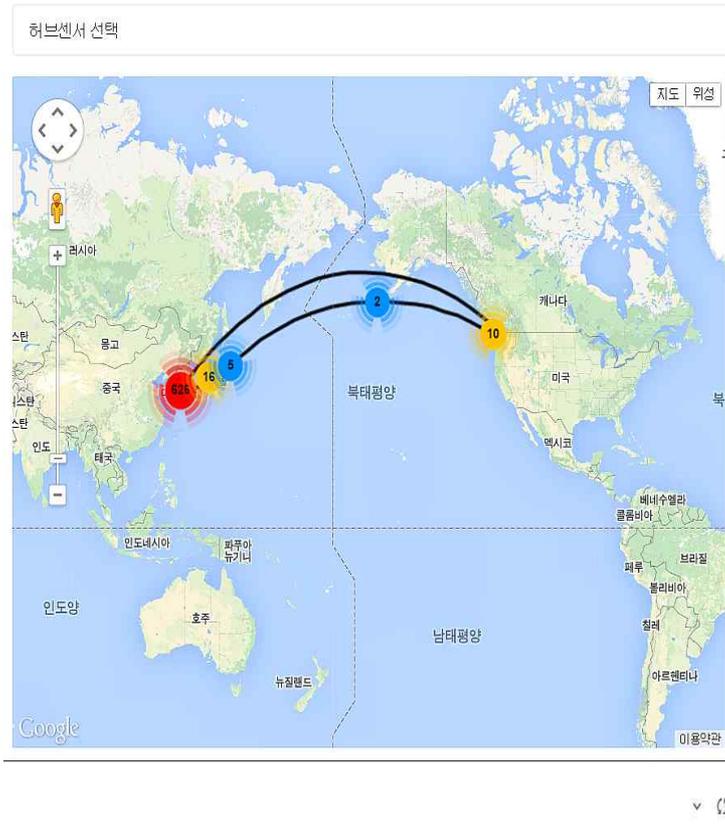


그림 3-210. 제주APC-캐나다 유통 실험 결과

제 2 절 제 1 협동과제 : 농산물 저장, 유통 실태조사 및 시스템 상용화 검증

1. 1년차 수행 내용 및 결과

가. 세부 시험계획 (1년차 2011.8~2012.8)

(1) 농산물 저장 및 유통 기술 실태 조사

국내의 주요 사과 APC 20개소를 대상으로 2011. 10. ~ 2012. 2.까지 4개월간 농산물 유통정보 분석, 설문지 조사 및 현장조사를 통하여 사과 유통 흐름 및 변화 방향을 예측하고, APC 내 사과 과실의 취급시 과실의 이합, 집산 장소를 파악하며, 유통 중 품질 저하 장소를 밝히고자 하였다. 이를 통하여 사과 유통 중 환경 모니터링 프로그램 작성시 사과 수확후 취급 과정에 따른 고려할 사항을 사전에 제공하고, 필수적인 설치 장소를 결정하는 데 기반 자료로 이용하고자 하였다.

(2) 작목별 저장 및 유통 과정에서의 품질 인자 도출

사과 ‘쓰가루’, ‘추광’, ‘홍로’, ‘홍월’, ‘조나골드’, ‘후지’, 그리고 ‘감홍’ 품종을, 숙도 판정용 칼라차트를 이용하여 장기 저장용 사과 수확기인 지수 3시기에 수확하였고, 나머지 품종은 미숙기에 수확하여 시험에 이용하였다.

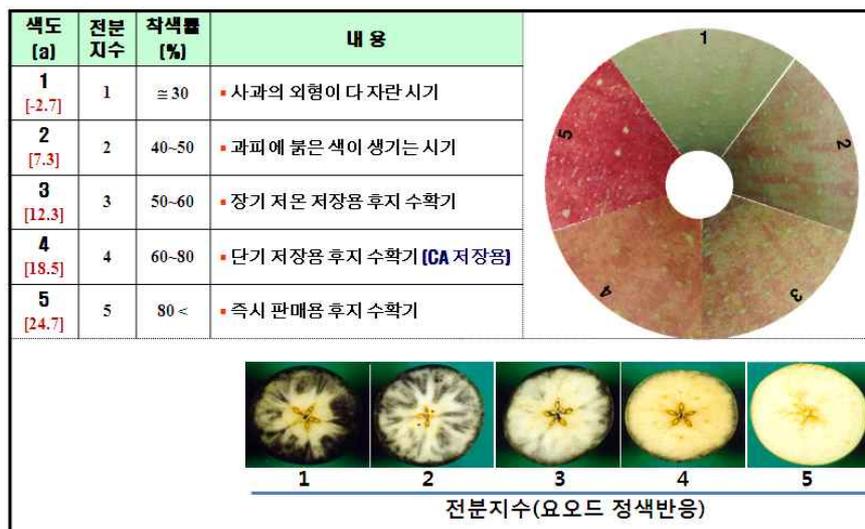


그림 3-211. ‘후지’사과 숙도 판정용 칼라차트

시험장소는 충주 APC에 사과를 공급하는 충주 장연과수작목회 저장고와 국립원예특작과학원 저장고를 이용하였다. 저장기간은 ‘쓰가루’, ‘추광’, ‘홍로’, ‘홍월’, 그리고 ‘조나골드’ 품종은 2011. 7. 30 ~ 저장한계기까지, ‘후지’와 ‘감홍’ 품종은 2011. 12. 12. ~ 2012. 5. 6. 까지

였다. 저장 중 환경조성은 크게 온도, 습도, 그리고 공기조성 부분으로 나누어 수행하였고, 온도는 중량감소 예측식 작성을 위해 0, 1, 2, 그리고 3℃로 조성하였고, 이때 상대습도는 65±10%와 95±10%로 조성하였다. 동결시점 및 동결 후 회복 가능일 설정을 위해서는 -1, -2, -3, 그리고 -4℃로 설정하였다. 공기 조성은 이산화탄소와 에틸렌이 수확후 주요한 공기 환경에서, 저장 중 과육 및 과심갈변을 예측하기 위하여 이산화탄소를 무처리, 1, 2, 3, 4, 그리고 5%로 조성하였고, 품질변화에 대한 에틸렌의 영향을 파악하기 위하여 MAP와 에틸렌 합성 및 작용 억제제인 1-MCP를 복합처리하였다. 각 처리별로 저장시 온습도 및 기체환경을 모니터링하였고, 동시에 사과 품질특성(중량감소, 색도, 경도, 당도, 적정산도, 호흡량, 에틸렌 발생량, 부패율)을 조사하였으며, 이를 기반으로 품질변화 예측식을 도출하였다.

나. 시험결과

(1) 농산물 저장 및 유통 기술 실태 조사

(가) 사과 연도별 생산액 비중

우리나라의 농업생산액과 과실 생산액 중 사과가 기여하는 점유하는 비율은 2010년에 각각 8.6%와 20.7%를 보였다. 이는 감귤에 이어 2위를 점유하고 있어 사과가 과수에 기여하는 바는 매우 크다고 볼 수 있다. 주로 생산되는 사과 품종은 재배면적을 기준으로 할 경우 '후지'가 1위로써 63.5%를, '홍로'가 10.6%를, 이어 '쓰가루'와 '홍월' 뒤를 잇고 있으며, 기타 다양한 품종들이 재배되고 있다.

표 3-14. 연도별 우리나라 농업생산액, 과실생산액 및 사과 생산액 (단위 : 천억원)

| 구분 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 농업생산액 | 350.9 | 352.8 | 346.9 | 384.7 | 418.6 | 416.7 |
| 과실생산액 | 30.8 | 29.7 | 28.2 | 29.9 | 35.1 | 35.8 |
| 사과 생산액 | 4.7 | 5.8 | 5.1 | 6.9 | 8.1 | 7.4 |

* 자료 : 농림수산물식품 주요통계(농식품부, 2011)

표 3-15. 과수 종류별 생산액 (단위 : 천억원)

| 구분 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 사과 | 4,671 | 5,272 | 5,143 | 6,977 | 8,130 | 7,403 |
| 배 | 3,387 | 2,829 | 3,245 | 2,418 | 2,499 | 2,281 |
| 포도 | 4,962 | 5,364 | 5,254 | 4,345 | 5,046 | 5,463 |
| 감귤 | 8,108 | 6,209 | 4,526 | 6,395 | 9,065 | 9,311 |

* 자료 : 농림수산물식품 주요통계(농식품부, 2011)

표 3-16. 사과 품종별 재배면적

(단위 : ha, (%))

| 연도 | 후지 | 쓰가루 | 홍로 | 홍월 | 기타 | 전체 |
|------|------------------|-----------------|-----------------|--------------|-----------------|-----------------|
| 1997 | 31,362 (78.1) | 4,800 (12.0) | 509 (1.3) | 751 (1.9) | 2,573 (6.4) | 39,995 (100) |
| 2002 | 18,201 (69.6) | 2,604 (10.0) | 1,758 (6.7) | 848 (3.2) | 2,752 (10.5) | 26,163 (100) |
| 2007 | 18,643 (63.5) | 2,028 (6.9) | 3,102 (10.6) | 560 (1.9) | 5,025 (17.1) | 29,385 (100) |

* 자료 : 농업전망 2008

(나) 전국 대략적 사과 유통 경로

사과 수확후 주요 유통 경로는 생산자 → 수집반출상 → 도매상 → 소매상 → 소비자에게 전달되는 과정을 거친다. 전국적 사과 유통 물량은 주로 산지공판장을 통해 27%, 생산자 단체를 통해 28%, 저장 후 분사출하가 45%를 차지한다. 전국 사과 유통 경로에 따른 구체적인 취급물량 비율과 충주 지역의 유통 경로에 따른 취급물량은 그림3-213과 그림 3-214에 나타내었다. 충주지역에서는 생산자단체에서 취급하는 물량이 전국평균보다 약 두배 정도 높게 나타났다.

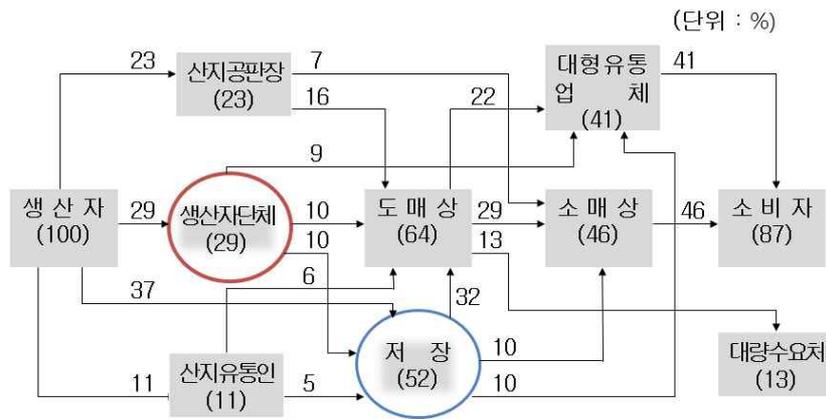


그림 3-212. 전국 사과 유통 경로에 따른 취급물량 비율

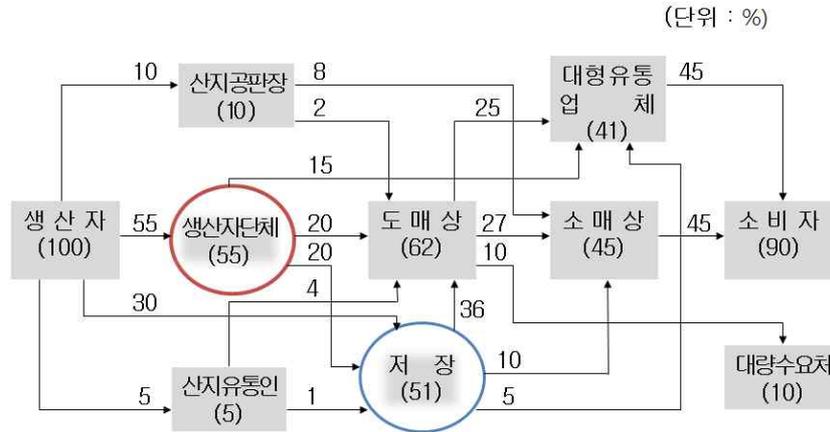


그림 3-213. 충주 APC 사과 유통 경로에 따른 취급물량 비율

* 생산자단체 : 지역농협, 영농조합법인(산지유통시설, 공판장, 유통센터, 선별장 등 포함)

(다) 농산물 유통체계 변화

농산물의 유통은 시장의 요구에 의해 변화하며, 최근에는 학교 급식, 가공품 개발 및 산업화, 직거래 등 다양한 소비지의 요구에 대응하여 안정적인 소비시장을 확보하고자 하는 움직임이 크게 증가하고 있다. 이를 위해 저장 및 유통 또한 변화하고 있으며, 대표적으로 사과 수확후 1-MCP 처리는 장기 저장 및 유통을 위해 필수사항이 되었고, CA 저장도 점차 확대되고 있으며, 포장 단위도 소포장 및 복합 팩키지 등으로 다양화되고 있다. 또한 생과 수출에 대한 요구도 증가하고 있어 수출 대상국가별로 수출 전문 단지를 육성 지원하고 있으며 규모화되고 있다. 생산이력시스템이 구축되고, global GAP인증도 수출확대를 위해 필수 사항이 되고 있다. 품질 균일화 시스템도 구축 진행되고 있으며, 수출 브랜드를 개발하고 수출 마케팅 보드를 육성하는 등 다양한 수출 장려정책이 추진되고 있다. 사과 수출시 문제점으로는 수출가격이 국내 가격보다 낮게 형성되는 것인데, 2010년 현재 kg당 농가 수취가격은 내수용이 1,800원, 수출용은 1,650원으로 수출 경쟁력에 대한 제고가 필요한 시점이다.

본 과제 수행시 향후 변화될 유통 시스템을 예측하여 농산물 환경 실시간 모니터링 적용 장소 및 적용 방식을 설정할 필요가 있다. 유통에서의 주요 방향은 생산물의 산지유통시설로의 집중을 들 수 있다. 표 3-17에 새로운 유통시스템으로 변화 방향과 이에 대한 물류관리시스템의 변화 방향에 대하여 나타내었다. 농산물 수확후 저장 및 유통 중 환경 모니터링 및 제어, 품질 예측은 새로운 유통 과정에서 보다 원활하게 수행할 수 있고, 대량의 물량을 취급시 반드시 필요한 기술이 될 것으로 예측된다.

표 3-17. 생산물 유통 시스템 변화 방향

| 구분 | 기존 유통 시스템 | 새로운 유통 시스템 |
|-------|--|---|
| 유통 경로 | <ul style="list-style-type: none"> 경로구성원 : 수집상, 도매시장, 위탁상, 중간도매상, 재래시장 상호 독립적, 거래관계 불확실 4~6단계의 복잡한 유통단계 | <ul style="list-style-type: none"> 경로구성원 : 산지유통센터, 종합유통센터, 대형유통업체, 전자거래업체 장기적, 전속적인 거래 시스템 2~3단계의 단순 유통 단계 |
| 유통주체 | <ul style="list-style-type: none"> 영세규모, 전통적 상인 | <ul style="list-style-type: none"> 규모화된 대형유통업체, 산지조직 |
| 거래상품 | <ul style="list-style-type: none"> 비규격품과 규격품 혼용 | <ul style="list-style-type: none"> 표준규격품, 목표시장 맞춤상품(수출국별 기호도 고려) |
| 거래방식 | <ul style="list-style-type: none"> 경매, 입찰, 상대거래 | <ul style="list-style-type: none"> 예약상대거래, 통명거래, 전자거래 |
| 물류실태 | <ul style="list-style-type: none"> 물류 비표준화, 인력물류 | <ul style="list-style-type: none"> 표준화, RFID, 자동수발주최적 물류관리시스템 |
| 유통정보 | <ul style="list-style-type: none"> 도매시장 거래정보 중심체계 | <ul style="list-style-type: none"> POS, EDI 활용, 쌍방향 동시흐름 |

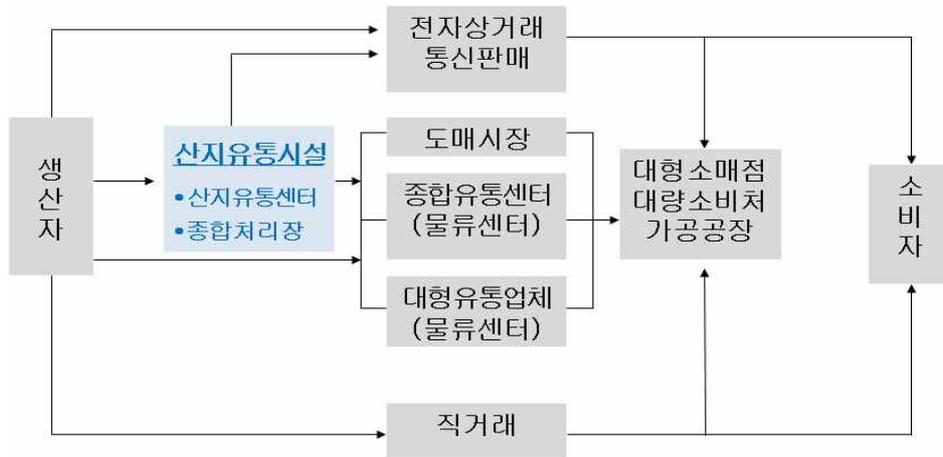


그림 3-214. 농산물 유통 경로 전망

(라) 유통 목적별 산지유통시설(APC) 내 농산물 처리 및 환경모니터링 프로그램 필요성

농산물 수확후 저장 및 유통 과정 중 가장 중요한 역할을 차지하는 부분이 Agricultural Products Processing Center(APC)이다. APC에는 생산물의 집하, 전처리, 예냉, 저장, 선별, 등급화, 포장, 출하 관리가 이루어지며, 국내 출하 및 수출의 중심역할을 수행하고 있는 장소이다. 따라서 APC내 주요 활동 중 품질 저하 장소를 파악하고 각 처리 단계별로 품질에 미치는 영향요소를 모니터링하기 위한 프로그램 및 시스템 필요하다.

환경 모니터링 및 프로그램 제작과 현장 배치시, APC내 작업 공정에 따른 설치 장소, 과일의 분산, 배치, 통합을 고려해야 하며, 품질에 가장 영향을 미치는 공정을 선택하여 그 부분에 대한 모니터링을 실시할 필요가 있다. 농산물 품질에 가장 영향을 미치는 시기는 저장

과 출하시 운송하는 과정이다. 이 때 품질을 유지하기 위해서는 입고 이후 전처리, 선별, 세척, 포장 등 과정에서 처리 방식, 사용하는 재질 등에 따라 이후 품질에 영향을 미칠 수 있다. 사과 원거리 수출시 경제성을 위해 선박을 이용한 운송에 대한 필요성이 증가하고 있다. 수출을 위한 선박운송 중 가장 중요한 품질 저하 요인은 온도 상승에 의한 노화 진행과 이산화탄소 축적에 의한 내부 갈변 발생이며, 이에 영향을 미치는 온습도 및 공기 조성 모니터링이 필수적이다.



그림 3-215. 산지유통시설 내 작업 공정 관련 모식도

사과 수확후 상품화를 위한 작업과정을 그림 3-216에 나타내었고, APC내 사과 작업과정에 대한 최적 모식도를 그림 3-217에 나타내었다. 사과의 APC내 주요 작업 과정은 유통목적에 따라 즉시출하용, 단기 저장용, 장기 저장용으로 나눌 수 있다. 유통 목적별 APC내 사과과일의 작업 과정을 그림 3-218에 나타내었으며, 이 과정 중 사과가 분산, 재배치되는 작업 단계를 표시하였다. 사과 수확후 입고부터 출하 때까지 평균 4번의 분산, 재배치되는 과정이 발생한다. 따라서 사과 수확후 환경 모니터링 프로그램 작성시 수확부터 소비자에게 갈 때까지 많은 작업 및 유통 과정 중 어느 과정에서 모니터링 해야할 지를 결정 해야 하며, 모니터링 시 어느 시기에 어떤 방법으로 모니터링 센서들을 투입하고 수거해야 하는 지에 대한 고려도 필요하다. 손실률은 수확부터 유통 단계별 중 시들음이나 부패 등이 발생하여 사용할 수 없는 물량으로 전체 수확량에서 소비량을 뺀 값으로, 수확후 관리 수준에 따라 7~12%까지 차이가 날 수 있다(표 3-18). 사과 수확후 작업 단계별로 볼 때 품질에 가장 영향을 미치는 과정은 저장과 출하시 수송(국내 운송, 수출시 선박 운송 포함) 과정이며(그림 3-220), 따라서 저장시 환경 모니터링 및 품질 예측, 출하시 환경 모니터링 프로그램 개

받은 본 과제를 위한 주요 개발 목표가 될 수 있다.

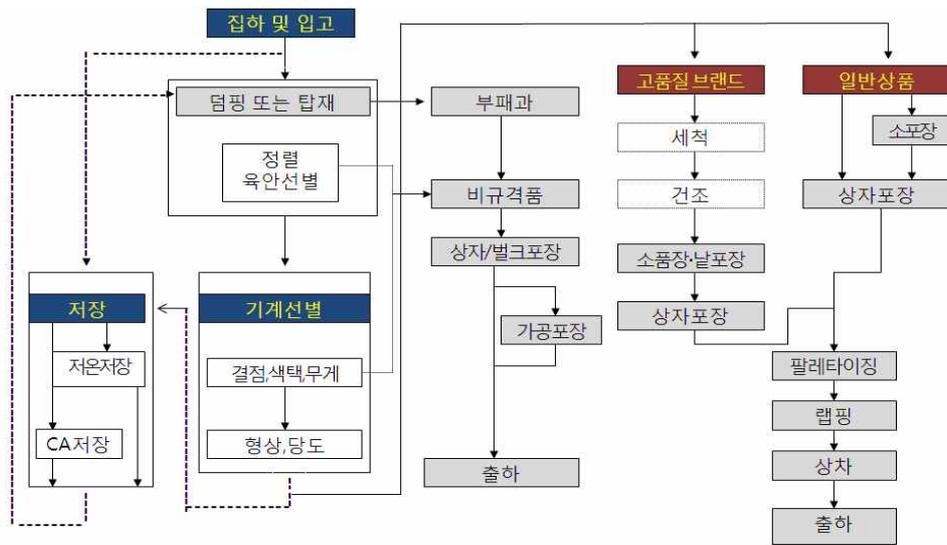


그림 3-216. APC 내 저장 및 상품화 작업 공정 흐름도



•사과의 유통목적별 구분 : 직출하용, 저장용(I, II 유형), 세척안심사과

- 저장용 : 단기저장용, 장기저장용으로 구분

- 직출하용**
 - 조·중생종 : 고온기에 수확되는 점을 고려하여 선별 전이나 상품화 작업 후 출하전 예방하는게 품질유지에 효과적
 - 만생종 : 10월 중순 이후 수확되는 사과는 기온이 높지않고 품질변화도 크지 않으므로 선별 및 상품화 과정을 거친후 출하
- 단기저장용** : 설 명절이나 특수 출하시점에 내보내는 과실은 손쉽게 처리하기 위해 수확한 후 주로 중량별로 예비선별과정을 거친 후 저장
- 단기저장용** : 수확한 상태 그대로 플라스틱 상자에 담은채로 저장하고 출하전에 선별-포장작업 실시

그림 3-217. 사과 APC 수확후관리 최적 모델

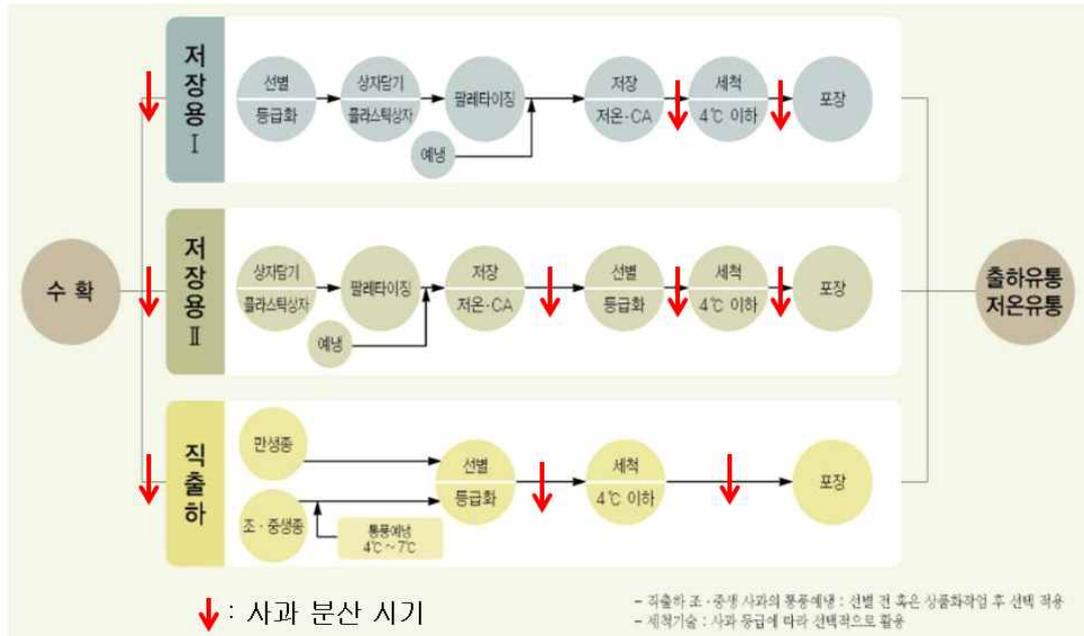


그림 3-218. 사과 유통 목적별 수확후관리 흐름 중 과실 분산, 재배치 장소

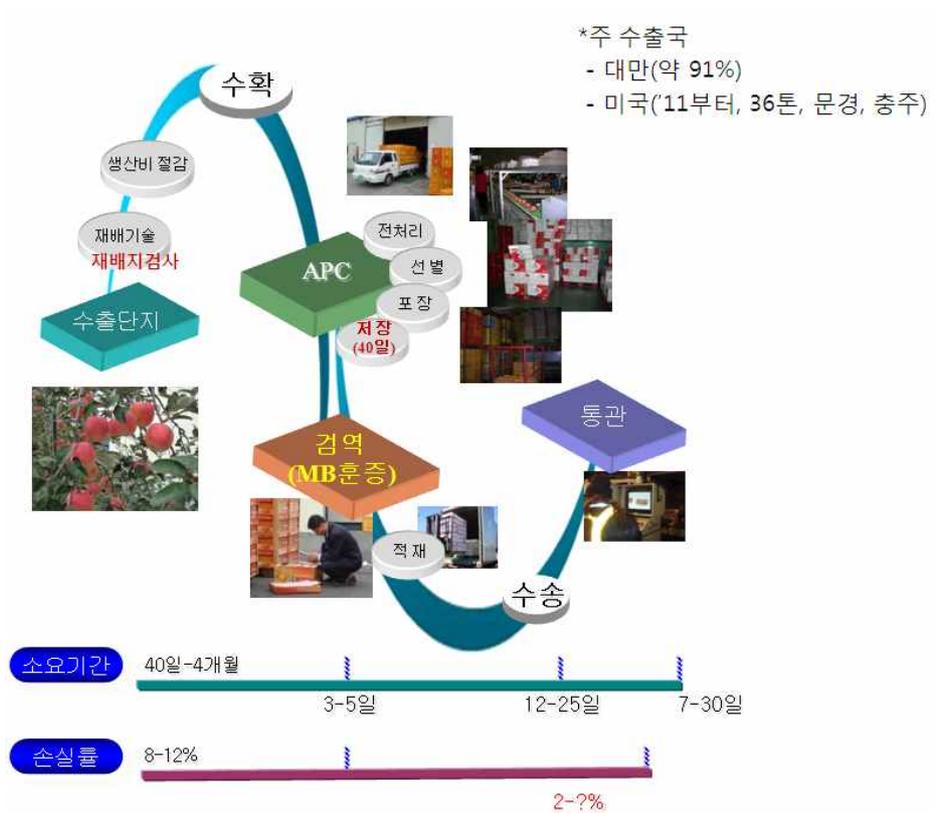


그림 3-219. 사과 미국 수출시 수확후 관리 흐름도



그림 3-220. 사과 수확후관리 단계별 손실률(%)

표 3-18. 국내 APC 및 대형할인 매장내 손실률

| APC 및 매장 | 손실율 | 손실 유형 |
|-------------|--------------------|--------------------|
| Y 거점 APC | 5~12% | 상처과, 압상과, 부패과 등 |
| K 소규모 APC | 5~10% | 상처과, 멍, 부패과, 압상과 등 |
| 농협 하나로마트 | 5~7% (인정감모 포함) | 시들음과, 부패과 등 |
| E- 마트 | 5~10% (인정감모 포함) | 시들음과, 부패과 등 |

| 구분 | 수행 및 개선사항 |
|-------------|--|
| 수확시 | <ul style="list-style-type: none"> ▪수확후 예냉까지 지연되는 것을 최소화 ▪가능한 완전하게 예냉시킬 것 ▪수확상자에 담을때 부드럽게 다룰 것 |
| 예냉시 | <ul style="list-style-type: none"> ▪적정 온도와 시간을 지킬 것 |
| 저장 | <ul style="list-style-type: none"> ▪먼저 입고된 것을 먼저 출고하라 ▪가능한 빨리 소비지에 출하하라 ▪적정 저장온도를 지킬 것 ▪습도유지로 수분손실율을 줄일 것 |
| 소비지까지 운송 | <ul style="list-style-type: none"> ▪냉장탑차 이용 ▪상차전 트럭 또는 컨테이너를 냉각시킬 것 ▪트럭의 중심부를 향해 팰릿을 적재할 것 ▪팰릿과 박스의 모서리가 정확하게 일치할 것 ▪가능하면 트럭문 안쪽으로 차단막을 설치할 것 ▪운송 소요 기간을 줄일 것 ▪운송중 온습도를 모니터링할 것 |
| 목적지에서 취급 | <ul style="list-style-type: none"> ▪적정 저온에서 하차작업 ▪품온을 체크할 것 ▪적절한 저장장소로 빠르게 옮길 것 ▪냉장탑차 이용 마트로 이동할 것 ▪적정 온도 범위에 진열할 것 |
| 가정 또는 음식점에서 | <ul style="list-style-type: none"> ▪적정 온도에 보관 ▪가능한 빨리 소비할 것 |

저장 및 유통 중 손실시간 환경모니터링
 온도제어인 시스템관리

가습기를 이용하여 공기중에 습도 유지
 저장고와 운송차량에 차단막 설치
 MAP 필름을 이용

그림 3-221. 손실률 경감을 위한 필요 수확 후 관리기술

(2) 작목별 저장 및 유통 과정에서의 품질 인자 도출

(가) 사과 수확 후 품질에 영향을 미치는 환경 요인 및 모니터링 프로그램의 의의

사과 수확 후 품질에 영향을 미치는 대표적인 환경 요인은 과실 주변의 온도, 상대습도, 이산화탄소 농도, 에틸렌 농도 등이며, 이 중에서도 온도와 상대습도는 품질관리의 주요 요인이라 할 수 있다. 과실 주변의 온도와 상대습도 하에서 얼마 동안의 기간 동안 저장 또는 보관하느냐에 따라 손실률이 결정된다.

사과 주변의 환경요인이 임계치 이상 또는 이하일 때 발생할 수 있는 품질 변화를 살펴 보면, 첫째, 고온에 노출되었을 때 시들음, 숙성 진행, 노화 가속화, 당산도 하락, 조직감 하락 등이 일어나며, 둘째, 동결점 이하의 저온에 노출시 동결장해가 발생하며, 셋째, 저습도 조건에 보관시 증산에 의한 시들음이 증가하며, 고습도일 경우에는 부패과 발생이 증가한다. 넷째, 고 이산화탄소 조건에서는 과심갈변과 내부갈변이 증가하며 저 산소일 경우에는 내부 갈변과 심할 경우 이취가 발생한다. 다섯째 고 에틸렌 조건일 때 숙성이 진행이 빠르며, 노화가 가속화 되고 당산도가 하락하며 조직감이 떨어져 물러진다. 품종에 따라 각각의 환경 요건에 반응하여 일어나는 품질 변화 정도는 조금씩 다르다. 껍질덴병, 밀증상 등 재배시 영양적 요인을 포함한 수확후 여러 환경조건들이 복합적으로 작용하여 나타나는 생리적인 장애들도 있다.

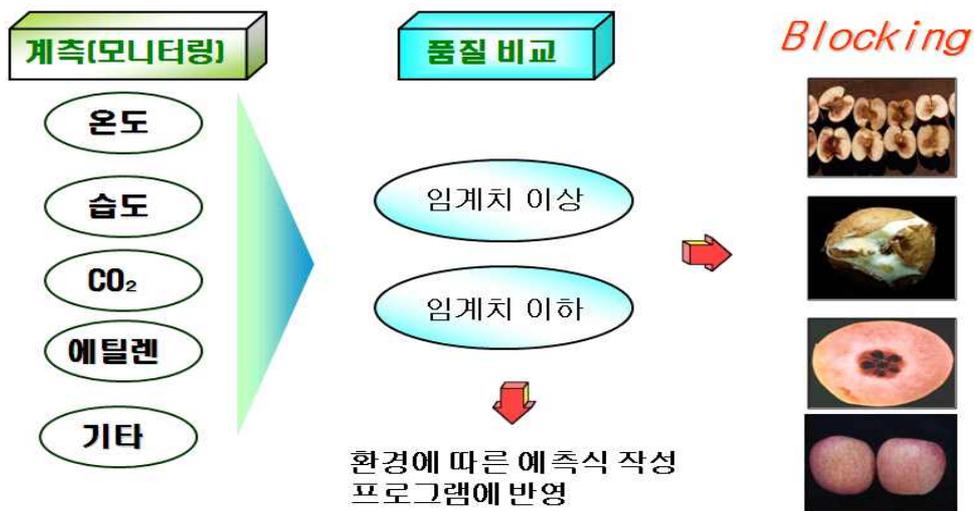


그림 3-222. 수확후 환경요인에 따른 품질 변화 모식도

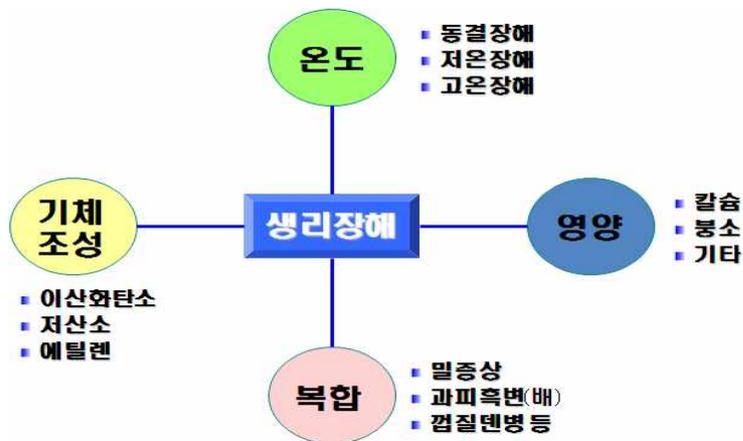


그림 3-223. 사과 수확후 생리장애과 발생 요인 및 장애과 양상

(나) 사과 환경 요인에 따른 품질 변화 및 예측

사과 품종별로 0℃의 저장고에 고습도(95% 이상 상대습도)와 저습도(65% 상대습도)로 설정하여 저장할 때 저장한계 기간 및 손실율을 표 3-19에 나타내었다. 품종에 따라 저장력에는 차이가 있으며, 만생종인 ‘후지’나 ‘감홍’이 조생종인 ‘쓰가루’나 ‘홍로’에 비해 저장기간이 길다. 습도에 따라서는 ‘후지’사과의 경우 고습에 저장시 180일까지 저장가능하며 1.2%의 손실률을 보이나, 저습도에 저장시 120일까지 저장가능하며 손실률을 15.2%를 보인다. 품종별로 저장력에 차이가 있는 것은 품종이 가지고 있는 고유의 호흡률과 에틸렌 발생량이 다르기 때문인데(그림 3-224), 호흡률이 높을수록 에틸렌발생량이 많을수록 저장수명은 짧아

저서 호흡량이 높은 조생종 품종일 수록 저장한계기간은 짧고, 호흡량이 낮은 만생종 품종일수록 저장한계기간은 늘어난다.

표 3-19. 사과 품종별 저온(0℃) 저장 중 상대습도에 따른 저장한계기간 및 손실률

| 품종 | 저장 한계기간(일) 및 손실율(%) | |
|--------|---------------------|--------------|
| | 95% 상대습도저장시 | 65% 상대습도 저장시 |
| 쓰가루 | 30일, 1.3% | 20일, 10.5% |
| 추광 | 40일, 1.5% | 20일, 11.6% |
| 홍로 | 50일, 1.4% | 30일, 12.2% |
| 홍월 | 60일, 1.3% | 50일, 11.8% |
| 조나골드 | 90일, 1.2% | 50일, 12.8% |
| 감홍 | 100일, 1.2% | 60일, 14.4% |
| 후지 | 180일, 1.2% | 120일, 15.2% |
| 손실율 평균 | 1.3% | 13.1% |

* 손실률 : 수분손실 +부패과

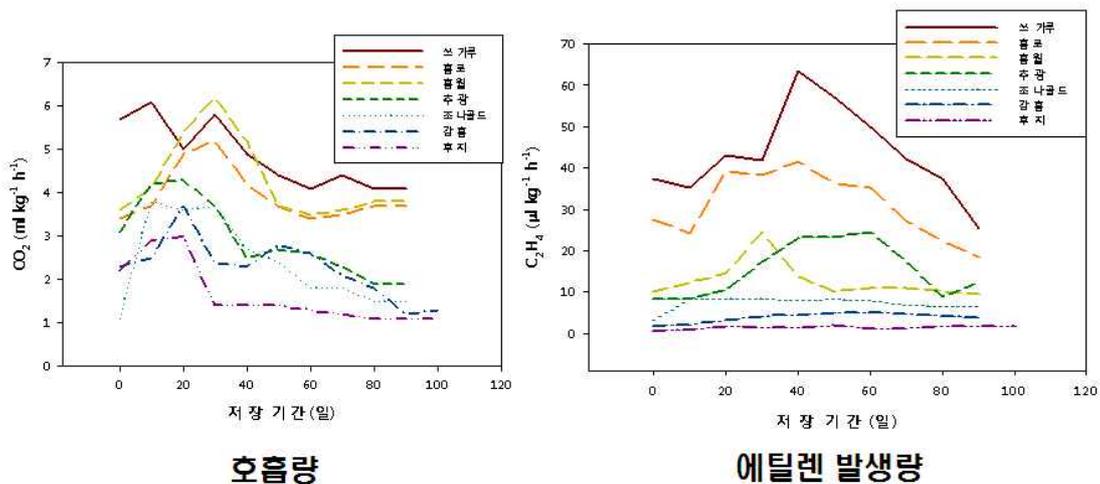


그림 3-224. 사과 품종별 호흡량 및 에틸렌 발생량

사과 ‘후지’를 저온(0℃) 저장고에 상대습도를 5개 수준으로 나누어 조성하여 저장하면서 저장기간 경과에 따른 중량감소율을 조사하였고, 이를 분석하여 중량감소 예측식을 구하였다(그림 3-225). 상대습도에 따른 중량감소율은 유의적으로 변화하였으며, 상대습도가 낮을수록 중량감소율은 빠르게 증가하였다. 습도에 따른 중량감소 예측식을 바탕으로 향후 ‘후지’ 사과를 저장하면서 저장고 내부 상대습도를 모니터링하고 그 결과를 바탕으로 저장된

사과의 중량감소율을 예측할 수 있을 것이다.

사과 ‘후지’ 저장 중 저장온도 상승에 따른 중량감소율(0℃ 대비) 증가는 기존에 보고된 저장온도에 따른 호흡량에 대비하여 계산할 수 있는데, 저장 온도가 1℃일 때는 0℃와 비교하여 1.33% 증가하고, 2℃일때는 1.47%, 3℃일때는 1.58%가 증가한다.

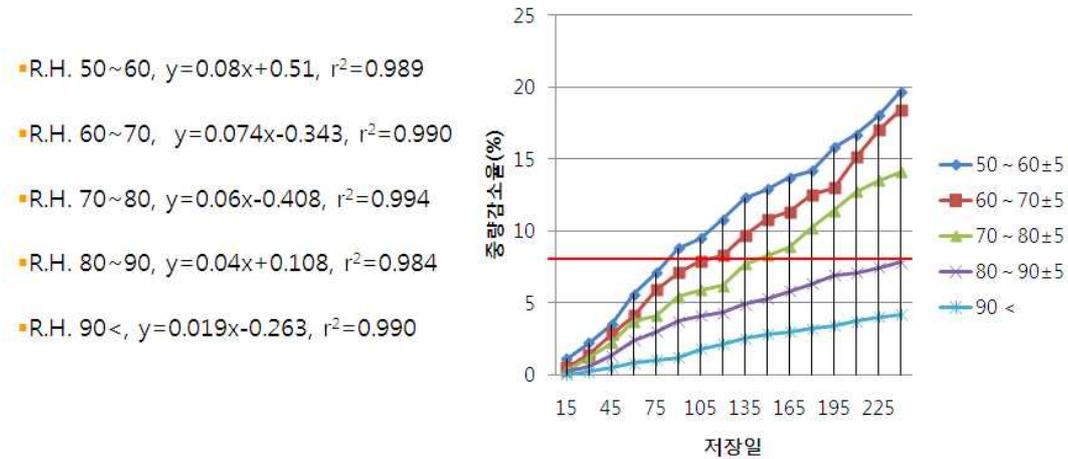
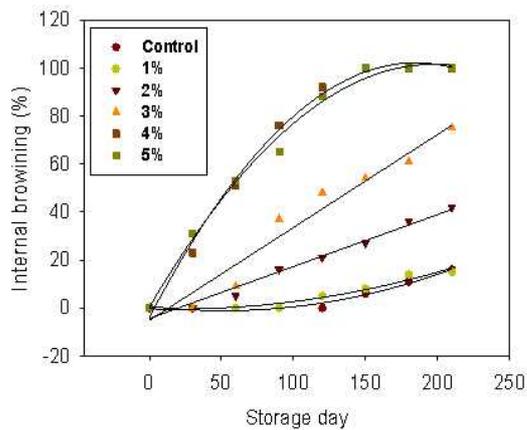


그림 3-225. 사과 ‘후지’ 0℃ 저장중 상대습도에 따른 중량감소율 및 중량감소 예측식

사과 ‘후지’ 저온(0℃) 저장 중 이산화탄소 농도에 따른 과육갈변 또는 과심갈변과 발생율과 발생 예측식을 그림 3-226에 나타내었다. 이산화탄소 농도가 높을수록 과육갈변과 발생은 빠르게 증가한다. 2% 이상의 농도에서 급격하게 증가하다가 4%이상의 농도에서는 유사한 수준으로 발생하였다.



- CO₂ 5%, $y=0.375+1.023x-0.0023x^2$, $r^2=0.992$
- CO₂ 4%, $y=-3.833+1.148x-0.003x^2$, $r^2=0.992$
- CO₂ 3%, $y=-6.333+0.426x-0.0002x^2$, $r^2=0.956$
- CO₂ 2%, $y=-4.333+0.216x$, $r^2=0.977$
- CO₂ 1%, $y=-3.333-1.627x+0.0005x^2$, $r^2=0.956$
- CO₂ Control, $y=0.79-0.072x+0.0007x^2$, $r^2=0.973$

그림 3-226. 사과 ‘후지’ 저온(0℃)저장 중 이산화탄소 농도에 따른 내부갈변과 발생 및 예측식

사과 ‘후지’를 장기 저장할 때 저장고 내부의 산소와 이산화탄소 농도를 최소한의 호흡만 가능하도록 조절하여 저장하는 CA저장시, 또는 일반 저장고에서 증산 및 호흡을 줄이기 위해 MA포장 저장이 확산되고 있는데, 이 경우 과일 주변의 산소와 이산화탄소 농도가 일정 범위보다 낮거나 높을 경우 과심갈변이나 이취 등 생리장해과가 발생하므로 매우 주의해야 한다. 이러한 결과는 사과 저장고 내부에서 또는 수출 중 선박운송시 냉장트레일러 내부에서 온도, 상대습도, 이산화탄소농도, 산소 농도를 모니터링 할 경우 생리장해과 발생에 대한 기준점으로 사용할 수 있으며, 기준점 범위에서 벗어날 경우 알람이나 필요한 조치를 취할 수 있게 함으로써 손실율을 경감시키는 데 기여할 수 있을 것이다. (그림 3-227)

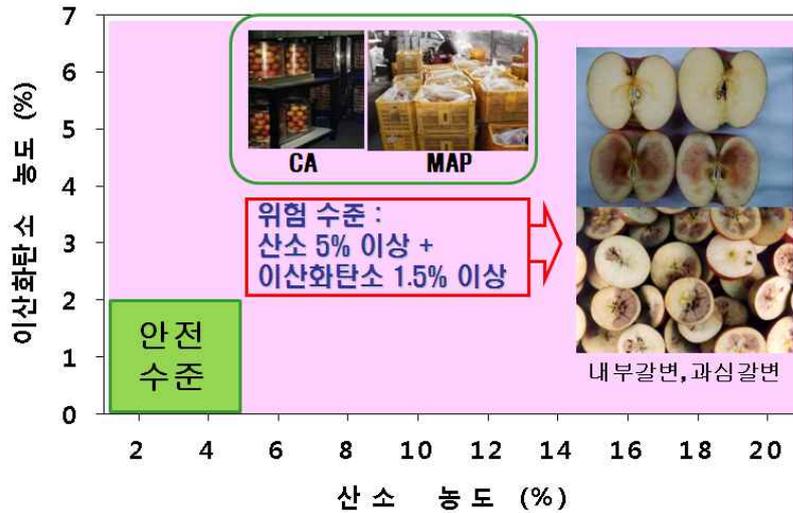


그림 3-227. 사과 ‘후지’ CA저장 및 MA저장시 적정 산소와 이산화탄소 농도 범위

그림 3-228에 사과 ‘후지’ 과실을 적정 저장온도 이하의 온도에 저장할 경우 온도에 따른 동결장해 발생시점과 동결온도에 노출된 기간에 따른 동결회복 가능일을 표시한 것이다. ‘후지’사과는 저장시 저장온도가 부득이하게 낮게 조절되어 동해가 발생하더라도 저장온도를 서서히 올리면 동결이 풀려서 회복할 수 있는 가능성을 가지고 있다. 물론 회복되더라도 일단 동결장해를 받은 과실의 내부 세포 조직은 정상 조직과 비교시 깨져 있는 경우가 대부분이지만, 육안관찰이나 당산도 등 품질은 시장에서 판매 가능할 정도의 수준일 수 있다. 예로 -1°C 에 지속적으로 노출된 사과는 5일째에 얼기 시작하며, 9일째까지는 회복하였을 때 먹을 수 있는 수준의 품질을 가진다. 그러나 14일 동안 노출되면 동결에서 회복되지 않고 피해 증상이 그대로 보이며 판매할 수 없는 수준이 된다. 동결이 일단 발생한 과실은 동결에서 회복되더라도 가능한 빨리 출하하여야 하며, 동결에서 회복된 과실을 오래 저장할 경우 조직이 손상된 결과 부패과 발생이 빠르게 증가하게 된다.

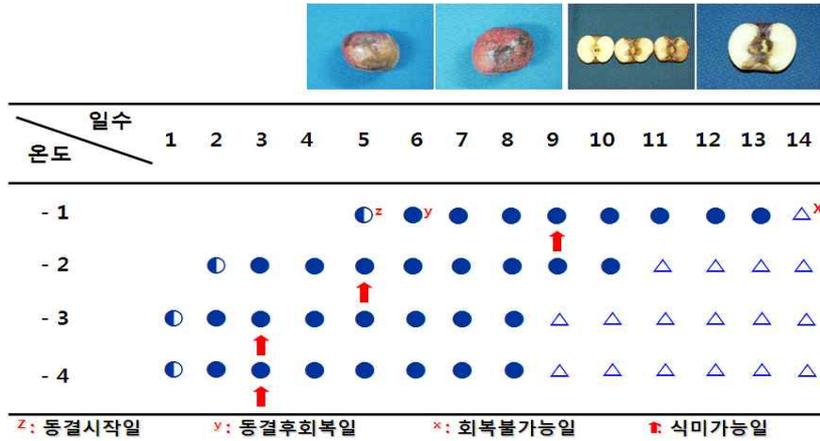


그림 3-228. 사과 ‘후지’ 동결 시점, 동결후 회복 가능일 및 식미 가능일

사과를 저장하면서 적정 온도, 상대습도, 산소, 이산화탄소 농도를 맞추어주고, 에틸렌 발생을 억제하더라도 부패에 의한 손실률 발생 정도는 달라질 수 있다. 이는 손실률 발생에 주로 영향을 미치는 요인 이외에 다른 많은 요인들이 품질과 관여되어 있기 때문이다. 예로, 사과 ‘후지’ 장기저장시 저장고 소독 유무에 따른 손실률은 매우 큰 차이가 있는데, 저장고 내부나 저장상자를 주기적으로 세척한 경우와 그렇지 않은 경우 저장 초기부터 과일에 감염될 수 있는 오염균의 밀도가 달라짐으로 인해 저장중 부패과 발생율이 달라진다.(그림 3-229)



그림 3-229. 사과 저장시 저장고 소독 여부에 따른 감모율 발생 차이 및 부패과 유형

따라서 저장고 온도, 상대습도, 산소 농도, 이산화탄소 농도에 따른 품질변화 양상과 예측식을 적용하여 온습도 모니터링 및 품질예측 프로그램을 작성한 후, 실제 저장고에 투입할

경우 예측식과 실제값이 다르게 나타날 수 있다. 따라서 일단 만들어진 프로그램은 지속적인 현장 실험을 통하여 환경요인을 계측하고 실측치를 측정, 축적하여 보정함으로써 점차 정밀하게 예측할 수 있는 프로그램으로 발전할 수 있을 것이다.

(다) 사과 ‘후지’ 저장중 온습도 모니터링

사과를 저온 저장할 때 저장고의 냉각 장치의 원리상 저장고 내부의 수분을 냉장코일부분으로 끌어당겨 응축시켜 성애를 만들기 때문에 저장고 내부의 상대습도는 계속적으로 낮아지게 된다. 과일이 포함하는 수분함량은 약 90% 내외이며, 상대적으로 수분이 높은 과일에서 습도가 낮은 저장고 내부 공기로 수분이 빠져나가게 되며, 이를 막기 위해 저장고 내부의 습도를 높여주는데, 이 방법으로 가습기를 설치하거나 MA포장을 이용하게 된다.

사과 ‘후지’를 저온(0℃) 저장할 때 다양한 저장방법을 적용하였을 때 저장고 내부 온습도를 모니터링한 결과를 나타내었다.

그림 3-230은 0℃저장고 내부의 온습도를 나타낸 것이며, 그림 3-232는 사과를 2% 유공 PE0.03mm필름으로 속포장하여 저장하였을 때, 그림 3-233은 무공PE0.03mm로 속포장하여 저장하였을때 포장내부의 온습도를 WatchDog 센서를 이용하여 모니터링한 결과이다. 무공 PE 0.03mm필름은 2%유공PE0.03mm 필름에 비해 투기성이 낮아 산소, 이산화탄소, 수분의 유통이 보다 잘되며, 이로 인해 포장 내부의 공기 조성은 유공필름에 비해 산소는 낮게, 이산화탄소는 높게 유지되며, 상대습도는 두 포장 모두에서 95% 이상으로 유지되나 포장 외부 습도가 낮을 경우 무공필름에서 빠져나가는 수분량이 유공필름에서 빠져나가는 수분량에 비해 커서 내부 과실의 시들음은 더 낮아지게 된다.

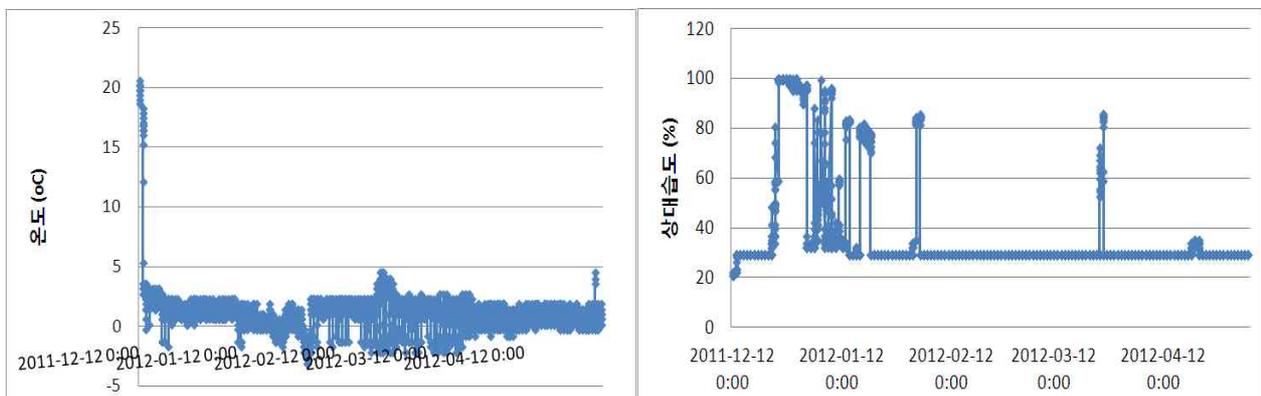


그림 3-230. 사과 ‘후지’ 0℃ 저장 중 저장고 내부 온습도 환경 모니터링

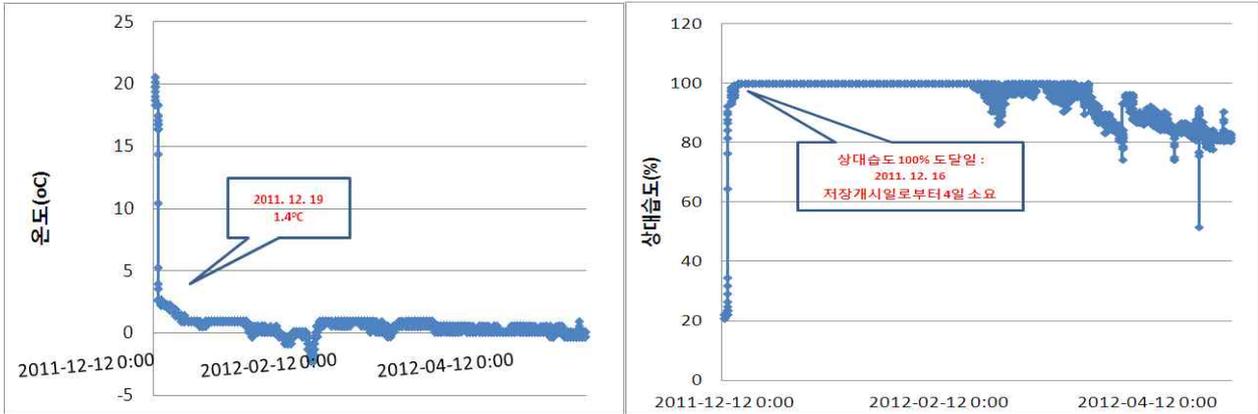


그림 3-231. 사과 ‘후지’ 0℃ 저장시 2% 유공 PE 필름 속포장 내부 온습도 모니터링
 - 온도 1.4℃/상대습도 100% 도달에 소요되는 시간 : 7일/4일

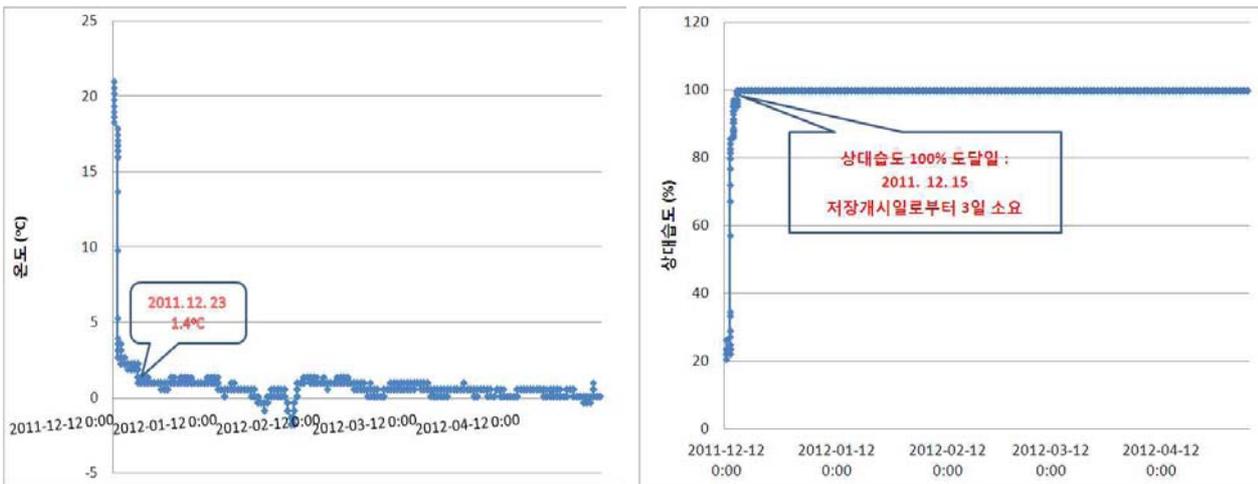


그림 3-232. 사과 ‘후지’ 저장시 무공 PE필름 속포장 내부 온습도 모니터링
 - 온도 1.4℃/상대습도 100% 도달에 소요되는 시간 : 11일/3일

(3) 파프리카 호주 수출을 위한 수확후 관리기술 적용 및 물류환경 실시간 모니터링

(가) 배경 및 필요성

현재 국내 수출농산물 가운데 단일 품목으로는 파프리카가 수출액이 가장 큰 편으로 파프리카의 수출액은 2000년 2,207톤에서 2010년 16,168톤으로 733%가 증가했다. 하지만, 수출 물량의 99%이상이 일본으로 집중되어 편중화 현상이 심화되어 일본의 시장변화에 민감하게 반응하므로 현재 신시장 개척이 필요할 실정이다. 최근 호주, 미국 등 시장개척 중이지만, 파프리카의 저장 가능기간이 2주이기 때문에 유통기간 및 선도유지(표 3-20)에 대한 선결과제의 해결이 필요할 상태이다. 이에 농진청에서 개발 및 연구되어진 수확후관리 영농기술 등을 활용(패키지화)하여 장기 유통기간 중 선도유지를 통해 품질을 확보하여 수출국 다변

화를 통한 수출물량 증대 및 안정적 생산공급 체계를 구축하고 해외시장에서의 가격(고품질 고가격)을 확보하고자 한다.

(나) 주요내용

표 3-20. 수확 후 관리 선도유지기술

| 적용기술 | 내용 | 비고 |
|-------------------|--|---|
| 수확시기 결정 (칼라차트) | 칼라차트를 이용한 수확시기 조절 ※ Yellow : 수출용 3, 내수용 4~5 Red : 수출용 4, 내수용 5 |  |
| 이산화염소 처리 | 파프리카 꼭지 및 표면부위 살균처리 ※ 처리조건 : 0.1ppm, 30분 |  |
| MA 포장 | 속포장재를 활용하여 상자내 적정습도 유지 ※ 외포장재 : 통기구 4개 속포장재 : 0.03mm PE필름, 개공율 :1.5~2.0% |  |

수확단계(수확시기결정) + 전처리단계(이산화염소 처리) + 포장단계(MAP)

수출과정 중 물류환경 실시간 모니터링 및 분석을 위해 컨테이너 내부에 위치별 무선센서 및 통신 모듈 설치를 통한 물류환경 실시간 모니터링을 하고 호주 수출시 적도부근에서의 컨테이너 내부온도 변화 등 실시간 온습도 측정 후 파프리카의 품질과의 상관관계 분석한다.(그림 3-233, 234)



그림 3-233. 파프리카 수출과정

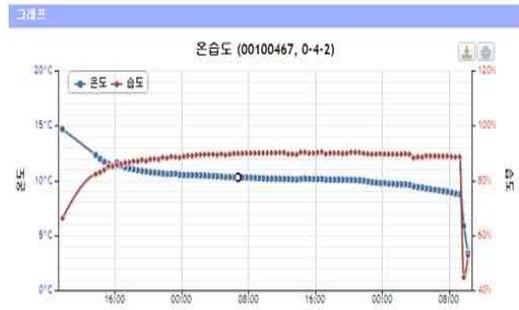
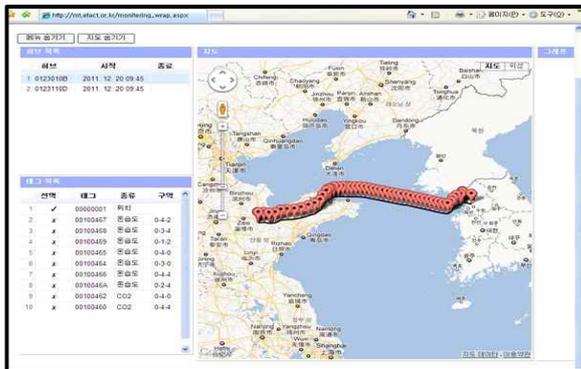


그림 3-234. 온습도 무선센서 및 통신유닛

(다) 시범사업 실시

- '12.6.27~8.6, 강진 탐진들영농조합 ⇒ 부산항 ⇒ 호주 시드니항
- 6월 27일 : 기술적용방법 및 수출작업 시나리오 검토
- 포장상자 : 통기구 有·無, 2%유공·기능성필름 등 처리구별로 상자 준비
- 이산화염소 처리 : 처리물량(100상자)를 고려하여 소요시간 예상 및 1회 처리물량 시물레이션 작업 실시
- 실시간모니터링 시스템 : 온·습도 센서 설치 위치 및 GPS·통신안테나 마감처리 방안 모색
- 6월 28일 : 수출 작업(수확→선별→포장→컨테이너 적재→수송)
 - 수확작업 : 본 수확(숙기 100%) 이후 2차 수확를 통해 적정숙기의 파프리카 수확
 - 선별작업 : 1차 에어건을 이용해 꼭지 및 표면 이물질 제거(수출검역시 필수사항), 크기별 (L, XL)로 상자 담기
 - MA포장 : 사전에 처리구별로 속포장재 처리 후 포장작업 실시
 - ※ 외포장 상자 : ①통기구 6개, ②통기구 없는 상자로 구분
 - 내포장재 : ①2% 0.03mm PE 필름, ②기능성 필름 구분
 - 이산화염소 처리
 - ; 3개의 우레탄 커버를 이용하여 ①통기구 없는 상자, ②2% 유공필름, ③기능성 필름 처리구별로 동시 처리
 - 라벨작업 : 파프리카 수출시 수입국에서 요청한 표시사항 기입 후 라벨링 작업
 - 컨테이너 적재 : 7월 4단 적재
 - ※ 입구 쪽에 처리구별로 1상자씩 배치 ⇒ 시드니항 도착시 품질조사를 위해

- 실시간모니터링 시스템 설치
 - ; 온습도 센서 총 8개 설치(좌우 벽면 : 3개씩, 가운데 상자 위 : 2개)
- 차량수송 : 탐진들 → 부산항
 - ※ 컨테이너 내부온도 8℃, 습도 90% 수준으로 관리되며 이동
 - 29일 오전 1시 부산항 CY 반입
- 수출물량 : 총 271상자/5kg
 - ※ 재선별 : 기존 300상자 ⇒ 271상자(X, XL 사이즈로 구분·규격화하여 포장)
- 6월 29일 : 부산항 CY → 선적
 - 실시간모니터링 뷰어 프로그램으로 온습도 확인 결과 CY에서 온도관리가 제대로 되지 않음(냉동기 전원 off 예상) ⇒ 호주 수출 완료 후 클레임 재기



수확작업 (숙기 - Red : 75~80%, Yellow : 65~70%)



선별작업 (X, XL 사이즈만 수출작업)



포장전 에어건 작업 (꼭지 및 표면 이물질 제거)



처리구별 속포장 작업



크기별 선별 및 포장작업



이산화염소 처리시설 설치 (처리구별로 구분)



이산화염소 처리 (0.1ppm 농도로 30분처리, 10분 환기)



라벨 작업 (수입국에서 요구한 표시사항 기입)



컨테이너 적재 (7열 4단 적재)

원물상자 흔들림방지 에어백 설치

※ 품질조사용 상자 입구배치



물류환경 실시간모니터링 시스템 설치



컨테이너 냉각장치 설정



썰넘버 : AHL1318896



부산항 CY 반입

그림 3-235. 수출시범사업 사진자료(1)

■ 수출과정 및 품질검사

ETA(도착 예정일자)가 7월 18일 이었으나 DG LEAKAGE로 인하여 7월30일에 시드니 도착하게 되었다. 7월 12일에 통관은 완료 되었으며 aqis에서 fresh product inspection을 하는 것으로 확인 받았다. 7월 30일, 배 도착후 8월1일에 아침에 aqis inspection후 PENDING TEST RESULT ORDER받았다. 곰팡이 균이 있는 파프리카를 LAB TEST하러 보냈다. TEST 후, 8 월 3일에 AQIS ORDER(첨부의 No.3)에 광범위하게 균에 관련한 부패한 증상이 보이며 전체는 아니지만 50%이상 발생하였으므로 “재 수출 또는 폐기를 권고함”이라는 comments가 있는 aqis order받았다. 8월6일 폐기 통보를 받고 8월8일 폐기를 하였다.

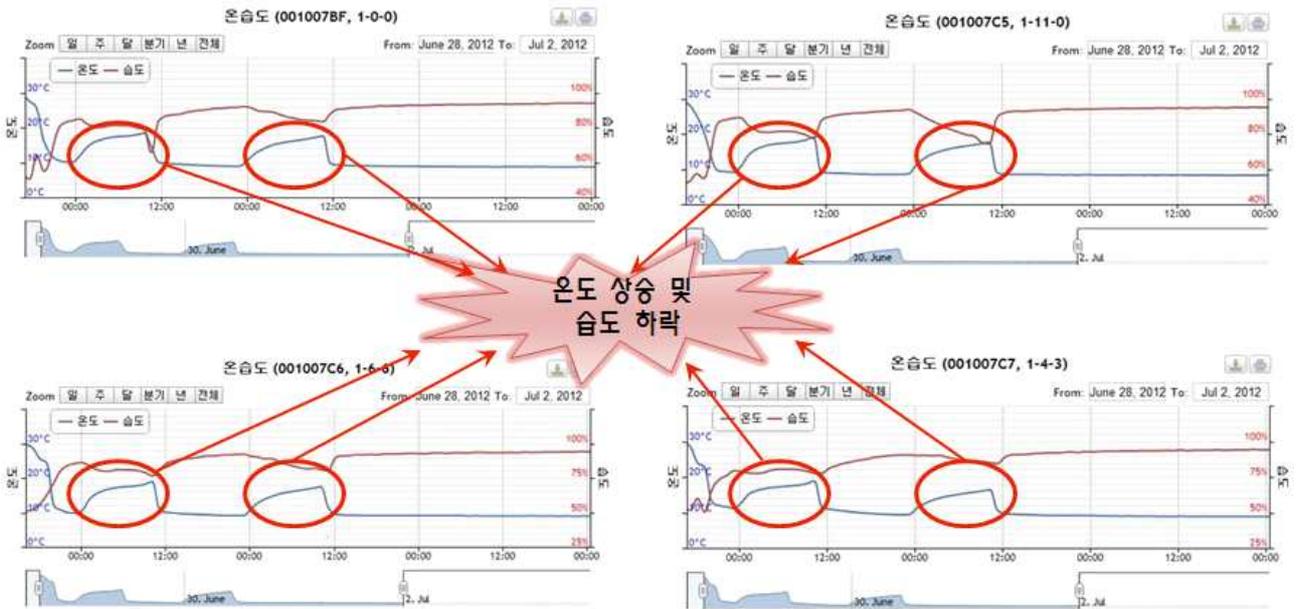


그림 3-236. 호주수출과정 결과 분석

실시간 모니터링 데이터를 이용하여 부산항에서 대기중 냉동컨테이너 전원이 차단되었음을 증명할 수 있었으며(그림 3-236), 본 데이터를 근거로 포워딩 업체를 통해 컨테이너 관리업체에 클레임을 제기한 결과 호주로 수출한 물량의 50%에 해당되는 농산물의 원물값을 보상기로 결정되었다. 본 사례를 통해 수출 대상국과의 농산물 무역에 있어 실시간모니터링 시스템의 필요성을 입증할 수 있었다.

2. 2년차 수행 내용 및 결과

가. 세부 시험계획(2년차 2012.8~2013.8)

(1) 농산물 저장 및 유통 기술 실태 조사

국내의 주요 배 APC 15개소를 대상으로 APC별 설문지 조사 및 현장 조사를 통하여 배를 취급하는 공정, 시설 운영 형태 등 실태조사를 실시하였고, 이를 통하여 배 저장 및 유통 시 품질 저하 주요 장소를 파악하고자 하였다. 배 저장 및 유통 중 환경 모니터링 프로그램 작성시 수확후 취급 과정에 따른 고려할 사항을 사전에 제공하고, 필수적인 설치 장소를 결정하는 데 기반 자료로 이용하고자 하였다.

(2) 작목별 저장 및 유통 과정에서의 품질 인자 도출

배 주요 품종인 ‘신고’배를 대상으로 다양한 온습도 및 장해과가 발생할 수 있는 관련 환경을 조성하였고, 조성 환경을 모니터링 하면서 배의 품질 특성 변화를 조사하여 환경에 따른 품질변화 예측식을 작성하였다. 배의 수확기를 3수준(미숙, 적숙, 과숙)으로, 저장 상대습도는 2수준(저습, 고습)으로 조성하여 0℃에 저장하면서 중량감소율, 경도, 적정산도를 조사하였고, 품질 변화 예측식을 작성하였다. 신고배의 동결점을 구명하기 위하여 온도를 4수준(-1, -2, -3, -4℃)로 설정하였고, 신고배를 저장하면서 동결 시작일, 동결후 회복일을 구명하였다. 배의 저장 중 장해과의 하나인 탈피과의 원인은 기구명되어 있는데, 저장시 저장온도의 등락이 있을 경우 발생하는 것으로 알려져 있다. 이 결과를 도입하여 온습도 모니터링 프로그램 작성시 이상경보 발생 임계 온도를 결정하고자 하였다. 신고배 저장시 저장 환경 중 이산화탄소 농도는 과심갈변과 과육갈변을 일으키는 중요한 환경 요인이다. 배의 숙기별로 3수준(미숙, 적숙, 과숙), 이산화탄소 농도를 4수준(0.03, 1, 3, 5%)으로 조성하여 0℃ 저장고에 저장하면서 배의 과심갈변율을 조사하였고, 이를 바탕으로 이산화탄소 농도에 따른 과심갈변 예측식을 작성하였다. 덧붙여 보다 광범위한 이산화탄소 농도조건에서 과심갈변율을 파악하기 위하여 적기수확한 신고배를 사용하여 이산화탄소 농도를 7수준(0.03, 1, 2, 3, 4, 5, 8%)으로 조성하여 과심갈변 발생율을 파악하였고, 이에 대응한 품질 변화 예측식을 작성하였다. 시험장소는 국립원예특작과학원 저장고를 이용하였다. 저장기간은 신고배 수확기인 10월말부터 저장한계기까지였다.

나. 시험결과

(1) 주요 배 APC별 기술 및 시설 운영 실태 조사

(가) APC별 실태조사

2010년 기준으로 농협 APC별 취급 현황을 분석하여 취급실적이 있으며 현재 정상적으로

가동되는 APC를 총 15개 선정하였다.(표 3-21)

표 3-21. 조사대상 APC

| | APC 주체 | | APC 주체 | | APC 주체 | | APC 주체 | | APC 주체 |
|---|--------|---|--------|---|--------|----|--------|----|--------|
| 1 | 안성과수 | 4 | 공주원예 | 7 | 천안배원예 | 10 | 나주금천 | 13 | 장성삼계 |
| 2 | 안성맞춤 | 5 | 아산원예 | 8 | 천안성환 | 11 | 나주영산포 | 14 | 상주외서 |
| 3 | 평택과수 | 6 | 아산음봉 | 9 | 익산원예 | 12 | 나주조합법인 | 15 | 상주원예 |

수확 후 관리기술 활용 수준의 평가는 APC 특성에 따라 선택성이 강한 수확후 처리기술 분야를 제외하고, 6개 분야를 평가분야로 선정 한 후 각 분야에 대해 작목에 따라 세부적인 항목을 도출하여 각 분야를 10점으로 표준화한 후 60점 만점으로 평가하였다.(표 3-22)

관리시설의 보유 정도와 관리역량 부문은 1) 시설의 접근성 등 시설의 개관, 2) 저장 시설 확보율 및 관리능력, 3) 선별 등 상품화 시설의 적정성 및 관리역량, 4) 출하·유통 및 품질관리 관련 시설 및 자원의 확보 정도로 나누어 각 분야를 10점으로 표준화한 후 40점 만점으로 평가하였다.

점수화하지 않은 조사 항목은 별도로 국내 APC의 기술 및 시설 실태자료로 활용하기 위해 기술 적용 여부, 적용 효과 등을 분석하였다.

표 3-22. APC 실태조사 항목의 조정

| 관리기술 활용 수준 (6개 항목: 60점으로 표준화) | 시설 확보율 및 관리 역량 (4개 항목: 40점으로 표준화) |
|----------------------------------|---|
| 1. 수확시기 판단 및 지표 활용 수준 | 1. 시설 개관: 접근성, 작업동선 등 2. 저장시설 3. 선별 및 상품화 시설 4. 유통 및 품질관리 시설 |
| 2. 이송 | |
| 3. 저장 | |
| 4. 상품화: 선별, 포장 | |
| 5. 유통 기술 | |
| 6. 품질관리 기법 | |

(2) 실태조사 결과

(가) APC 공정 별 수확후 관리기술 활용도 평가 점수

수확의 계획성과 수확시기 결정을 위한 지표 설정 기술 활용도는 5점 만점 기준 각각 3.9 점, 3.4점을 나타내 전반적으로 기술의 활용 수준이 보통인 것으로 평가되었으며, 두 항목을 합산한 점수의 미흡, 보통, 우수 구간 분포 조사 결과, 3개 APC(평가 APC의 20% 해당)가 기술 활용도가 미흡한 것으로 나타났다. (표 3-23, 그림 3-237)

표 3-23. 수확 공정 평가점수 집계표

| 순서 | APC 주체 | 수확공정 (공통) | | | | | | | | | | 합산점수 (10점) | | |
|-------|--------|-------------------------|---|---|---|---|---------------------------|---|---|---|---|---------------|-----|----|
| | | 계획성결정방법 (1,2,3,4,5점) | | | | | 지표설정및자원확보 (1,2,3,4,5점) | | | | | | | |
| 1 | 안성과수 | 5 | | | | | 5 | | | | | 10 | | |
| 2 | 안성맞춤 | 5 | | | | | 5 | | | | | 10 | | |
| 3 | 평택과수 | 4 | | | | | 3 | | | | | 7 | | |
| 4 | 공주원예 | 3 | | | | | 2 | | | | | 5 | | |
| 5 | 아산원예 | 3 | | | | | 3 | | | | | 6 | | |
| 6 | 아산음봉 | 3 | | | | | 2 | | | | | 5 | | |
| 7 | 천안배원예 | 5 | | | | | 4 | | | | | 9 | | |
| 8 | 천안성환 | 5 | | | | | 4 | | | | | 9 | | |
| 9 | 익산원예 | 3 | | | | | 3 | | | | | 6 | | |
| 10 | 나주금천 | 3 | | | | | 3 | | | | | 6 | | |
| 11 | 나주영산포 | 3 | | | | | 3 | | | | | 6 | | |
| 12 | 나주조합법인 | 5 | | | | | 5 | | | | | 10 | | |
| 13 | 장성삼계 | 3 | | | | | 3 | | | | | 6 | | |
| 14 | 상주외서 | 5 | | | | | 4 | | | | | 9 | | |
| 15 | 상주원예 | 3 | | | | | 2 | | | | | 5 | | |
| 평균±SE | | 3.9±0.1 | | | | | 3.4±0.1 | | | | | 7.3±0.1 | | |
| 분포 | 구간 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | ≤5 | 6~7 | ≥8 |
| | 개소 | 0 | 0 | 8 | 1 | 6 | 0 | 3 | 6 | 3 | 3 | 3 | 6 | 6 |

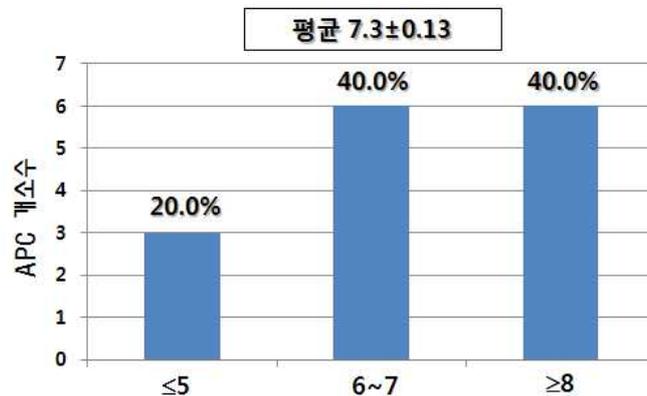


그림 3-237. 수확 공정에서의 관리기술 활용 수준 평가 점수 분포(부여점수 10점 기준)

▪ 농가-APC 이송 공정

4개 항목에 대해 조사한 이송 공정 기술 활용도는 하차 작업 공정을 제외한 모든 항목에서 ‘보통’ 이상으로 평가되었다. 특히 이송 작업의 효율성은 평균 점수가 ‘우수’ 수준을 보여 농가에서 APC로의 반입이 신속하게 이루어지나 APC에서의 하차 공정은 순조롭지 못한 것으로 평가되었다. 이송 공정의 종합 평가 점수는 부여 총점수 18점에 평균 13.1이었고 7개 APC(평가 APC의 46.7% 해당)가 ‘우수’ 수준의 기술을 구사하는 것으로 조사되었다.(표 3-24, 그림 3-238)

표 3-24. 이송 공정 평가점수 집계표

| 순서 | APC 주체 | 이송 공정 (공통) | | | | 합산점수 (18점) | | | | | | | | | | | | | |
|-------|--------|---------------|----------------------|---------------------|---------------|------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-----|-------|-----|
| | | 물량조절 (1,3,5점) | 수집-이송작업 (1,2,3,4,5점) | 하차작업공정 (1,2,3,4,5점) | 이송품질 관리(1,3점) | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 안성과수 | 5 | 5 | 2 | 3 | 15 | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 안성맞춤 | 5 | 5 | 2 | 3 | 15 | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 평택과수 | 5 | 4 | 2 | 1 | 11 | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 공주원예 | 3 | 5 | 3 | 3 | 14 | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 아산원예 | 3 | 5 | 3 | 3 | 15 | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | 아산음봉 | 1 | 5 | 3 | 3 | 16 | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | 천안배원예 | 5 | 5 | 3 | 3 | 16 | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | 천안성환 | 3 | 4 | 2 | 1 | 11 | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | 익산원예 | 3 | 4 | 2 | 1 | 11 | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | 나주금천 | 3 | 3 | 3 | 1 | 10 | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | 나주영산포 | 3 | 3 | 2 | 1 | 9 | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | 나주조합법인 | 5 | 5 | 3 | 3 | 16 | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | 장성삼계 | 1 | 3 | 2 | 1 | 9 | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | 상주외서 | 5 | 5 | 3 | 3 | 16 | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | 상주원예 | 5 | 4 | 3 | 1 | 12 | | | | | | | | | | | | | |
| 평균±SE | | 3.7±0.1 | 4.3±0.1 | 2.5±0.1 | 2.1±0.1 | 13.1±0.2 | | | | | | | | | | | | | |
| 분포 | 구간 | 1 | 3 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 3 | ≤10 | 11~14 | ≥15 |
| | 개소 | 2 | 6 | 7 | 0 | 0 | 3 | 4 | 8 | 0 | 7 | 8 | 0 | 0 | 7 | 8 | 3 | 5 | 7 |

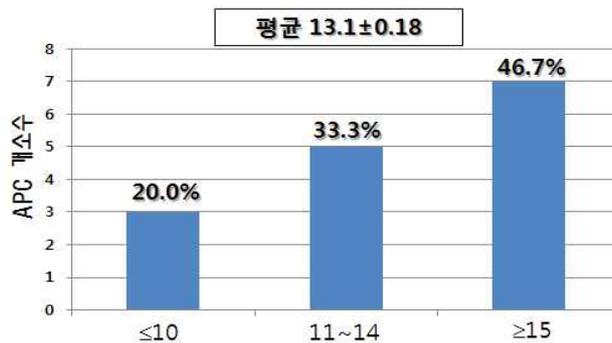


그림 3-238. 이송 공정에서의 관리기술 활용 수준 평가 점수 분포(부여점수 18점 기준)

▪ 저장

5개 항목으로 나누어 평가한 저장기술 활용도는 저장중 온도 관리만이 ‘우수’ 수준을 보였으며, 초기 온도관리는 제대로 이루어지지 않아 배 저장고 입고후 품온을 낮추는데 장시간이 소요되는 것으로 판단되었다. 저장고 습도 관리기술은 10점 만점 기준 평균 6.6점으로 나타나(‘미흡’에 가까운 ‘보통’ 수준), 앞으로 습도 유지기술에 대한 지원이 필요한 것으로 판단되었다. 전반적인 저장 기술 활용도는 평가 대상 APC의 4개소(26.7% 해당)가 ‘우수’ 수준을 보여 전반적으로 저장기술 활용도가 낮은 것으로 조사되었다. (표 3-25, 그림 3-239)

표 3-25. 저장 공정 기술 활용도 평가점수 집계표

| 순서 | APC 주체 | 저장 공정 (공통) | | | | | | | | | | | 합산점수 (21점) | | | | |
|-------|----------|-----------------|-------------|-------------------|----|--------------------|----|---------------|---------|---|---|---------|------------|---|----------|-------|-----|
| | | 저장프로그램활용 (1,3점) | 입고순서 (1,3점) | 온도관리(초기) (1,3,5점) | | 온도관리(저장중) (1,3,5점) | | 습도관리 (1,3,5점) | | | | | | | | | |
| 1 | 안성과수 | 3 | 3 | 1 | 5 | 5 | 17 | | | | | | | | | | |
| 2 | 안성맞춤 | 3 | 3 | 1 | 5 | 5 | 17 | | | | | | | | | | |
| 3 | 평택과수 | 1 | 3 | 1 | 5 | 3 | 13 | | | | | | | | | | |
| 4 | 공주원예 | 1 | 3 | 1 | 5 | 5 | 15 | | | | | | | | | | |
| 5 | 아산원예 | 1 | 1 | 1 | 5 | 5 | 13 | | | | | | | | | | |
| 6 | 아산음봉 | 1 | 3 | 3 | 5 | 3 | 15 | | | | | | | | | | |
| 7 | 천안배원예 | 3 | 3 | 5 | 5 | 3 | 19 | | | | | | | | | | |
| 8 | 천안성환 | 1 | 3 | 1 | 5 | 3 | 13 | | | | | | | | | | |
| 9 | 익산원예 | 1 | 3 | 1 | 3 | 1 | 9 | | | | | | | | | | |
| 10 | 나주금천 | 1 | 3 | 1 | 3 | 3 | 11 | | | | | | | | | | |
| 11 | 나주영산포 | 3 | 1 | 1 | 3 | 3 | 11 | | | | | | | | | | |
| 12 | 나주조합공동법인 | 3 | 3 | 3 | 5 | 3 | 17 | | | | | | | | | | |
| 13 | 장성삼계 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 9 | | | | | | | | | | |
| 14 | 상주외서 | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 | 13 | | | | | | | | | | |
| 15 | 상주원예 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 13 | | | | | | | | | | |
| 평균±SE | | 1.9±0.1 | | 2.6±0.1 | | 1.7±0.1 | | | 4.2±0.1 | | | 3.3±0.1 | | | 13.7±0.2 | | |
| 분포 | 구간 | 1 | 3 | 1 | 3 | 1 | 3 | 5 | 1 | 3 | 5 | 1 | 3 | 5 | ≤12 | 13~16 | ≥17 |
| | 개소 | 8 | 7 | 3 | 12 | 11 | 3 | 1 | 0 | 6 | 9 | 2 | 9 | 4 | 4 | 7 | 4 |

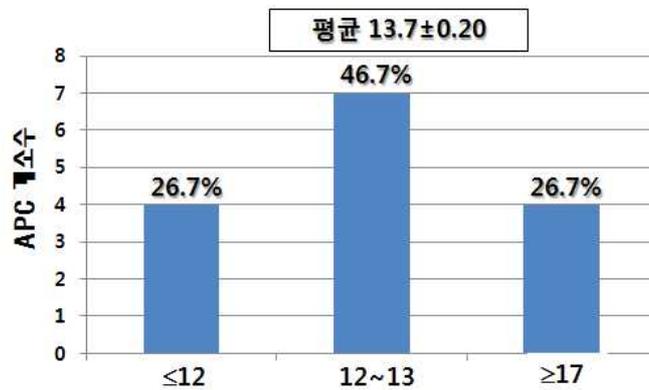


그림 3-239. 저장기술 활용 수준 합산 점수
(부여점수 21점 기준).

▪ 선별 및 상품화 공정

선별장 운영 효율에 해당하는 선별 공정 기술의 활용도는 선별공정의 체계, 선별장 환경 제어기술 등 전반체계에 해당하는 기술수준과 선별 및 상품화 작업의 효율에 해당하는 공정 기술 부분으로 나누어 평가하였다.

▪ 전반적 체계

선별 및 상품화 분야의 전반적인 기술 활용도 평가 결과, 선별 등급화를 위한 기술 적용 수준은 보통 수준으로 평가되었고, 선별장의 온도 유지 기술은 매우 미흡한 것으로 조사되었고 선별 공정의 신속성은 보통 수준으로 평가되었다. 특히 선별장 온도관리 수준은 조사 대상 15개 APC 중에서 10개 APC에서 전혀 적용되지 못하고 있는데 이는 냉방 및 난방 공조시설이 갖추어져 있지 않기 때문인 것으로 판단되며 이는 과실의 품온에 많은 영향을 미쳐서 품질저하로 연결되기 때문에 향후 시설의 확충이나 개선 시 이러한 기술과 연관된 시설을 우선 고려해야 할 것으로 판단되었다.

선별 공정의 전반적인 운영기술 분야에서는 10개 APC(평가대상 APC의 66.7%)가 ‘미흡’ 수준, 4개 APC(평가대상 APC의 26.7% 해당)가 ‘보통’ 수준을 보였으며 ‘우수’ 수준의 기술을 활용한 APC는 1개소(평가대상 APC의 6.7% 해당)에 불과하였다. (표 3-26, 그림 3-240)

표 3-26. 선별 공정의 전반적인 운영체계 평가점수 집계표

| 순서 | APC 주체 | 선별체계 (1,3,5점) | 선별장온도유지 (1,2,3,4점) | 선별공정신속성 (1,2,3,4,5점) | 합산점수 (14점) | | | | | | | | | | | |
|-------|--------|------------------|-----------------------|-------------------------|---------------|---------|---|---------|---|---|---|---|---|----|------|-----|
| 1 | 안성과수 | 3 | 4 | 5 | 12 | | | | | | | | | | | |
| 2 | 안성맞춤 | 3 | 4 | 3 | 10 | | | | | | | | | | | |
| 3 | 평택과수 | 3 | 1 | 2 | 6 | | | | | | | | | | | |
| 4 | 공주원예 | 3 | 3 | 3 | 9 | | | | | | | | | | | |
| 5 | 아산원예 | 3 | 1 | 3 | 7 | | | | | | | | | | | |
| 6 | 아산음봉 | 3 | 1 | 3 | 7 | | | | | | | | | | | |
| 7 | 천안배원예 | 5 | 1 | 2 | 8 | | | | | | | | | | | |
| 8 | 천안성환 | 3 | 4 | 2 | 9 | | | | | | | | | | | |
| 9 | 익산원예 | 3 | 2 | 2 | 7 | | | | | | | | | | | |
| 10 | 나주금천 | 3 | 2 | 2 | 7 | | | | | | | | | | | |
| 11 | 나주영산포 | 3 | 2 | 2 | 7 | | | | | | | | | | | |
| 12 | 나주조합인 | 3 | 3 | 3 | 9 | | | | | | | | | | | |
| 13 | 장성삼계 | 3 | 2 | 2 | 7 | | | | | | | | | | | |
| 14 | 상주외서 | 3 | 1 | 2 | 6 | | | | | | | | | | | |
| 15 | 상주원예 | 3 | 1 | 2 | 6 | | | | | | | | | | | |
| 평균±SE | | 3.1±0.0 | | 2.1±0.1 | | 2.5±0.1 | | 7.8±0.1 | | | | | | | | |
| 분포 | 구간 | 1 | 3 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | ≤8 | 9~11 | ≥12 |
| | 개소 | 0 | 14 | 1 | 6 | 4 | 2 | 3 | 0 | 9 | 5 | 0 | 1 | 10 | 4 | 1 |

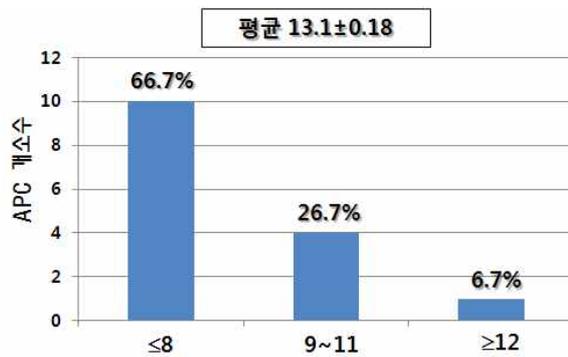


그림 3-240. 선별 관리 전반적 체계 수준 점수 분포도(부여점수 14점 기준).

▪ 선별 작업 공정의 효율성

선별 작업이 얼마나 원활하게 이루어지는가에 대한 평가 중 투입공정에서의 효율 및 손상 여부등 4개 항목의 평균 점수는 10점 만점 기준 6.0이상을 보였다. 공정 전체의 합산평균 점수 역시 20점 만점에 12.7점(100점 환산 시 63.5점 수준)으로 ‘보통’ 수준이었다. 총점을 기준으로 했을 때, 선별작업 공정기술 활용이 미흡한 APC는 5개소(평가대상 APC의 33.3% 해당), ‘보통’ 수준 7개소(평가대상 APC의 46.7% 해당), ‘우수’ 수준 3개소(평가대상 APC의 20% 해당)의 분포를 보였다.(표 3-27, 그림 3-241)

표 3-27. 선별 공정의 작업 효율 평가점수 집계표

| 순서 | APC 주체 | 투입방식 (1,3,5점) | 포장자재공급 (1,3,5점) | 포장박스흐름 (1,3,5점) | Paletization (1,3,5점) | 합산점수 (20점) | | | | | | | | | | |
|-------|--------|------------------|--------------------|--------------------|--------------------------|---------------|---|---------|---|---|---------|----|---|----------|------------|-----|
| 1 | 안성과수 | 5 | 3 | 1 | 3 | 12 | | | | | | | | | | |
| 2 | 안성맞춤 | 5 | 3 | 1 | 3 | 12 | | | | | | | | | | |
| 3 | 평택과수 | 5 | 3 | 1 | 5 | 14 | | | | | | | | | | |
| 4 | 공주원예 | 3 | 3 | 1 | 3 | 10 | | | | | | | | | | |
| 5 | 아산원예 | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 | | | | | | | | | | |
| 6 | 아산음봉 | 3 | 1 | 3 | 3 | 10 | | | | | | | | | | |
| 7 | 천안배원예 | 3 | 5 | 5 | 3 | 16 | | | | | | | | | | |
| 8 | 천안성환 | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 | | | | | | | | | | |
| 9 | 익산원예 | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 | | | | | | | | | | |
| 10 | 나주금천 | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 | | | | | | | | | | |
| 11 | 나주영산포 | 3 | 1 | 3 | 3 | 10 | | | | | | | | | | |
| 12 | 나주조합법인 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | | | | | | | | | | |
| 13 | 장성삼계 | 3 | 1 | 3 | 3 | 10 | | | | | | | | | | |
| 14 | 상주외서 | 3 | 5 | 5 | 5 | 18 | | | | | | | | | | |
| 15 | 상주원예 | 3 | 1 | 3 | 3 | 10 | | | | | | | | | | |
| 평균±SE | | 3.5±0.1 | | | 2.9±0.01 | | | 2.9±0.1 | | | 3.4±0.1 | | | 12.7±0.2 | | |
| 분포 | 구간 | 1 | 3 | 5 | 1 | 3 | 5 | 1 | 3 | 5 | 1 | 3 | 5 | ≤11 | 12~15 5 | ≥16 |
| | 개소 | 0 | 11 | 4 | 4 | 8 | 3 | 4 | 8 | 3 | 0 | 12 | 3 | 5 | 7 | 3 |

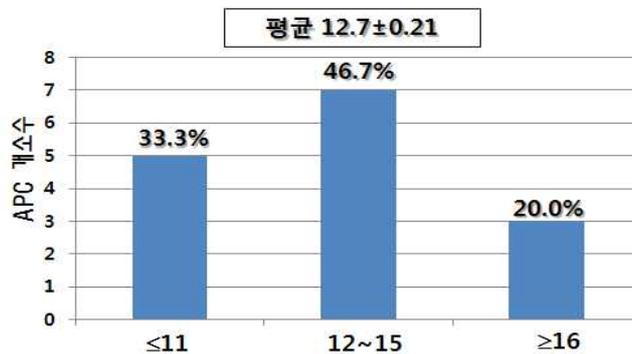


그림 3-241. 선별 작업의 효율성 점수 분포도(부여점수 20점 기준)

▪ 선별 및 상품화 공정의 체계 및 작업효율 종합 평가

선별 체계 점수와 작업 공정의 효율성 점수를 합산하여(합계 점수 34점) 선별 및 상품화 공정 전체의 기술 활용도 수준을 평가한 결과, 평균 20.5점(100점 환산 시, 60점에 해당)으로 ‘보통’ 수준에서는 낮은 점수에 해당하였다.

총점 34점 중 20점 이하(만점 100점 기준 60점 미만)로 평가된 ‘미흡’ 수준의 APC가 9개소(평가대상 APC의 60% 해당), 21~27점(100점 기준 60~80점 미만)의 ‘보통’ 수준 5개소(평가대상 APC의 33% 해당), 28점 이상(100점 기준 80점 이상)의 ‘우수’ 수준 1개소(평가대상 APC의 6.7% 해당)의 분포를 보였다. (표 3-28, 그림 3-242)

표 3-28. 선별 공정의 전반적 체계+작업 효율 수준 평가 점수의 합산표

| 순서 | APC 주체 | 전반적체계 (14점) | | | 공정평가 (20점) | | | 합산점수 (34점) | | |
|-------|--------|----------------|------|-----|---------------|-------|-----|---------------|-------|-----|
| 1 | 안성과수 | 12 | | | 12 | | | 24 | | |
| 2 | 안성맞춤 | 10 | | | 12 | | | 22 | | |
| 3 | 평택과수 | 6 | | | 14 | | | 20 | | |
| 4 | 공주원예 | 9 | | | 10 | | | 19 | | |
| 5 | 아산원예 | 7 | | | 12 | | | 19 | | |
| 6 | 아산음봉 | 7 | | | 10 | | | 17 | | |
| 7 | 천안배원예 | 8 | | | 16 | | | 24 | | |
| 8 | 천안성환 | 9 | | | 12 | | | 21 | | |
| 9 | 익산원예 | 7 | | | 12 | | | 19 | | |
| 10 | 나주금천 | 7 | | | 12 | | | 19 | | |
| 11 | 나주영산포 | 7 | | | 10 | | | 17 | | |
| 12 | 나주조합법인 | 9 | | | 20 | | | 29 | | |
| 13 | 장성삼계 | 7 | | | 10 | | | 17 | | |
| 14 | 상주외서 | 6 | | | 18 | | | 24 | | |
| 15 | 상주원예 | 6 | | | 10 | | | 16 | | |
| 평균±SE | | 7.8±0.1 | | | 12.7±0.2 | | | 20.5±0.2 | | |
| 분포 | 구간 | ≤8 | 9~11 | ≥12 | ≤11 | 12~15 | ≥16 | ≤20 | 21~27 | ≥28 |
| | 개소 | 10 | 4 | 1 | 5 | 7 | 3 | 9 | 5 | 1 |

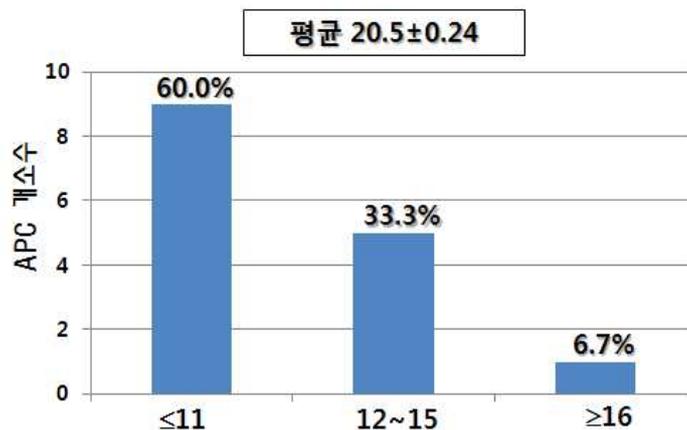


그림 3-242. 선별 공정 전체 항목 평가점수 분포도(부여점수 34점 기준).

▪ 세척 및 날개포장

고품질 배의 상품화를 위한 예건을 실시하는 APC는 조사대상 15개중에서 4개에 불과하였는데, 탐문 조사에서 예건은 APC에서 하기보다는 농가에서 개별적으로 실시한 후 APC에 반입되기 때문에 실제 예건이 실시되는 것보다는 낮은 수준으로 조사되었고, 따라서 예건을 실시하는 차별화 효과도 농가에서 이미 실시하였기에 크게 나타나지 않은 것으로 판단된다. 배의 날개 포장은 사과와 달리 APC에서 잘 이루어지지 않은 것으로 알려져 있으나 실제로 조사결과는 조사대상 15개 APC 중에서 12개에서 날개포장을 하고 있었고, 포장라인 운용 수준은 ‘보통’인 것으로 조사되었다. (표 3-29)

표 3-29. 세척 및 날개포장 공정의 적용 실태 및 기술의 성취 지수 평가 기준

| 순서 | APC 주체 | 예건 적용 여부 및 차별화 효과 | | | | | 날개 포장 라인 | | | | |
|-------|--------|-------------------|-----|-------------------|---|---|---------------------|-----|----------------------|---|---|
| | | 예건여부 (No, Yes) | | 차별화효과 (1,3,5점) | | | 날개포장여부 (No, Yes) | | 포장라인운용수준 (1,3,5점) | | |
| 1 | 안성과수 | Y | | 3 | | | Y | | 5 | | |
| 2 | 안성맞춤 | Y | | 5 | | | Y | | 5 | | |
| 3 | 평택과수 | Y | | 3 | | | N | | 3 | | |
| 4 | 공주원예 | N | | 1 | | | Y | | 3 | | |
| 5 | 아산원예 | N | | 1 | | | N | | 1 | | |
| 6 | 아산음봉 | N | | 1 | | | Y | | 3 | | |
| 7 | 천안배원예 | N | | 1 | | | Y | | 5 | | |
| 8 | 천안성환 | N | | 1 | | | Y | | 3 | | |
| 9 | 익산원예 | N | | 1 | | | Y | | 3 | | |
| 10 | 나주금천 | N | | 1 | | | Y | | 3 | | |
| 11 | 나주영산포 | N | | 1 | | | Y | | 3 | | |
| 12 | 나주조합법인 | Y | | 5 | | | Y | | 5 | | |
| 13 | 장성삼계 | N | | 1 | | | N | | 3 | | |
| 14 | 상주외서 | N | | 1 | | | Y | | 5 | | |
| 15 | 상주원예 | N | | 1 | | | Y | | 3 | | |
| 평균±SE | | | | 1.8±0.1 | | | | | 3.5±0.1 | | |
| 분포 | 구간 | No | Yes | 1 | 3 | 5 | No | Yes | 1 | 3 | 5 |
| | 개소 | 11 | 4 | 11 | 2 | 2 | 3 | 12 | 1 | 9 | 5 |

▪ 유통 관리

유통과정에서 활용되는 기술 수준은 출하온도 관리의 경우에 5점 부여 점수 중 평균 3.1점으로 보통 수준이었고, 차량 적재 공정은 5점 부여 점수 중 평균 4.3점으로 평가되어 매우 높은 수준에 도달한 것으로 평가되었다. 저온유통 체계 적용 수준은 5점 부여 점수 중 평균 2.6점으로 ‘보통’ 수준에 해당되는 것으로 나타났다.

유통 관련 기술의 전반적인 활용도는 15점 만점에 평균 10.1점으로(부여 점수 100점 환산 시 67점 해당), ‘보통’ 수준이었다. 수준 별 분포는, 미흡 수준 3개소(평가대상 APC의 20% 해당), ‘보통’ 수준 7개소(평가대상 APC의 47% 해당), ‘우수’ 수준 5개소(평가대상 APC의 33% 해당)로 분석되었다. (표 3-30, 그림 3-243)

표 3-30. 유통공정 기술 활용도 평가 기준.

| 순서 | APC 주체 | 출하온도관리 (1,2,3,4,5점) | 차량적재공정 (1,3,5점) | 저온유통운용기술 (1,2,3,4,5점) | 합산점수 (15점) | | | | | | | | | | | | |
|-------|--------|------------------------|--------------------|--------------------------|---------------|---------|----------|---|----|---|---|----|---|---|----|------|-----|
| 1 | 안성과수 | 5 | 5 | 3 | 13 | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 안성맞춤 | 5 | 5 | 3 | 13 | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 평택과수 | 3 | 5 | 1 | 9 | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 공주원예 | 3 | 3 | 3 | 9 | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 아산원예 | 3 | 3 | 3 | 9 | | | | | | | | | | | | |
| 6 | 아산음봉 | 3 | 3 | 3 | 9 | | | | | | | | | | | | |
| 7 | 천안배원예 | 5 | 5 | 3 | 13 | | | | | | | | | | | | |
| 8 | 천안성환 | 5 | 5 | 3 | 13 | | | | | | | | | | | | |
| 9 | 익산원예 | 3 | 3 | 3 | 9 | | | | | | | | | | | | |
| 10 | 나주금천 | 1 | 5 | 3 | 9 | | | | | | | | | | | | |
| 11 | 나주영산포 | 1 | 5 | 1 | 7 | | | | | | | | | | | | |
| 12 | 나주조합법인 | 2 | 5 | 3 | 10 | | | | | | | | | | | | |
| 13 | 장성삼계 | 2 | 3 | 3 | 8 | | | | | | | | | | | | |
| 14 | 상주외서 | 5 | 5 | 3 | 13 | | | | | | | | | | | | |
| 15 | 상주원예 | 1 | 5 | 1 | 7 | | | | | | | | | | | | |
| 평균±SE | | 3.1±0.1 | | | 4.3±0.1 | 2.6±0.1 | 10.1±0.2 | | | | | | | | | | |
| 분포 | 구간 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 3 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | ≤8 | 9-11 | ≥12 |
| | 개소 | 3 | 2 | 5 | 0 | 5 | 0 | 5 | 10 | 3 | 0 | 12 | 0 | 0 | 3 | 7 | 5 |

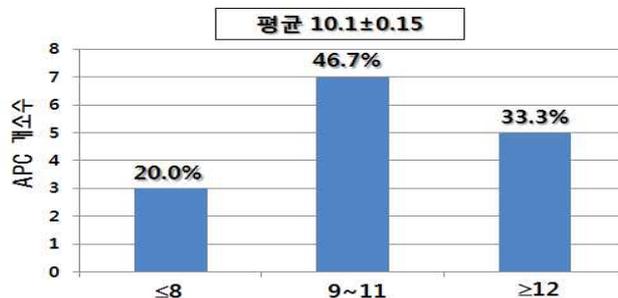


그림 3-243. 유통기술 활용 수준 평가점수 분포도(부여점수 15점 기준)

▪ 품질 관리

수확 후 공정관리 과정에서 과일의 품질을 검사하는 빈도수에 대한 평가는 부여 점수 5 점 중 평균 2.9점으로 대체로 저장 중, 저장 후 2회 정도 품질을 조사하는 것으로 나타났다. 품질 조사 기법은 5점 부여 점수 중 평균 2.4점(당도만 측정, 당도 측정법 부분적으로 부적합)으로 아직까지 품질분석을 위한 APC의 관심도나 전문기술 확보 능력은 ‘미흡’ 수준에 그쳐, 앞으로 품질관리에 대해 보다 적극적인 대처가 필요한 것으로 판단되었다.

품질관리 기술 전반에 대한 수준별 분포는 ‘미흡’ 수준 10개소(평가대상 APC의 67% 해당), ‘보통’ 수준 4개소(평가대상 APC의 27% 해당)였고 ‘우수’ 수준에 도달한 APC는 1개소(평가대상 APC의 7% 해당)에 불과하였다. (표 3-31, 그림 3-244)

표 3-31. 품질 검사 적용 빈도 및 조사 기법 평가 기준.

| 순서 | APC 주체 | 품질관리 | | | | | | | | | | 합산점수 (10점) | | |
|-------|--------|--------------------|---|---|---|---|---------------------|----|---|---|---|------------|-----|----|
| | | 단계별점수 (1,2,3,4,5점) | | | | | 품질조사기법 (1,2,3,4,5점) | | | | | | | |
| 1 | 안성과수 | 3 | | | | | 4 | | | | | 7 | | |
| 2 | 안성맞춤 | 4 | | | | | 4 | | | | | 8 | | |
| 3 | 평택과수 | 3 | | | | | 4 | | | | | 7 | | |
| 4 | 공주원예 | 3 | | | | | 2 | | | | | 5 | | |
| 5 | 아산원예 | 3 | | | | | 2 | | | | | 5 | | |
| 6 | 아산음봉 | 3 | | | | | 2 | | | | | 5 | | |
| 7 | 천안배원예 | 4 | | | | | 2 | | | | | 6 | | |
| 8 | 천안성환 | 2 | | | | | 2 | | | | | 4 | | |
| 9 | 익산원예 | 2 | | | | | 2 | | | | | 4 | | |
| 10 | 나주금천 | 3 | | | | | 2 | | | | | 5 | | |
| 11 | 나주영산포 | 1 | | | | | 1 | | | | | 2 | | |
| 12 | 나주조합법인 | 3 | | | | | 2 | | | | | 5 | | |
| 13 | 장성삼계 | 2 | | | | | 2 | | | | | 4 | | |
| 14 | 상주외서 | 4 | | | | | 3 | | | | | 7 | | |
| 15 | 상주원예 | 3 | | | | | 2 | | | | | 5 | | |
| 평균±SE | | 2.9 | | | | | 2.4 | | | | | 5.3 | | |
| 분포 | 구간 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | ≤5 | 6~7 | ≥8 |
| | 개소 | 1 | 3 | 8 | 3 | 0 | 1 | 10 | 1 | 3 | 0 | 10 | 4 | 1 |

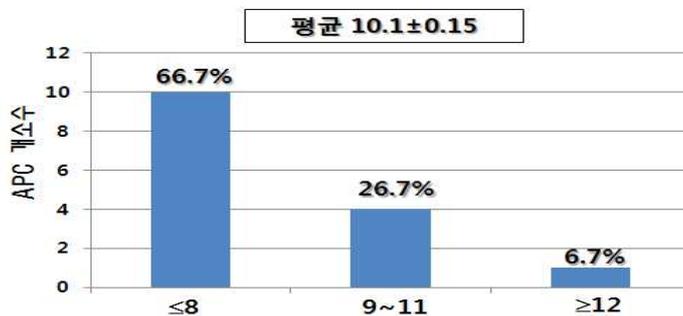


그림 3-244. 품질검사 적용 수준 합산 점수 분포도(부여점수 10점 기준).

- 공정 별 수확후 관리기술 활용도 점수의 표준화

모든 APC에서 공통적으로 활용하는 기술만을 선정하여 수확, 이송, 저장, 상품화(선별 체계), 유통, 그리고 품질관리 6개 항목을 확정하였고 각 항목을 10점으로 환산한다.

- 공정별 점수의 환산

상품화 공정의 평가 항목 중 투입공정, 포장자재 공급공정 등 선별공정에 관한 평가는 기술 활용 수준보다는 시설에 의한 영향력이 크게 작용하는 요인으로 판단되어 최종평가 집계는 상품화 공정에서의 반영항목에 따라 2개의 집계표로 구분하여 작성하였다.(표 3-32, 33)

표 3-32. 평가 점수의 표준화 1: 상품화 공정에서 전반적인 선별체계만 점수화 항목으로 반영

| 공정 | 부여 점수 | 1차 표준화 점수 | 2차 표준화 반영 점수 |
|--------------|-------|-----------|--------------|
| 1. 수확 | 10 | 10 | 100/6 |
| 2. 이송 | 18 | 10 | 100/6 |
| 3. 저장 | 21 | 10 | 100/6 |
| 4. 선별체계 및 공정 | 14 | 10 | 100/6 |
| 5. 유통 | 15 | 10 | 100/6 |
| 6. 품질관리 | 10 | 10 | 100/6 |
| 계 | 88 | 60 | 100 |

표 3-33. 평가 점수의 표준화 2: 상품화 공정에서 전반적인 선별체계 + 공정 평가 점수화 항목 모두 반영

| 공정 | 부여 점수 | 1차 표준화 점수 | 2차 표준화 반영 점수 |
|--------------|-------|-----------|--------------|
| 1. 수확 | 10 | 10 | 100/6 |
| 2. 이송 | 18 | 10 | 100/6 |
| 3. 저장 | 21 | 10 | 100/6 |
| 4. 선별체계 및 공정 | 34 | 10 | 100/6 |
| 5. 유통 | 15 | 10 | 100/6 |
| 6. 품질관리 | 10 | 10 | 100/6 |
| 계 | 108 | 60 | 100 |

- 배 APC 수확후 관리 시설 자원 확보 및 관리역량 평가 점수

APC 시설의 접근성(산지 농가와의 거리)은 부여 점수 5점 중 평균 4.3점으로 농가에서 APC까지 30분~1시간 이내에 수송이 가능한 것으로 나타났다. APC 내에서의 작업 동선에 대한 평가는 부여점수 3점 중 평균 2.7점으로 대체로 작업동선이 중복되지 않고 원활하게

진행되는 것으로 판단되었다. (표 3-34)

표 3-34. APC 시설의 전반적인 체계 평가 집계표(1)

| 순서 | APC 주체 | APC 시설체계 | | | | | | | |
|-------|--------|--------------|---|---|----|---|---------------|---|----|
| | | 접근성 (1-5) | | | | | 작업동선 (1-3) | | |
| 1 | 안성과수 | 4 | | | | | 3 | | |
| 2 | 안성맞춤 | 5 | | | | | 3 | | |
| 3 | 평택과수 | 4 | | | | | 3 | | |
| 4 | 공주원예 | 3 | | | | | 2 | | |
| 5 | 아산원예 | 4 | | | | | 3 | | |
| 6 | 아산음봉 | 4 | | | | | 3 | | |
| 7 | 천안배원예 | 4 | | | | | 2 | | |
| 8 | 천안성환 | 5 | | | | | 3 | | |
| 9 | 익산원예 | 4 | | | | | 2 | | |
| 10 | 나주금천 | 5 | | | | | 3 | | |
| 11 | 나주영산포 | 4 | | | | | 3 | | |
| 12 | 나주조합법인 | 5 | | | | | 3 | | |
| 13 | 장성삼계 | 4 | | | | | 3 | | |
| 14 | 상주외서 | 5 | | | | | 3 | | |
| 15 | 상주원예 | 4 | | | | | 2 | | |
| 평균±SE | | 4.3±0.0 | | | | | 2.7±0.0 | | |
| 분포 | 구간 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 |
| | 개소 | 0 | 0 | 0 | 10 | 5 | 0 | 4 | 11 |

적재용 플라스틱 컨테이너, pallet, 포장 용기류 등 자재를 보관하기 위한 공간 확보 정도는 부여점수 3점 중 평균 2.1으로 많은 APC가 포장용 부자재의 보관공간은 별도로 확보하고 있는 반면, P-박스나 pallet 보관 공간은 매우 부족한 것으로 나타났다. Dock 시설은 15개 APC 중 8개소만 확보하고 있으며 그중 3개소만이 적절하게 활용하고 있었다. 이송 차량 대기 공간은 대부분 노지 주차장이었고 7개소는 주차 공간이 부족한 것으로 조사되었다.

APC 시설의 전반적인 구성체계는 총 부여점수 18점 중 평균 13.3점(100점 만점 환산 시 74점 해당)으로 ‘보통’ 수준이었으며, 수준별 분포는 ‘미흡’ 수준은 없었고 ‘보통’ 수준 11개소(평가대상 APC의 73% 해당), ‘우수’ 수준 4개소(평가대상 APC의 27% 해당)로 나타났다. (표 3-35, 그림 3-245)

표 3-35. APC 시설의 전반적인 체계 평가 집계표(2)

| 순서 | APC 주체 | 자재보관공간 (1-3점) | Dock시설 (1-3점) | 차량대기공간 (1-4점) | 합산점수 (18점) | | | | | | | | | |
|-------|--------|------------------|------------------|------------------|---------------|---------|----------|---|---|---|---|-----|-------|-----|
| 1 | 안성과수 | 2 | 1 | 2 | 12 | | | | | | | | | |
| 2 | 안성맞춤 | 3 | 3 | 3 | 17 | | | | | | | | | |
| 3 | 평택과수 | 3 | 3 | 2 | 15 | | | | | | | | | |
| 4 | 공주원예 | 2 | 2 | 2 | 11 | | | | | | | | | |
| 5 | 아산원예 | 2 | 1 | 3 | 13 | | | | | | | | | |
| 6 | 아산음봉 | 3 | 2 | 3 | 15 | | | | | | | | | |
| 7 | 천안배원예 | 2 | 2 | 3 | 13 | | | | | | | | | |
| 8 | 천안성환 | 2 | 1 | 3 | 14 | | | | | | | | | |
| 9 | 익산원예 | 2 | 1 | 2 | 11 | | | | | | | | | |
| 10 | 나주금천 | 1 | 1 | 3 | 13 | | | | | | | | | |
| 11 | 나주영산포 | 1 | 1 | 3 | 12 | | | | | | | | | |
| 12 | 나주조합법인 | 3 | 3 | 3 | 17 | | | | | | | | | |
| 13 | 장성삼계 | 2 | 2 | 2 | 13 | | | | | | | | | |
| 14 | 상주외서 | 1 | 2 | 2 | 13 | | | | | | | | | |
| 15 | 상주원예 | 2 | 1 | 2 | 11 | | | | | | | | | |
| 평균±SE | | 2.1±0.1 | | | 1.7±0.1 | 2.5±0.0 | 13.3±0.1 | | | | | | | |
| 분포 | 구간 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 4 | ≤10 | 11~14 | ≥15 |
| | 개소 | 3 | 8 | 4 | 7 | 5 | 3 | 0 | 7 | 8 | 0 | 0 | 11 | 4 |

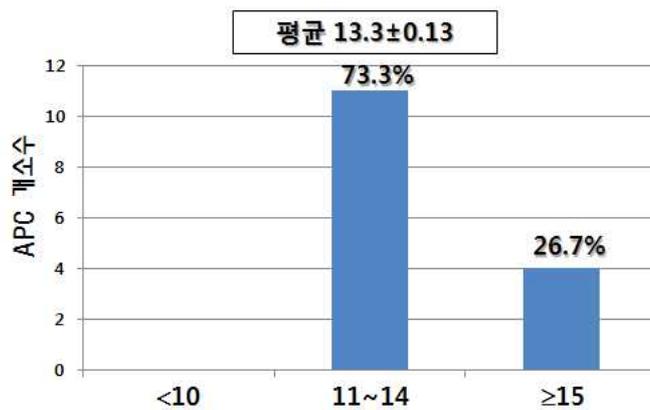


그림 3-245. APC 시설의 접근성 및 전반적 구성 체계 점수 별 분포(부여점수 18점 기준)

■ 저장 시설 적정성 및 관리

현재 운용되는 배 APC의 냉장방식은 대부분 직접 팽창식으로(13개소) 배 저장 시 저습도 환경으로 인한 중량감소와 위조현상의 우려가 있는 것으로 조사되었고, 가습기를 설치

운용하는 APC는 5개소였다. 가습기 중 습도유지가 가능한 미세 또는 초미세 가습시스템을 운영하는 APC는 2개소에 불과하였다. 이러한 결과는 기술 활용수준 평가에서 11개 APC가 90% 이상 습도 유지를 하지 못한다는 조사 결과와 같은 맥락으로 풀이된다.

저장 공간 확보 정도, 단열구조, 냉장설비 적정성 등 저장 시설의 적합도 평가 결과, 저장 물량 대비 공간 확보는 부여점수 3점 중 평균 2.4점으로 대부분의 APC(15개 중 13개가 충분한 저장 공간 확보)가 취급물량을 처리할 수 있는 저장공간을 확보하고 있다고 답하였다. 저장고 단열구조의 적합도 역시 부여점수 3점 중 평균 2.6점으로 기본적인 건축설계는 우수한 것으로 조사되었다. 냉장 용량 및 냉장기기의 성능에 대한 설문에서는 부여 점수 4점 중 평균 2.3점으로 ‘보통’ 수준으로 나타났는데, 대체로 온도 유지는 무난하게 이루어지고 있으나 습도 유지는 별 필요성을 느끼는 못하는 것으로 답변을 하였다.

저장시설 적정성에 대한 종합적인 평가결과를 보면, 10점 만점에 평균 7.3점으로 평가되어 ‘보통’ 수준이었고 ‘미흡’ 수준 APC 1개소(평가 대상 APC의 7%), ‘보통’ 수준 8개소(평가 대상 APC의 53% 해당), ‘우수’ 수준 6개소(평가 대상 APC의 40% 해당)로 나타났다.

온도계와 습도계 등 저장 환경 제어 계측기 확보 정도는 부여 점수 4점 중 평균 2.6점으로 ‘보통’ 수준의 확보율을 보였다. 냉장설비의 점검은 전문가에 의해 주기적으로 이루어진다는 답변이 많았으나 전력 이상 등 비상사태에 대한 조치 능력은 매우 미흡한 수준이었다(부여 점수 4점 중 평균 1.3점).

관리역량 전체의 평가 점수는 총 부여 점수 11점 중 평균 5.8점으로 ‘미흡’ 수준이었으며, 평가 대상 APC 15개중 ‘미흡’ 이 12개소(80% 해당), 에 이르러 관리역량에 많은 문제가 있음을 보여주었고 ‘우수’ 3개소(20% 해당)의 분포를 보였다.

저장시설의 적정성 및 관리역량 평가의 합산 점수는, 총점 21점 중 평균 13.1점으로(100점 환산 시 62.3점 수준) ‘보통’ 수준에 해당하였고(표 3-36), 수준 별 분포는 ‘미흡’ 8개소(평가대상 APC의 53%), ‘보통’ 5개소(평가대상 APC의 33%), ‘우수’ 2개소(평가대상 APC의 13%)로 나타났다. (표 3-36, 37, 38 그림 3-246, 247, 248)

표 3-36. 냉장 설비의 유형 및 가습기 보유 실태.

| 순서 | APC 주체 | 냉장방식 (1:직랭,2:간냉) | | 가습기설치 (N,Y:보통,미세) | |
|----|--------|---------------------|-----|----------------------|----|
| | | 직랭식 | 간냉식 | 미설치 | 설치 |
| 1 | 안성과수 | 1 | | Y(보통) | |
| 2 | 안성맞춤 | 1 | | Y(보통) | |
| 3 | 평택과수 | 1 | | Y(보통) | |
| 4 | 공주원예 | 1 | | N | |
| 5 | 아산원예 | 1 | | Y(보통) | |
| 6 | 아산음봉 | 1 | | Y(보통) | |
| 7 | 천안배원예 | 1 | | N | |
| 8 | 천안성환 | 2 | | N | |
| 9 | 익산원예 | 2 | | N | |
| 10 | 나주금천 | 1 | | N | |
| 11 | 나주영산포 | 1 | | N | |
| 12 | 나주조합법인 | 1 | | N | |
| 13 | 장성삼계 | 1 | | N | |
| 14 | 상주외서 | 1 | | N | |
| 15 | 상주원예 | 1 | | N | |
| 분포 | 구간 | 직랭식 | 간냉식 | 미설치 | 설치 |
| | 개소 | 13 | 2 | 10 | 5 |

표 3-37. 저장 공간 확보 정도 및 설비의 적정성 평가 집계표.

| 순서 | APC 주체 | 저장공간 확보 및 설비 적정성 | | | | | | | | | | | | |
|-------|--------|------------------|---|---|---------------|---|----|-------------------|----|---|---|---------------------|-----|----|
| | | 저장용량 (1~3) | | | 단열구조 (1~3) | | | 냉장용량+성능 (1~4점) | | | | 합산점수(1~3항) (10점) | | |
| 1 | 안성과수 | 2 | | | 3 | | | 2 | | | | | 7 | |
| 2 | 안성맞춤 | 3 | | | 3 | | | 3 | | | | | 9 | |
| 3 | 평택과수 | 3 | | | 3 | | | 2 | | | | | 8 | |
| 4 | 공주원예 | 2 | | | 2 | | | 2 | | | | | 6 | |
| 5 | 아산원예 | 3 | | | 3 | | | 2 | | | | | 8 | |
| 6 | 아산음봉 | 3 | | | 2 | | | 2 | | | | | 7 | |
| 7 | 천안배원예 | 3 | | | 3 | | | 3 | | | | | 9 | |
| 8 | 천안성환 | 2 | | | 3 | | | 2 | | | | | 7 | |
| 9 | 익산원예 | 2 | | | 3 | | | 2 | | | | | 7 | |
| 10 | 나주금천 | 2 | | | 3 | | | 2 | | | | | 7 | |
| 11 | 나주영산포 | 2 | | | 2 | | | 2 | | | | | 6 | |
| 12 | 나주조합법인 | 3 | | | 3 | | | 3 | | | | | 9 | |
| 13 | 장성삼계 | 2 | | | 2 | | | 2 | | | | | 6 | |
| 14 | 상주외서 | 2 | | | 3 | | | 3 | | | | | 8 | |
| 15 | 상주원예 | 2 | | | 1 | | | 2 | | | | | 5 | |
| 평균±SE | | 2.4±0.0 | | | 2.6±0.0 | | | 2.3±0.0 | | | | 7.3±0.1 | | |
| 분포 | 구간 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 4 | ≤5 | 6~7 | ≥8 |
| | 개소 | 0 | 9 | 6 | 1 | 4 | 10 | 0 | 11 | 4 | 0 | 1 | 8 | 6 |

표 3-38. 저장 설비 관리역량 평가 집계표

| 순서 | APC 주체 | 저장 설비 관리 역량 | | | | | | | | | | | 합산점수(1~6항) (21점) | | | | |
|-------|--------|-----------------|---|---|---|----------------|---|----------------|---|---|---|-------------------|---------------------|----|----------|-------|-----|
| | | 제어계측기 (1~4점) | | | | 설비점검 (1,3점) | | 비상대처 (1~4점) | | | | 합산(4~6항) (11점) | | | | | |
| 1 | 안성과수 | 4 | | | | 1 | | 4 | | | | 9 | 16 | | | | |
| 2 | 안성맞춤 | 4 | | | | 3 | | 4 | | | | 11 | 20 | | | | |
| 3 | 평택과수 | 4 | | | | 1 | | 1 | | | | 6 | 14 | | | | |
| 4 | 공주원예 | 2 | | | | 1 | | 2 | | | | 5 | 11 | | | | |
| 5 | 아산원예 | 3 | | | | 1 | | 1 | | | | 5 | 13 | | | | |
| 6 | 아산음봉 | 3 | | | | 1 | | 1 | | | | 5 | 12 | | | | |
| 7 | 천안배원예 | 3 | | | | 1 | | 2 | | | | 6 | 15 | | | | |
| 8 | 천안성환 | 3 | | | | 1 | | 1 | | | | 5 | 12 | | | | |
| 9 | 익산원예 | 1 | | | | 1 | | 2 | | | | 4 | 11 | | | | |
| 10 | 나주금천 | 2 | | | | 1 | | 2 | | | | 5 | 12 | | | | |
| 11 | 나주영산포 | 1 | | | | 1 | | 2 | | | | 4 | 10 | | | | |
| 12 | 나주조합법인 | 4 | | | | 3 | | 2 | | | | 9 | 18 | | | | |
| 13 | 장성삼계 | 1 | | | | 1 | | 2 | | | | 4 | 10 | | | | |
| 14 | 상주외서 | 3 | | | | 1 | | 1 | | | | 5 | 13 | | | | |
| 15 | 상주원예 | 1 | | | | 1 | | 2 | | | | 4 | 9 | | | | |
| 평균±SE | | 2.6±0.1 | | | | 1.3±0.1 | | 1.9±0.1 | | | | 5.8±0.1 | | | 13.1±0.2 | | |
| 분포 | 구간 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 3 | 1 | 2 | 3 | 4 | ≤6 | 7~8 | ≥9 | ≤12 | 13~16 | ≥17 |
| | 개소 | 4 | 2 | 5 | 4 | 13 | 2 | 5 | 8 | 0 | 2 | 12 | 0 | 3 | 8 | 5 | 2 |

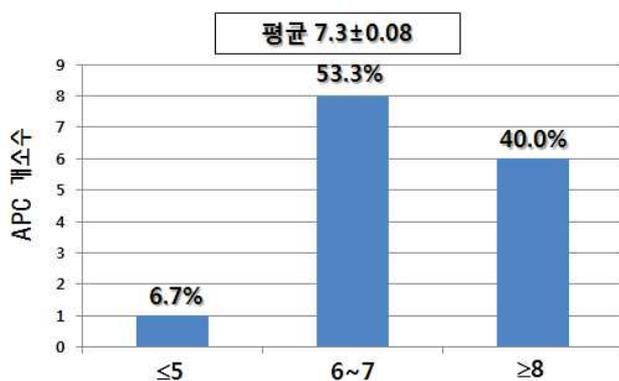


그림 3-246. APC 저장용량 및 시설의 적정성 평가점수 분포(부여점수 10점 기준)

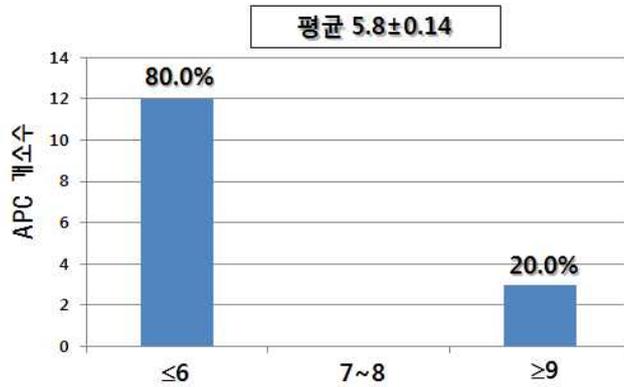


그림 3-247. APC 저장 시설 관리역량 평가 점수 분포(부여점수 11점 기준)

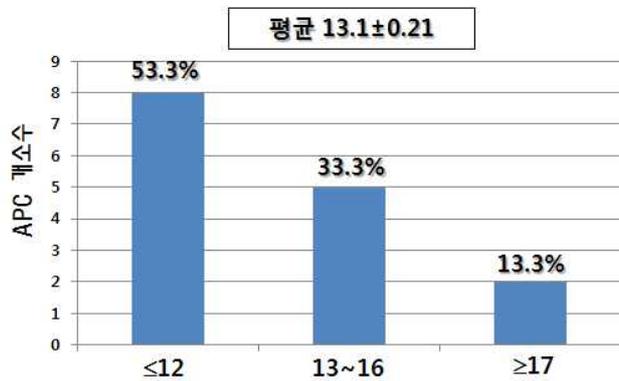


그림 3-248. APC 저장 시설의 적정성 및 관리역량 합산점수 분포(부여점수 21점 기준)

■ 선별 및 상품화 시설

선별 시설의 공간과 규모는 취급물량에 비해 다소 부족하다는 답변이 많았다(15개 APC 중 9개소)(표 3-39). 선별 라인에서 발생하는 물리적 손상에 대한 보완시설은 보통 수준으로 나타났으며(15개 APC 중 9개소 ‘보통’ 수준) 5개 APC는 선별 라인에서의 과일의 손상방지를 위한 설비 보완이 시급하다고 답변하였다. 선별장의 작업환경과 과일 품질유지를 위한 온도 관리 공조설비는 매우 ‘미흡’한 수준으로 10개 APC가 온도제어 시스템을 갖추지 못한 것으로 조사되었다.

선별 시설 전반에 대한 총점은 부여 점수 11점 중 평균 5.7점으로 ‘미흡’ 수준에 불과했는데 이는 선별장 규모의 협소 및 온도 제어 시스템 부재로 인한 것으로 판단되었다. 15개 평가 대상 APC 중 9개소(평가대상 APC의 60%)가 ‘미흡’ 수준이었고 4개소(평가대상 APC의 27%)가 ‘보통’ 2개소(평가대상 APC의 13%)가 ‘우수’ 수준에 해당하였다. (표 3-39, 그림 3-249)

표 3-39 . 선별 및 상품화 시설의 확보 수준 평가 집계표

| 순서 | APC 주체 | 규모적정성 (1,3점) | 손실방지시스템 (1,3,5점) | 선별장공조설비 (1~3점) | 합산점수 (11점) | | | | | | | |
|-------|--------|-----------------|---------------------|-------------------|---------------|---|----|---|---|----|-----|----|
| 1 | 안성과수 | 3 | 3 | 3 | 9 | | | | | | | |
| 2 | 안성맞춤 | 3 | 3 | 3 | 9 | | | | | | | |
| 3 | 평택과수 | 3 | 3 | 1 | 7 | | | | | | | |
| 4 | 공주원예 | 1 | 1 | 1 | 3 | | | | | | | |
| 5 | 아산원예 | 1 | 3 | 2 | 6 | | | | | | | |
| 6 | 아산음봉 | 3 | 3 | 1 | 7 | | | | | | | |
| 7 | 천안배원예 | 1 | 1 | 1 | 3 | | | | | | | |
| 8 | 천안성환 | 1 | 1 | 1 | 3 | | | | | | | |
| 9 | 익산원예 | 1 | 5 | 2 | 8 | | | | | | | |
| 10 | 나주금천 | 1 | 1 | 1 | 3 | | | | | | | |
| 11 | 나주영산포 | 3 | 1 | 1 | 5 | | | | | | | |
| 12 | 나주조합법인 | 3 | 3 | 2 | 8 | | | | | | | |
| 13 | 장성삼계 | 1 | 3 | 1 | 5 | | | | | | | |
| 14 | 상주외서 | 1 | 3 | 1 | 5 | | | | | | | |
| 15 | 상주원예 | 1 | 3 | 1 | 5 | | | | | | | |
| 평균±SE | | 1.8±0.1 | 2.5±0.1 | 1.5±0.1 | 5.7±0.2 | | | | | | | |
| 분포 | 구간 | 1 | 3 | 1 | 3 | 5 | 1 | 2 | 3 | ≤6 | 7~8 | ≥9 |
| | 개소 | 9 | 6 | 5 | 9 | 1 | 10 | 3 | 2 | 9 | 4 | 2 |

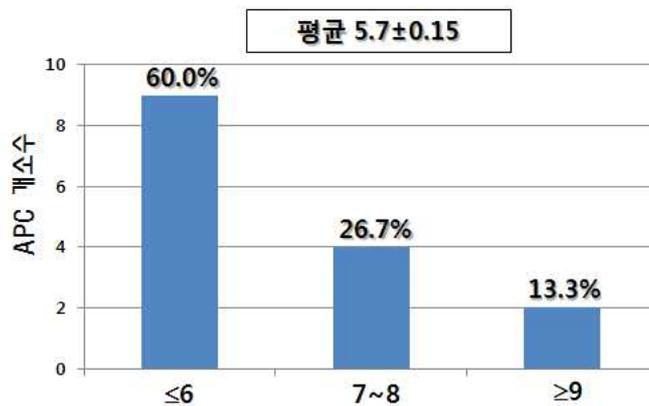


그림 3-249. APC 선별 및 상품화 시설의 적정성 평가 점수 분포(부여점수 11점 기준)

▪ 유통 및 품질 관리 설비 및 운용

상품의 출하 및 유통을 지원하는 장비로서, palletizer와 냉장수송 차량의 확보 여부에 대한 평가는 부여점수 5점 중 평균 1.9점으로 냉장수송 차량의 확보가 매우 미흡한 것으로 나타났다. 한편, 품질 분석실을 운용하는 APC는 4개소에 불과하였고 보유하고 있는 품질분석장비 확보수준 역시 부여점수 4점 기준 평균 1.9점으로 ‘보통’ 이하의 수준인 것으로 조사되었다. 유통 작업의 효율성 관련 장비나 품질 분석 시설 확보 수준에 부여된 총점 12점 중 평가 평균점수는 5.1점(10점 만점 기준 4.6점)에 그쳐 이 분야의 시설 확보가 필요한 것으로 나타났다. 유통-품질관리 시설 평가점수의 분포를 보면, ‘미흡’ 3개소(평가대상 APC의 87%), ‘보통’ 1개소(평가대상 APC의 7%), ‘우수’ 1개소로 나타났다. (표 3-40, 그림 3-250)

표 3-40. 출하 유통 지원장비 및 품질평가 자원 확보 실태 점수 집계표

| 순서 | APC 주체 | 유통지원장비 (1,3,5점) | | | 품질분석실 (1,2,3점) | | | 분석장비지원 (1~4점) | | | | 합산점수 (12점) | | |
|-------|--------|--------------------|---|---|-------------------|---|---|------------------|---|---|---|---------------|-----|-----|
| 1 | 안성과수 | 1 | | | 2 | | | 4 | | | | 7 | | |
| 2 | 안성맞춤 | 3 | | | 2 | | | 4 | | | | 9 | | |
| 3 | 평택과수 | 1 | | | 1 | | | 1 | | | | 3 | | |
| 4 | 공주원예 | 1 | | | 1 | | | 1 | | | | 3 | | |
| 5 | 아산원예 | 1 | | | 2 | | | 4 | | | | 7 | | |
| 6 | 아산음봉 | 3 | | | 1 | | | 3 | | | | 7 | | |
| 7 | 천안배원예 | 3 | | | 1 | | | 1 | | | | 5 | | |
| 8 | 천안성환 | 1 | | | 1 | | | 1 | | | | 3 | | |
| 9 | 익산원예 | 2 | | | 1 | | | 1 | | | | 4 | | |
| 10 | 나주금천 | 1 | | | 1 | | | 1 | | | | 3 | | |
| 11 | 나주영산포 | 1 | | | 1 | | | 1 | | | | 3 | | |
| 12 | 나주조합법인 | 5 | | | 3 | | | 2 | | | | 10 | | |
| 13 | 장성삼계 | 1 | | | 1 | | | 1 | | | | 3 | | |
| 14 | 상주외서 | 3 | | | 1 | | | 1 | | | | 5 | | |
| 15 | 상주원예 | 1 | | | 1 | | | 2 | | | | 4 | | |
| 평균±SE | | 1.9±0.1 | | | 1.3±0.0 | | | 1.9±0.1 | | | | 5.1±0.2 | | |
| 분포 | 구간 | 1 | 3 | 5 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 4 | ≤7 | 8~9 | ≥10 |
| | 개소 | 10 | 4 | 1 | 11 | 3 | 1 | 9 | 2 | 1 | 3 | 13 | 1 | 1 |

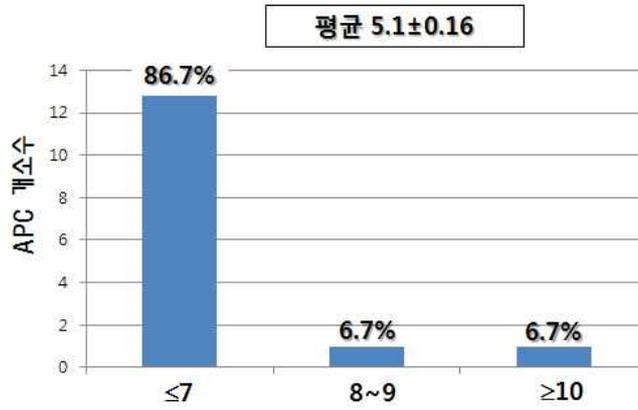


그림 3-250. APC 유통 지원설비 및 품질관리 자원의 확보 수준 평가 분포

현 시점에서 APC가 직접 품질관리 장비를 갖추고 품질을 분석하기가 어려운 점을 고려하면, 대체 방안이 확보되어함에도 불구하고 외부 전문기관과의 협조체계를 운용하거나 시도하고 있는 APC는 15개소 중 4개소(27% 해당)에 불과하였고, 11개소(평가 대상 APC의 73% 해당)는 품질관리 자원에 대한 확보 계획이 없는 것으로 조사되었다. 세계적인 수준의 APC 관리체계를 운용하기 위해서는 첨단화된 저장, 선별 시스템의 확보도 필요하지만 품질관리를 위한 기본적인 체계 역시 필수 조건이므로 이에 대한 심도있는 검토가 뒤따라야 할 것으로 보인다. (표 3-41)

표 3-41. 품질평가 자원 확보를 위한 외부 전문기관과의 연계성

| 순서 | APC 주체 | 대체-보강방안 (1,2,3점) | | |
|-------|--------|------------------|---|---|
| 1 | 안성과수 | 1 | | |
| 2 | 안성맞춤 | 1 | | |
| 3 | 평택과수 | 1 | | |
| 4 | 공주원예 | 1 | | |
| 5 | 아산원예 | 3 | | |
| 6 | 아산음봉 | 1 | | |
| 7 | 천안배원예 | 1 | | |
| 8 | 천안성환 | 2 | | |
| 9 | 익산원예 | 3 | | |
| 10 | 나주금천 | 1 | | |
| 11 | 나주영산포 | 1 | | |
| 12 | 나주조합법인 | 2 | | |
| 13 | 장성삼계 | 1 | | |
| 14 | 상주외서 | 1 | | |
| 15 | 상주원예 | 1 | | |
| 평균±SE | | 1.4±0.1 | | |
| 분포 | 구간 | 1 | 2 | 3 |
| | 개소 | 11 | 2 | 2 |

(나) 배 APC에 대한 역량 진단 종합 고찰

▪ APC 역량 평가 결과의 해석

기술활용도에서 평가되었던 선별 작업 공정의 효율성은 기술 활용도와 자동화 시설 확보율 등 2개 요인에 따라 결정되는 항목으로 판단되지만, 배 APC의 역량 평가에서는 기술 활용도에 초점을 맞추어 평가하였다. 다만, 시설이 미치는 영향을 고려하여 종합 평가(총점 집계)에서는 선별 작업공정 평가점수를 배제한 집계 결과와 포함한 집계결과를 모두 제시하여 비교하였다. 수확후 관리기술 활용도를 60점, 시설 확보 정도와 관리역량을 40점으로 하여 최종 집계한 결과, 선별 공정 효율 평가를 제외했을 때(선별체계 평가부분만 반영)는 총 평균 61.6로서 '미흡' 수준보다는 다소 높은 '보통' 수준으로 나타났고, 선별 공정 효율을 포함시켰을 때(선별체계+선별공정 효율 전체 반영) 역시 총 평균 62.1점으로 큰 차이를 보이지 않았다. 전체 APC의 총점을 기준으로 수준 별 구간분포를 보면 선별 공정을 제외한 경우, '우수' 수준의 APC 1개소, '보통' 수준의 APC 7개소 및 '미흡' 수준의 APC 7개소로 나타났는데 비해, 선별 공정 평가점수를 반영했을 때는 선별 및 포장 라인의 자동화 등 시설이 양호한 APC의 경우 '미흡' 수준에서 '보통' 수준으로 평가 영역이 달라져 '우수' 수준의 APC 2개소, '보통' 수준의 APC 6개소 및 '미흡' 수준의 APC 7개소로 나타났다. (표 3-42, 43 그림 3-252, 253)

표 3-42. APC 역량 평가 결과의 종합(1): 상품화 공정에서 선별체계 평가부분만 반영

| 순서 | APC 주체 | 수확후관리기술활용수준 (60%) | | | 수확후관리시설확보및 관리역량 (40%) | | | 합계 | | |
|----------|--------|-------------------|--------|------|-----------------------|--------|------|----------|--------|-----|
| | | <36.0 | 36~<48 | ≥48 | <24.0 | 24~<32 | ≥32 | <60 | 60~<80 | ≥80 |
| 1 | 안성과수 | 50.7 | | | 28.3 | | | 79.0 | | |
| 2 | 안성맞춤 | 50.2 | | | 34.6 | | | 84.8 | | |
| 3 | 평택과수 | 36.6 | | | 23.9 | | | 60.5 | | |
| 4 | 공주원예 | 37.3 | | | 16.5 | | | 53.8 | | |
| 5 | 아산원예 | 36.5 | | | 24.7 | | | 61.2 | | |
| 6 | 아산음봉 | 37 | | | 26.2 | | | 63.2 | | |
| 7 | 천안배원예 | 47.3 | | | 21.2 | | | 68.5 | | |
| 8 | 천안성환 | 40.4 | | | 18.7 | | | 59.1 | | |
| 9 | 익산원예 | 31.4 | | | 21.9 | | | 53.3 | | |
| 10 | 나주금천 | 32.8 | | | 18.1 | | | 50.9 | | |
| 11 | 나주영산포 | 27.9 | | | 18.5 | | | 46.4 | | |
| 12 | 나주조합법인 | 45.1 | | | 33.6 | | | 78.7 | | |
| 13 | 장성삼계 | 29.6 | | | 19 | | | 48.6 | | |
| 14 | 상주외서 | 44.1 | | | 22.1 | | | 66.2 | | |
| 15 | 상주원예 | 31.9 | | | 18.2 | | | 50.1 | | |
| 평균±SE | | 38.6±0.5 | | | 23.0±0.4 | | | 61.6±0.8 | | |
| 표준화 점수분포 | 구간 | <36.0 | 36~<48 | ≥48 | <24.0 | 24~<32 | ≥32 | <60 | 60~<80 | ≥80 |
| | 개소 | 5 | 8 | 2 | 10 | 3 | 2 | 7 | 7 | 1 |
| | % | 33.3 | 53.3 | 13.3 | 66.7 | 20.0 | 13.3 | 46.7 | 46.7 | 6.6 |

표 3-43. APC 역량 평가 결과의 종합(1): 상품화 공정 전체 항목 평가 점수 반영.

| 순서 | APC 주체 | 수확후관리기술활용수준 (60%) | 수확후관리시설확보및 관리역량 (40%) | 합계 | | | | | | |
|--------------|--------|----------------------|--------------------------|----------|-------|--------|------|------|--------|------|
| 1 | 안성과수 | 49.2 | 28.3 | 77.5 | | | | | | |
| 2 | 안성맞춤 | 49.6 | 34.6 | 84.2 | | | | | | |
| 3 | 평택과수 | 38.2 | 23.9 | 62.1 | | | | | | |
| 4 | 공주원예 | 36.5 | 16.5 | 53.0 | | | | | | |
| 5 | 아산원예 | 37.1 | 24.7 | 61.8 | | | | | | |
| 6 | 아산음봉 | 37 | 26.2 | 63.2 | | | | | | |
| 7 | 천안배원예 | 48.7 | 21.2 | 69.9 | | | | | | |
| 8 | 천안성환 | 40.2 | 18.7 | 58.9 | | | | | | |
| 9 | 익산원예 | 32 | 21.9 | 53.9 | | | | | | |
| 10 | 나주금천 | 33.4 | 18.1 | 51.5 | | | | | | |
| 11 | 나주영산포 | 27.9 | 18.5 | 46.4 | | | | | | |
| 12 | 나주조합법인 | 47.2 | 33.6 | 80.8 | | | | | | |
| 13 | 장성삼계 | 29.6 | 19 | 48.6 | | | | | | |
| 14 | 상주외서 | 46.9 | 22.1 | 69.0 | | | | | | |
| 15 | 상주원예 | 32.3 | 18.2 | 50.5 | | | | | | |
| 평균±SE | | 39.1±0.5 | 23.0±0.4 | 62.1±0.8 | | | | | | |
| 표준화 점 수분포 | 구간 | <36.0 | 36~<48 | ≥48 | <24.0 | 24~<32 | ≥32 | <60 | 60~<80 | ≥80 |
| | 개소 | 5 | 7 | 3 | 11 | 2 | 2 | 7 | 6 | 2 |
| | % | 33.3 | 46.7 | 20.0 | 73.3 | 13.3 | 13.3 | 46.7 | 40.0 | 13.3 |

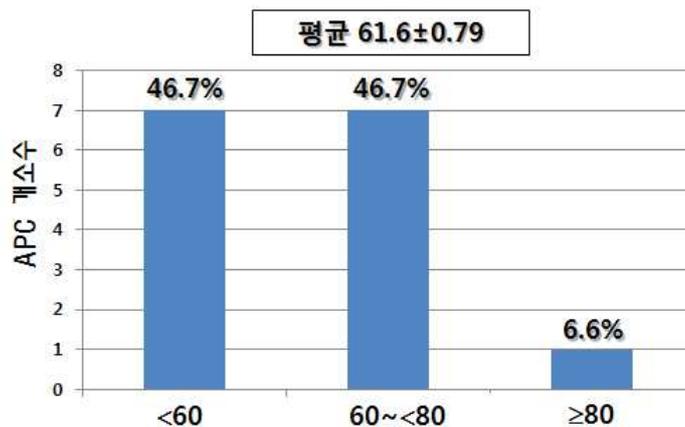


그림 3-251. APC 실태조사 표준화 점수 분포(100점 만점 환산)

- 상품화 공정에서 선별체계 평가점수만 반영

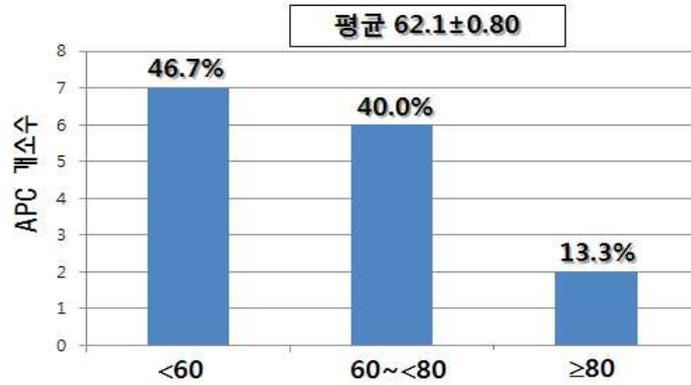


그림 3-252. APC 실태조사 표준화 점수 분포(100점 만점 환산)
- 상품화 공정 전체 항목 평가점수 반영

(3) 신고배 저장 및 유통 과정에서의 품질 인자 도출

(가) 신고배 수확후 품질 저하 요인

▪ 배의 수확후 생리적 특성

배는 유형에 따라 성숙 생리에 현저한 차이를 보이는데 서양배, 중국배 및 일부 일본배 품종은 정도의 차이는 있지만 성숙기에 접어들면 호흡의 급격한 상승(climacteric 현상)을 보이며 이와 더불어 에틸렌 발생이 증가하는 특성을 보여 클라이맥터릭형으로 구분된다. 일본배 중에서도 장십랑과 같은 조생종은 수확기에 접어들어 에틸렌 생합성이 증가하지만 대부분의 품종은 이러한 현상을 보이지 않는다. 따라서 우리나라의 주요 저장 품종인 신고배는 중생종으로 조생종이나 서양배 등과 달리 비호흡급등형에 속하는 것으로 밝혀졌다. 이러한 생리적 차이는 수확기 결정에서 중요한데 에틸렌 발생이 많은 품종을 지나치게 늦게 수확하면 수확한 과실의 노화가 빠르게 진행되므로 수확후 관리 측면에서 불리하다. 일본에서 발표된 자료에 의하면 배를 에틸렌 발생 유형에 따라 많이 생산하는 그룹(>10ppm/kg/hr), 중간 정도 생산하는 그룹(0.5~10ppm/kg/hr), 적게 생산하는 그룹(<0.5ppm/kg/hr)으로 구분하였는데, 국내에서 육성된 품종은 대부분 에틸렌 발생이 적은 품종으로 구분되지만 이들 품종의 에틸렌에 대한 민감도에 대해서는 명확하게 밝혀지지 않았다. 조생종으로 에틸렌 발생량이 적지만 저장성도 약한 품종이 있으므로 품종 간 에틸렌 감응성에 대해 보다 구체적인 이해를 얻는 것이 필요하다. 국내에서 육성된 대부분 품종은 에틸렌 발생이 적은 그룹에 속하지만 에틸렌 감응성에 대한 특성은 밝혀진 바 없다. 따라서 국내 생산 배를 다룰 때에는 에틸렌에 민감한 종을 기준해서 다루는 것이 안전하다. 신고배의 숙기는 나주지방은 9월말이고 수원 지방은 10월초이다. 저장성은 비교적 강하여 상온 저장할 때는 60일정도, 저온저장하면 6개월 정도 저장이 가능하지만 저장 환경 관리가 부적절할 때에는 과심 및 과육 부위

에 갈변 증상이 발생할 우려가 있다. 특히 상온에 저장할 경우 조기에 과피 얼룩이 발생할 우려가 있으므로 가급적 일찍 출하한다. 다소 늦게 수확한 과실은 품질이 우수하지만 저장성이 떨어질 우려가 있으므로 수확 적기 판정에 주의한다. 수확기의 에틸렌 발생량은 적은 그룹에 속한다.



그림 3-253. 배 수확후 생리적 특성과 품질>

* : 배 수확후관리매뉴얼 2005.

▪ 신고배 수확후 작업 체계

우리나라에서 재배하는 동양배 품종 중 일부는 수확한 다음 곧바로 저온 저장할 경우 과피 흑변 장애가 발생하여 상품가치를 상실하는 경우가 흔히 발생한다. 이러한 장애를 일으키는 품종에는 ‘금촌추’의 유전 소질을 받아 육성한 품종이 해당되는데 ‘신고배’, ‘추황배’, ‘영산배’, 등이 포함된다. 이들 품종의 과실은 수확한 다음 즉시 저온 저장고에 넣지 않고 저장 전 처리를 마친 다음 본 저장을 실시한다. 과피흑변은 과일 껍질부분의 수분함량이 높을 때 페놀페놀 화합물이 산화되어 검정색을 나타내는 현상을 말한다. 이를 방지하기 위하여 권장되고 있는 저장 전 처리(예건)로 수확한 과실을 그늘지고 바람이 잘 통하는 곳에 적재하여 7~10일 경과한 다음 저온창고에 입고하는 처리방식이다. 이러한 처리(입고지연 또는 저장 전 처리)로 과피 흑변 발생을 현저히 줄이거나 완전히 방지할 수 있다. 야적할 경우에는 야간에 이슬이 맞지 않도록 비닐 천으로 덮어주고 낮에는 걷어 주어야 한다. 그늘진 장소를 찾지 못할 경우에는 차광막으로 가려 쌓아 놓은 과실이 직사광선에 노출되지 않도록 주의한다. 수확한 과실을 상자에 담지 않고 창고에 그대로 쌓아 두는 경우도 있으나 이럴 경우 하단부의 과실이 압상을 받기 쉽고 생리적 장애가 발생하는 경우가 흔하므로 바람직하

지 않다. 비가 내릴 경우에는 야적한 과실이 비를 맞지 않도록 관리하여야 한다. 과실이 젖을 경우 부패가 심해지거나 과피가 오염될 우려가 있다. 수확기 기온이 낮아져 신고배 과실이 저온에 노출되면 과피흑변 장애가 일어난다는 의견도 있다. 이는 산간지대에서 수확한 과실을 노지에 야적하는 경우 종종 저장한 과실 중 일부 농가의 과실 또는 동일 농가의 것이라도 일부만 과피 흑변 장애를 일으키는 경우가 있는데 이러한 과실은 저장 전 처리를 적절하게 하지 않은 경우로 밝혀지고 있다. 특히 고지대에서 수확할 때에는 평지로 옮겨 저장 전 처리를 실시하여야 한다. 아직 과피 흑변을 일으키는 정확한 저온 한계와 노출 시간이 밝혀져 있지 않기 때문에 지나친 저온에 노출되지 않도록 주의한다. 반면 예건 처리를 철저히 하여도 MA필름으로 포장하여 저온저장시 과실 주변의 상대습도가 100%에 근접할 경우 과피흑변이 발생하는 경우도 있다. 또한 과피 흑변 장애는 수확기 즈음하여 강우가 많았던 해에 심하게 발생한다. 이로 보아 과실 껍질의 수분함량과 과실 주변의 상대습도가 신고배 저장시 과피흑변 발생에 영향을 미치는 것은 분명하다. 만약 수확기 전 강우가 계속된 경우에는 저장 전 처리를 마친 다음에도 저장고 온도를 서서히 낮추어 관리하는 것이 바람직하다(저장 전 처리를 마친 다음 기온을 살펴 1일 1~2℃씩 낮추어 1주일 정도에 정상적인 관리 온도로 낮춘다). 외기온이 급격히 낮아질 우려가 있을 경우 또는 수확한 과실을 야적해 놓기 어려운 경우 일단 저온 저장고에 입고한 다음 냉동기를 가동하지 않고 1주일 정도 환기시킨 후 저장고 온도를 낮추어 관리한다. 그러나 높은 온도에서 오랫동안 방치하는 것은 바람직하지 않다. 특히 상온에서 보관할 때에는 1개월 이내에 출하하는 것이 바람직하다. 지나치게 오랫동안 상온에 보관할 때 과실이 마르고 과육은 탄력을 잃으며 산미가 적어져 맛이 떨어진다.

▪ 배 수확후 작업 체계와 실시간 환경 모니터링의 의미

배의 주요 유통 경로는 생산자 → 수집상 및 산지조합 → 도매상 → 소매상 → 소비자를 거친다. 이 중 산지 조합은 APC를 의미하며, 나주배 유통 경로별 물량 점유비율을 살펴보면, 전체 생산된 배 중 APC를 경유하여 나가는 물량이 약 40%를 차지하고 있음을 알 수 있다. 본 과제에서 개발하고 있는 농산물 수확후 실시간환경 모니터링 프로그램은 유통 경로 중 생산자와 산지 조합, 그리고 물론 수집상과 저장업체에서도 품질 예측을 위해 주로 이용할 수 있을 것이다. (그림 3-254)

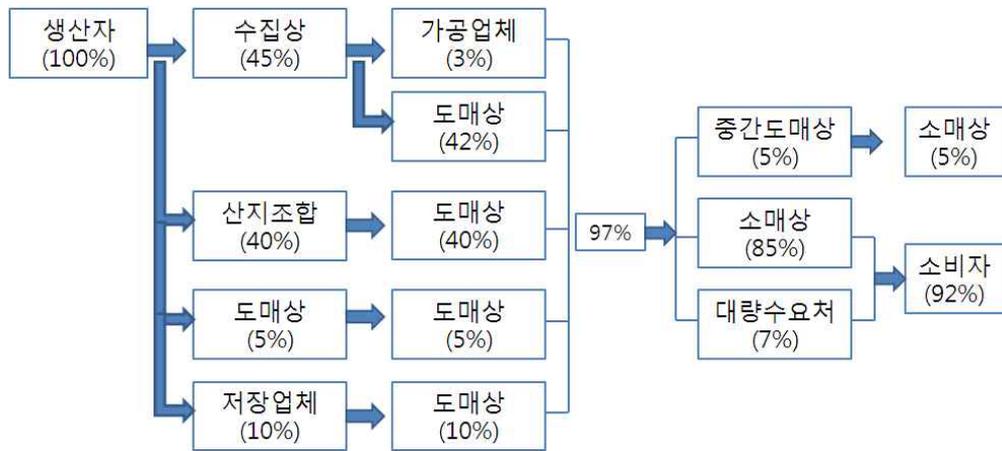


그림 3-254. 나주배 유통 경로별 물량 점유 비율

* 출처 : 나주시농업기술센터 나주배유통실태

유통 경로 중, 수출은 주로 산지조합과 관련된 수출전문단지에서 이루어진다. 생산자에서 부터 산지조합에서 배 과실의 취급 경로는 농가수확 → 예건(야적, 7~10일) → APC로 이동 → 선별전 저온저장(0℃) → 봉지벗기기 및 1차 선별(부패과 제거), 저장용 상자에 담기 → 저온저장(0℃), 선별, 포장상자 담기 → 출하 단계로 구성된다. 출하단계는 크게 두 단계로 구분할 수 있는데 첫째는 국내 내수 시장을 위한 출하, 둘째는 해외 수출을 위한 출하이다. 현재 배는 미국, 캐나다, 프랑스, 동남아, 일본 등으로 주로 수출되고 있고, 향후 유럽, 남미, 동남아 등 세계 각국으로 확대될 전망이다. 우리나라의 신고배는 미국 시장에서 주로 한인 마켓, 화교마켓, 코스트코 등에서 판매되고 있고, 그동안 우리나라 배는 크기가 너무커서 미국 현지인들의 기호도를 만족하지 못하는 애로사항이 있다고 알려져 있다. 그러나 2011년 우리나라 신고배를 처음 접하는 미국 현지 마켓 바이어들에게 선도호 평가를 한 결과 풍부한 과즙과 아삭한 식감, 기분좋은 시원한 맛이라고 평하며 맛에 대해 매우 호의적이었고, 특히 올가닉 시장 바이어들은 원물 자체의 상품성을 매우 높게 평가하였다. 이를 통하여 우리나라의 배는 외국 시장에 대하여 마케팅 능력을 어떻게 개발하느냐에 따라 수출이 얼마든지 확대될 수 있는 가능성을 가지고 있음을 확인할 수 있었고, 향후 세계 각국으로 수출이 다 변화 될 것으로 예측된다. 따라서 개발한 온습도 환경 모니터링 프로그램은 주로 배가 장기간 머물러 있는 저온저장고 내부, 그리고 수출을 위한 선박용 컨테이너 내부에 설치하는 것이 과실 주변의 환경관리, 환경에 따른 품질 예측, 문제 발생시 담당자가 알 수 있도록 경보를 보내주는 역할 등 투입 센서의 효율성을 높일 수 있는 가장 좋은 장소일 것이다. (그림 3-255)

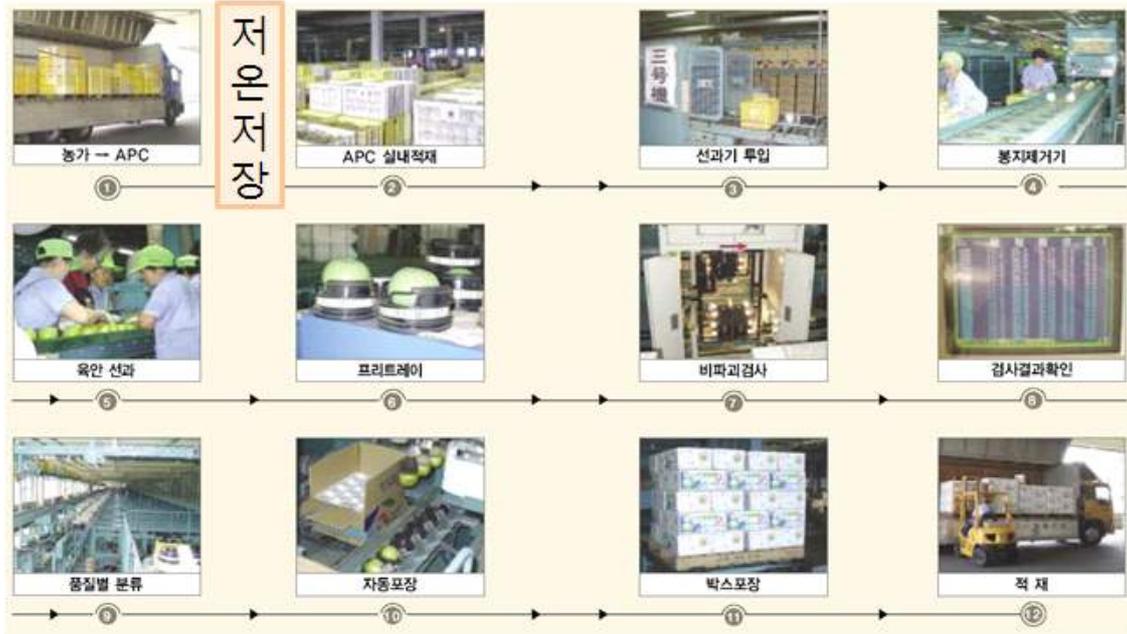


그림 3-255. 농가에서부터 APC 내에서 배의 취급 단계

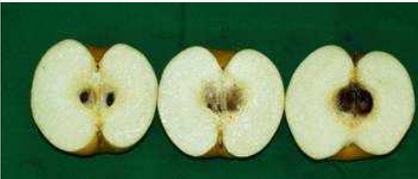
* 출처 : 배 수확후관리 표준매뉴얼

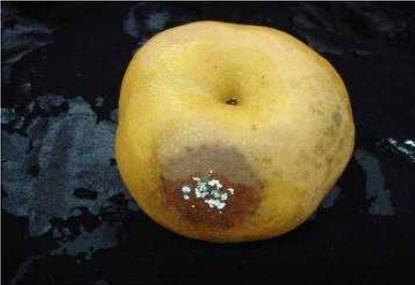
■ 신고배 수확후 품질 변화 주요 양상 및 대책

배는 수확후 장기적인 저장 이후 유통 기간을 거치면서 다양한 장해 증상이 발생하여 손실의 원인이 된다. 온도가 문제가 되는 장해는 동결장해, 탈피과가 있고, 과실 주변의 공기 조성이 문제가 되는 장해로는 고농도의 이산화탄소에 의한 과심갈변, 과육갈변이 있으며, 상대습도와 과피의 수분함량에 이상에 의해 발생하는 장해로는 위조(시들음) 현상과 과피흑변, 그리고 과실 주변의 높은 상대습도와 부패균의 상호작용에 의하여 얼룩과(그을음병), 잿빛곰팡이병, 탄저병 등 부패과 발생 장해가 있다. 각각의 장해명, 장해 모습, 원인, 증상, 대책에 대하여 표 3-44에 나타내었다. 수확후 저장 및 유통 중에 배 과실 주변의 온도, 상대습도, 이산화탄소 농도만 센서를 통하여 측정하고 데이터화하여 문제가 발생할 경우 즉각 대처하기만 하여도 손실률은 유의적으로 감소할 수 있다. 각각의 환경 센서가 감지하여 이상이 발생하는 임계점은 원인 부분에 나타내었다. 동결장해는 온도가 $-2.2 \sim -2.3^{\circ}\text{C}$ 이하로 내려갔을 때, 이산화탄소 장해는 1.5%이상으로 저장고내 이산화탄소가 축적되었을 때, 이산화탄소 농도가 낮을수록 과심갈변은 발생이 느려지고, 시들음은 저장고내 상대습도가 낮을수록 빨리 진행 되므로, 약 90~95%를 임계 습도로 잡는 것이 좋다. 탈피과는 저장시 온도가 균일하게 유지되지 않고 올라갔다 내려갔다 하는 변동이 반복될 때 발생하므로 배 저장고에서 온도 실시간 모니터링은 이러한 장해과를 예방하는 데 특히 의미가 있다. 또한 배를 출하할 때 아직 콜드체인이 완성되지 않은 우리나라에서는 저장온도와 이후 운송온도 간에 차이가

발생하는데, 이 차이가 과실주변의 상대습도에 따라 다르지만, 약 7~10℃를 넘을 때 과실주변 공기 중의 수분이 차가운 배 표면에서 응결되어 흘러내리는 결로현상이 발생한다. 배는 특히 수분에 약하며, 부패가 잘 일어나는 작물로 만약 장기간 운송기간이 소요되는 경우 결로가 발생하였다면 부패에 의한 손실률이 매우 높아질 수 있다. 따라서 출하 후 운송, 이후 유통 중에도 적어도 온도 실시간 모니터링만 제대로 활용하여도 손실률 경감에 큰 효과가 있을 것이다. 만약 저장 중 또는 유통 중 MA 포장을 이용하였다면, 포장재 내부는 MA 포장재의 재질 및 두께에 따라 포장 내부의 공기 조성, 특히 산소와 이산화탄소 조성이 저장온도와 연관되어 크게 달라질 수 있다. 따라서 MA 포장 내부에는 온도센서와 이산화탄소센서, 가능하다면 산소 센서가 투입되어 실시간 모니터링 된다면 과심갈변, 과육갈변을 사전에 예방할 수 있는 좋은 도구가 될 것이다. (표 3-44)

표 3-44. 배 수확후 발생하는 장해과 종류, 원인, 증상, 대책

| 장해 | 장해 모습 | 원인, 증상, 대책 |
|-----------------------|---|--|
| 동결 장해 |  | <ul style="list-style-type: none"> -2.2 ~ -2.3℃에 2일 이상 노출 과심부터 동결되어 과육이 갈변화 됨 저장온도 적정 유지 및 온도 체크 정밀성 향상 |
| 이산화탄소 장해 |  | <ul style="list-style-type: none"> 저장고내 1.5% 이상의 이산화탄소 축적 과심 부분에 부분적인 갈변 생김 환기창 설치 및 주기적인 환기 실시 |
| 칼슘부족 +늦은수확 +밀증상 |  | <ul style="list-style-type: none"> 칼슘부족 + 늦은수확 + 밀증상 과심, 과육 부분의 부분적 갈변 증상 칼슘시용, 조기수확 밀증상 과실 장기 저장 회피 |
| 위조현상 |  | <ul style="list-style-type: none"> 저장고내 낮은 습도 (60% 이하) 과피 전면 수축현상 저장고 내 습도 85~95% 유지 |

| | | |
|-----------|---|---|
| 과피흑변 |  | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 효소의 활성화에 의한 흑변 ▪ 과피가 부정형의 검은색으로 변함 ▪ 수확후 예건, 열처리 |
| 탈피과 |  | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 저장중 온도의 불균일 및 편차가 심할때 ▪ 과피와 과육이 분리됨 ▪ 저장중 온도편차 최소화 |
| 얼룩과(그을음병) |  | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 과수원에서 미생물 (곰팡이) 감염 ▪ 과피에 부정형의 검은 반점 발생 ▪ 생육시 살균제 살포, 저장시 오존 가스 이용 |
| 젯빛곰팡이병 |  | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 수확후 과피의 상처 ▪ 과피, 과육의 부패 ▪ 저장고 및 저장용기 소독, 물리적 상처 방지 |
| 탄저병 |  | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 고온 다습한 기상조건에서 감염 ▪ 과피에 갈색 반점이 함몰되고 부패 ▪ 수확후 신속한 저온 저장, 물리적 상처 방지 |

(나) 신고배 품목의 다양한 저장 및 환경 조건하에서의 품질 특성 조사

<결과 요약>

신고배 수확시기별 저온 저장 한계기 설정

미숙과 : 190일, 적숙과 : 170일, 과숙과 : 75일

신고배 숙도별 저온 저장중 동결점 및 회복한계일

미숙과 : 동결일 -2.2℃, 회복가능일 2일
 적숙과 : 동결일 -2.2℃, 회복가능일 2일
 과숙과 : 동결일 -2.2℃, 회복가능일 1일

신고배 저장중 탈피과 발생원인 구명 및 탈피과 억제를 위한 변온 임계한도

원인 : 저장고내부 온도 상승 하락 반복시
 임계점 : -1 ~ 1.5℃

신고배 숙도별 과실갈변 이산화탄도 임계 농도 설정

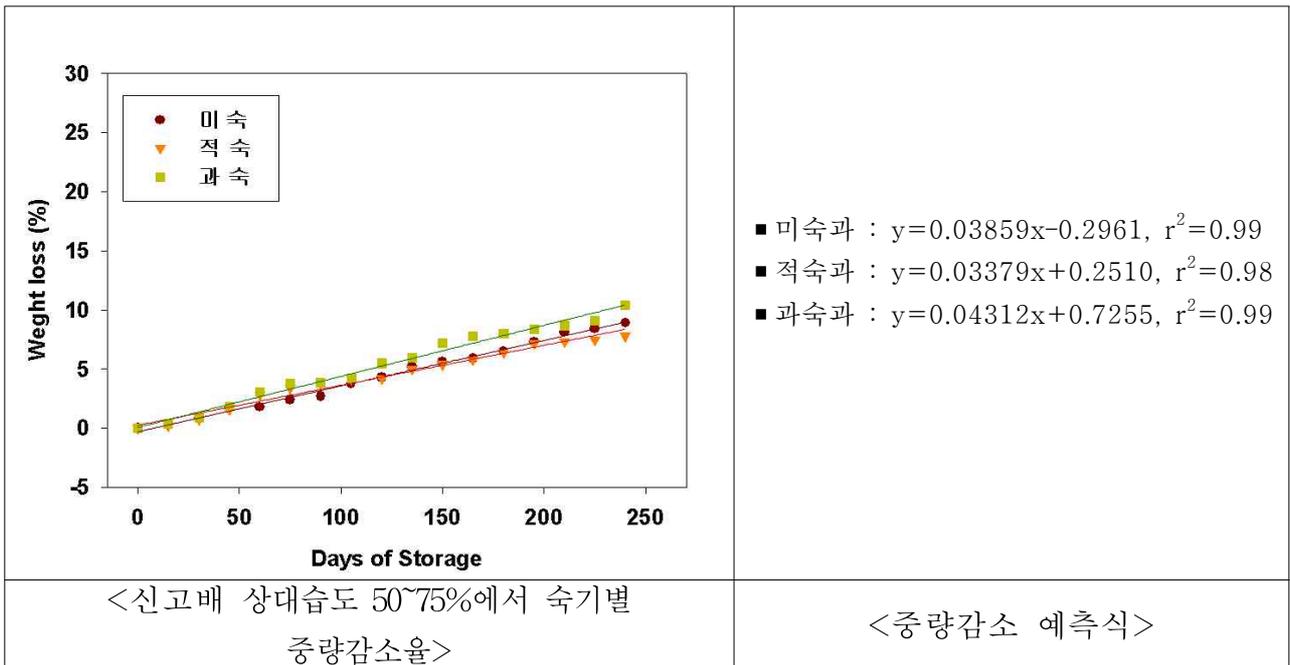
숙기에따른 저장한계일 :
 미숙과 : 5% (180일), 적숙과 : 3% (90일), 과숙과 : 1% (90일)
 임계점 : 이산화탄소 1%에서 180일, 2%에서 150일, 3~5%에서 60일

신고배 저온저장중 에틸렌 장애를 위한 임계농도 : 0.5ppm

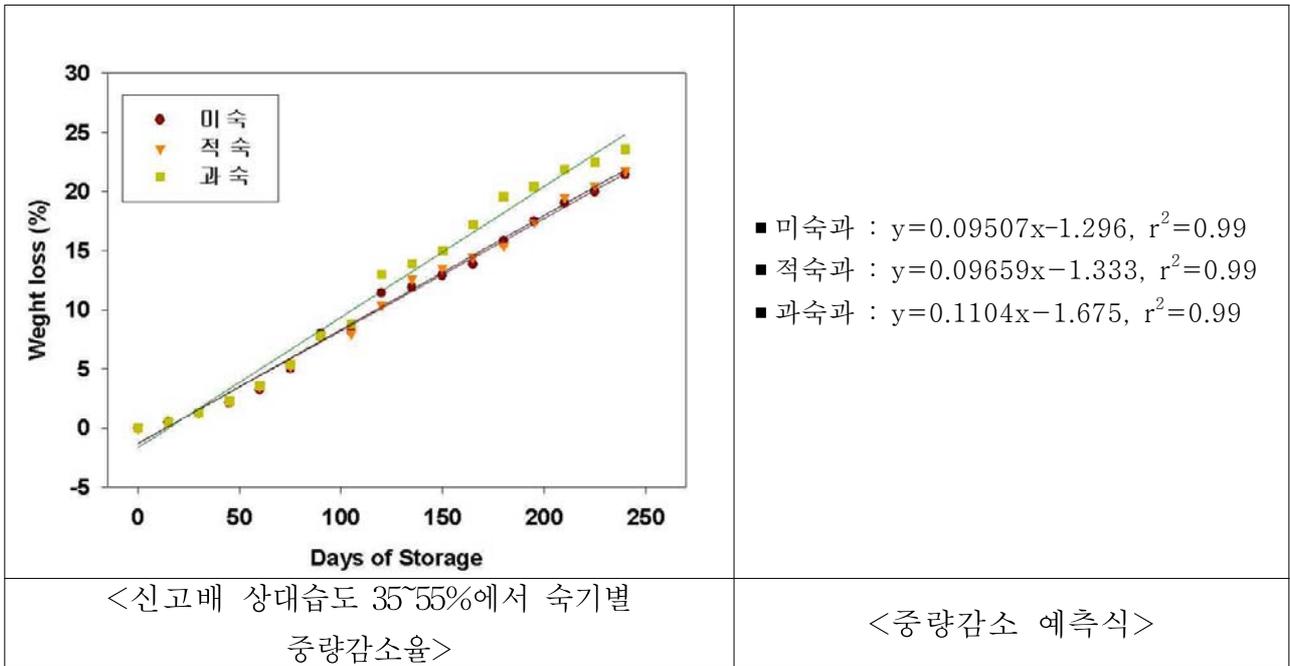
- 신고배 수확시 숙도 및 저장고내부 상대습도에 따른 품질 변화

다음은 신고배 저장시 과실주변의 다양한 상대습도 조건하에서 과실의 중량감소율을 측정된 데이터('00~'08, 원예원)를 토대로 중량감소 예측식, 경도 변화 예측식, 그리고 적정 산도 예측식을 작성한 것이다. 각각의 데이터는 저장 및 유통 중 과실 주변의 상대습도에 따라 발생하는 품질 변화 예측을 위한 기본 데이터로 사용될 것이다.

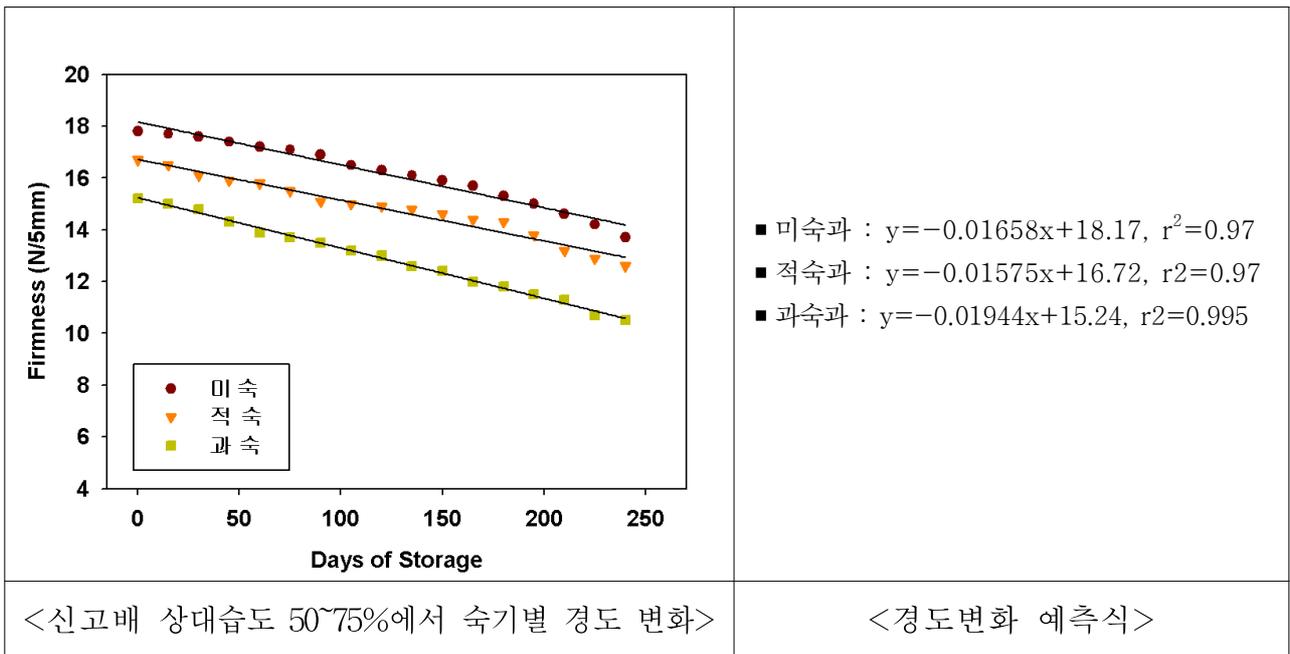
(다) 신고배 수확시 숙도에 따른 저온저장 중 중량감소율(상대습도 50~75% 환경하에서)



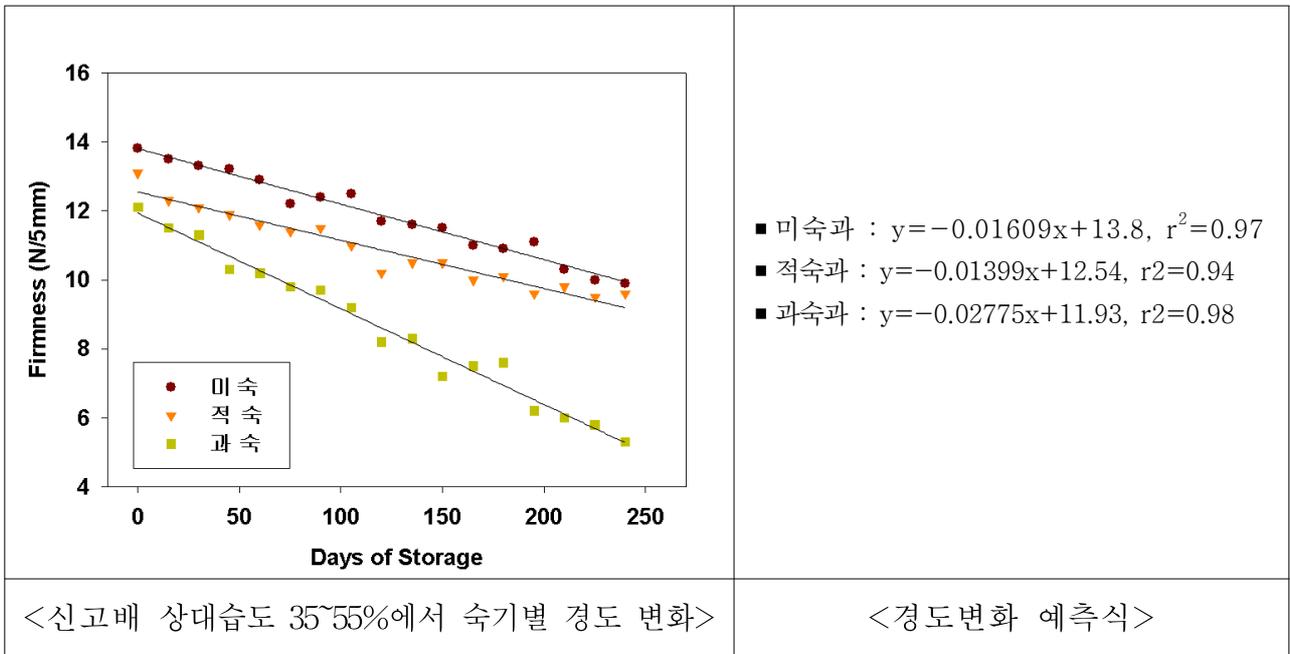
(라) 신고배 수확시 속도에 따른 저온 저장 중 중량감소율(상대습도 35~55% 환경하에서)



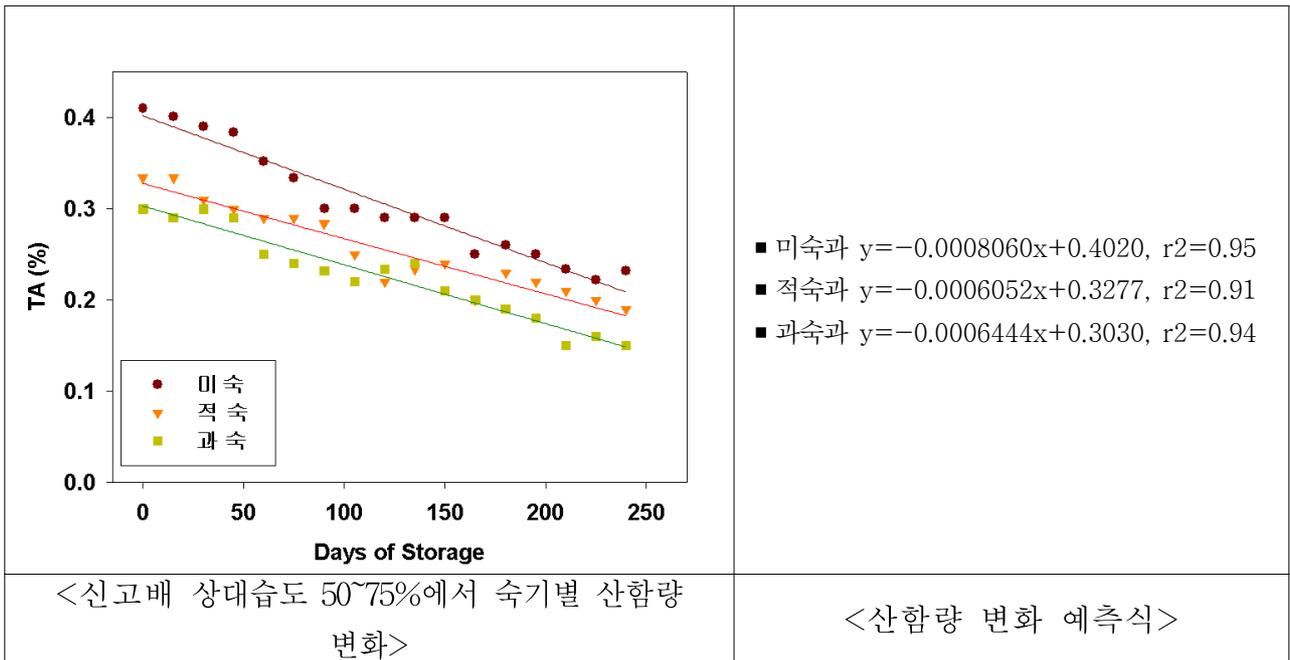
() 신고배 수확시 속도에 따른 저온 저장 중 경도변화(상대습도 50~75% 환경하에서)



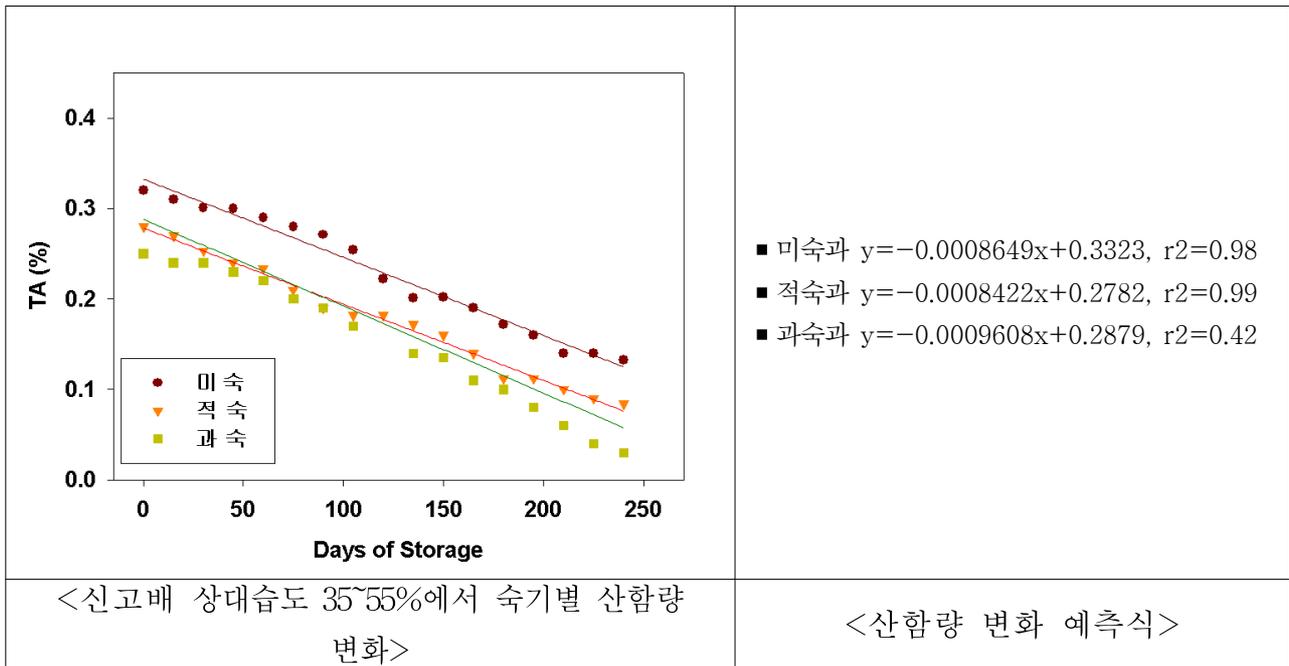
(바) 신고배 수확시 속도에 따른 저온 저장 중 경도변화(상대습도 35~55% 환경하에서)



(사) 신고배 수확시 속도에 따른 저온 저장 중 적정산도 변화(상대습도 50~75% 환경하에서)



(아) 신고배 수확시 속도에 따른 저온 저장 중 적정산도 변화(상대습도 30~55% 환경하에서)



■ 신고배 동결점 이하 저장시 저장온도에 따른 동해 발생 양상

과실 주변의 부적절한 온도는 저장온도가 지나치게 높거나 낮은 것을 의미한다. 온도가 낮을 때 일어나는 장애로는 동결장애와 저온장애가 있고, 온도가 높을 때 일어나는 장애는 온도 상승과 동반하여 일어나는 호흡량 증가 및 에틸렌 발생량 증가로 인한 고이산화탄소 장애, 저산소 장애, 에틸렌 장애 등이 있다. 배는 저온저장 중 저온장애가 문제가 되지 않는 품목이므로 배 과실의 어는점 이하로 온도가 내려가거나 유통기간 동안 품질유지가 되지 않을 정도로 높은 온도에 조우되지 않도록 주의하면 온도에 의한 장애는 쉽게 극복할 수 있고 환경 모니터링은 이를 위한 좋은 도구이다. 동결장애는 저온장애와는 달리 원예산물의 세포 조직이 빙점 이하의 온도에서 결빙되어 나타나는 장애를 말한다. 작물의 결빙 온도는 작물의 종류나 재배 또는 저장 조건에 따라 다르지만 대략 $-1.0 \sim -2^{\circ}\text{C}$ 범위에서 조직의 결빙에 따른 동해가 나타나며, 배는 보통 -1.6°C 이하의 온도에서 동해가 발생한다고 알려져 있다. 그러나 일반적으로 가용성 고형물의 함량이 많을수록 빙점강하의 결과로 동결점은 낮아져 개체차가 발생할 수 있다. 따라서 신고배의 경우 온습도 환경 모니터링시 부적절한 온도에 대한 한계를 설정할 때 -1.8°C 로 임계점을 결정하면 적합할 것으로 생각된다. 동해의 정도는 온도와 노출시간에 따라 다르게 나타나며 과실이 얼었어도 이후 점진적인 해동이 진행되면 눈으로 보기에는 장애 현상이 나타나지 않는 경우도 많다.

조직의 결빙 과정에서 최초의 얼음 결정의 형성은 비교적 용질의 농도가 낮은 세포벽 부위에서 일어난 후, 점차 세포 간극 내로 확대되는데, 이를 세포 외 결빙(extracellular freezing)이라 한다. 세포 외 결빙이 일어나면 얼음 결정의 증가와 더불어 세포막 주변의 VPD가 증가하고 세포 내의 수분이 탈수되어 원형질막이 세포벽과 분리되며(first plasmolysis), 세포 내 수분이 1/3 이상 감소되는 정도에까지 이르면 원형질막의 열로 인한 세포의 죽음이 일어난다. 그러나 작물의 품온을 시간당 0.5℃ 정도의 속도로 서서히 냉각시키면 결빙 한계 온도 이하에서도 결빙이 일어나지 않는다. 이러한 현상을 과냉각(supercooling)이라 하며 과냉각된 작물은 저온 노출 시간이 길지 않을 경우 얼음 결정이 생기기 전에 체온을 서서히 상승시키면 동해 증상을 나타내지 않는다. 그러나 과냉각된 조직이 저온에 너무 오래 노출될 경우 급격한 파괴와 치사를 가져온다. 한편 세포 외 결빙이 일어난 세포라 할지라도 세포막의 손상이 없을 경우 서서히 해동시키면 원형질 복귀(deplasmolysis)가 가능할 뿐만 아니라, 해동 후에도 즉각적인 동해 증상이 나타나지 않는다. 그러나 해동 속도가 빠르면 해동 과정에서 세포막의 손상에 의한 세포의 죽음이 나타나며, 일단 세포의 결빙을 겪은 작물은 비록 해동 후 즉각적인 동해가 없더라도 수 일 또는 수 주 후에는 동해가 나타나므로 작물의 저장 시 동해의 방지는 필수적이다.

세포 외 결빙은 탈수에 의해 세포질의 용질 농도를 증가시키므로 세포질의 빙점을 하강시켜 세포질의 결빙을 억제시킨다. 그러나 품온이 더욱 하강하여 세포질의 결빙점 이하의 온도에 이르면 세포 내 결빙(intracellular freezing)이 일어나는데 이러한 세포 내 결빙은 세포질과 세포핵을 파괴하므로 세포의 생명에 치명적이며 해동 후에도 이러한 세포의 손상은 회복되지 않는다. 동해 증상은 대개 결빙 중보다 해동 후에 나타나게 된다. 엽채류의 경우 동해의 증상으로 수침 현상(water soaking)과 함께 조직이 반투명해지며 엽맥보다는 엽신이 특히 동해에 민감하다. 과실의 경우에서도 동해로 인해 역시 수침 현상이 나타나며, 과육이 연화되고 조직의 부분적 죽음으로 인해 과표면이 부분적으로 함몰된 후 함몰 부위의 건조가 나타난다. 또한 동해를 입은 작물은 호흡이 증가하고 대개 병원균에 쉽게 감염되어 곧 부패한다.

배의 경우 동해를 받은 과실은 과육에 투명한 수침형 조직이 먼저 나타나고 나중에 바깥 과육에 나타난다. 껍질색이 어둡게 변한다. 심한 경우 과육에 동공이 생겨 과육이 갈라지며 횡단면으로 자르면 그 장해 부분은 가끔 링 모양으로 나타난다. 신고배 저장시 저장온도에 따른 동결 발생 시작일, 동결 한계일 및 동결후 회복이 가능한 날짜는 다음과 같다. 예를 들어, -2℃에 조우된 신고배 과실은 저장 2일째 동결이 되며, 3일 동안 그 온도에 방치될 경우 회복시킨 후 먹기에 불가능할 정도로 세포가 파괴된 상태가 된다. 동결 장해를 받은 신고배 과육과 과피의 세포는 동결 장해를 약하게 받았다 할지라도 파괴되어 세포 고유의 모

습을 잃고 있는 것을 볼 수 있다. 따라서 육안으로 보기에 회복되어 문제가 없어보이는 과실이라 할 지라도 이미 세포는 파괴되어 있고 이후 부패균이 침입하기 쉬운 상태가 되므로 즉시 출하 하여야 한다. (표 3-45, 그림 3-256)

표 3-45. 신고배 저장시 저장 온도에 따른 동결 발생 시작일, 동결 한계일 및 동결후 회복 가능일

| 일수 온도 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|----------|---|----------------|----------------|---------------------|----------------|---|---|---|---|----|
| -1℃ | | | | | | | | | | |
| -2℃ | | ○ ^z | ● ^y | ● ↑ ^w | △ ^v | △ | △ | △ | △ | △ |
| -3℃ | ○ | ● ↑ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ |
| -4℃ | ○ | ● ↑ ↑ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ |

z : 시작일, y : 동결 후 회복일, v : 동결 후 회복 불가능일,

w : 동결 후 식미가능일

* 출처 : 2003. 원예원, 영농활용

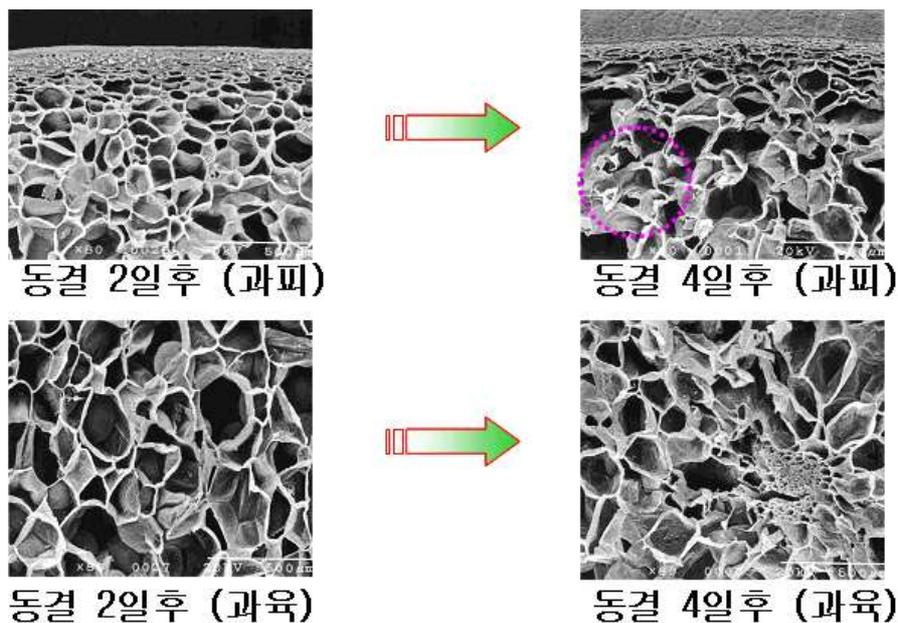


그림 3-256. 신고배 저장시 저온 노출에 따른 동결 장애 및 회복 가능일

- 신고배 저장 중 저장조건 및 온도 편차에 따른 탈피과 발생 양상 및 품질 변화

신고배는 수확후 저장온도 0℃, 상대습도 90% 조건에서 약 6개월 정도 소비자가 받아들일 정도의 품질을 유지한다. 그러나 저장 중 여러 종류의 과피 장해 현상이 나타나는데, 대표적인 장해 현상으로는 과피흑변과, 얼룩과(그을음병), 그리고 탈피과가 있다. 과피흑변과는 배 과실의 껍질에 수분이 많이 포함되어 있을 경우 저온저장 중 폴리페놀옥시데이스의 활성화로 페놀성화합물이 중합되어 과피색이 검게 변한다고 알려져 있다. 저장고에 입고하기 전 예건을 철저히 하지 않았을 경우에는 저온저장 중 과일 주변의 상대습도가 높을 때 과피흑변과가 저장 후 한 달 이내에 매우 빠른 속도로 나타나기도 한다. 얼룩과(그을음병)은 곰팡이병의 일종으로 포장에서 감염되었다가 저온저장 중 습도가 높을 경우 급속하게 진진되는 것으로 알려져 있고, 특히 수출중 밀폐도가 높은 선박용 트레일러에 적재하였을 때 많이 발생한다. 탈피과는 저장 말기에 발생하는 저장 장해로서 과피와 과육이 분리되는 현상을 말한다. (그림 3-257)



그림 3-257. 신고배 저장 중 저장고내 온도 상승 하락의 반복에 의한 탈피과 발생

탈피과가 일어날 수 있는 환경적 원인에 대해서는 이미 상세하게 보고되어 있다(2008. 한원지26(3):238-244). 보고에 의하면, 탈피과가 일어날 수 있는 온도, 습도 조건을 설정하여 저장 온도를 0, 5, 10℃로 하였고 저장중 습도와 상관을 알아보기 위하여 PE 필름에 밀봉을 했으며 수확 후 예건과 무예건 처리로 초기에 과피의 수분 조건이 탈피에 영향을 주는지 살펴본 결과, 무예건 처리는 저장 120일부터 탈피과를 발생시킨 반면 예건 처리에서는 저장 150일부터 탈피과를 형성했으며 발생률에 있어서도 무예건이 예건 처리보다는 다소 높은 경향이였지만 차이는 없었다고 밝혔다. 온도 처리간에는 5℃와 10℃ 저장이 과실의 연화와 부패로 상품성을 상실하여 각각 120, 90일 밖에 저장을 하지 못하였는데 5℃에서 저장 120일에 탈피과가 어느 정도 생기는 것을 볼 수 있어서 저온이 탈피과 형성에 관여하는 요인일 것으로 추정하였다.

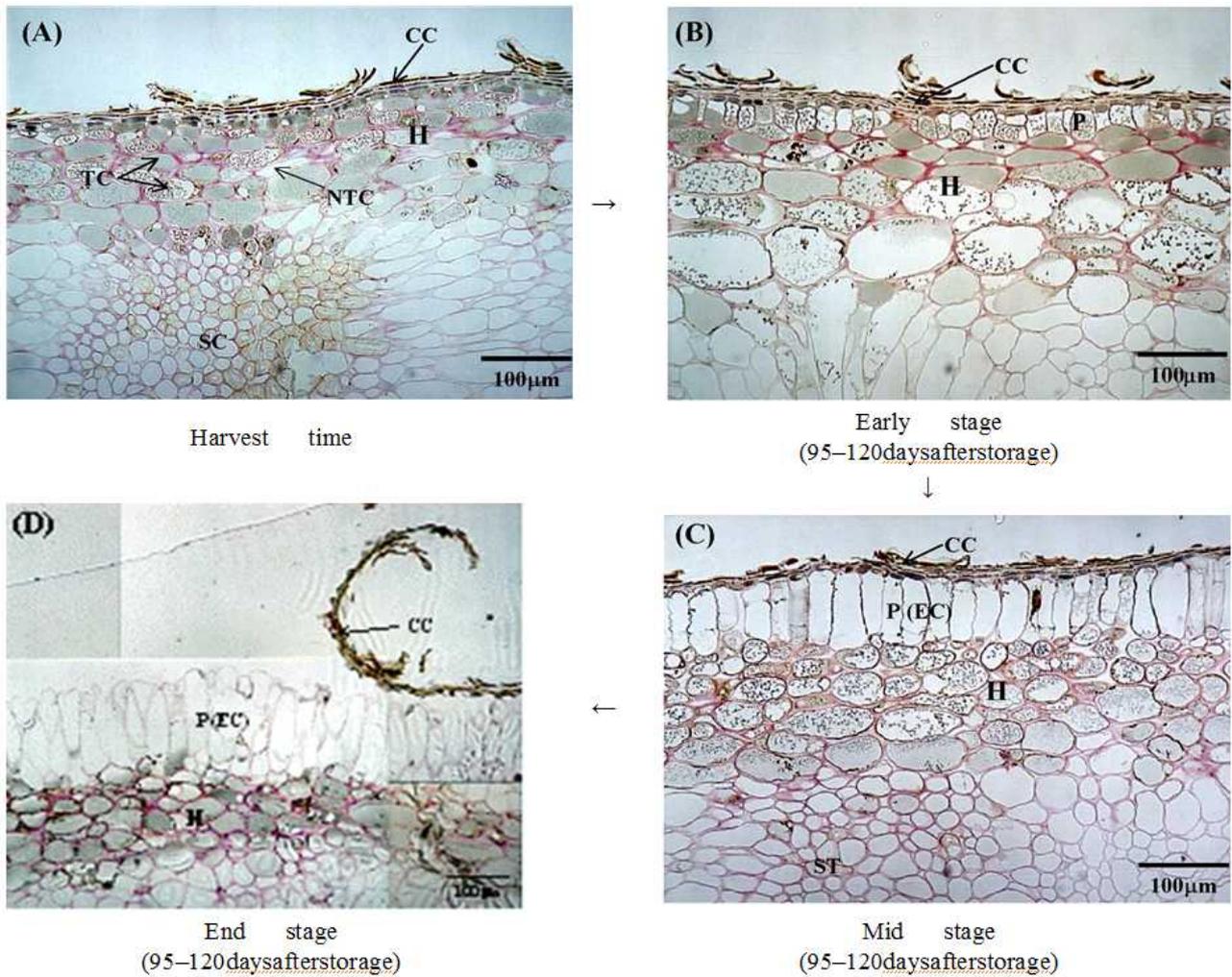


그림 3-258. 신고배 저장 중 탈피과 발생 과정에 대한 광학현미경 검경.

CC: cork cell; H: hypodermis; NTC: non-tannin cell; P: phellogen

P (PE): phennogen (elongated cell); SC: stone cell; TC: tannin cell

탈피가 일어나는 과정에 대한 광학현미경 관찰 결과를 보면, 저온 저장중에 과실 스스로가 과피의 일부인 코르크층을 떼어내는 것으로 밝혀졌다. 코르크층이 떨어져 나갈 수 있는 요인은 코르크층 아래 세포의 신장에 기인한다고 하였다. (그림 3-258)

표 3-46. 신고배 저온 저장중 몇가지 조건에서의 탈피과 발생률

| 처리내용 | | 저장기간 (일) | | | | | | |
|------|-----|---------------|----|----|-----|-----|-----|---|
| | | 30 | 60 | 90 | 120 | 150 | 180 | |
| | | 탈피과 (%) | | | | | | |
| 무예건 | 0℃ | 무밀봉 | 0 | 0 | 0 | 5 | 8 | 9 |
| | | PE 30 μ m | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 7 |
| | 5℃ | 무밀봉 | 0 | 0 | 0 | 8 | - | - |
| | | PE 30 μ m | 0 | 0 | 0 | 5 | - | - |
| | 10℃ | 무밀봉 | 0 | 0 | 0 | - | - | - |
| | | PE 30 μ m | 0 | 0 | 0 | - | - | - |
| 예건 | 0℃ | 무밀봉 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 7 |
| | | PE 30 μ m | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 |
| | 5℃ | 무밀봉 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | - |
| | | PE 30 μ m | 0 | 0 | 0 | 0 | - | - |
| | 10℃ | 무밀봉 | 0 | 0 | 0 | - | - | - |
| | | PE 30 μ m | 0 | 0 | 0 | - | - | - |

온도별 저장 조건에서 탈피과 발생이 거의 없었고, 저장중에 변온 조건이 탈피과 발생과 상관이 있는지를 살펴보기 위하여 0℃에 90일 저장 후에 5, 10℃에서 각각 5, 10, 15일간을 두었고 이후 0℃에서 5일이 지난 후에 탈피과 발생률 등을 조사하였더니, 저장중 변온 조건인 0→5→0℃, 0→10→0℃에서 탈피과가 65~77% 정도 발생하였다(표 3-46)고 하였다. 또한 5℃, 10℃에서 5, 10, 15일의 저장 기간에 따른 탈피과 발생률에는 차이가 없었다. 즉 0℃에 저장된 배가 5~10℃에 5일 이상 노출이 되면 과피에 장해현상을 발현하는 것으로 보인다. (표 3-46, 47)

표 3-47. 신고배 저온저장중 변온 조건에서의 탈피과 발생률

| 변온조건 | 5, 10℃에서 저장 일수 | | |
|-------------|----------------|----|----|
| | 5 | 10 | 15 |
| 탈피과 (%) | | | |
| 0 → 5 → 0℃ | 65 | 73 | 69 |
| 0 → 10 → 0℃ | 70 | 77 | 75 |

탈피현상이 일어날 때 과실 주요 성분의 변화는 유기산, 당성분, 전폐놀 함량 등 성분 보다는 당성분의 변화가 많았다(표 3-48). 신고배 과실의 맛을 결정하는 가장 중요한 요소 중

의 하나인 당 성분은 fructose(과당), glucose(포도당), sucrose(자당), sorbitol인 것으로 알려져 있는데 부위별로 정상과와 탈피과의 당 성분을 비교하여 보면 탈피과 과피 부위의 fructose와 sorbitol이 정상과의 과피 부위보다 유의하게 많은 양을 나타내고 있다. 한편 정상과의 sucrose는 과피, 과피 바깥, 과피 안부분 각 부위별로 1.1, 0.8, 0.9mg/g FW 정도가 들어 있는데 반해 탈피과에서는 그 양이 매우 적었다. 이렇듯 탈피과에서 탈피되는 부위인 과피 조직에서 fructose와 sorbitol 양이 정상과보다 많은 이유는 탈피 바로 아래 세포층의 신장이 일어날 때 에너지가 필요했을 것이라고 가정을 할 수 있다.

표 3-48. 신고배 저온 저장중 탈피시 당성분의 변화

| 당성분 (mg/g FW) | 과실상태 | 과실 부위 | | |
|---------------|------|-------|-------|------|
| | | 과피 | 과육바깥쪽 | 과육안쪽 |
| Fructose (과당) | 정상과 | 5.5 | 5.6 | 5.5 |
| | 탈피과 | 6.3 | 5.8 | 5.1 |
| Glucose (포도당) | 정상과 | 1.8 | 1.5 | 1.6 |
| | 탈피과 | 2.0 | 2.1 | 1.3 |
| Sucrose (자당) | 정상과 | 1.1 | 0.8 | 0.9 |
| | 탈피과 | - | - | - |
| Sorbitol | 정상과 | 1.3 | 1.1 | 1.1 |
| | 탈피과 | 4.9 | 1.0 | 0.8 |

따라서 이 결과를 온습도 환경 모니터링 프로그램에 적용할 경우, 하루 동안 저장고 내에서(이 경우 반출입을 위해 저장고 문을 여닫지 않는 조건에서) 또는 운송 중 과실 주변의 온도편차가 5℃ 이상 발생할 경우 경보를 발생하는 것이 좋을 것이라 생각된다. 그림 3-260은 신고배를 입고 전 예건한 것과 예건하지 않은 처리구로 나누어 PE0.03mm 필름으로 속포장하여 0, 5, 그리고 10℃에 저장할 때 포장 내부의 이산화탄소 발생량과 에틸렌 발생량을 나타낸 것이다. 이산화탄소 발생량 먼저 온도에 의한 영향이 더 커서 온도가 높을수록 발생량이 높았다. 필름 속포장에 따른 차이를 살펴보면, 0℃와 5℃에서는 필름 속포장 여부와 관계없이 이산화탄소 발생량이 유사하였고, 10℃ 저장시에는 필름 속포장한 처리구의 발생량이 높게 나타났다. 에틸렌은 모든 처리구에서 0.05~0.15ppm 이내의 농도로 발생하였고, 온도가 높을수록 발생량이 높은 경향이었으나, 필름속포장에 따른 유의차는 크게 나타나지 않았다. (그림 3-259, 260)

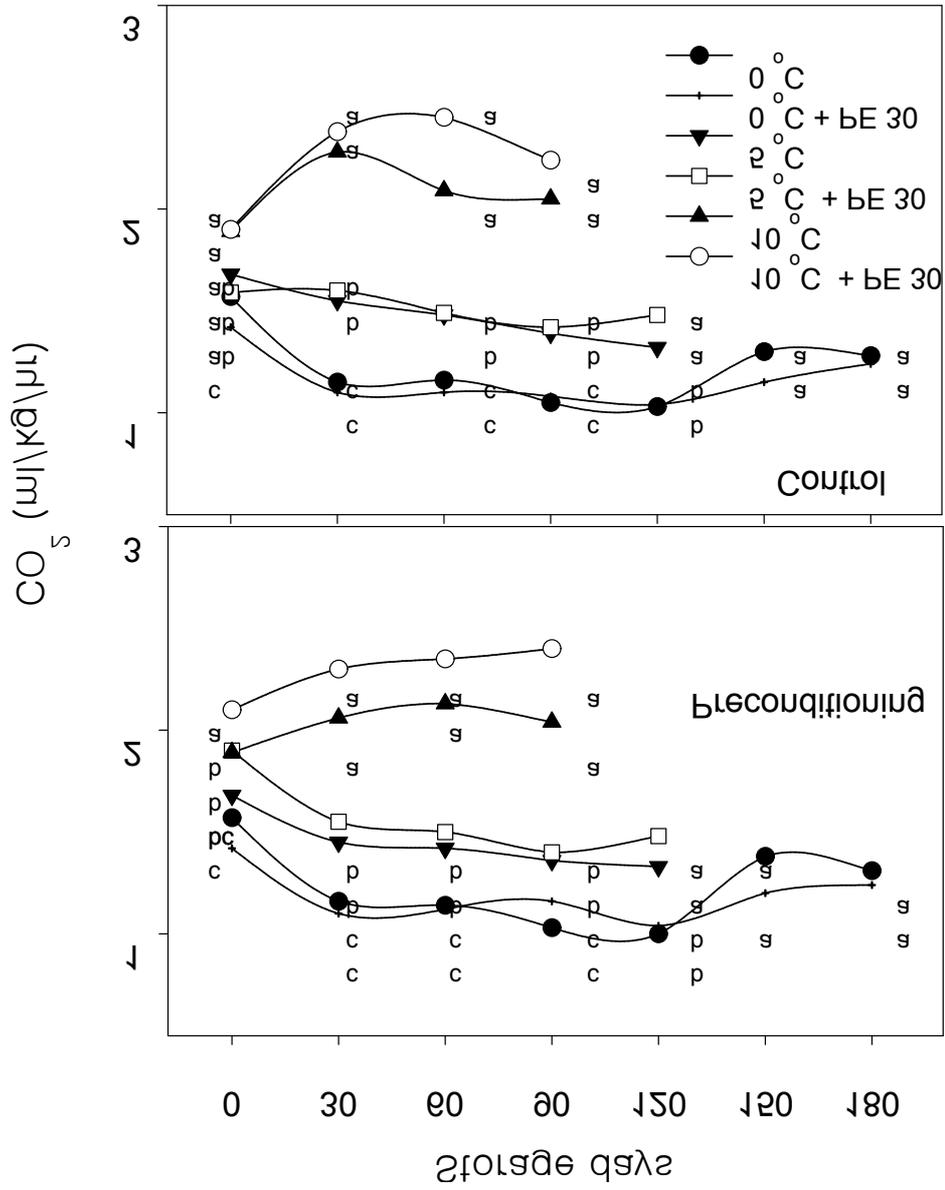


그림 3-259. 신고배 저장 중 저장온도 및 MA필름 속포장 유무에 따른 이산화탄소 발생량

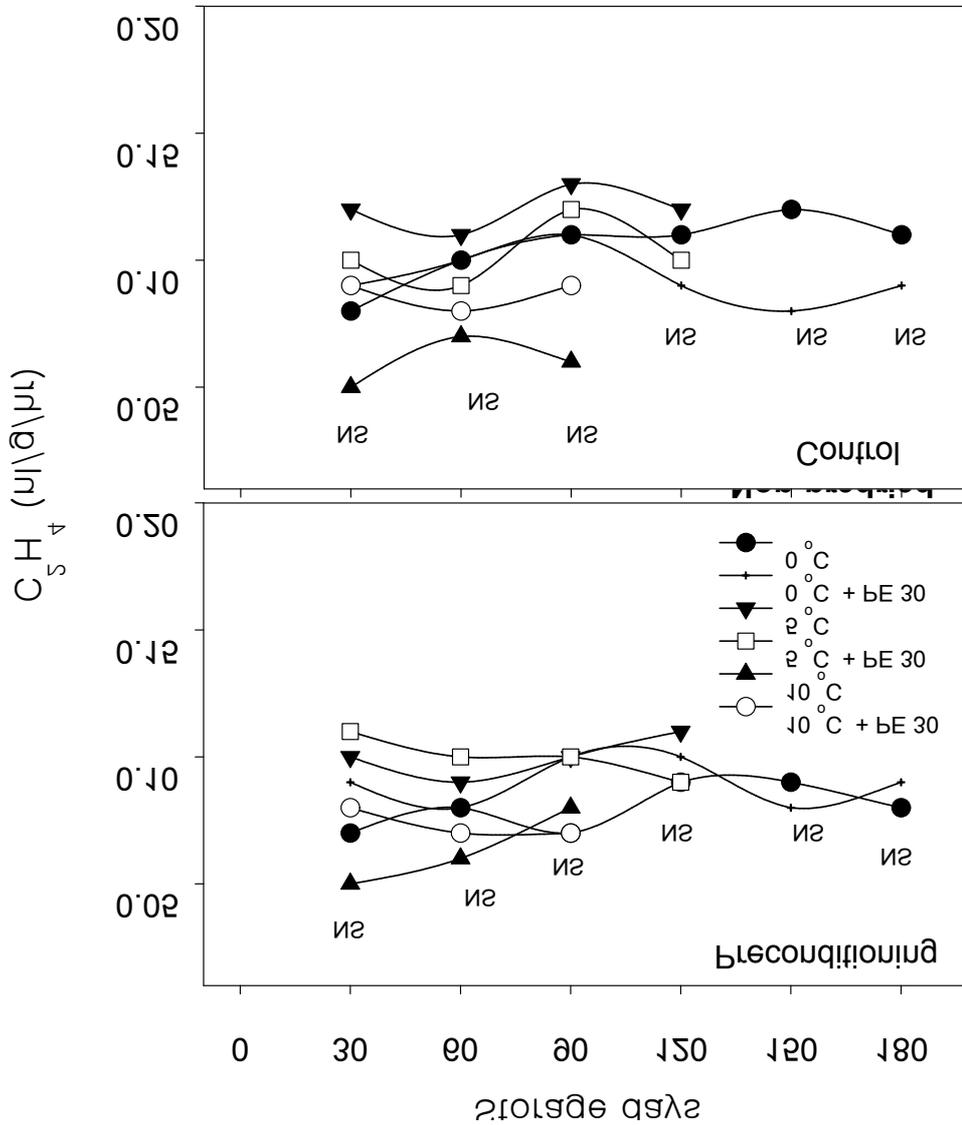


그림 3-260. 신고배 저장 중 저장온도 및 MA필름 속포장 유무에 따른 에틸렌 발생량

배의 과피흑변(skin blackening)은 저온저장 초기에 발생되며 현재까지 알려진 과피흑변이 나타날 수 있는 요인으로 ○전적 요인과 생리학적 요인이 있다. 유전적으로 금춘추 품종에서 과피흑변이 가장 많이 나타나고, 금춘추 계통인 ‘신고’, ‘추황배’, ‘영산배’에서 많이 나타나며, 재배중에 질소비료의 과다사용, 그리고 수확시기가 늦어진 과실을 저장고에 입고했을 때 많이 발생한다. 생리학적으로 Polyphenol과 밀접한 관련이 있는 것으로 알려져 있다. 배 과실은 다른 과종보다는 비교적 Polyphenol의 양이 많으며 그 중에서도 금춘추 품종이 가장 많이 분포하는 것으로 나타나고 있다. 이러한 Polyphenol은 Polyphenol Oxidase(폴리페놀 산화효소)에 의해서 Quinon 형태로 산화되어 이것이 중합하여 흑색 색소인 멜라닌(melaine)을 형성하여 과피흑변을 유기하는 것으로 알려져 있다. 수확후 과피흑변을 줄일 수 있는 가장 효과적인 방법은 저온저장전에 배 과실을 외기온에서 예건 처리하는 방법이

다. 이는 과피의 수분함량을 인위적으로 줄여서 수확후 고습에 노출되어 흑변을 일으키는 현상을 줄일 수 있다. 배의 과피흑변은 배 원물의 상태, 저온 저장 및 유통 중 상대습도, 이와 관련된 MA 저장 방식 등 다양한 조건이 관여되므로, 실시간 환경 모니터링 프로그램을 통하여 배의 과피흑변 발생을 예측하는 것은 매우 어렵다.

(자) 신고배 저장 중 이산화탄소 농도에 따른 과심갈변 발생을

과실 주변의 공기 조성에 의한 장해는 주로 CA(Controlled atmosphere) 및 MA(Modified atmosphere) 저장과 관련하여 일어난다. 저장고 혹은 포장 안의 산소 및 이산화탄소 농도가 과실의 생리적 특성과 맞지 않을 경우 일어나게 된다. CA 저장과 관련된 장해로는 저산소 장해, 이산화탄소 장해 및 이 두 요인에 의한 복합장해 등이 있다. 사과, 배, 단감 등 과실과 대부분의 원예생산물은 산소농도가 너무 낮거나 이산화탄소 농도가 높아지면 과피 변색과 과육갈변 및 조직의 수침 및 붕괴 등 장해현상을 보이는데 이러한 장해를 CA 장해 혹은 MA 장해라 한다. 저온과 함께 대기 중의 CO₂ 및 O₂ 농도를 변화시켜 저장하는 방식(CA 저장)은 원예작물의 저장 기간을 늘리기 위한 효과적인 수단이다.

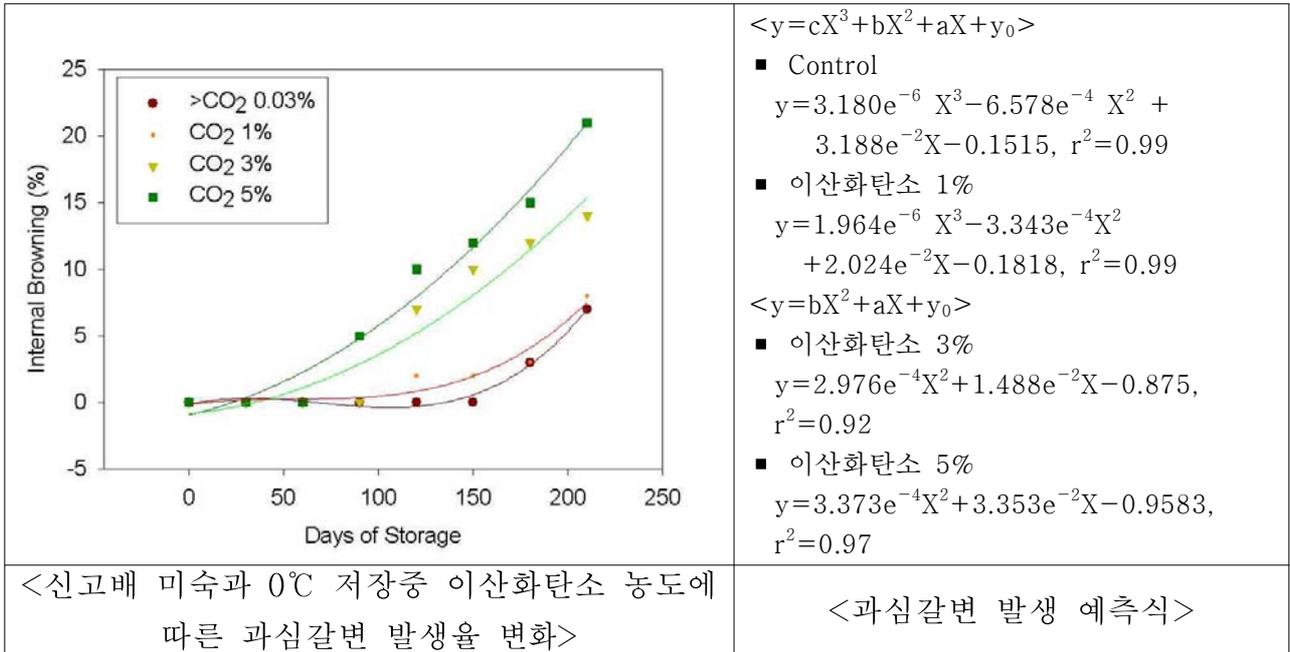
그러나 작물의 종류에 따라서는 고농도의 CO₂에 민감하여 생리적 장해(CO₂ injury)를 나타내기도 한다. 사과나 배 등 과일에 나타나는 이산화탄소 장해는 외관상으로는 잘 관찰할 수 없으며 주로 내부 중심 조직에 나타난다. 상추나 양배추 등 채소류에서는 외관으로 관찰할 수 있다. 고이산화탄소 장해는 장기 저장에 따른 과심부위 또는 산물의 비정상적인 호흡에 기인하는 것으로 판단되며 발생과는 내부갈변이나 변색 등이 일어나기도 하고 이취가 발생하기도 하여 상품성을 잃어버리기 때문에 저장 중에 저장고내의 이산화탄소 축적여부를 확인하고, 발생이 일어났는지 주기적으로 관찰해야 하며, 과실의 경우 절단하여 과심부위 갈변 발생을 확인하는 것이 바람직하다. 밀봉된 필름으로 포장하여 저장하거나 냉각이 지연되는 경우 포장 속의 이산화탄소 농도가 높아져 장해를 받을 우려가 많다.

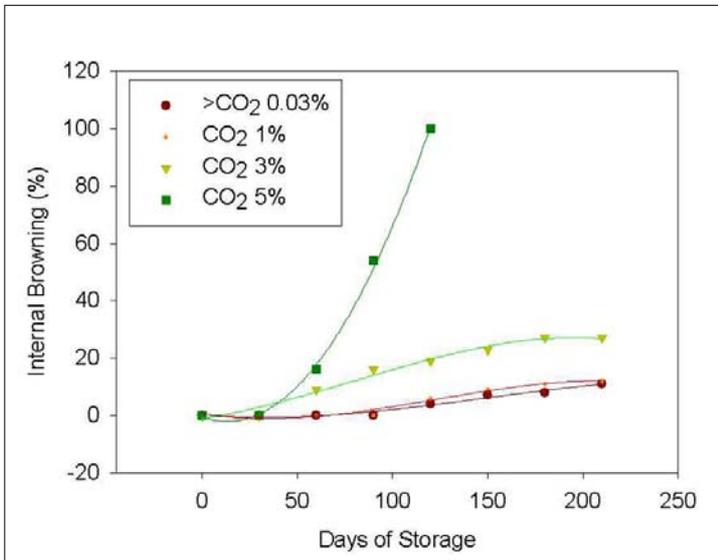
사과나 배의 고이산화탄소 장해 증상은 과실의 중심 부위 조직의 갈변(brown heart)으로 이는 고농도의 CO₂에서 succinic oxidase의 활성이 억제되어 조직 내에 succinic acid가 축적됨으로써 나타나는 것으로 알려져 있다. 이 장해는 먼저 과육 중간에 단단한 갈변 부분이 분명하게 나타나며, 품종에 따라 유관속을 따라 형성되기도 하고 임의로 흩어진 모양으로 발달하기도 한다. 심할 경우는 표피까지 확대되어 스펀지 감촉이 나기도 한다. 신고배의 저온저장 말기에 주로 발생하며, CA저장시 이산화탄소 농도 2~3% 이상일 때 발생한다. 이때 내부갈변과 더불어 과피와 과피 아래 과육의 붕괴로 외관의 품질이 크게 떨어진다. 고이산화탄소 장해 증상 초기 양상은 저온성 붕괴(low-temperature breakdown)와 비슷하나 더 깨끗하고 분명한 경계선이 있으며 어느 일정한 부분에만 한정된다. 배의 이산화탄소 장해는

속도와 노화정도에 비례하며 수확, 저장, 냉각의 지연, 고온의 저장 온도, 저장 기간의 연장 등에 의해 영향을 받는다.

이를 방지하기 위해서는 저온 저장고의 이산화탄소를 2%가 넘지 않도록 해야 하며 CA 저장을 할 경우 저항성을 갖는 품종만을 저장해야 한다. 따라서 환경 실시간 모니터링 프로그램을 제작하거나 실제 현장에 적용할 경우 임계농도는 2% 이하, 1.5%를 넘어가는 농도에서는 경보를 주는 것이 적합할 것으로 보인다.

- 신고배 수확시 숙기 및 이산화탄소 농도에 따른 저장 중 과심갈변 발생을





<y=cX³+bX²+aX+y₀>

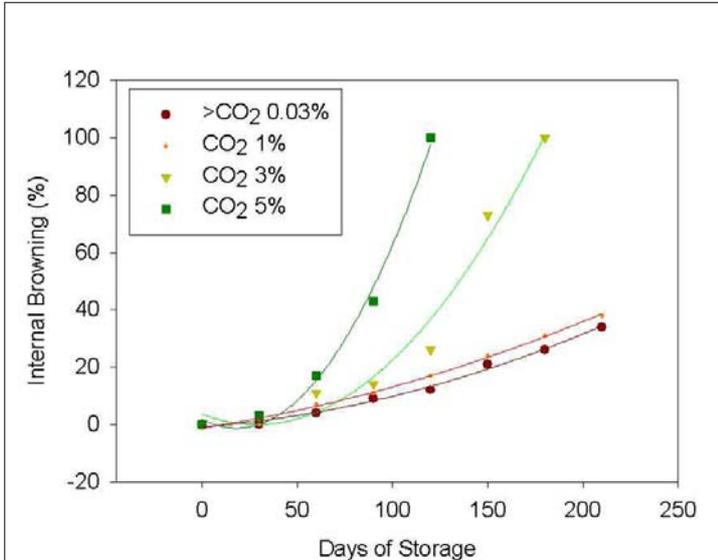
- Control
 $y = -2.245e^{-6}X^3 + 9.981e^{-4}X^2 - 0.06032X - 0.3030, r^2 = 0.98$
- 이산화탄소 1%
 $y = -4.863e^{-6}X^3 + 1.783e^{-3}X^2 - 1.049X + 0.5455, r^2 = 0.97$
- 이산화탄소 3%
 $y = -4.957e^{-6}X^3 + 1.198e^{-3}X^2 + 0.1001X - 1.136, r^2 = 0.98$

<y=bX²+aX+y₀>

- 이산화탄소 5%
 $y = 9.048e^{-3}X^2 - 0.239X - 0.5443, r^2 = 0.998$

<신고배 적숙과 0℃ 저장중 이산화탄소 농도에 따른 과심갈변 발생을 변화>

<과심갈변 발생 예측식>



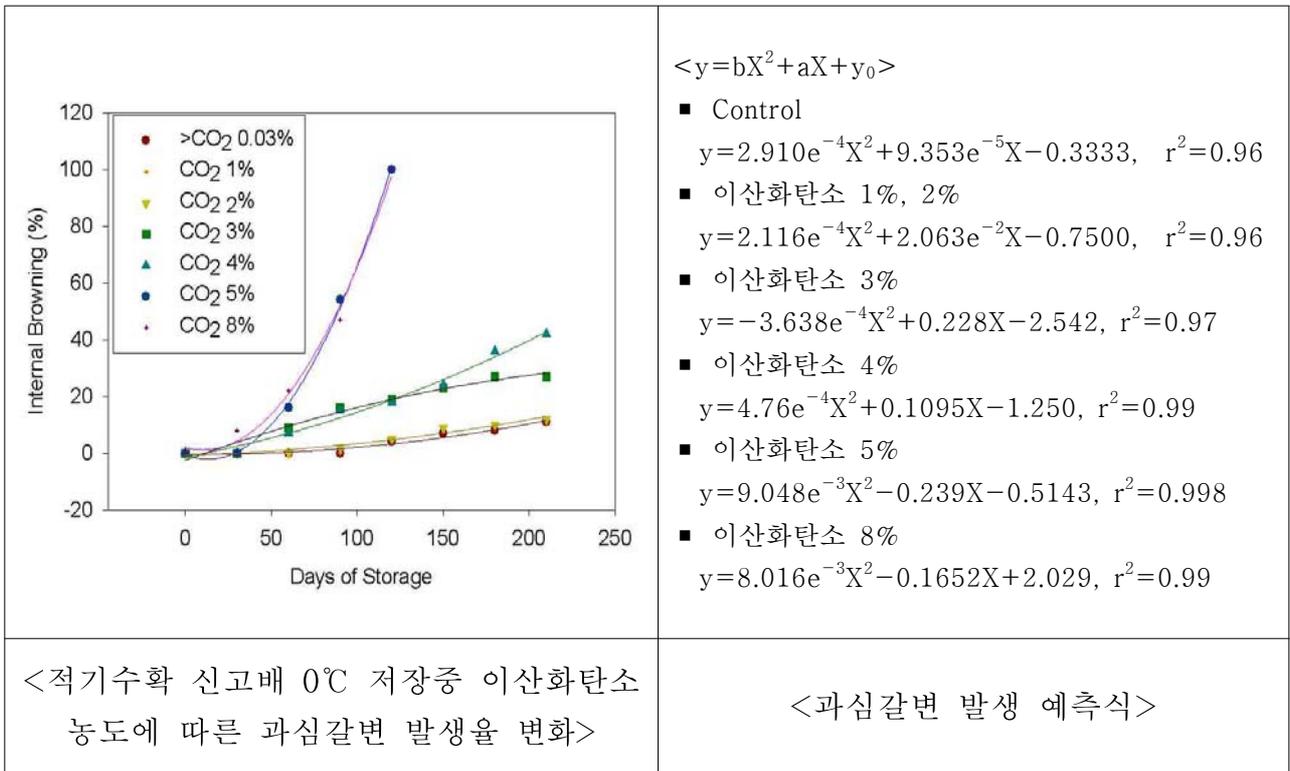
<y=bX²+aX+y₀>

- Control
 $y = 5.556e^{-4}X^2 + 0.05079X - 0.8333, r^2 = 0.99$
- 이산화탄소 1%
 $y = 4.233e^{-3}X^2 + 1.008X - 1.250, r^2 = 0.99$
- 이산화탄소 3%
 $y = 4.405e^{-3}X^2 - 0.2512X + 3.500, r^2 = 0.97$
- 이산화탄소 5%
 $y = 9.524e^{-3}X^2 - 3.429X + 1.743, r^2 = 0.99$

<신고배 과숙과 0℃ 저장중 이산화탄소 농도에 따른 과심갈변 발생을 변화>

<과심갈변 발생 예측식>

- 신고배 적기수확시 저장고내 이산화탄소 농도에 따른 과심갈변 발생을



$y=bX^2+aX+y_0$

- Control
 $y=2.910e^{-4}X^2+9.353e^{-5}X-0.3333, r^2=0.96$
- 이산화탄소 1%, 2%
 $y=2.116e^{-4}X^2+2.063e^{-2}X-0.7500, r^2=0.96$
- 이산화탄소 3%
 $y=-3.638e^{-4}X^2+0.228X-2.542, r^2=0.97$
- 이산화탄소 4%
 $y=4.76e^{-4}X^2+0.1095X-1.250, r^2=0.99$
- 이산화탄소 5%
 $y=9.048e^{-3}X^2-0.239X-0.5143, r^2=0.998$
- 이산화탄소 8%
 $y=8.016e^{-3}X^2-0.1652X+2.029, r^2=0.99$

<적기수확 신고배 0°C 저장중 이산화탄소 농도에 따른 과심갈변 발생을 변화>

<과심갈변 발생 예측식>

3. 3년차 수행 내용 및 결과

가. 세부 시험계획(3년차 2013.8~2014.7)

(1) 복숭아, 포도 APC별 기술 및 시설 운영 실태 조사

(가) 복숭아 APC별 실태조사

① APC 선정 및 평가항목 확정

2012년 기준으로 농협 APC별 취급 현황을 분석하여 취급실적이 높으며 현재 정상적으로 가동되는 주요 APC 총 5개 선정하였다.

표 3-49. 조사대상 APC

| | APC 주체 | | APC 주체 | | APC 주체 |
|---|--------|---|--------|---|--------|
| 1 | 동부과수 | 2 | 이천장호원 | 3 | 음성감곡 |
| 4 | 음성음성 | 5 | 남원원예 | | |

수확후 관리기술 활용 수준의 평가는 APC 특성에 따라 중요도가 떨어지는 이송 분야 제외하고, 5개 분야를 평가분야로 선정된 후 각 분야에 대해 작목에 따라 세부적인 항목을 도

출하여 각 분야를 10점으로 환산하여 총 50점 만점으로 집계한 후 다시 100점으로 표준화하여 평가하였다. 관리시설의 보유 정도와 관리역량 부문은 1) APC 시설체계 전반의 접근성·공간활용 및 입하, 2) 저장 시설 적정성 및 관리, 3) 선별 및 상품화 시설, 4) 유통 및 품질관리 설비 및 운용 정도로 나누어 각 분야를 10점으로 환산하여 40점 만점으로 집계한 후 다시 100점으로 표준화하여 평가하였다. 점수화하지 않은 조사 항목은 별도로 국내 APC의 기술 및 시설 실태자료로 활용하기 위해 기술 적용 여부, 적용 효과 등을 분석하였다. (표 3-50)

표 3-50. APC 실태조사 항목의 조정

| 관리기술 활용 수준 (5개 항목: 100점으로 표준화) | 시설 확보율 및 관리 역량 (4개 항목: 100점으로 표준화) |
|-----------------------------------|---------------------------------------|
| 1. 수확 | 1. 시설 전반 체계 |
| 2. 예냉 | 2. 저장 설비 |
| 3. 저장 | 3. 상품화 설비 |
| 4. 선별 및 포장 | 4. 유통지원설비 및 품질관리 자원 |
| 5. 유통 | |

② 실태조사 결과

▪ APC 공정 별 수확후 관리기술 활용도 평가 점수

수확의 계획성과 수확시기 결정을 위한 지표 설정 기술 활용도는 5점 만점 기준 각각 4.6점, 4.4점을 나타내 전반적으로 기술의 활용 수준이 상당히 높은 것으로 평가되었으며, 두 항목을 합산한 점수의 미흡, 보통, 우수 구간 분포 조사 결과, 4개 APC(평가 APC의 80% 해당)가 기술 활용도가 우수한 것으로 나타났다. (표 3-51, 그림 3-261)

표 3-51. 수확 공정 평가점수 집계표

| 순서 | APC 주체 | 수확공정 (공통) | | | | | | | | | | 합산점수 (10점) | | |
|-----------------|---------|----------------------|---|---|----|----|------------------------|---|----|----|----|------------|------|----|
| | | 계획성결정방법 (1,2,3,4,5점) | | | | | 지표설정및자원확보 (1,2,3,4,5점) | | | | | | | |
| 1 | 동부과수농협 | 5 | | | | | 4 | | | | | 9 | | |
| 2 | 이천장호원농협 | 4 | | | | | 5 | | | | | 9 | | |
| 3 | 음성감곡농협 | 5 | | | | | 5 | | | | | 10 | | |
| 4 | 음성음성농협 | 4 | | | | | 3 | | | | | 7 | | |
| 5 | 남원원예농협 | 5 | | | | | 5 | | | | | 10 | | |
| 표준화 지수 평균±SE | | 4.6 ± 0.1 | | | | | 4.4 ± 0.2 | | | | | 9.0 ± 0.2 | | |
| 표준화 점수분포 | 구간 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | <6 | 6~<8 | ≥8 |
| | 개소 | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 | 0 | 0 | 1 | 1 | 3 | 0 | 1 | 4 |
| | % | 0 | 0 | 0 | 40 | 60 | 0 | 0 | 20 | 20 | 60 | 0 | 20 | 80 |

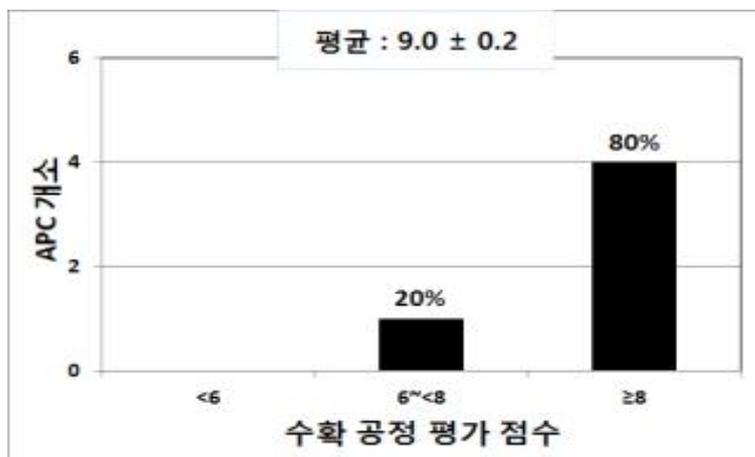


그림 3-261. 수확 공정에서의 관리기술 활용 수준 평가 점수 분포(부여점수 10점 기준)

2개 항목에 대해 조사한 예냉유무 및 차별화효과 기술 활용도는 예냉적용에서 모두 적용한다고 평가되었고, 차별화 효과도 우수하게 나타나 조사된 5개소 APC가 상당히 우수하게 평가되었다. (표 3-52, 그림 3-262)

표 3-52. 예냉 관련 평가점수 집계표

| 순서 | APC 주체 | 예냉 적용 및 차별화 효과 | | | | | | | | | | 합산점수 (10점) | | |
|-----------------|---------|-----------------|---|---|---|-----|--------------------|---|----|---|----|---------------|------|-----|
| | | 예냉 여부 (1,5점) | | | | | 차별화 효과 (1,3,5점) | | | | | | | |
| 1 | 동부과수농협 | 5 | | | | | 5 | | | | | 10 | | |
| 2 | 이천장호원농협 | 5 | | | | | 5 | | | | | 10 | | |
| 3 | 음성감곡농협 | 5 | | | | | 5 | | | | | 10 | | |
| 4 | 음성음성농협 | 5 | | | | | 3 | | | | | 8 | | |
| 5 | 남원원예농협 | 5 | | | | | 5 | | | | | 10 | | |
| 표준화 지수 평균±SE | | 5.0 ± 0.0 | | | | | 4.6 ± 0.2 | | | | | 9.6 ± 0.2 | | |
| 표준화 점수분포 | 구간 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | <6 | 6~<8 | ≥8 |
| | 개소 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 1 | 0 | 4 | 0 | 0 | 5 |
| | % | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 20 | 0 | 80 | 0 | 0 | 100 |

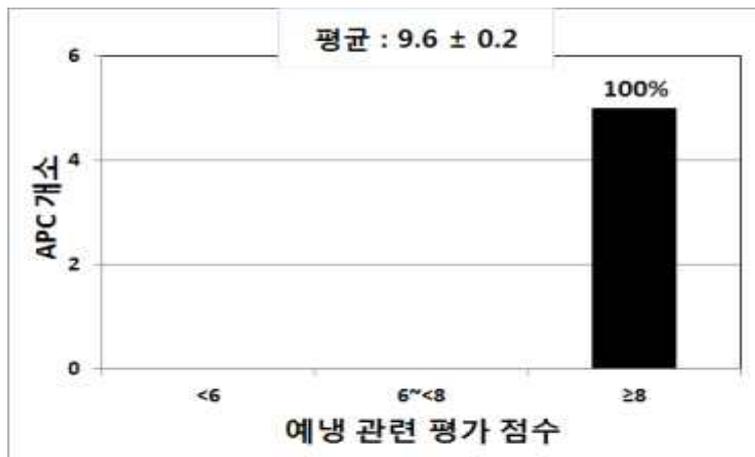


그림 3-262. 예냉 유무 및 차별화 효과 평가 점수 분포(부여점수 10점 기준)

3개 항목으로 나누어 평가한 저장기술 활용도는 저장중 온도관리가 ‘우수’ 수준을 보였으며 초기 온도관리는 제대로 이루어지지 않아 복숭아 저장고 입고후 품온을 낮추는데 장시간이 소요되는 것으로 판단되었다. 저장고 습도 관리기술은 5점 만점 기준 평균 3.4점으로 나타나(‘보통’ 수준), 앞으로 습도 유지기술에 대한 지원이 필요한 것으로 판단되었다. 전반적인 저장 관리 능력은 5점 만점에 3.4점으로 나타나 보통 수준을 나타내었다. (표 3-53, 그림 3-263)

표 3-53. 저장 공정 기술 활용도 평가점수 집계표

| 순서 | APC 주체 | 저장 공정 (공통) | | | | | | | | | 합산점수 (15점) | | |
|-----------------|---------|---------------|----|----|---------------|----|----|-----------------|----|----|------------|-------|-----|
| | | 온도관리 (1,3,5점) | | | 습도관리 (1,3,5점) | | | 저장관리능력 (1,3,5점) | | | | | |
| 1 | 동부과수농협 | 5 | | | 1 | | | 3 | | | 9 | | |
| 2 | 이천장호원농협 | 3 | | | 3 | | | 3 | | | 9 | | |
| 3 | 음성감곡농협 | 5 | | | 5 | | | 5 | | | 15 | | |
| 4 | 음성음성농협 | 5 | | | 5 | | | 3 | | | 13 | | |
| 5 | 남원원예농협 | 5 | | | 3 | | | 3 | | | 11 | | |
| 표준화 지수 평균±SE | | 4.6 ± 0.2 | | | 3.4 ± 0.3 | | | 3.4 ± 0.2 | | | 11.4 ± 0.5 | | |
| 표준화 점수분포 | 구간 | 1 | 3 | 5 | 1 | 3 | 5 | 1 | 3 | 5 | <8 | 8~<12 | ≥12 |
| | 개소 | 0 | 1 | 4 | 1 | 2 | 2 | 0 | 4 | 1 | 0 | 3 | 2 |
| | % | 0 | 20 | 80 | 20 | 40 | 40 | 0 | 80 | 20 | 0 | 60 | 40 |

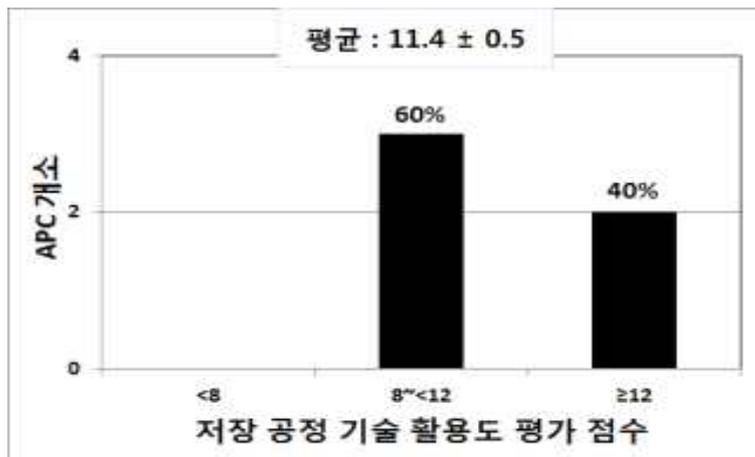


그림 3-263. 저장기술 활용 수준 합산 점수 (부여점수 15점 기준)

선별장 운영 효율에 해당하는 선별 공정 기술의 활용도는 선별공정의 체계, 포장상품화 등 전반체계에 해당하는 기술수준과 선별 및 상품화 작업의 효율에 해당하는 공정기술 부분으로 나누어 평가하였다. 선별 및 상품화 분야의 전반적인 기술 활용도 평가 결과 선별 등급화를 위한 기술 적용 수준은 우수로 평가되었고 포장상품화에서는 1개 APC가 보통 수준이었으며 나머지 4곳은 대체로 우수한 수준으로 평가되었다. (표 3-54, 그림 3-264)

표 3-54. 선별 공정의 전반적인 운영체계 평가점수 집계표.

| 순서 | APC 주체 | 선별체계화 (1,2,3,4,5점) | | | | | 포장상품화 (1,2,3,4,5점) | | | | | 합산점수 (10점) | | |
|-----------------|---------|-----------------------|---|---|----|----|-----------------------|---|----|----|---|---------------|------|----|
| 1 | 동부과수농협 | 4 | | | | | 4 | | | | | 8 | | |
| 2 | 이천장호원농협 | 4 | | | | | 3 | | | | | 7 | | |
| 3 | 음성감곡농협 | 5 | | | | | 4 | | | | | 9 | | |
| 4 | 음성음성농협 | 4 | | | | | 4 | | | | | 8 | | |
| 5 | 남원원예농협 | 5 | | | | | 4 | | | | | 9 | | |
| 표준화 지수 평균±SE | | 4.4 ± 0.1 | | | | | 3.8 ± 0.1 | | | | | 8.2 ± 0.2 | | |
| 표준화 점수분포 | 구간 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | <6 | 6~<8 | ≥8 |
| | 개소 | 0 | 0 | 0 | 3 | 2 | 0 | 0 | 1 | 4 | 0 | 0 | 1 | 4 |
| | % | 0 | 0 | 0 | 60 | 40 | 0 | 0 | 20 | 80 | 0 | 0 | 20 | 80 |

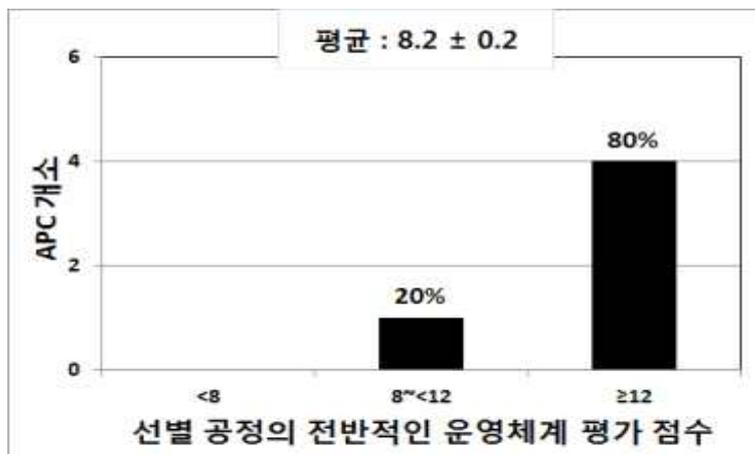


그림 3-264. 선별 관리 전반적 체계 수준 점수 분포도(부여점수 10점 기준)

유통과정에서 활용되는 기술 수준은 출하온도 관리의 경우, 5점 부여 점수 중 평균 3.6점으로 보통 수준이었고, 차량 적재 공정은 5점 부여 점수 중 평균 4.2점으로 평가되어 매우 높은 수준에 도달한 것으로 평가되었다. 저온유통 체계 적용 수준은 5점 부여 점수 중 평균 3.8점으로 '보통' 수준에 해당되는 것으로 나타났다. 유통 관련 기술의 전반적인 활용도는 15점 만점에 평균 11.6점으로(부여 점수 100점 환산 시 68점 해당), '보통' 수준이었다. (표 3-55, 그림 3-265)

표 3-55. 유통공정 기술 활용도 평가 기준.

| 순서 | APC 주체 | 출하온도관리 (1,2,3,4,5점) | | | | | 차량적재 공정 (1,3,5점) | | | 저온유통운용기술 (1,2,3,4,5점) | | | | | 합산점수 (15점) | | |
|--------------|---------|------------------------|---|----|----|---|------------------------|----|----|--------------------------|---|----|----|---|---------------|-------|-----|
| 1 | 동부과수농협 | 3 | | | | | 5 | | | 3 | | | | | 12 | | |
| 2 | 이천장호원농협 | 4 | | | | | 5 | | | 3 | | | | | 10 | | |
| 3 | 음성감곡농협 | 3 | | | | | 5 | | | 1 | | | | | 12 | | |
| 4 | 음성음성농협 | 4 | | | | | 3 | | | 3 | | | | | 11 | | |
| 5 | 남원원예농협 | 4 | | | | | 3 | | | 3 | | | | | 13 | | |
| 표준화 지수 평균±SE | | 3.6 ± 0.1 | | | | | 4.2 ± 0.2 | | | 3.8 ± 0.1 | | | | | 11.6 ± 0.2 | | |
| 표준화 점수분포 | 구간 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 3 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | <8 | 8~<12 | ≥12 |
| | 개소 | 0 | 0 | 2 | 3 | 0 | 0 | 2 | 3 | 0 | 0 | 1 | 4 | 0 | 0 | 2 | 3 |
| | % | 0 | 0 | 40 | 60 | 0 | 0 | 40 | 60 | 0 | 0 | 20 | 80 | 0 | 0 | 40 | 60 |

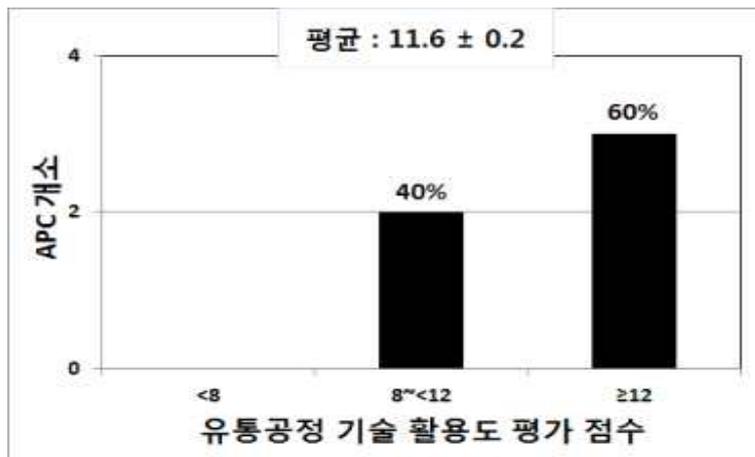


그림 3-265. 유통기술 활용 수준 평가점수 분포도
(부여점수 15점 기준)

③ 평가 점수의 표준화

각 공정 별 수확후 관리기술 활용도 점수의 표준화는 모든 APC에서 공통적으로 활용하는 기술만을 대상으로 선정하였다. 필수적으로 활용해야만 하는 기술에는 수확, 예냉, 저장, 선별상품화(선별 체계), 유통의 5개 항목을 확정하여 각 항목을 10점으로 환산하였다. 상품화 공정의 평가 항목 중 투입공정, 포장자재 공급공정 등 선별공정에 관한 평가는 기술 활용 수준보다는 시설에 의한 영향력이 크게 작용하는 요인으로 판단되어 최종평가 집계는 상품화 공정에서의 반영항목에 따라 2개의 집계표로 구분하여 작성하였다.

표 3-56. 평가 점수의 표준화 1: 상품화 공정에서 전반적인 선별체계만 점수화 항목으로 반영

| 공정 | 부여 점수 | 1차 표준화 점수 |
|------------|-------|-----------|
| 1. 수확 | 10 | 10 |
| 2. 예냉 | 10 | 10 |
| 3. 저장 | 15 | 10 |
| 4. 선별 및 포장 | 10 | 10 |
| 5. 유통 | 15 | 10 |
| 계 | 60 | 50 |

5개 분야의 평가점수를 각각 10점으로 환산하여 총 50점으로 집계한 후 다시 100점으로 환산하는 표준화 과정을 거쳐 수확후 관리기술 활용도에 대한 APC의 수준을 평가하였다. 기술 활용 수준이 낮은 분야는 저장공정 표준화로 10점 기준 7.1점이었고, 그 다음으로 낮은 분야는 7.7점을 보인 유통공정 표준화 분야로 조사되었다. 기술 활용 수준이 가장 높은 분야는 예냉 및 효과 부분으로 9.6점으로 평가되었고 이어 수확공정이 9.0점으로 나타났다. 선별 및 상품화 과정은 8.2점으로 비교적 높은 수준을 보였다. 기술 활용도가 '우수' 수준인 APC는 조사대상 5개중 4개로 상당히 높은 수준임을 알 수 있었고, 1차년도 사과와 배 APC의 기술 수준 활용도 보다는 높게 나타나는 경향이였다. 이러한 결과는 복숭아의 경우에는 단기간 유통되는 작목으로 수확 및 예냉 과정이 매우 중요시되어 이 부분에 대해서 APC에서 중점적으로 관리한다는 것을 반증하는 것으로 평가된다.

▪ 복숭아 APC 수확후 관리 시설 자원 확보 수준 및 관리 실태조사

APC 시설의 접근성(산지 농가와와의 거리)은 부여 점수 5점 중 평균 4.0점으로 농가에서 APC까지 30분~1시간 이내에 수송이 가능한 것으로 나타났다. APC 내에서의 작업 동선에 대한 평가는 부여점수 3점 중 평균 2.4점으로 대체로 작업동선이 중복되지 않고 원활하게 진행이 되는 것으로 판단되었다. (표 3-57, 그림 3-266)

표 3-57. APC 시설의 전반적인 체계 평가 집계표

| 순서 | APC 주체 | 접근성 (1,2,3,4,5점) | 작업동선 (1,2,3점) | Dock 시설 (1,2,3점) | 차량대기공간 (1,2,3,4점) | 합산점수 (15점) | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|---------|---------------------|------------------|---------------------|----------------------|---------------|----|-----------|----|----|-----------|----|----|------------|----|----|----|-------|-----|
| 1 | 동부과수농협 | 4 | 3 | 1 | 4 | 12 | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 이천장호원농협 | 3 | 2 | 1 | 1 | 7 | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 음성감곡농협 | 5 | 3 | 1 | 3 | 12 | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 음성음성농협 | 5 | 3 | 1 | 4 | 11 | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 남원원예농협 | 5 | 1 | 3 | 4 | 13 | | | | | | | | | | | | | |
| 표준화지수 평균±SE | | 4.0 ± 0.2 | | | 2.4 ± 0.2 | | | 1.4 ± 0.2 | | | 3.2 ± 0.3 | | | 11.0 ± 0.5 | | | | | |
| 표준화 점수 분포 | 구간 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 4 | <9 | 9~<12 | ≥12 |
| | 개소 | 0 | 0 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 4 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 |
| | % | 0 | 0 | 20 | 20 | 60 | 20 | 20 | 60 | 80 | 0 | 20 | 20 | 0 | 20 | 60 | 20 | 20 | 60 |

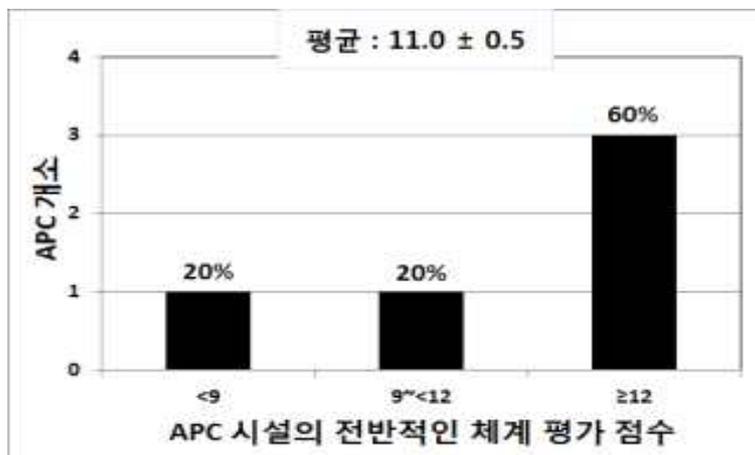


그림 3-266. 복숭아 APC 시설의 접근성 및 전반적 구성 체계 점수 별 분포(부여점수 15점 기준)

Dock 시설은 5개 APC 중 1개소만 확보하고 있고 이송 차량 대기 공간은 대부분 잘 갖추어져 있는 것으로 조사되었다. APC 시설의 전반적인 구성체계는 총 부여점수 15점 중 평균 11.0점(100점 만점 환산 시 77점 해당)으로 ‘우수’ 수준이었다. 저장 공간 확보 정도, 단열 구조, 냉장설비 적정성 등 저장 시설의 적합도 평가 결과, 저장물량 대비 공간 확보는 부여 점수 3점 중 평균 3.0점으로 대부분의 APC가 취급물량을 처리할 수 있는 저장공간을 확보하고 있다고 답하였다. 저장고 단열구조의 적합도 역시 부여점수 3점 중 평균 2.6점으로 기본적인 건축설계는 우수한 것으로 조사되었다. 냉장 용량 및 냉장기기의 성능에 대한 설문에서는 부여 점수 4점 중 평균 3.2점으로 ‘우수’ 수준으로 나타났는데, 대체로 온도 유지는

무난하게 이루어지고 있으나 습도 유지는 필요성을 느끼지는 못하는 것으로 답변을 하였다. 저장시설 적정성에 대한 종합적인 평가결과를 보면, 10점 만점에 평균 8.8점으로 평가되어 ‘우수’ 수준이었다. (표 3-58, 그림 3-267)

표 3-58. 저장 공간 확보 정도 및 설비의 적정성 평가 집계표

| 순서 | APC 주체 | 저장공간 확보 및 설비 적정성 | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|---------|------------------|---|---|------------|---|----|----------------|---|----|----|------------------|----|------|----|
| | | 저장용량 (1~3) | | | 단열구조 (1~3) | | | 냉장용량+성능 (1~4점) | | | | 합산점수(1~3항) (10점) | | | |
| 1 | 동부과수농협 | 3 | | | 2 | | | 2 | | | | 7 | | | |
| 2 | 이천장호원농협 | 3 | | | 2 | | | 2 | | | | 7 | | | |
| 3 | 음성감곡농협 | 3 | | | 3 | | | 4 | | | | 10 | | | |
| 4 | 음성음성농협 | 3 | | | 3 | | | 3 | | | | 9 | | | |
| 5 | 남원원예농협 | 3 | | | 2 | | | 3 | | | | 8 | | | |
| 표준화 지수 평균±SE | | 3.0 ± 0.0 | | | 2.6 ± 0.1 | | | 3.2 ± 0.2 | | | | 8.8 ± 0.3 | | | |
| 표준화 점수분포 | | 구간 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 4 | <6 | 6~<8 | ≥8 |
| | | 개소 | 0 | 0 | 5 | 0 | 2 | 3 | 0 | 1 | 2 | 2 | 0 | 2 | 3 |
| | | % | 0 | 0 | 100 | 0 | 40 | 60 | 0 | 20 | 40 | 40 | 0 | 40 | 60 |

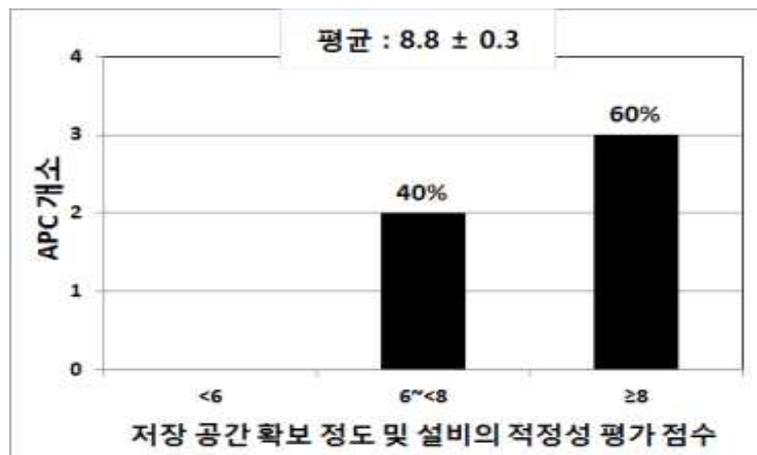


그림 3-267. 복숭아 APC 저장공간 확보 및 설비 적정성 점수 별 분포(부여점수 10점 기준)

선별 시설의 공간과 규모는 취급물량 대비 다소 부족하다는 답변이 많았다. 선별 라인에서 발생하는 물리적 손상에 대한 보완시설은 보통 수준으로 나타났으며 2개 APC는 선별 라인에서의 복숭아 손상방지를 위한 설비 보완이 시급하다고 답변하였다. 선별장의 작업환경과 과일 품질유지를 위한 온도 관리 공조설비는 매우 ‘미흡’한 수준으로 4개 APC가 온도

제어 시스템을 갖추지 못한 것으로 조사되었다. 선별 시설 전반에 대한 총점은 부여 점수 11점 중 평균 6.8점으로 ‘미흡’ 수준에 불과했는데 이는 선별장 규모의 협소 및 온도 제어 시스템 부재로 인한 것으로 판단되었다. (표 3-59, 그림 3-268)

표 3-59. 선별 및 상품화 시설의 확보 수준 평가 집계표.

| 순서 | APC 주체 | 규모적정성 (1,3점) | | | 손실방지 시스템 (1,3,5점) | | | 선별장 공조설비 (1,2,3점) | | | 합산점수 (11점) | | | |
|--------------|---------|--------------|---|----|-------------------|----|----|-------------------|----|----|------------|----------|----------|------|
| | | 1 | 2 | 3 | 1 | 3 | 5 | 1 | 2 | 3 | <6.6 | 6.6~<8.8 | ≥8.8 | |
| 1 | 동부과수농협 | 3 | | | 3 | | | 1 | | | 7 | | | |
| 2 | 이천장호원농협 | 2 | | | 1 | | | 1 | | | 4 | | | |
| 3 | 음성감곡농협 | 3 | | | 5 | | | 1 | | | 9 | | | |
| 4 | 음성음성농협 | 3 | | | 1 | | | 2 | | | 6 | | | |
| 5 | 남원원예농협 | 2 | | | 3 | | | 3 | | | 8 | | | |
| 표준화 지수 평균±SE | | 2.6 ± 0.1 | | | 2.6 ± 0.3 | | | 1.6 ± 0.2 | | | 6.8 ± 0.4 | | | |
| 표준화 점수분포 | | 구간 | 1 | 2 | 3 | 1 | 3 | 5 | 1 | 2 | 3 | <6.6 | 6.6~<8.8 | ≥8.8 |
| | | 개소 | 0 | 2 | 3 | 2 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 |
| | | % | 0 | 40 | 60 | 40 | 40 | 20 | 60 | 20 | 20 | 40 | 40 | 20 |

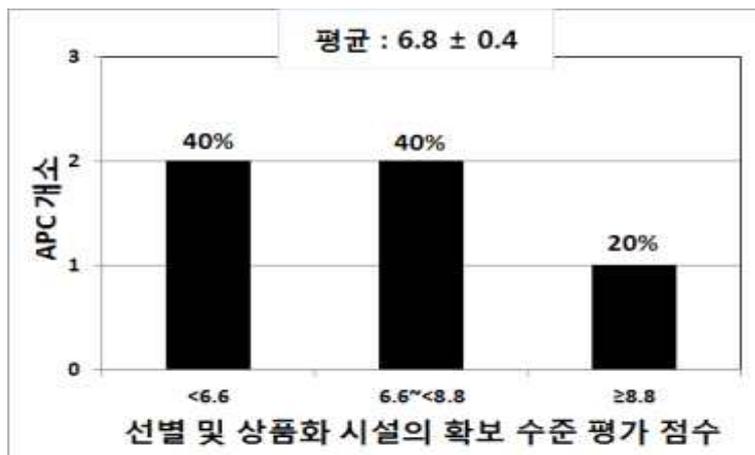


그림 3-268. 복숭아 APC 선별 및 상품화 시설의 적정성 평가 점수 분포(부여점수 11점 기준)

상품의 출하 및 유통을 지원하는 장비로서 palletizer와 냉장수송 차량의 확보 여부에 대한 평가는 부여점수 5점 중 평균 1.8점으로 냉장수송 차량의 확보가 매우 미흡한 것으로 나타났다. 한편, 품질 분석실을 운영하는 APC는 없었고 보유하고 있는 품질분석 장비 확보수준 역시 부여점수 4점 기준 평균 1.6점으로 ‘보통’ 이하의 수준인 것으로 조사되었다. 유통 작업의 효율성 관련 장비나 품질 분석 시설 확보 수준에 부여된 총점 12점 중 평균점수는

5.8점(10점 만점 기준 4.8점)에 그쳐 이 분야의 시설 확보가 필요한 것으로 나타났다. (표 3-60, 그림 3-269)

표 3-60. 출하 유통 지원장비 및 품질평가 자원 확보 실태 점수 집계표

| 순서 | APC 주체 | 유통지원 장비 (1,3,5점) | 품질분석실 (1,2,3점) | 분석장비지원 (1,2,3,4점) | 합산점수 (12점) | | | | | | | | | |
|-----------------|---------|------------------------|-------------------|----------------------|---------------|-----------|---|-----------|----|----|---|------|----------|------|
| 1 | 동부과수농협 | 1 | 1 | 2 | 4 | | | | | | | | | |
| 2 | 이천장호원농협 | 1 | 1 | 2 | 4 | | | | | | | | | |
| 3 | 음성감곡농협 | 3 | 2 | 3 | 8 | | | | | | | | | |
| 4 | 음성음성농협 | 1 | 2 | 3 | 6 | | | | | | | | | |
| 5 | 남원원예농협 | 3 | 2 | 2 | 7 | | | | | | | | | |
| 표준화 지수 평균±SE | | 1.8 ± 0.2 | | 1.6 ± 0.1 | | 2.4 ± 0.1 | | 5.8 ± 0.4 | | | | | | |
| 표준화 점수분포 | 구간 | 1 | 3 | 5 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 4 | <7.2 | 7.2~<9.6 | ≥9.6 |
| | 개소 | 3 | 2 | 0 | 2 | 3 | 0 | 0 | 3 | 2 | 0 | 4 | 1 | 0 |
| | % | 60 | 40 | 0 | 40 | 60 | 0 | 0 | 60 | 40 | 0 | 80 | 20 | 0 |

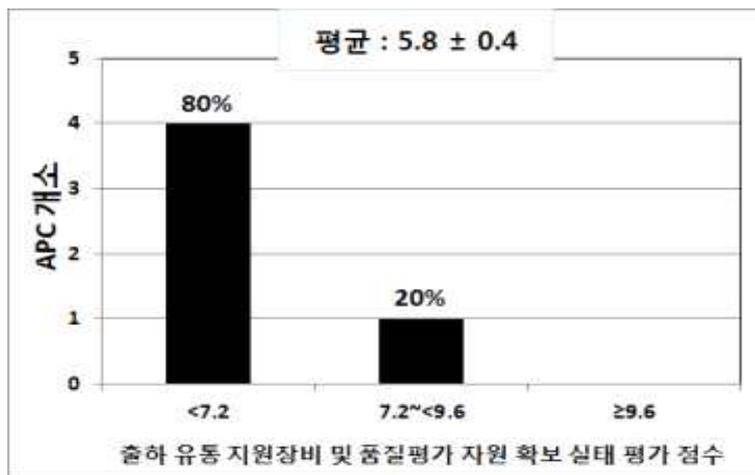


그림 3-269. 복숭아 APC 유통 지원설비 및 품질관리 자원의 확보 수준 평가 분포 (부여점수 12점 기준)

각 공정 별 수확후 관리기술 활용도 점수의 표준화는 모든 APC에 공통으로 적용 가능한 자원 확보 및 시설 관리 역량 분야를 확정하여 수행되었다. 수확, 이송, 저장, 상품화(선별 체계), 유통, 품질관리 4개 분야에서 1차 표준화와 2차 표준화를 거쳐 점수를 환산하였는데 1차 표준화는 각 항목을 10점으로 환산하여 총점 40점, 2차 표준화는 전체 점수를 100점으

로 환산하여 수행되었다. 각 공정별 점수의 환산은 다음 표와 같다. (표 3-61)

표 3-61. 수확 후 관리 시설 평가 점수의 표준화.

| 공정 | 부여 점수 | 1차 표준화 점수 | 2차 표준화 반영 점수 |
|---------------------------|-------|-----------|--------------|
| 1. 시설 전반 체계 | 15 | 10 | 25 |
| 2. 저장 설비 | 10 | 10 | 25 |
| 3. 상품화 설비 | 11 | 10 | 25 |
| 4. 유통 지원 설비 및 품질 관리 자원 | 12 | 10 | 25 |
| 계 | 48 | 40 | 100 |

수확 후 관리 시설 부문 평가 점수는 100점 환산 점수 기준 총 평균 74.5점으로 기술 활용도 부문 총 평균 점수인 83점에 비해 낮게 평가되었다. 세부분야별로 분석해 보면 저장시설만이 표준화 점수 10점 기준 8점 이상으로 나타났다. 선별 및 상품화시설, 출하유통장비 분야는 각각 6.2점, 4.8점에 그쳤는데 이처럼 선별 및 상품화 시설의 평가 점수가 낮은 이유는 APC의 대형화 및 첨단화에도 불구하고 아직까지 중소형 APC는 처리 물량 대비 상품화 시설이 부족하고 선별장의 온도환경을 제어하는 공조시스템을 갖추지 못했기 때문으로 판단된다. 선별장의 환경 제어 설비와 함께 모든 APC에서 공통적 보완해야 할 시급한 과제는 품질관리(품질 및 검사) 자원의 확보로 판단된다. 품질관리 자원이란 전문요원의 확보는 물론 품질 검사에 필요한 분석실과 기기를 포함하므로 앞으로 내수 및 세계 시장의 요구에 부응하기 위해서는 전문가의 양성 및 확보와 함께 적정 수준의 분석 장비를 구비하는 프로젝트가 수행되어야 할 것이다.

▪ 복숭아 APC에 대한 역량 진단 종합 고찰

기술 활용도에서 평가되었던 선별 작업 공정의 효율성은 기술 활용도와 자동화 시설 확보율 등 2개 요인에 따라 결정되는 항목으로 판단되지만, 복숭아 APC의 역량 평가에서는 기술 활용도에 초점을 맞추어 평가하였다. 수확후 관리기술 활용도를 60점, 시설 확보 정도와 관리역량을 40점으로 하여 집계하였을 때, 1차년도(2011) 사과와 배 APC와 비교하여 볼 때 복숭아는 다소 높은 점수인 76.5점으로 양호한 평가를 받았다. 이는 복숭아가 단기간에 유통되는 과실이기 때문에 수확 및 예냉에 집중도가 높아 보였고, APC의 열의도 상당히 양호한 것으로 판단되었다. 다만, 조사된 개체수가 적어서 보다 광범위한 데이터를 수집하지 못한 면이 있어서 차후에 복숭아 APC에 대한 역량평가는 지속적으로 관찰해야 할 것으로 보인다. (표 3-62, 그림 3-270)

표 3-62. APC 역량 평가 결과의 종합(1): 상품화 공정+시설관리공정 전체 항목 평가 점수 반영

| 순서 | APC 주체 | 수확후 관리기술 활용수준 (60%) | | | 수확후 관리시설 확보 및 관리 역량 (40%) | | | 합계 | | |
|--------------|---------|---------------------|--------|-----|---------------------------|--------|-----|------------|--------|-----|
| | | <36.0 | 36~<50 | ≥50 | <24.0 | 24~<32 | ≥32 | <60 | 60~<80 | ≥80 |
| 1 | 동부과수농협 | | | | | | | | | |
| 2 | 이천장호원농협 | | | | | | | | | |
| 3 | 음성감곡농협 | | | | | | | | | |
| 4 | 음성음성농협 | | | | | | | | | |
| 5 | 남원원예농협 | | | | | | | | | |
| 표준화 지수 평균±SE | | 50.0 ± 0.2 | | | 26.6 ± 1.1 | | | 76.5 ± 1.5 | | |
| 표준화 점수분포 | 구간 | <36.0 | 36~<50 | ≥50 | <24.0 | 24~<32 | ≥32 | <60 | 60~<80 | ≥80 |
| | 개소 | 0 | 2 | 3 | 1 | 3 | 1 | 0 | 3 | 2 |
| | % | 0 | 40 | 60 | 20 | 60 | 20 | 0 | 60 | 40 |

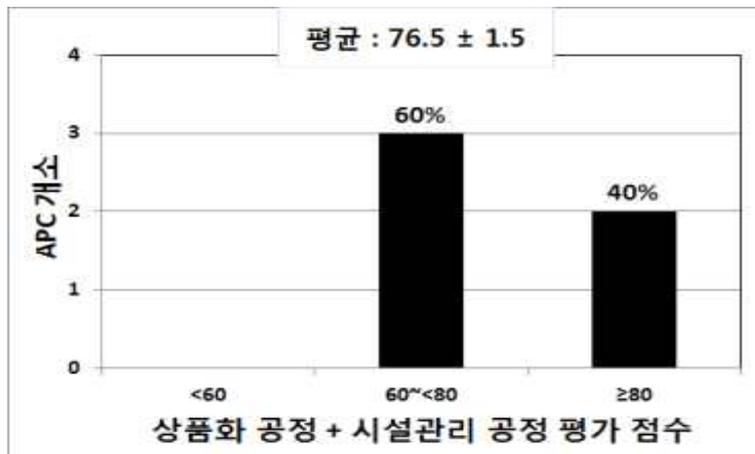


그림 3-270. 복숭아 APC 역량 평가 표준화 점수 분포 (100점 만점 환산)
- 상품화 공정 + 시설관리 전체 항목 평가점수 반영

④ 포도 APC별 실태조사

▪ APC 선정 및 평가항목 확정

2012년 기준으로 농협 APC별 취급 현황을 분석하여 취급실적이 높으며 현재 정상적으로 가동되는 주요 APC 총 9개 선정하였다. (표 3-63)

표 3-63. 조사대상 APC

| | APC 주체 | | APC 주체 | | APC 주체 |
|---|--------|---|--------|---|--------|
| 1 | 화성송산 | 2 | 천안직산 | 3 | 상주서상주 |
| 4 | 영동영동 | 5 | 김천감문 | 6 | 김천새김천 |
| 7 | 김천직지 | 8 | 영천영천 | 9 | 남원춘향골 |

수확후 관리기술 활용 수준의 평가는 모든 APC에서 공통적으로 활용하는 기술만을 대상으로 6개 분야를 평가분야로 선정한 후 각 분야에 대해 세부적인 항목을 도출하여 각 분야를 10점으로 환산하여 총 60점 만점으로 집계한 후 다시 100점으로 표준화하여 평가하였다. 관리시설의 보유 정도와 관리역량 부문은 1) APC 시설체계 전반, 2) 수확후 처리(예냉) 시설평가, 3) 저장 시설 적정성 및 관리, 4) 선별 및 상품화 시설, 5) 유통 및 품질관리 설비·운영 정도로 나누어 각 분야를 8점으로 환산하여 40점 만점으로 집계한 후 다시 100점으로 표준화하여 평가하였다. 점수화하지 않은 조사 항목은 별도로 국내 APC의 기술 및 시설 실태 자료로 활용하기 위해 기술 적용 여부, 적용 효과 등을 분석하였다. (표 3-64)

표 3-64. APC 실태조사 항목의 조정

| 관리기술 활용 수준 (6개 항목: 100점으로 표준화) | 시설 확보율 및 관리 역량 (5개 항목: 100점으로 표준화) |
|-----------------------------------|---------------------------------------|
| 1. 수확 | 1. 시설 전반 체계 |
| 2. 이송 | 2. 수확후 처리 |
| 3. 저장 | 3. 저장 설비 |
| 4. 선별체계 | 4. 상품화 설비 |
| 5. 포장 | 5. 유통 지원설비 및 품질관리 자원 |
| 6. 유통 | |

⑤ 실태조사 결과

▪ APC 공정 별 수확후 관리기술 활용도 평가 점수

수확시기 결정방법, 이화학적 품질조사, 색도평가 등 3개 기준으로 평가한 결과, 수확시기 결정 방법은 4점 만점에 3.3점으로 비교적 높았고, 수확방법에서 이화학적 결정은 4.1점으로 매우 높은 편이었다. 그러나 색도를 이용한 APC는 4점 만점에 2.1로 나타나 비교적 낮게 나타났다. (표 3-65, 그림 3-271)

표 3-65. 수확 공정 평가 기준

| 순서 | APC(주체) | 수확시기 결정방법 (1, 2, 3, 4점) | | | | 이화학 품질조사 (1, 3, 5점) | | | 색도평가 (1, 2, 3, 4점) | | | | 합산점수 (13점) | | |
|--------------|---------|-------------------------|---|---|---|---------------------|---|---|--------------------|---|---|---|------------|------|-----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 3 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | ≤8 | 9~11 | ≥12 |
| 1 | 화성송산농협 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 천안직산농협 | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 서상주농협 | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 영동농협 | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 김천감문농협 | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | 김천새김천농협 | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | 김천직지농협 | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | 영천농협 | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | 남원춘향골농협 | | | | | | | | | | | | | | |
| 표준화 지수 평균±SE | | 3.0 ± 0.3 | | | | 4.1 ± 0.4 | | | 2.1 ± 0.3 | | | | 9.6 ± 0.5 | | |
| 표준화 점수분포 | 구간 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 3 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | ≤8 | 9~11 | ≥12 |
| | 개소 | 0 | 2 | 0 | 7 | 0 | 4 | 5 | 1 | 7 | 0 | 1 | 2 | 7 | 0 |

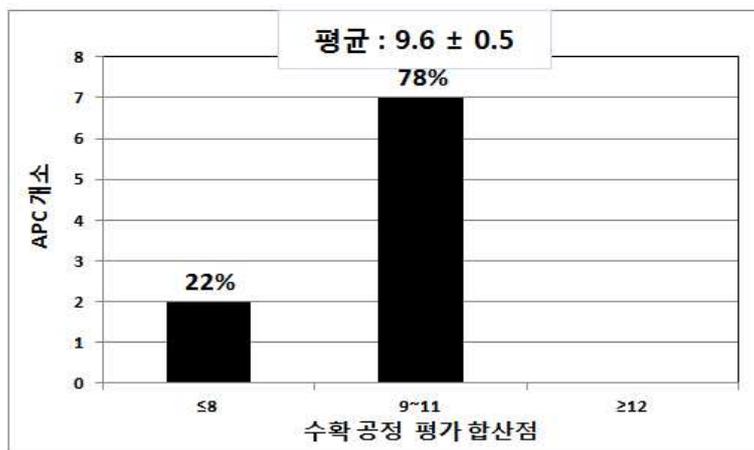


그림 3-271. 수확 공정 평가 점수 분포도 (부여점수 13점 기준)

농가에서 APC로의 이송평가는 과일 수집단위와 차량활용도, 차량이송 시 품질유지 등으로 구분하였는데 과일 수집단위는 2.4점으로 '보통'이었고, 차량이송 시 품질유지기술도 3점 만점에 2.6점으로 활용도 측면에서 높은 편이었다. 특히 APC로의 이송은 100% 차량을 활용하는 것으로 나타났다. APC 진입후 대기시간은 조사대상 APC 모두 5점으로 매우 짧았고 하차 후 저장고 입고도 매우 빨리 진행되어 품질관리에 매우 효과적인 대응을 하고 있는 것으로 나타났다. (표 3-66, 그림 3-272)

표 3-66. 농가에서 APC로의 이송 평가 기준

| 순서 | APC(주체) | 과실 수집단위 (1,2,3,4점) | 차량 활용도 (1,3,5점) | 차량 이송 시 품질유지 (1, 3점) | APC 진입 후 대기시간 (1,2,3,4,5점) | 하차→저장고 입고 (1,3,5점) | 합산점수 (22점) | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|---------|--------------------|-----------------|----------------------|----------------------------|--------------------|------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-----|-------|-----|
| 1 | 화성송산농협 | 1 | 5 | 1 | 5 | 3 | 15 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 천안직산농협 | 1 | 5 | 3 | 5 | 1 | 15 | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 서상주농협 | 4 | 5 | 3 | 5 | 3 | 20 | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 영동농협 | 3 | 5 | 3 | 5 | 3 | 19 | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 김천감문농협 | 1 | 5 | 3 | 5 | 3 | 17 | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | 김천새김천농협 | 4 | 5 | 3 | 5 | 3 | 20 | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | 김천직지농협 | 4 | 5 | 3 | 5 | 3 | 20 | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | 영천농협 | 4 | 5 | 1 | 5 | 3 | 18 | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | 남원춘향골농협 | 1 | 5 | 3 | 5 | 3 | 17 | | | | | | | | | | | | | | |
| 표준화 지수 평균±SE | | 2.6 ± 0.5 | 5.0 ± 0.0 | 2.6 ± 0.3 | 5.0 ± 0.0 | 2.8 ± 0.2 | 17.9 ± 0.7 | | | | | | | | | | | | | | |
| 표준화 점수분포 | 구간 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 3 | 5 | 1 | 3 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 3 | 5 | ≤15 | 16~18 | ≥19 |
| | 개소 | 4 | 0 | 1 | 4 | 0 | 0 | 9 | 2 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 1 | 8 | 0 | 2 | 3 | 4 |

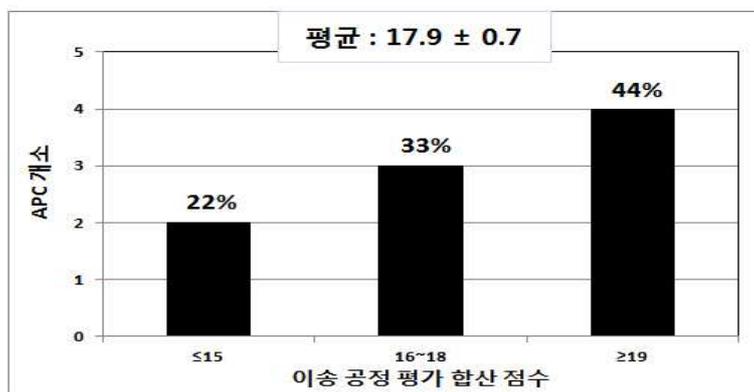


그림 3-272. APC로의 이송 평가 점수 분포도 (부여점수 22점 기준)

저장고 내 환경관리기준을 온도관리-초기, 온도관리-중기, 그리고 습도관리 3개 지표로 나누어 평가한 결과 일부 APC를 제외하고는 우수한 관리상태를 보였다. 전체 환산점수 15점에 평균 10.6로 나타났다. (표 3-67, 그림 3-273)

표 3-67. 저장환경 관리 평가기준

| 순서 | APC(주체) | 온도관리 -초기 (1, 3, 5점) | | | 온도관리 - 저장중 (1, 3, 5점) | | | 습도관리 (1, 3, 5점) | | | 합산점수 (15점) | | |
|-----------------|---------|---------------------|---|---|-----------------------|---|---|-----------------|---|---|------------|------|-----|
| | | 1 | 3 | 5 | 1 | 3 | 5 | 1 | 3 | 5 | ≤8 | 9~11 | ≥12 |
| 1 | 화성송산농협 | | | 5 | | | 3 | | | 1 | | | 9 |
| 2 | 천안직산농협 | | | 1 | | | 3 | | | 3 | | | 7 |
| 3 | 서상주농협 | | | 5 | | | 3 | | | 3 | | | 11 |
| 4 | 영동농협 | | | 3 | | | 5 | | | 3 | | | 11 |
| 5 | 김천감분농협 | | | 5 | | | 3 | | | 3 | | | 11 |
| 6 | 김천새김천농협 | | | 3 | | | 3 | | | 3 | | | 9 |
| 7 | 김천직지농협 | | | 5 | | | 5 | | | 1 | | | 11 |
| 8 | 영천농협 | | | 5 | | | 5 | | | 3 | | | 13 |
| 9 | 남원춘향골농협 | | | 5 | | | 5 | | | 3 | | | 13 |
| 표준화 지수 평균±SE | | 4.1 ± 0.5 | | | 3.9 ± 0.4 | | | 2.6 ± 0.3 | | | 10.6 ± 0.6 | | |
| 표준화 점수분포 | 구간 | 1 | 3 | 5 | 1 | 3 | 5 | 1 | 3 | 5 | ≤8 | 9~11 | ≥12 |
| | 개소 | 1 | 2 | 6 | 0 | 5 | 4 | 2 | 7 | 0 | 1 | 6 | 2 |

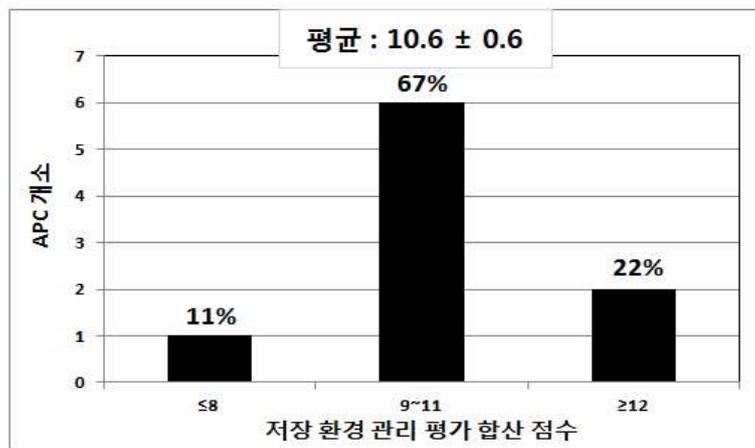


그림 3-273. 저장환경 관리 평가 점수 분포
(부여점수 15점 기준)

투입 및 선별 공정 평가기준은 작업박스 선별라인으로 옮기기, 투입방법, 중량선별 등으로 정량 평가를 그리고 비파괴보유현황을 정성적으로 평가하였다. 작업박스를 선별라인으로 옮기는 것은 3점 만점에 2.8점으로 매우 높았으나, 투입방법은 5점 만점에 1.9점으로 나타나 매우 낮은 편이었다. 이것은 포도의 원물 특성상 손으로 조심하게 다루어야하는 생리적 특성 때문인 것으로 조사되었다. 이에 비해 중량선별은 3.2점/5점만점으로 나타나 보통이었다. (표 3-68, 그림 3-274)

표 3-68. 투입 및 선별 공정 평가기준

| 순서 | APC(주체) | 작업박스 선별라인으로 옮기기 (1, 3, 점) | 투입방법 (1, 3, 5점) | 중량선별 (1, 3, 5점) | 비파괴 선별기 보유여부 | | 합산점수 (13점) | | | | | | | | | | | | |
|--------------|---------|---------------------------|-----------------|-----------------|--------------|-----------|------------|---|---|---|----|-----------|--|-----|--|--|-----|--|--|
| | | | | | 보유 | 미보유 | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 화성송산농협 | 3 | 1 | 3 | 0 | | 7 | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 천안직산농협 | 3 | 1 | 5 | | 0 | 9 | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 서상주농협 | 3 | 3 | 5 | | 0 | 11 | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 영동농협 | 3 | 3 | 3 | | 0 | 9 | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 김천감문농협 | 3 | 1 | 1 | | 0 | 5 | | | | | | | | | | | | |
| 6 | 김천새김천농협 | 3 | 3 | 3 | 0 | | 9 | | | | | | | | | | | | |
| 7 | 김천직지농협 | 1 | 3 | 3 | | 0 | 7 | | | | | | | | | | | | |
| 8 | 영천농협 | 3 | 1 | 1 | | 0 | 5 | | | | | | | | | | | | |
| 9 | 남원춘향골농협 | 3 | 1 | 5 | | 0 | 9 | | | | | | | | | | | | |
| 표준화 지수 평균±SE | | 2.8 ± 0.2 | | 1.9 ± 0.4 | | 3.2 ± 0.5 | | 2 | | 7 | | 7.9 ± 0.7 | | | | | | | |
| 표준화 점수분포 | | 구간 | 1 | 3 | 1 | 3 | 5 | 1 | 3 | 5 | ≤5 | | | 6~9 | | | ≥10 | | |
| | | 개소 | 1 | 8 | 5 | 4 | 0 | 2 | 4 | 3 | | | | | | | | | |

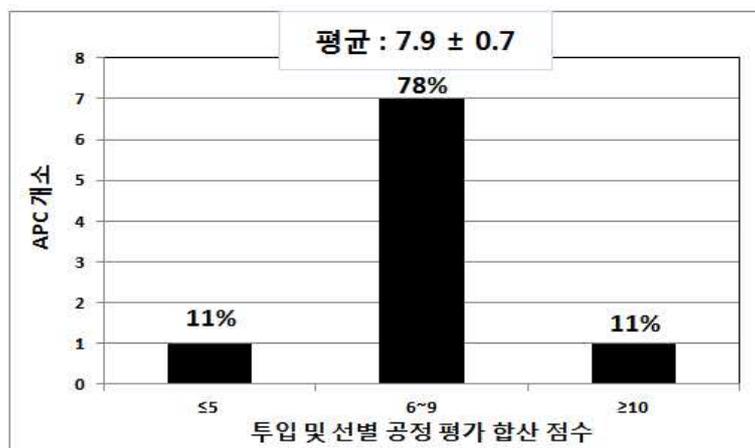


그림 3-274. 투입 및 선별 공정 평가 점수 분포 (부여점수 13점 기준)

포장공정 평가는 박스공급라인과 박스이동에서 팔레트 적재까지의 공정을 모두 10점으로 평가하였다. 박스공급라인은 5점 만점에 1.9점으로 매우 낮은 것으로 조사되었다. (표 3-69, 그림 3-275)

표 3-69. 포장 공정 평가 기준

| 순서 | APC(주체) | 포장단위의 세분화 (복수선택 가능) | | 박스공급라인 (1, 3, 5점) | 박스이동 -팔레트 적재 장소 (1, 3, 5점) | | | 합산점수 (10점) | | | | |
|-----------------|---------|------------------------|-----|----------------------|-------------------------------------|---|-----------|---------------|-----|-----------|-----|----|
| | | 박스포장 | 소포장 | | 1 | 3 | 5 | ≤2 | 3~7 | ≥8 | | |
| 1 | 화성송산농협 | 0 | | 1 | 5 | | | 6 | | | | |
| 2 | 천안직산농협 | 0 | 0 | 1 | 1 | | | 2 | | | | |
| 3 | 서상주농협 | 0 | | 3 | 3 | | | 6 | | | | |
| 4 | 영동농협 | 0 | | 1 | 1 | | | 2 | | | | |
| 5 | 김천감문농협 | 0 | 0 | 1 | 1 | | | 2 | | | | |
| 6 | 김천새김천농협 | 0 | 0 | 3 | 5 | | | 8 | | | | |
| 7 | 김천지지농협 | 0 | 0 | 5 | 5 | | | 10 | | | | |
| 8 | 영천농협 | 0 | | 1 | 1 | | | 2 | | | | |
| 9 | 남원춘향골농협 | | 0 | 1 | 5 | | | 6 | | | | |
| 표준화 지수 평균±SE | | 8 | 5 | 1.9 ± 0.5 | | | 3.0 ± 0.7 | | | 4.9 ± 1.0 | | |
| 표준화 점수분포 | 구간 | | | 1 | 3 | 5 | 1 | 3 | 5 | ≤2 | 3~7 | ≥8 |
| | 개소 | | | 6 | 2 | 1 | 4 | 1 | 4 | 4 | 3 | 2 |

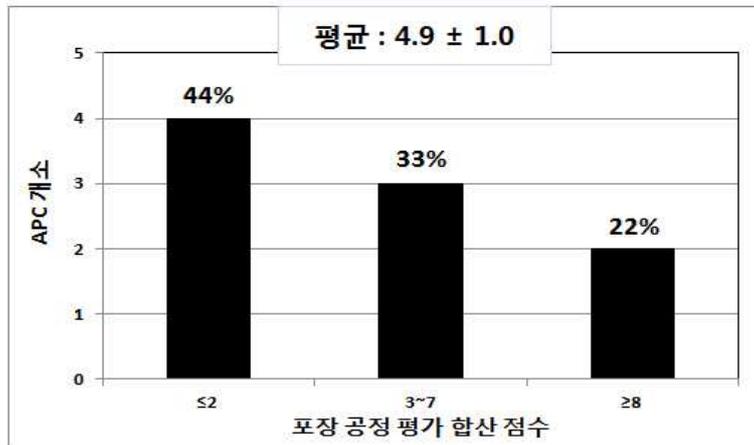


그림 3-275. 포장공정 평가 점수 분포(부여점수 10점 기준)

출하 및 유통관리평가는 유통포도 온도관리, 차량적재, 냉장수송적용, 냉장수송관리 등 4개 지표로 평가하였다. 유통포도 온도관리는 5점 만점에 2.9점이었고 차량적재는 5점 만점에 4.6점으로 매우 높았다. 이에 비하여 냉장수송은 5점 만점에 2.8점으로 보통이었고, 냉장수송 관리는 3점 만점에 2.1점으로 보통이었다. 총 4개 지표 총 18점 만점 중 평균 12.3점으로 나타나 보통 정도였다. (표 3-70, 그림 3-276)

표 3-70. 출하-유통관리 평가기준

| 순서 | APC(주체) | 유통포도 온도관리 (1,2,3,4,5점) | 차량적재 (1,3,5점) | 냉장수송 적용 (1,3,5점) | 냉장수송 관리 (1,3점) | 합산점수 (18점) | | | | | | | | | | | |
|--------------|---------|------------------------|---------------|------------------|----------------|------------|---|---|---|---|---|---|---|---|-----|-------|-----|
| 1 | 화성송산농협 | 5 | 5 | 1 | 1 | 12 | | | | | | | | | | | |
| 2 | 천안직산농협 | 2 | 5 | 3 | 3 | 13 | | | | | | | | | | | |
| 3 | 서상주농협 | 5 | 5 | 3 | 3 | 16 | | | | | | | | | | | |
| 4 | 영동농협 | 5 | 5 | 1 | 1 | 12 | | | | | | | | | | | |
| 5 | 김천감문농협 | 1 | 5 | 5 | 3 | 14 | | | | | | | | | | | |
| 6 | 김천새김천농협 | 1 | 5 | 3 | 1 | 10 | | | | | | | | | | | |
| 7 | 김천직지농협 | 3 | 5 | 3 | 3 | 14 | | | | | | | | | | | |
| 8 | 영천농협 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | | | | | | | | | | | |
| 9 | 남원춘향골농협 | 3 | 5 | 5 | 3 | 16 | | | | | | | | | | | |
| 표준화 지수 평균±SE | | 2.9 ± 0.6 | 4.6 ± 0.4 | 2.8 ± 0.5 | 2.1 ± 0.4 | 12.3 ± 1.2 | | | | | | | | | | | |
| 표준화 점수분포 | 구간 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 3 | 5 | 1 | 3 | 5 | 1 | 3 | ≤10 | 11~13 | ≥14 |
| | 개소 | 3 | 1 | 2 | 0 | 3 | 1 | 0 | 8 | 3 | 4 | 2 | 4 | 5 | 2 | 3 | 4 |

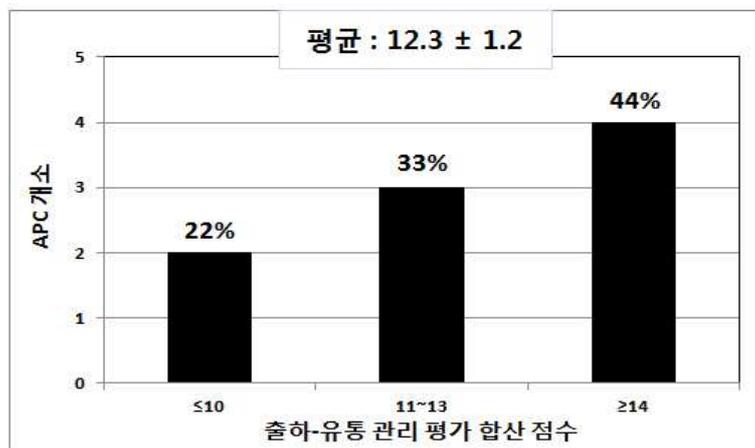


그림 3-276. 출하-유통 관리 평가 분포 점수 (부여점수 18점 기준)

각 공정 별 수확후 관리기술 활용도 점수의 표준화는 수확, 이송, 저장, 상품화(선별 체계), 유통, 품질관리의 6개 항목을 10점으로 환산하여 수행하였다. 상품화 공정의 평가 항목 중 투입공정, 포장자재 공급공정 등 선별공정에 관한 평가는 기술 활용 수준보다는 시설에 의한 영향력이 크게 작용하는 요인으로 판단되어 최종평가 집계는 상품화 공정에서의 반영 항목에 따라 작성하였다. (표 3-71, 상품화 공정에서 전반적인 선별체계+공정 평가 점수화 항목 모두 반영)

표 3-71. 평가 점수의 표준화

| 공정 | 부여 점수 | 1차 표준화 점수 | 2차 표준화 반영 점수 |
|---------|-------|-----------|--------------|
| 1. 수확 | 13 | 10 | 100/6 |
| 2. 이송 | 22 | 10 | 100/6 |
| 3. 저장 | 15 | 10 | 100/6 |
| 4. 선별체계 | 13 | 10 | 100/6 |
| 5. 포장 | 10 | 10 | 100/6 |
| 6. 유통 | 18 | 10 | 100/6 |
| 계 | 91 | 60 | 100 |

6개 분야의 평가점수를 각각 10점으로 환산하여 총 60점으로 집계한 후 다시 100점으로 환산하는 표준화 과정을 거쳐 수확후 관리기술 활용도에 대한 APC의 수준을 평가하였다. (표 3-71) 기술 활용 수준이 낮은 분야는 포장 공정으로 10점 기준 4.9점이었고, 그 다음으로 낮은 분야는 6.1점을 보인 선별 공정으로 조사되었다(3-2-8-8). 기술 활용 수준이 가장 우수한 분야는 이송 공정으로 8.1점으로 평가되었고 이어 수확 공정 기술 활용도가 7.4점으로 높은 수준을 보였다. 저장 공정 활용도는 7.0점, 유통공정 기술 활용도는 6.9점으로 평균적으로 '보통' 수준을 보였다. 표준화한 총점(100점 만점으로 환산 시)은 67.2 보여 '보통' 수준인 것으로 나타났다. APC 별로는 2개소(평가대상 APC의 22.2% 해당)의 기술 활용 수준이 '미흡'하였고 6개소(평가대상 APC의 66.7% 해당)가 '보통', 1개소(평가대상 APC의 1.1 % 해당)의 기술 활용도가 '우수'하였다. 국내 APC의 수확후 관리기술 활용 수준을 높이려면 포장과 선별 공정에서의 미비점과 품질관리 분야의 기술 활용도를 보완하는 것이 시급한 과제로 분석되었다.

■ 포도 APC 수확후 관리 시설 자원 확보 수준 및 관리 실태조사

APC 시설의 접근성(산지 농가와와의 거리)은 부여 점수 5점 중 평균 4.9점으로 농가에서

APC까지 30분~1시간 이내에 수송이 가능한 것으로 나타났다. APC 내에서의 작업 동선에 대한 평가는 부여점수 5점 중 평균 4.1점으로 대체로 작업동선이 중복되지 않고 원활하게 진행되는 것으로 판단되었다. Dock 시설은 없는 APC가 비교적 많았고, 차량 대기공간은 비교적 넉넉히 확보하고 있는 것으로 나타났다. (표 3-72, 그림 3-277)

표 3-72. APC 시설의 전반적인 체계 평가 집계표

| 순서 | APC(주체) | APC 시설 체계 | | | | 합산 점수 (19점) | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|---------|---------------|--------------------|--------------------------|-----------------------|----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-----|-------|-----|
| | | 접근성 (1-5점) | 작업동선 (1, 3, 5점) | Dock 시설 (1, 3, 5점) | 차량 대기 공간 (1-4점) | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 화성송산농협 | 4 | 5 | 3 | 3 | 15 | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 천안직산농협 | 5 | 5 | 1 | 3 | 14 | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 서상주농협 | 5 | 5 | 3 | 4 | 17 | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 영동농협 | 5 | 3 | 1 | 2 | 11 | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 김천감문농협 | 5 | 3 | 1 | 2 | 11 | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | 김천새김천농협 | 5 | 5 | 1 | 4 | 15 | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | 김천직지농협 | 5 | 5 | 3 | 3 | 16 | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | 영천농협 | 5 | 1 | 5 | 3 | 14 | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | 남원준향골농협 | 5 | 5 | 5 | 4 | 19 | | | | | | | | | | | | | |
| 표준화 지수 평균±SE | | 4.9 ± 0.1 | 4.1 ± 0.5 | 2.6 ± 0.6 | 3.1 ± 0.3 | 14.7 ± 0.9 | | | | | | | | | | | | | |
| 표준화 점수분포 | 구간 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 3 | 5 | 1 | 3 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | ≤11 | 12~15 | ≥16 |
| | 개소 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 1 | 2 | 6 | 4 | 3 | 2 | 0 | 2 | 4 | 3 | 2 | 4 | 3 |

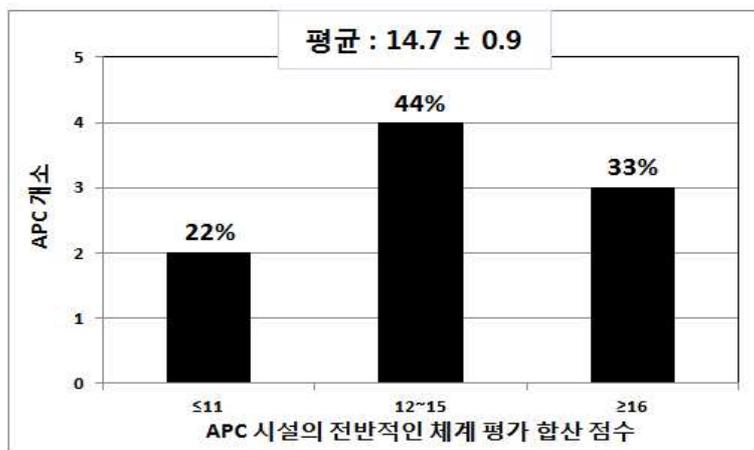


그림 3-277. 포도 APC 시설의 접근성 및 전반적 구성 체계 점수 별 분포(부여점수 19점 기준).

예냉시설 중 강제통풍식은 조사대상 9개 APC가 모두 시설을 확보하고 있으며 차압통풍

식은 총 9개소 중 7개소에서 확보하고 있는 것으로 나타나 포도 전문 APC에서 예냉에 대한 시설은 충분히 확보하고 있는 것으로 나타났다. 냉각능력은 3.6점으로 보통이었고 이와 관련된 부속설비는 2.8점으로 낮았다. (표 3-73, 그림 3-278)

표 3-73. 예냉 시설 관리 평가 기준

| 순서 | APC(주체) | 예냉시설 | | | 냉각능력 (1, 3, 5점) | 부속설비 (1, 3, 5점) | 합산점수 (10점) | | | | | | | |
|-----------------|---------|--------------|--------|--------|--------------------|--------------------|---------------|-----------|---|---|-----------|----|-----|----|
| | | Room Cooling | 차압 통풍식 | 냉수 냉각식 | | | | | | | | | | |
| 1 | 화성송산농협 | ○ | ○ | ○ | 4 | 3 | 7 | | | | | | | |
| 2 | 천안직산농협 | ○ | ○ | | 3 | 1 | 4 | | | | | | | |
| 3 | 서상주농협 | ○ | ○ | | 5 | 5 | 10 | | | | | | | |
| 4 | 영동농협 | ○ | | | 3 | 1 | 4 | | | | | | | |
| 5 | 김천감문농협 | ○ | | | 1 | 1 | 2 | | | | | | | |
| 6 | 김천새김천농협 | ○ | ○ | | 5 | 3 | 8 | | | | | | | |
| 7 | 김천직지농협 | ○ | ○ | | 3 | 3 | 6 | | | | | | | |
| 8 | 영천농협 | ○ | ○ | | 3 | 3 | 6 | | | | | | | |
| 9 | 남원춘향골농협 | ○ | ○ | | 5 | 5 | 10 | | | | | | | |
| 표준화 지수 평균±SE | | 9 | 7 | 1 | 3.6 ± 0.4 | | | 2.8 ± 0.5 | | | 6.3 ± 0.9 | | | |
| 표준화 점수분포 | | 구간 | | | | 1 | 3 | 5 | 1 | 3 | 5 | ≤4 | 5~7 | ≥8 |
| | | 개소 | | | | 1 | 4 | 4 | 3 | 4 | 2 | 3 | 3 | 3 |

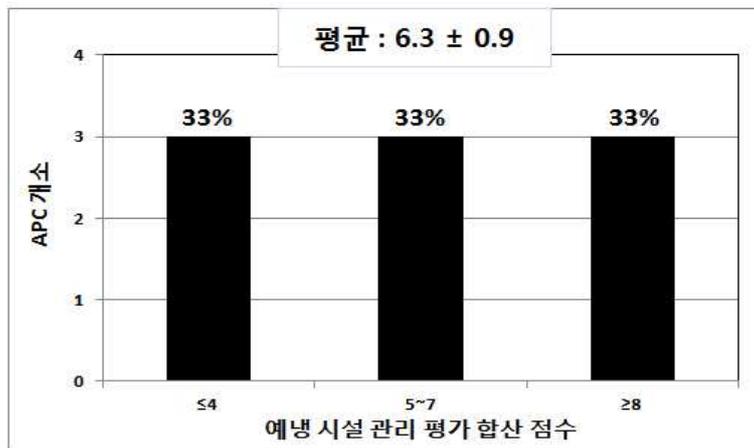


그림 3-278. 예냉 시설 관리 평가 점수 분포(부여점수 10점 기준)

현재 운용되는 포도 APC의 냉장방식은 대부분 직접팽창식으로(9개소) 포도 저장 시 저습도 환경으로 인한 중량감소와 위조현상의 우려가 있는 것으로 조사되었고, 가습기를 설치 운용하는 APC는 거의 없었다. 저장 공간 확보 및 설비 적정성 조사에서 저장 용량은 5점 만점에 평균 3.9점으로 보통이었고, 저장환경제어설비는 4점 만점에 2.2점으로 보통이었다. 냉장용량+성능은 4점만점에 3.2점으로 보통이었고 저장시설관리는 3점 만점에 1.9점으로 보통이었다. (표 3-74, 그림 3-279)

표 3-74. 저장 공간 확보 정도 및 설비의 적정성 평가 집계표.

| 순서 | APC(주체) | 저장 공간 확보 및 설비 적정성 | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|---------|-------------------|---|---|------------------------|---|---|---|-----------------------|---|---|---|-----------------------|---|---------------|------|-----|
| | | 저장 용량 (1,3,5점) | | | 저장환경 제어설비 (1~4점) | | | | 냉장용량 +성능 (1~4점) | | | | 저장시설 관리 (1, 3점) | | 합산점수 (16점) | | |
| 1 | 화성송산농협 | 1 | | | 3 | | | | 4 | | | | 1 | | 9 | | |
| 2 | 천안직산농협 | 5 | | | 3 | | | | 3 | | | | 3 | | 14 | | |
| 3 | 서상주농협 | 3 | | | 2 | | | | 3 | | | | 1 | | 9 | | |
| 4 | 영동농협 | 5 | | | 3 | | | | 4 | | | | 3 | | 15 | | |
| 5 | 김천감문농협 | 3 | | | 1 | | | | 1 | | | | 1 | | 6 | | |
| 6 | 김천새김천농협 | 3 | | | 2 | | | | 3 | | | | 1 | | 9 | | |
| 7 | 김천직지농협 | 5 | | | 1 | | | | 3 | | | | 1 | | 10 | | |
| 8 | 영천농협 | 5 | | | 1 | | | | 4 | | | | 3 | | 13 | | |
| 9 | 남원춘향골농협 | 5 | | | 4 | | | | 4 | | | | 3 | | 16 | | |
| 표준화 지수 평균±SE | | 3.9 ± 0.5 | | | 2.2 ± 0.4 | | | | 3.2 ± 0.3 | | | | 1.9 ± 0.4 | | 11.2 ± 1.1 | | |
| 표준화 점수분포 | 구간 | 1 | 3 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 3 | ≤8 | 9~13 | ≥14 |
| | 개소 | 1 | 3 | 5 | 3 | 2 | 3 | 1 | 1 | 0 | 4 | 4 | 5 | 4 | 1 | 4 | 4 |

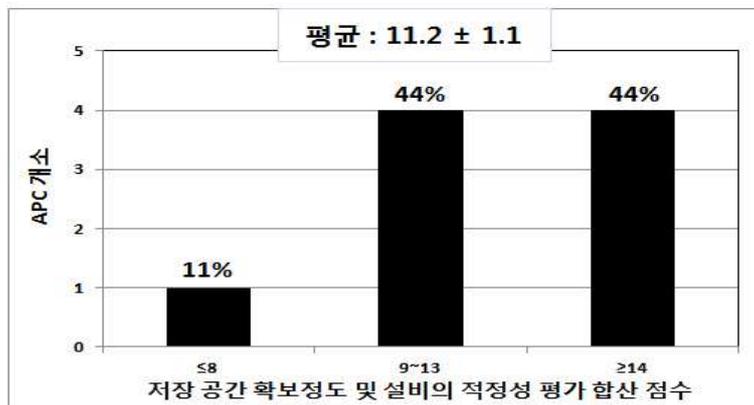


그림 3-279. 저장 공간 확보 정도 및 설비의 적정성 평가 점수 분포도(부여점수 16점 기준)

선별 및 상품화 설비 확보 실태 및 시설의 적합성 평가에서 선별시설의 규모의 적정성과 성능의 적정성은 보통 이상이었으나 설비의 적정성은 5점 만점에 2.3점으로 비교적 낮았다. 선별시설의 적정성 평가는 다음 표와 같다. (표 3-75, 그림 3-280)

표 3-75. 선별 및 상품화 시설 평가 기준

| 순서 | APC(주체) | 선별시설 | | | | | | 설비의 적정성 (1, 3, 5점) | | | 합산점수 (15점) | | |
|-----------------|---------|------------------|---|---|------------------|---|---|--------------------|---|---|------------|------|-----|
| | | 규모의 적정성 (1,3,5점) | | | 성능의 적정성 (1,3,5점) | | | 1 | 3 | 5 | ≤7 | 8~10 | ≥11 |
| 1 | 화성송산농협 | 3 | | | 3 | | | 3 | | | 9 | | |
| 2 | 친안직산농협 | 5 | | | 1 | | | 3 | | | 9 | | |
| 3 | 서상주농협 | 3 | | | 5 | | | 3 | | | 11 | | |
| 4 | 영동농협 | 3 | | | 3 | | | 1 | | | 7 | | |
| 5 | 김천감문농협 | 3 | | | 3 | | | 3 | | | 9 | | |
| 6 | 김천새김천농협 | 5 | | | 3 | | | 1 | | | 9 | | |
| 7 | 김천직지농협 | 3 | | | 3 | | | 1 | | | 7 | | |
| 8 | 영천농협 | 5 | | | 1 | | | 5 | | | 11 | | |
| 9 | 남원춘향골농협 | 5 | | | 5 | | | 1 | | | 11 | | |
| 표준화 지수 평균±SE | | 3.9 ± 0.4 | | | 3.0 ± 0.5 | | | 2.3 ± 0.5 | | | 9.2 ± 0.5 | | |
| 표준화 점수분포 | 구간 | 1 | 3 | 5 | 1 | 3 | 5 | 1 | 3 | 5 | ≤7 | 8~10 | ≥11 |
| | 개소 | 0 | 5 | 4 | 2 | 5 | 2 | 4 | 4 | 1 | 2 | 4 | 3 |

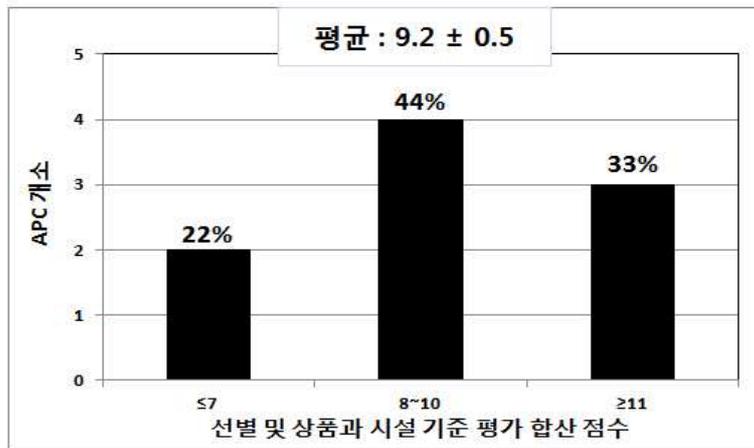


그림 3-280. 선별 및 상품화 시설 기준 평가 점수 분포(부여점수 15점 기준)

선별장의 냉각시스템은 서상주농협과 화성송산농협에서 구축되어 있고 나머지 7개소에는

아직 설치되고 있지 못하였고, 중량선별 시스템을 구축한 APC는 4개소, 그리고 비과과선별기는 2개 APC에서 구비되어 있었다. 손실방지시스템은 5점 만점에 평균 1.4점으로 나타나 구축이 필요한 것으로 나타났다. 이러한 선별시설 평가와 관련하여 총 20점 만점 중 10점 이상인 APC가 4개소인 반면 5점이하인 곳도 4개소로 나타났다. (표 3-76, 그림 3-281)

표 3-76. 선별 시설 평가 기준

| 순서 | APC(주체) | 선별장 냉각시스템 (1, 3, 5점) | | | 중량 선별기 (1, 3, 5점) | | | 비과과 선별기 (1, 3, 5점) | | | 손실방지 시스템 (1, 3, 5점) | | | 합산점수 (20점) | | | |
|-----------------|---------|----------------------|---|---|-------------------|---|---|--------------------|---|---|---------------------|---|---|------------|-----|-----|-----|
| | | 1 | 3 | 5 | 1 | 3 | 5 | 1 | 3 | 5 | 1 | 3 | 5 | ≤5 | 6~9 | ≥10 | |
| 1 | 화성송산농협 | | | 3 | | | 5 | | | 1 | | | 1 | | | 10 | |
| 2 | 천안직산농협 | | | 1 | | | 1 | | | 1 | | | 1 | | | 4 | |
| 3 | 서상주농협 | | | 5 | | | 5 | | | 1 | | | 1 | | | 12 | |
| 4 | 영동농협 | | | 1 | | | 5 | | | 3 | | | 3 | | | 12 | |
| 5 | 김천감문농협 | | | 1 | | | 1 | | | 1 | | | 1 | | | 4 | |
| 6 | 김천새김천농협 | | | 1 | | | 1 | | | 5 | | | 3 | | | 10 | |
| 7 | 김천직지농협 | | | 1 | | | 5 | | | 1 | | | 1 | | | 8 | |
| 8 | 영천농협 | | | 1 | | | 1 | | | 1 | | | 1 | | | 4 | |
| 9 | 남원춘향골농협 | | | 1 | | | 1 | | | 1 | | | 1 | | | 4 | |
| 표준화 지수 평균±SE | | 1.7 ± 0.5 | | | 2.8 ± 0.7 | | | 1.7 ± 0.5 | | | 1.4 ± 0.3 | | | 7.6 ± 1.2 | | | |
| 표준화 점수분포 | | 구간 | 1 | 3 | 5 | 1 | 3 | 5 | 1 | 3 | 5 | 1 | 3 | 5 | ≤5 | 6~9 | ≥10 |
| | | 개소 | 7 | 1 | 1 | 5 | 0 | 4 | 7 | 1 | 1 | 7 | 2 | 0 | 4 | 1 | 4 |

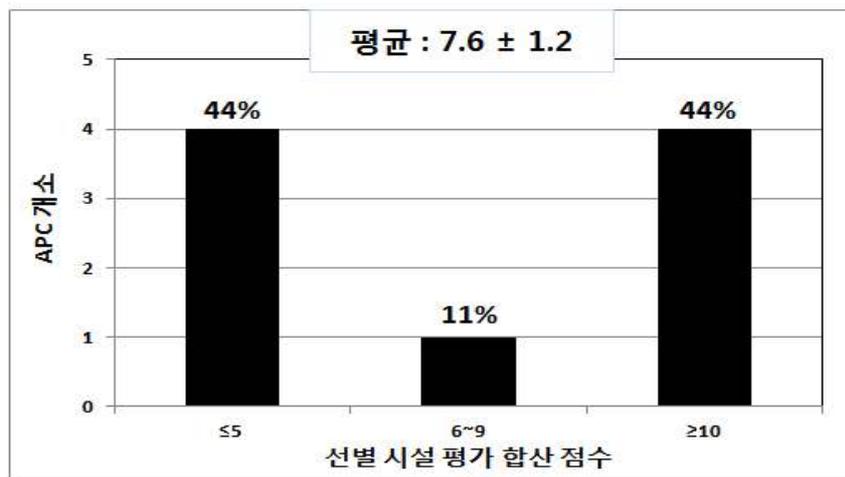


그림 3-281. 선별 시설 평가 점수 분포도(부여점수 20점 기준)

유통, 출하관련 시설(팔레타이징)은 총 9개소 중 3개소가 만점인 5점을, 그 중 3개소가 보통인 3점을, 그리고 나머지 3개소는 최하 점수를 보였다. 저온수송차량은 거의 모든 APC에서 확보하고 있는 것으로 나타났다. 자재보관 공간의 시설평가에서 총 5종 만점에 9개소 평균 4.1로 나타나 우수한 편이었다. 비계량으로 조사한 품질관리시설은 모든 APC에서 확보하고 있지 않았다. (표 3-77)

표 3-77. 유통 및 품질 관리 설비 및 운용

| 순서 | APC(주체) | 유통·출하 관리시설 (1,3,5점) | | | 자재보관 시설 (1,3,5점) | | | 냉장차량 (1,2,3,4점) | | | | 확보 및 활용여부 | | 외부기관에 품질분석 의뢰 여부 (의뢰: Y, 미의뢰: N) | 합산점수 (14점) | | | |
|-----------------|---------|---------------------|---|---|------------------|---|---|-----------------|---|---|---|-----------|-----|----------------------------------|------------|------|------|-----|
| | | 1 | 3 | 5 | 1 | 3 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 확보 | 미확보 | | ≤8 | 8~11 | ≥12 | |
| 1 | 화성송산농협 | 5 | | | 5 | | | 1 | | | | | 0 | | N | 11 | | |
| 2 | 천안직산농협 | 3 | | | 5 | | | 4 | | | | | 0 | | N | 12 | | |
| 3 | 서상주농협 | 1 | | | 5 | | | 1 | | | | | 0 | | N | 7 | | |
| 4 | 영동농협 | 1 | | | 5 | | | 1 | | | | | 0 | | N | 7 | | |
| 5 | 김천감문농협 | 3 | | | 1 | | | 3 | | | | | 0 | | N | 7 | | |
| 6 | 김천새김천농협 | 3 | | | 5 | | | 1 | | | | | 0 | | N | 9 | | |
| 7 | 김천직지농협 | 5 | | | 3 | | | 1 | | | | | 0 | | Y | 9 | | |
| 8 | 영천농협 | 1 | | | 3 | | | 1 | | | | | 0 | | N | 5 | | |
| 9 | 남원춘향골농협 | 5 | | | 5 | | | 4 | | | | | 0 | | N | 14 | | |
| 표준화 지수 평균±SE | | 3.0 ± 0.6 | | | 4.1 ± 0.5 | | | 1.9 ± 0.5 | | | | 0 | 9 | Y: 1, N:8 | 9.0 ± 1.0 | | | |
| 표준화 점수분포 | 구간 | 1 | 3 | 5 | 1 | 3 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | - | - | - | | ≤8 | 8~11 | ≥12 |
| | 개소 | 3 | 3 | 3 | 1 | 2 | 6 | 6 | 0 | 1 | 2 | - | - | - | | 4 | 3 | 2 |

각 공정 별 수확후 관리기술 활용도 점수의 표준화는 시설 전반 체계, 수확후 처리, 저장 설비, 상품화 설비, 유통지원 설비 및 품질관리자원의 5개 항목을 8점으로 환산하여 총 40점으로 1차 표준화를 한 뒤 전체 점수를 100점으로 환산하는 2차표준화를 수행하였다. 각 공정별 점수 환산은 다음 표와 같다. (표 3-78)

표 3-78. 수확후 관리 시설 평가 점수의 표준화.

| 공정 | 부여 점수 | 1차 표준화 점수 | 2차 표준화 반영 점수 |
|---------------------------|-------|-----------|--------------|
| 1. 시설 전반 체계 | 19 | 8 | 20 |
| 2. 수확후 처리 | 10 | 8 | 20 |
| 3. 저장 설비 | 16 | 8 | 20 |
| 4. 상품화 설비 | 35 | 8 | 20 |
| 5. 유통 지원 설비 및 품질 관리 자원 | 14 | 8 | 20 |
| 계 | 94 | 40 | 100 |

수확후 관리 시설 부문 평가 점수는 100점 환산 점수 기준 총 평균 65.6점으로 기술 활용도 부문 총 평균 점수인 67.2점에 비해 다소 낮게 평가되었다. 세부분야별로 분석해 보면, 전반적인 시설체계는 표준화 점수 8점 기준 6.2점으로 ‘보통’~‘우수’에 해당하는 APC가 많았다. 이에 비해 상품화 시설 분야는 4.1점에 그쳤고, ‘미흡’ 수준에 해당하는 APC도 8개소(평가대상 APC의 88.9%)로 많았다. 이처럼 선별 및 상품화 시설의 평가 점수가 낮은 이유는 APC의 대형화 및 첨단화에도 불구하고 아직까지 중소형 APC는 처리 물량 대비 상품화 시설이 부족하고 선별장의 온도환경을 제어하는 공조시스템을 갖추지 못했기 때문으로 판단된다. 선별장의 환경 제어 설비와 함께 모든 APC에서 공통적 보완해야 할 시급한 과제는 품질관리(품질 및 검사) 자원의 확보로 판단된다. 품질관리 자원이란 전문요원의 확보는 물론 품질 검사에 필요한 분석실과 기기를 포함하므로 앞으로 내수 및 세계 시장의 요구에 부응하기 위해서는 전문가의 양성 및 확보와 함께 적정 수준의 분석 장비를 구비하는 프로젝트가 수행되어야 할 것이다. 시설 부문에서 ‘우수’ 수준을 보인 APC는 1개에 불과하였고 ‘보통’ 수준 5개소, ‘미흡’ 수준을 보인 APC는 3개소로서, 평가 대상 APC의 33.3%가 많은 보완과 개선을 요하는 것으로 나타났다.

■ 포도 APC에 대한 실태조사 종합 고찰

기술활용도에서 평가되었던 선별 작업 공정의 효율성은 기술 활용도와 자동화 시설 확보율 등 2개 요인에 따라 결정되는 항목으로 판단되지만, 포도 APC의 역량 평가에서는 기술 활용도에 초점을 맞추어 평가하였다. 수확 후 관리기술 활용도를 60점, 시설 확보 정도와 관리역량을 40점으로 하여 최종 집계한 결과, 선별 공정 효율을 포함시켰을 때(선별체계+선별 공정 효율 전체 반영) 총 평균 66.6점으로 ‘미흡’ 수준보다는 다소 높은 ‘보통’ 수준으로 나타났다. 전체 APC의 총점을 기준으로 수준 별 구간분포를 보면 선별 공정 평가점수를 반영했을 때 선별 및 포장 라인의 자동화 등 시설이 양호한 APC의 경우 ‘미흡’ 수준에서 ‘보통’ 수준으로 평가 영역이 달라져 ‘우수’ 수준의 APC 2개소, ‘보통’ 수준의 APC 5개소 및 ‘미흡’

수준의 APC 2개소로 나타났다. (표 3-79, 그림 3-282)

표 3-79. APC 역량 평가 결과의 종합(1): 상품화 공정 전체 항목 평가 점수 반영

| 순서 | APC(주체) | 수확후 관리기술 활용수준 (60%) | | | 수확후 관리 시설 확보 및 관리역량 (40%) | | | 합계 | | |
|-----------------|---------|---------------------|--------|-----|---------------------------|--------|-----|------------|--------|-----|
| 1 | 화성송산농협 | 37.8 | | | 27.0 | | | 64.8 | | |
| 2 | 천안직산농협 | 36.1 | | | 26.9 | | | 63.0 | | |
| 3 | 서상주농협 | 48.2 | | | 31.8 | | | 80.0 | | |
| 4 | 영동농협 | 38.5 | | | 23.7 | | | 62.2 | | |
| 5 | 김천감문농협 | 35.6 | | | 16.2 | | | 51.8 | | |
| 6 | 김천새김천농협 | 41.0 | | | 26.7 | | | 67.7 | | |
| 7 | 김천직지농협 | 45.7 | | | 25.1 | | | 70.8 | | |
| 8 | 영천농협 | 33.4 | | | 23.5 | | | 56.9 | | |
| 9 | 남원춘향골농협 | 46.7 | | | 35.4 | | | 82.1 | | |
| 표준화 지수 평균±SE | | 40.3 ± 5.4 | | | 26.3 ± 1.8 | | | 66.6 ± 3.3 | | |
| 표준화 점수분포 | 구간 | <36.0 | 36~<48 | ≥48 | <24.0 | 24~<32 | ≥32 | <60 | 60~<80 | ≥80 |
| | 개소 | 3 | 5 | 1 | 3 | 5 | 1 | 2 | 5 | 2 |
| | % | 33 | 56 | 11 | 33 | 56 | 11 | 22 | 55 | 22 |

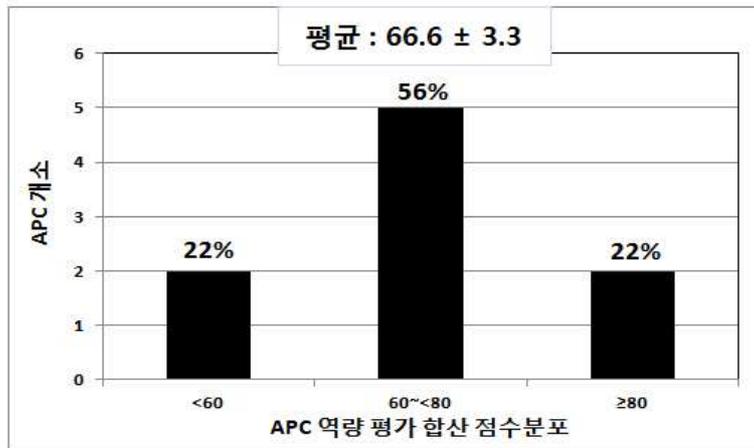
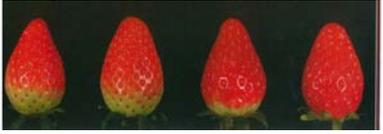


그림 3-282. 포도 APC 역량 평가 표준화 점수 분포(100점 만점 환산)
- 상품화 공정 전체 항목 평가점수 반영

(나) 수확후 실시간 환경 모니터링 시스템을 적용한 딸기 동남아 수출 모델 개발

① 기술적용(딸기 신선도 유지기술 패키지와 상용화)

| 적용기술 | | 내용 | 비고 |
|------|-------------------|--|---|
| ① | 수확시기 결정 (칼라차트) | 칼라차트를 이용한 수출용 수확시기 조절 ※ 수출용딸기 : 70~80% 착색 |  70% 80% 90% 100% |
| ② | 이산화염소 처리 | 표면부위 살균처리 및 숙성지연 ※ 고농도 처리후(7ppm, 20분) 저농도 지속 처리 |   이산화염소 처리장비 |
| ③ | 이산화탄소 처리* | 과육의 경도를 높여줘 저장성 증진 ※ CO2 25~30% 3시간처리 |   |
| ④ | 저온 컨테이너 수송 | 최적의 저장온도로 설정하여 저온수송(0~1℃) |   |
| ⑤ | 물류환경 실시간모니터링 | 선박운송 중 컨테이너 내부환경 모니터링 (온·습도) |  온습도 센서  통신유닛 |

※ * : 이산화탄소와 이산화염소를 혼용하여 사용하지 않음

| 구분 | 장 점 | 단 점 | 비 고 |
|--------------|-----------------------------|--|-----|
| 이산화염소 (ClO2) | - 처리시간 짧음(30분) - 처리비용 저렴 | - 초기비용(장비) 과다 | 재단 |
| 이산화탄소(CO2) | - 초기비용 저렴 | - 긴 처리시간 (3시간) - 산지에 이미 보급된 기술 - 온실가스 증가 주요인 | 농진청 |

② 수출 추진 과정

▪ 2월 14일 : 수출용 딸기 수확 및 수출작업 1

- 딸기 수확(착색율 60%미만, 80%) : 250g, 330g용 과실
- 수출물량(1t) : 250g용 304상자/2kg, 330g용 204상자/1.32kg

※ 당초 국내유통되는 숙기의 원물만 수출하고자 하였으나 관행적인 수확작업(60%미만 착색과)으로 인해 물량 부족 ⇒ 60%미만, 80% 구분하여 포장



▪ 2월 15일 : 수출작업 2(선별→이산화염소 처리→컨테이너 적재→수송)

- 선별 및 포장작업 : 작물특성상 선별은 수작업으로 이루어지며 크기별로 구분하여 250g, 330g용 포장, 1차 플라스틱 트레이에 담은 후 2차 상자에 담기

※ 포장상자 내부에는 지속적으로 이산화염소(CIO2, 이하표기) 처리를 위해 실리카겔 형태 제품 삽입



- 이산화염소 처리 : 처리를 위한 전용탑차 준비
- 처리농도 : 7~10ppmv(고농도) 25분간 처리
- ※ 운송중 컨테이너 내부에서의 2차 오염 방지 및 ripening(숙성)지연을 위해 저농도 저속형 이산화염소 처리(스틱형)
- 1회 처리 가능물량 : 1개의 팻릿물량
- 총 3개의 팻릿물량 처리



이산화염소 고농도 처리
(7~10ppmv 농도로 25분처리, 10분 환기)

- 컨테이너 적재 : 총 3개 팻릿물량을 6개의 팻릿 나누어 적재, 마지막 팻릿은 컨테이너에 고정



이산화염소 스틱 설치
(딸기상자 적재전 이산화염소 스틱 설치, 스틱에서 미세한 양의 이산화염소가 배출되어 컨테이너 내부 살균효과 및 딸기 후속 지연)

컨테이너 적재
(총 3개 팻릿물량을 6개의 팻릿 나누어 적재)

- 물류환경 모니터링 시스템 설치 : 온습도 센서 총 8개 설치

- 상자외부 : 컨테이너 내부 좌·우 벽면(각 3개)과 앞부분(2개) 설치

※ 과실의 품온을 알기 위해서는 상자내에 센서를 설치해야 하지만 수출물량이 적은 관계로 벽면에만 설치



- 차량수송 : 진주 대곡농협 → 부산항(3시간 소요)

- 컨테이너 내부온도 1℃, 습도 85% 수준으로 관리되며 이동

- 15일 오후 7시에 부산항 CY 반입

- 수출물량 : 총 1 ton (304상자/2kg, 204상자/1.32kg)

- 처리구를 두지 않고 모두 동일한 처리(실제수출 진행과정과 동일하게)

■ 2월 17일(수확후 4일) : 부산항 CY → 선적 및 출항(오전 1시)

- 싱가포르항 도착 예정일자(ETA:도착예정일) : 2월 23일

■ 2월 23~24일(수확후 11일) : 싱가포르항 CY-선박 도착

- 선박 도착 및 컨테이너 하역, 통관절차 진행

■ 2월 25일(수확후 13일) : 싱가포르항 CY → Freshmart·Banchoon 물류창고

- 싱가포르는 별도의 검역절차를 걸치지 않는 관계로 컨테이너가 곧바로 수입업체 물류창고로 입고

- 오전 10시 수출품에 대한 관계자 입회하에 컨테이너 개봉

- 원물 확인 결과, 원물상태 우수(부패과 0%)

※ 숙기는 한국에서 보냈을 당시와 비교하여 거의 진전되지 않음

- 수입업체 바이어 의견

- 기존 항공으로 보내던 숙기(60%미만)와 80% 숙기의 과실이 선박으로 운송되어 왔으나
변질된 과실이 없는점은 우수함

- 하지만, 80%숙기의 경우 유통해본 경험이 없다보니 문제가 발생하지 않을까 걱정이 됨

※ ‘매향’ 품종의 경우 90%이상 숙기가 진전된 이후 색상이 검붉어져 상품적 가치
하락

- 또한, 한국산 딸기는 이미 소비자에게 푸른빛이 보이는(숙기 70%) 정도의 숙기가 익숙
해져 있는 상황

- 경쟁품인 미국산의 경우도 당도가 매우 낮아 이곳 현지인 대부분은 연유나 설탕을 뿌려
먹는 식습관이 일반화 되어 있어 당도는 그리 중요하지 않음

- 결론적으로, 추후 60~70% 숙기의 과실을 선박으로 보내어 가격경쟁력이 있을 경우 유통
해볼 의사가 있음



수출물량 품질확인을 위해 수입업체(Freshmart, Ban choon) 방문



컨테이너 입고 및 open

※ 싱가포르의 별도의 검역절차가 없어 곧바로 수입업체 물류창고로 컨테이너 입고



원물에 대한 품질확인 및 바이어 면담



그림 3-283. 수출시범사업 사진자료(2)

- 2월 26일(수확후 14일) : 프리미엄 마켓(Isetan, Cold storage 등) 진열 판매
 - Freshmart에서 수입한 250g용은 거래업체가 많은 관계로 선박으로 보낸 물량이 마켓매대에 판매되는 것을 보지 못하였으나 Ban choon에서 수입한 330g용은 컨테이너 개봉 후 다음날(26일) 'Isetan'(일본전문마켓-최고급매장)에서 판매되고 있었음
 - ※ 250g 1 pack : 미국산-5\$(SIN), 한국산-4.5\$(SIN)
 - ※ 330g 1 pack : 한국산-9.9\$(SIN), 일본산-19.9\$(SIN)
 - 싱가포르 시장의 경우 미국산의 비중이 높으며 가격 역시 한국산에 비해 10~20% 높게 형성이 되어 있었으나 맛에서는 한국산이 좀더 우수하였음
 - 일본산의 경우 고품질 소량 수출로 한국산과 비교하는건 큰 의미가 없었음



(2) 딸기 ‘매향’ 싱가포르 선박수출시 실시간환경모니터링 시스템 투입 효과 검증

(가) 업무 분장 및 기술 적용

- 수출작업 및 통관, 현지유통

| 분야 | 전문가 |
|----------------------|---|
| 수확후 관리 (이산화염소 처리) | 최지원 연구사(농진청)-모의테스트 지원 김종락 대표, 박영훈 과장(푸르고팜) |
| IT(컴퓨터공학) | 곽윤식 교수(한국교통대), 이병주 대표(보아스전자) |
| 생산(APC) | 진주 대곡농협, 진주딸기원예생산단지(진주수곡) |
| 수출업체 | 엘림무역(오성진 사장), 한사랑무역(김종해 사장) |
| 수입업체 | 플래쉬마트(Freshmart), 반춘(Ban Choon) |
| 총 관 | 이정용 선임연구원 |

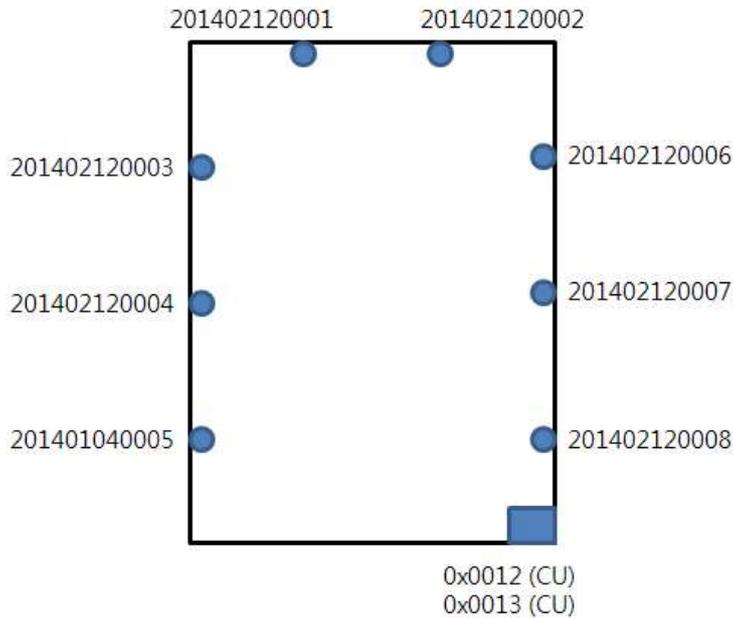
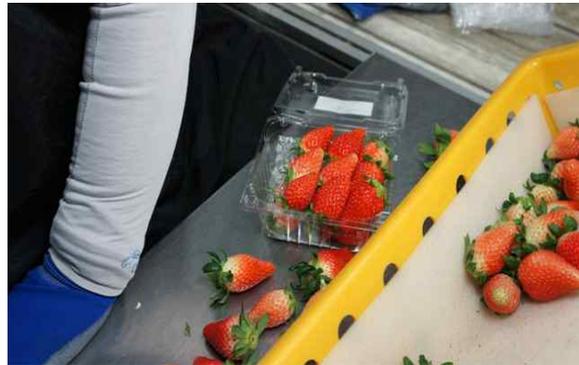


그림 3-284. 센서설치 배치도

수출 추진 과정 및 결과

- 2월 14일 : 수출용 딸기 수확 및 수출작업 1
 - 딸기 수확(착색율 60%미만, 80%) : 250g, 330g용 과실
 - 수출물량(1t) : 250g용 304상자/2kg, 330g용 204상자/1.32kg
 - ※ 당초 국내유통되는 숙기의 원물만 수출하고자 하였으나 관행적인 수확작업(60%미만 착색과)으로 인해 물량 부족 ⇒ 60%미만, 80% 구분하여 포장
- 2월 15일 : 수출작업 2(선별→이산화염소 처리→컨테이너 적재→수송)
 - 선별 및 포장작업 : 작물특성상 선별은 수작업으로 이루어지며 크기별로 구분하여 250g, 330g 용 포장, 1차 플라스틱 트레이에 담은 후 2차 상자에 담기
 - ※ 포장상자 내부에는 지속적으로 이산화염소(ClO₂, 이하표기) 처리를 위해 실리카겔 형태 제품 삽입
 - 이산화염소 처리 : 처리를 위한 전용탑차 준비
 - 처리농도 : 7~10ppmv(고농도) 25분간 처리
 - ※ 운송중 컨테이너 내부에서의 2차 오염 방지 및 ripening(숙성)지연을 위해 저농도 저속형 이산화염소 처리(스틱형)
 - 1회 처리 가능물량 : 1개의 팻릿물량
 - 총 3개의 팻릿물량 처리

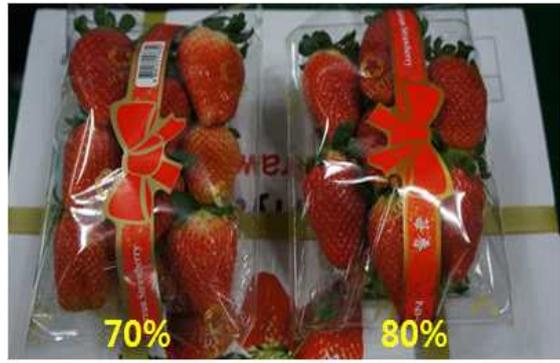
- 컨테이너 적재 : 총 3개 팰릿물량을 6개의 팰릿 나누어 적재, 마지막 팰릿은 컨테이너에 고정
- 물류환경 모니터링 시스템 설치 : 온습도 센서 총 8개 설치
- 상자외부 : 컨테이너 내부 좌·우 벽면(각 3개)과 앞부분(2개) 설치
- ※ 과실의 품온을 알기 위해서는 상자내에 센서를 설치해야 하지만 수출물량이 적은 관계로 벽면에만 설치
- 차량수송 : 진주 대곡농협 → 부산항(3시간 소요)
- 컨테이너 내부온도 1℃, 습도 85% 수준으로 관리되며 이동
- 15일 오후 7시에 부산항 CY 반입
- 수출물량 : 총 1 ton (304상자/2kg, 204상자/1.32kg)
- 처리구를 두지 않고 모두 동일한 처리(실제수출 진행과정과 동일하게)



선별 및 트레이 작업
(불량과 제거 및 숙기별 구분)



포장작업
(현지 상온유통을 고려하여 이산화염소 실라카 겔 삽입)



숙기별 포장 (좌 : 250g, 우 : 330g)



이산화염소 고농도 처리 (7~10ppmv 농도로 25분처리, 10분 환기)



차량 입고

내부온도

온도설정

컨테이너 내 원물선적 전 수송차량 준비



딸기 상자 팰릿타이징 작업



딸기 상자 적재 전 '이산화염소 스틱' 설치

※ 스틱에서 미세한 양의 이산화염소 배출되어 컨테이너 내부 살균 효과 및 딸기 후숙지연



컨테이너 적재 (총 3개 팔릿물량을 6개의 팔릿 나누어 적재)



컨테이너 내부 가습 (내부환경이 건조할 경우 과실 마름증상 발생)



온습도센서



통신유닛

물류환경 실시간모니터링 시스템 설치



적재 완료후
컨테이너 내부온도

썬넘버 :
KMT 1938450

수송차량 출발
(오후 4시경)



부산항 CY 반입
(오후 7시경)

그림 3-285. 수출시범사업 사진자료(3)

- 2월 17일(수확후 4일) : 부산항 CY → 선적 및 출항(오전 1시)
 - 싱가포르항 도착 예정일자(ETA:도착예정일) : 2월 23일
- 2월 23~24일(수확후 11일) : 싱가포르항 CY-선박 도착
 - 선박 도착 및 컨테이너 하역, 통관절차 진행
- 2월 25일(수확후 13일) : 싱가포르항 CY → Freshmart-Banchoon 물류창고
 - 싱가포르는 별도의 검역절차를 걸치지 않는 관계로 컨테이너가 곧바로 수입업체 물류창

고로 입고

- 오전 10시 수출품에 대한 관계자 입회하에 컨테이너 개봉
 - ※ 관계자 : 재단직원, 수입업체 담당자, aT 현지지사 담당자 등
- 원물 확인 결과, 원물상태 우수(부패과 0%)
 - ※ 숙기는 한국에서 보냈을 당시와 비교하여 거의 진전되지 않음
- 수입업체 바이어 의견
- 기존 항공으로 보내던 숙기(60%미만)와 80% 숙기의 과실이 선박으로 운송되어 왔으나 변질된 과실이 없는점은 우수함
- 하지만, 80%숙기의 경우 유통해본 경험이 없다보니 문제가 발생하지 않을까 걱정이 됨
 - ※ ‘매향’ 품종의 경우 90%이상 숙기가 진전된 이후 색상이 검붉어져 상품적 가치 하락
- 또한, 한국산 딸기는 이미 소비자에게 푸른빛이 보이는(숙기 70%) 정도의 숙기가 익숙해져 있는 상황
- 경쟁품인 미국산의 경우도 당도가 매우 낮아 이곳 현지인 대부분은 연유나 설탕을 뿌려 먹는 식습관이 일반화 되어 있어 당도는 그리 중요하지 않음
- 결론적으로, 추후 60~70% 숙기의 과실을 선박으로 보내어 가격경쟁력이 있을 경우 유통해볼 의사가 있음.



컨테이너 입고 및 open

- ※ 싱가포르는 별도의 검역절차가 없어 곧바로 수입업체 물류창고로 컨테이너 입고

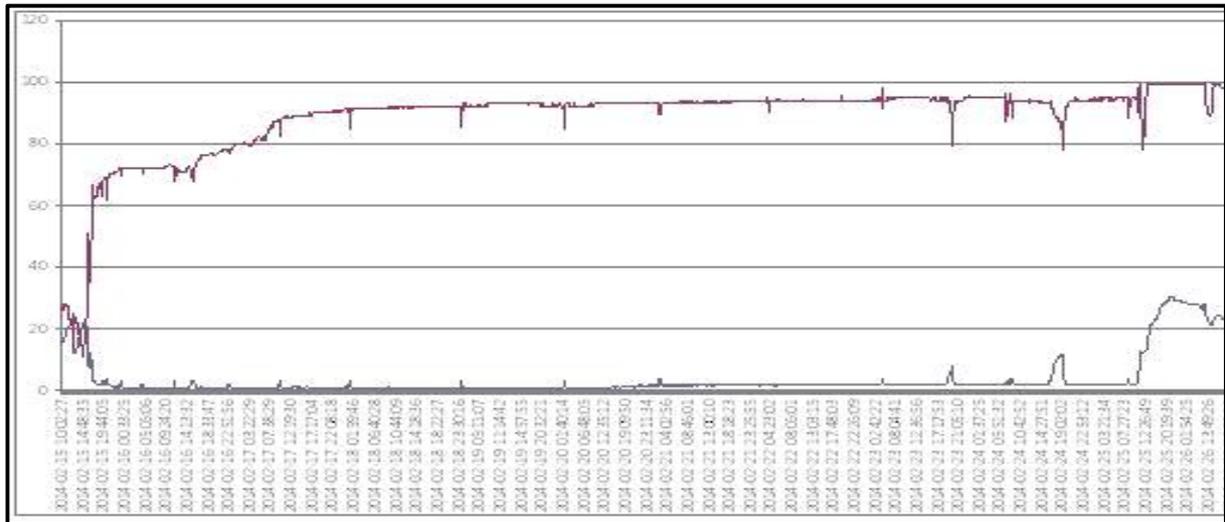


원물에 대한 품질확인 및 바이어 면담

그림 3-286. 수출시범사업 사진자료(4)

□ 선박 운행정보 및 온습도 데이터

| Vessel | KMTC SHANGHAI 1403 (KMTC) | Lane | KIS | |
|--|---|------------------|------------------|------------------|
| > Full Schedule Total : 8 | | | | |
| Port | Terminal | Arrival Time | Berthing Time | Departure Time |
| ULSAN | ULSAN DONGBANG I PORT | 2014-02-15 07:00 | 2014-02-15 08:00 | 2014-02-15 20:00 |
| BUSAN | BUSAN NEW CONTAINER TERMINAL | 2014-02-16 04:09 | 2014-02-16 05:09 | 2014-02-16 23:50 |
| HONGKONG | HONG KONG INTERNATIONAL TERMINALS | 2014-02-19 19:30 | 2014-02-19 20:30 | 2014-02-20 08:00 |
| SINGAPORE | PSA CORPORATION LIMITED | 2014-02-23 18:30 | 2014-02-23 19:30 | 2014-02-24 08:00 |



□ 원물 확인 결과



250g용 딸기 결과

※ 숙기가 거의 진전되지 않았으며 부패과 발생하지 않음

수출전



해상운송
포함
10일



수출후



330g용 딸기 결과

330g 역시 부패과 발생하지 않았으며 숙기도 거의 진전되지 않음

※ 다만, 장시간 고습도 환경으로 인해 접착식 포장비닐이 떨어지는 문제 발생

☞ 80% 숙기의 경우 현지 수입업체에서 유통해본 경험이 없고 현지 소비자의 식습관, 한국산 딸기(푸른빛이 보이는 숙기가 신선한 딸기-70%미만)에 대한 고착화된 이미지로 인해 선호하지 않음

- 2월 26일(수확후 14일) : 프리미엄 마켓(Isetan, Cold storage 등) 진열 판매
- Freshmart에서 수입한 250g용은 거래업체가 많은 관계로 선박으로 보낸 물량이 마켓매

대에 판매되는 것을 보지 못하였으나 Ban choon에서 수입한 330g용은 컨테이너 개봉 후 다음날(26일) 'Isetan'(일본전문마켓-최고급매장)에서 판매되고 있었음

※ 250g 1 pack : 미국산-5\$(SIN), 한국산-4.5\$(SIN)

※ 330g 1 pack : 한국산-9.9\$(SIN), 일본산-19.9\$(SIN)

- 싱가포르 시장의 경우 미국산의 비중이 높으며 가격 역시 한국산에 비해 10~20% 높게 형성되어 있었으나 맛에서는 한국산이 좀더 우수하였음
- 일본산의 경우 고품질 소량 수출로 한국산과 비교하는건 큰 의미가 없었음



국내산(4.5\$-SIN)



미국산(4.9\$-SIN)

250g 딸기 대형마켓(Giant) 판매

※ 미국산에 비해 한국산이 맛은 더 좋았으나 과형이 미국산이 더 크다보니 판매가격 높음



국내산(9.9\$-SIN)



일본산(23.9\$-SIN)

330g 딸기 고급마켓(Isetan) 판매

※ 선박으로 보낸 물량이 일본산 전문매장에서 판매되고 있었음, 일본산은 고품질의

소량만 판매되고 있었으며 가격은 국내산에 비해 2배이상 높게 판매되고 있음

(나) 검증 결과

- 선도유지기술 적용을 통한 물류비 절감효과

예시) 딸기 4 ton(20ft 컨테이너) 물량 싱가포르 수출시 운송료 비교

| 구 분 | 항 공 | 선 박 | 비 고 |
|---------------|-------------------------|----------------------|---------------------|
| 물류비 (운송요금) | 10,000천원 (2,500원/kg) | 1,500천원 (375원/kg) | 선박운송시 물류비 85% 절감 |
| 기술적용 비용 | 0 | 2,000천원 (500원/kg) | 일회성 처리비용 |
| 합계 | 10,000천원 (2,500원/kg) | 3,500천원 (875원/kg) | 총 비용 65% 절감 |

(3) 참외 싱가포르 선박수출시 실시간 온습도 모니터링 시스템 및 수확후 관리기술 적용

(가) 주요 기술 적용(신선도 유지기술 패키지와 상용화)

| 적용기술 | 내 용 | 비고 |
|--------------------------|--|--|
| ① 기능성 용기 | <p>농진청 특허기술인 ‘기능성필름’ 의 재질을 이용하여 소포장용 용기 제작</p> <p>※ 에틸렌, CO2 등 작물에 유 해한 가스를 포장외부로 배 출해주므로써 신선도 유지 효과</p> |  |
| ② 저온 컨테이너 수송 | <p>최적의 저장온도로 설정하여 저온수송(6±0.5℃)</p> |   |
| ③ 물류환경 실시간모니 터링 | <p>선박운송 중 컨테이너 내부환경 모니터링 (온·습도)</p> |   <p>온습도 센서 통신유닛</p> |

■ 원물구성

- 품질과 가격경쟁력을 위해 기존 수출품보다 작은 크기의 참외 수출



| | |
|---|--------------------------------------|
| A | ○ 무게 : 220~240g ○ 가격 : 1,300원/2개입 |
| B | ○ 무게 : 300~320g ○ 가격 : 2,000원/2개입 |

A

B

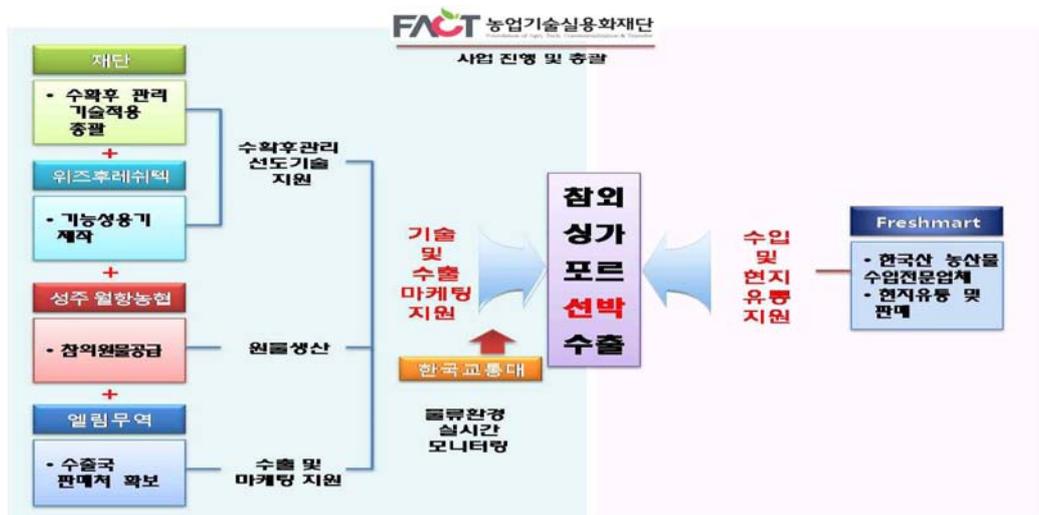
(금번 수출품)

(기존 수출품)

(나) 수출 작업 및 현지 유통

■ 수출작업 및 통관, 현지유통

| 분야 | 참여 기관 및 업체 |
|-------------------|---------------------------------|
| 수확후 관리 (기능성용기) | 이정용 선임연구원(총괄) 백승천 대표(위즈후레쉬텍) |
| IT(컴퓨터공학) | 곽윤식 교수(한국교통대), 이병주 대표(보아스전자) |
| 생산(APC) | 성주 월항농협 |
| 수출업체 | 엘림무역(오성진 사장) |
| 수입업체 | 플래쉬마트(Freshmart) |



- 수출작업

- 1차 : '14. 7. 16~7(2일)

, 성주 율항농협 → 부산항

- 2차 : '14. 7. 21~22(2일)

※ 수출물량 : 각각 20ft 컨테이너 1대(총 8ton)

- 7월 16일(수확후 1일) 작업(선별 → 포장 → 적재 → 저장)



참외 선별기 투입 및 등급별 육안선별



수출용 라벨스티커 작업



2개입 기능성 용기에 소포장 작업



포장 후 적재(18단, 8상자/단)



물량 부족으로 2일에 걸쳐 작업하는 관계로 포장이 완료된 원물은 17℃저장고 입고

그림 3-287. 수출시범사업 사진자료(5)

- 7월 17일(수확후 2일) 작업(냉장컨테이너 적재 → 수송)



냉장컨테이너에 적재(9개 팔렛트)



에어백 작업(해상운송 중 상자 흔들림 방지)



컨테이너 적재 시 냉각장치 가동 및 부산항으로 출발

그림 3-288. 수출시범사업 사진자료(6)

- 예상도착일자 및 현지유통
 - 도착예정 : 1차- 7.28, 2차-8.1
 - 현지유통 : 싱가포르항 → 수입업체(Freshmart) → NTUC(국영마켓)
- ※ NTUC에서 7.31~8.14(2주)기간동안 참외프로모션 진행

■ 수출시 온습도 모니터링 시스템 적용 중요성

저온 저장 후 선별, 출하시 품온과 주위 대기 온도의 차이가 7~10℃ 이상이 될 경우 작물 주변의 공기 내 수분이 작물 표면에 응집되는 것을 결로라고 하고 이 때 호흡량 및 에틸렌 발생이 증가하여 품질이 저하될 뿐만 아니라 수분에 의해 부패과 발생이 촉진되므로 저온저장 후 선별 또는 출하시 결로 발생을 방지하는 것이 품질 유지에 필수적이다. 따라서 APC의 구조는 입고, 선별, 포장, 저장, 출하의 전 과정 동안 외기와의 노출을 최소화 시킬

수 있도록 한 지붕 안에서 작업이 진행되도록 배치하고, 충분한 냉각용량을 작업 라인별로 설치하며, 작업 과정 흐름 중 온도 편차가 크게 나지 않도록 온도를 설정하는 것이 좋다. 출하시 냉장 트레일러를 이용할 경우 결로 발생 방지를 위해서는 선적할 작물의 품온을 적정 운송온도로 떨어뜨려 놓는다. 컨테이너 내부를 품목에 적합한 적정 운송온도로 냉각시킨 후 선적 직전 문을 열기 전에 냉각을 중단한다. 냉각된 팔레트를 적재 완료한 이후 품목별 유통온도로 다시 냉각을 시작한다. 흔들림에 의한 압상 등을 방지하고 경제적으로 선적하기 위해서는 그림 3-288의 다양한 방법의 적재 방식을 활용하도록 하고 트레일러 맨 뒷변 팔레트에 로드바를 설치하여 여분의 공간이 있을 경우 흔들리지 않도록 한다. 트레일러 내부의 냉기 순환을 위해서는 적재물 윗편에 공기통로를 확보하고, 윗면에 송풍관이 있을 경우에는 적재작업시 닿지 않도록 주의한다. 품목을 저장시 그리고 선적한 후 온습도 측정 데이터 로거를 넣어서 운송 중 어떤 온습도 환경에 처했는지 반드시 기록하는 것은 품질 변화에 대한 근거 자료로 필수적이다. 운송 및 유통 중에도 실시간 환경 모니터링이 가능한 형태의 시스템은 문제발생 즉시 알려주는 기능이 탑재되어 있어, 온도가 올라가는 등 문제가 발생할 경우 알림 기능도 있어 운송 중 발생하는 손실률을 경감할 수 있다.

(4) 국내 사과 저장중 온습도 모니터링 시스템 적용 현장 검증

운봉 농협의 사과 장기저장을 위하여 약 3~4개월 가량의 장단기 저장 가능한 수확후관리체계를 구축하고자 하였고, 이 때 비용이 적게 소요되고 기존 수확후관리 체계에 손쉽게 투입 가능한 기술을 위주로 관리체계를 확립하고자 하였다. 이를 위해 먼저 기존에 개발된 원예산물 수확후관리 기술 전반을 검토하였고, 이 기술들에 대한 개념을 제시하고자 하였으며, 이 가운데 사과에 적용할 만한 새로운 기술이 있는지 검토하였다. 그리고 사과 저장 및 유통을 위한 수확후관리기술을 스크리닝하였고 이 중 경제성있고 향후 정책지향적이고 경제성이 있을 것으로 예측되는 수확후관리기술을 추출하였고, 이 기술을 운봉지역 사과 ‘후지’ 수확후 적용하여 운봉지역의 특성에 맞는 사과 수확후관리기술 체계를 구축하고자 하였고 또 당장은 아니더라도 향후 운봉APC에 도입될 필요성이 있는 수확후관리 기술을 제공하고 하였다. 운봉지역의 사과는 고랭지의 특성상 수확기에 주야간의 일교차가 큰 이유로 인해 밀증상이 다발생하는 경향이 있었고, 사과의 착색 정도와 내부 전분지수가 선형적으로 일치하지 않는 특성이 있었다. 따라서 운봉 사과 장기 저장시 내부갈변 등 생리장해과 발생이 일어날 수 있을 것으로 우려하였으나 실제 운봉APC의 현장 저장고에 저장했을 때, 그리고 원예원 저장고에 저장실험하였을 때 모두 내부 갈변이나 생리장해과는 발생하지 않았고 모든 처리에서 상품성 범위 이내의 품질 특성을 유지하였다. 단지 운봉지역의 기존 수확적기에 내부 전분지수가 다소 진행된 상태로 조사되었기에 이후에 수확기에 접어들면 요오드 반응을 실시하여 수확기를 며칠 앞당기는 것이 좋을 것으로 보인다. 참고로 운봉지역의 ‘홍로’ 또한 과피색과 내부 전분지수에는 상관성이 없는 것으로 나타나 ‘홍로’ 저장 및 유통시 빠른 품질변화가 일어날 수 있으므로 주의해야 할 것으로 나타났다. 사과 ‘후지’ 를 수확한 후 2% 유공 PE0.03mm 필름 또는 에틸렌 흡착 배출 기능성 PE0.03mm필름으로 속포장한 후 저장고 온도 -0.5°C , 상대습도 85% 이상으로 유지하면 현재 운봉농협의 유통목적에 맞는 기간인 3~4개월 동안 경도, 당도, 산함량 등이 유지된다. 만약 더 품질을 높게 유지할 필요가 있거나 또는 보다 장기간 저장이 필요할 경우 수확후 1ppm의 1-MCP를 24시간 동안 처리하거나 에틸렌흡착제를 상자 단위별로 투입하는 것도 좋은 품질 특성 유지결과를 보였으므로 선택하여 투입할 수 있다. 저장고내부의 온습도를 유지하기 위하여 본 과제를 통해 개발된 실시간 온습도 모니터링 시스템을 투입하여 데이터를 수집하였고, 분석하였다.

(가) 재료 및 방법

- 시험재료 : 사과 ‘후지’
 - 운봉농협 저장시험용 : 여러농가에서 적숙기에 수확한 과실

- 수집 및 입고 : 2014. 11. 25.
- 처리 및 저장 : 2013. 12. 3. ~ 2014. 3.
- 수확시 품질 : 밀증상이 약 50%의 과일에서 발생하였음, 또한 내부 전분지수와 표피의 착색정도와 비례하지 않는 특성이 있었음
- 처리내용 : 총 8처리
 - 1-MCP : 0, 1ppm(24시간)
 - MA필름 : 유공 PE 0.03mm, 에틸렌 흡착 배출 기능성 PE0.03mm(FF)
 - 에틸렌 흡착제 : 유(15kg 박스당 5개 투입), 무

| 처리 번호 | 처리 내용 |
|-------|-------------------------------------|
| 1 | 1-MCP + 에틸렌흡착배출 기능성 PE0.03mm 필름(FF) |
| 2 | 1-MCP + FF + 에틸렌흡착제 |
| 3 | 1-MCP |
| 4 | 1-MCP + 에틸렌흡착제 |
| 5 | FF |
| 6 | FF + 에틸렌흡착제 |
| 7 | 무처리 |
| 8 | 에틸렌흡착제 |

- 조사항목 : 중량감소율, 색도, 경도, 당도, 산함량 등 품질 특성,
저장고 및 저장상자 내부의 온습도 모니터링

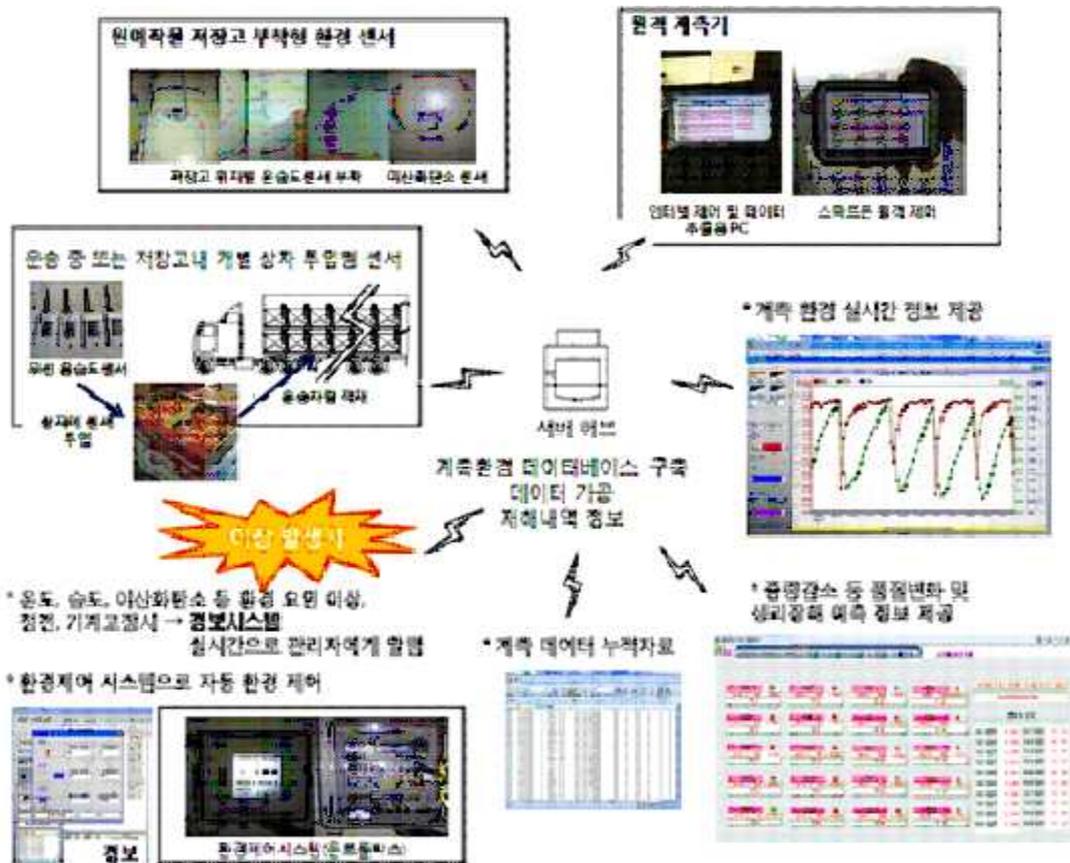


그림 3-289. 수확 후 실시간 모니터링 및 품질예측 프로그램

■ 조사방법

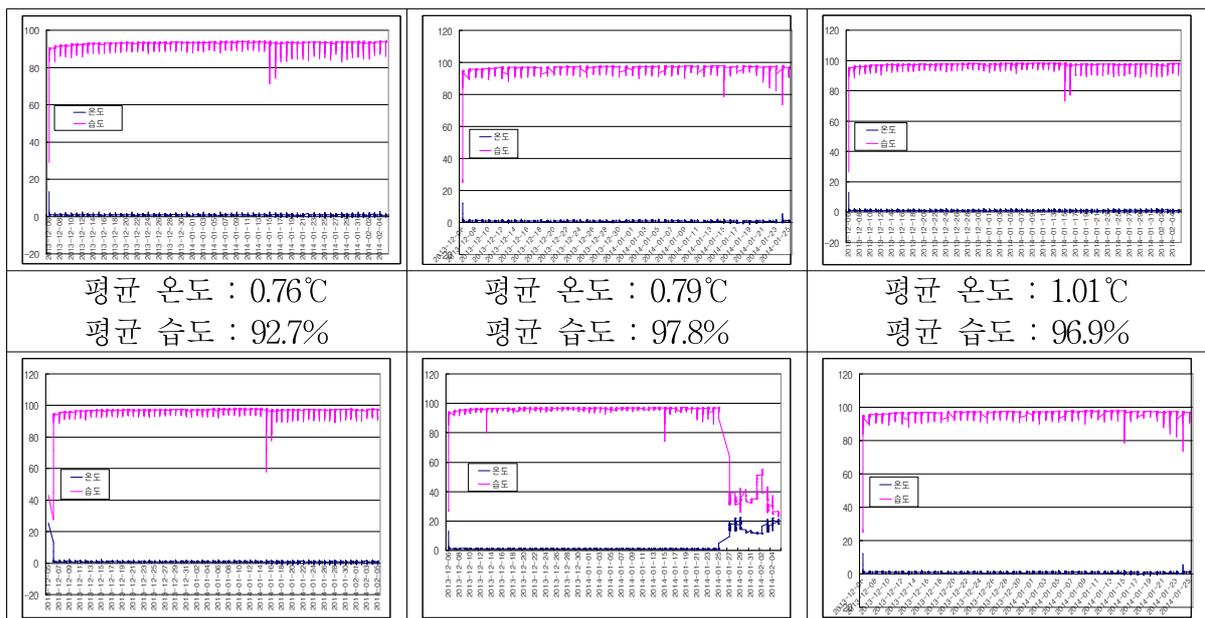
- 중량감소율(%) : 저장말기 과일무게/초기 과일무게×100
- 부패과 발생율(%) : 저장기간을 경과하면서 과일 낱알 및 과축에 발생하는 곰팡이 확산 조사, 처리당 상자단위로 5반복 조사한 후 평균치를 구함
- 당도(oBx) : 사과를 세로 방향으로 껍질부터 과심까지 포함하여 세 부분을 잘라낸 후 전체를 착즙하여 굴절당도계로 측정
- 산함량(%) : 당도측정시 착즙한 것과 같은 방법으로 착즙한 후 5mL를 취하여 증류수로 5배 희석하고, 0.1N NaOH로 pH 8.2가 되도록 적정한 후 소요되는 NaOH양을 다음 계산식에 적용하고, 사과의 주요산인 malic acid 함량으로 환산(equivalent factor 0.064)하여 %로 표시
- 경도 : Texture analyzer로 probe는 0.5mm를 이용하여 과육에 침입하는 힘을 측정하여 N으로 표시, N값이 클수록 시들지 않아 경도가 높은 것을 의미. 경도측정시 사과 적도 부분에서 120° 간격으로 세 곳의 껍질을 일정한 깊이로 벗겨낸 후 경도를 측정한 후 평균값을 이용

- 색도(Hunter L*, a*, b*) : 색차계 Minolta colorimeter CR-300 이용, 백색판을 이용 Zero Point를 보정한 후 사과 과실의 적도 부위에서 120° 간격으로 측정된 후 평균값을 사용. L*은 명도를 나타내며 값이 커질수록 밝아지며, a* 값은 커질수록 초록색에서 빨간색으로 변화하는 것을, b*값은 커질수록 파란색에서 노란색으로 변화하는 것을 의미함. L*, a*, b* 값을 알면 color space를 이용하여 고유의 색을 알 수 있음

(나) 시험 결과

- 운봉 APC 저장고 및 저장용 상자 내부의 온습도 모니터링

2013년 12. 6일에서 2014. 2. 5일까지 약 2개월간 운봉 APC 사과 저장고 내부 및 저장상자 내부의 온습도를 모니터링한 결과 평균온도는 0.76℃에서 1.17℃까지 0.41℃의 편차를 보여 저장고 위치에 따른 온도편차는 그다지 크지 않아 위치별로 균일한 온도가 형성되었다고 할 수 있고, 상대습도는 저장고 외부 한 군데가 전 기간 평균이 92%를 나타냈고, 나머지 저장고 내부와 저장상자 내부는 96% 이상으로 유지되어 운봉APC 저장고의 온도와 습도 유지 능력은 매우 뛰어남을 알 수 있었다. 이 영향으로 사과 저장시 호흡이 일정하게 유지되고 중량감소 발생 폭이 적어 품질 유지가 잘 된 것으로 파악된다. 저장고 내 온도 데이터를 토대로 향후 3~4개월로 저장기간을 연장하려고 할 경우에는 운봉농협 저장고 온도를 0.5℃ 낮게 설정하는 것이 저장고 내부 실제온도를 0℃에 근접하게 하여 품질을 잘 유지할 수 있을 것이다.



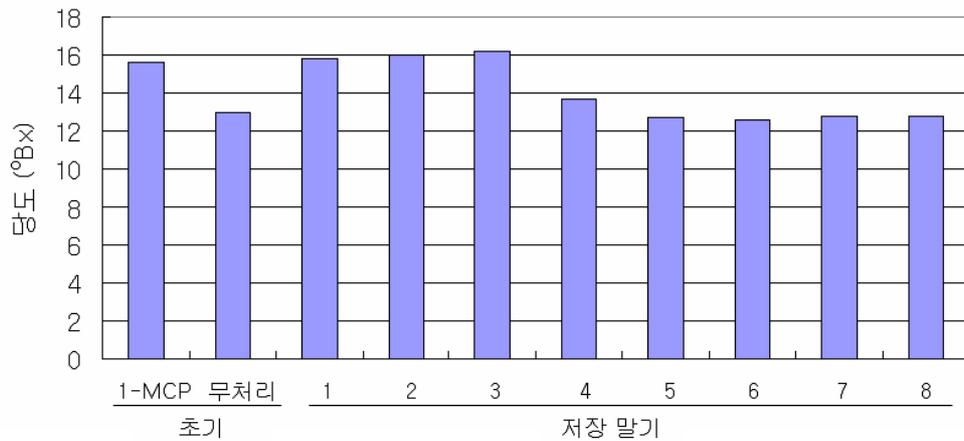
| | | |
|---|---|---|
| <p>평균 온도 : 0.87°C 평균 습도 : 96.6%</p> | <p>평균 온도 : 1.06°C 평균 습도 : 96.2%</p> | <p>평균 온도 : 0.90°C 평균 습도 : 96.5%</p> |
| <p>평균 온도 : 1.15°C 평균 습도 : 96.6%</p> | <p>평균 온도 : 1.17°C 평균 습도 : 96.7%</p> | <p>평균 온도 : 1.03°C 평균 습도 : 96.9%</p> |

그림 3-290. 운봉농협 APC 저장고 내부 및 저장상자 내부의 온습도 모니터링 결과

▪ 2013. 운봉APC 사과 ‘후지’ 저장시 품질 특성

운봉 ‘후지’ 사과 입고시 수확후 관리기술 투입의 주요 요소로 1-MCP를 처리한 과실과 처리하지 않은 과실의 저장성 차이를 구명하고자 하였고, 처리 1~4번까지는 1-MCP를 처리한 과실, 5~8번까지는 1-MCP를 처리하지 않은 과실이다. 세부적으로는 1번 처리구는 1-MCP를 처리한 후 저장시 에틸렌흡착 및 배출 기능을 갖는 PE0.03mm 필름(FF)으로 속포장하여 저장한 처리구, 2번 처리구는 1-MCP 처리후 FF속포장하고 속포장 내부에 에틸렌흡착제를 투입한 처리구, 3번 처리구는 1-MCP 단독 처리구, 4번은 1-MCP처리후 에틸렌흡착제를 투입한 처리구이며, 5번은 FF속포장 단독처리구, 6번은 FF 속포장 내부에 에틸렌흡착제를 투입한 처리구, 7번은 무처리, 8번은 에틸렌흡착제 단독처리구이다. 사과 과실의 초기 당도, 산함량, 색도(hunter L*, a*, b*)을 보면 모두 1-MCP처리구와 일반처리구의 값이 차이가 나는데, 이는 처리간 차이가 아니라 초기 시료가 1-MCP처리구는 선별하여 고품질의 것을 입고시켰었고, 무처리구는 그보다 품위가 떨어진 것을 사용하였기 때문이다. 따라서 본 실험의 데이터는 1-MCP처리구와 무처리구간의 차이비교가 아니라 1-MCP 및 복합처리별로 따라 저장기간이 경과하면서 품질이 차이가 나는지 어떤 처리구가 가장 효과적인지 파악하는 방법으로 해석하였다. 즉 초기 1-MCP처리 과실의 품질특성과 1~4번 처리구의 품질특성 비교하고, 초기 무처리 과실의 품질특성과 5~8번 처리의 품질 특성을 비교하여야 한다. 과실의 당도와 산함량은 저장기간 말기까지 모두 초기 당도에서 크게 떨어지지 않게 유지되었다. 단 1-MCP와 에틸렌흡착제가 혼용처리된 4번처리구에서 초기값에 비해 당도와 산함량이 유의적으로 낮았는데, 이 결과는 처리전 가장 효과적일 것으로 예측했던 것과는 반대의 결과였지만 충분히 상품성을 가지는 한계 이상의 특성이므로 문제될 것은 없을 것으로 보인다. 기능성필름과 에틸렌흡착제가 혼용처리된 과실은 경도가 다른 처리구에 비해 상

대적으로 낮았는데 이는 기능성필름이 기체를 흡수하여 흡착하거나 배출하는 기능을 가지는 특성과 에틸렌흡착제의 기능이 상반되어 나타나는 결과가 아닐까 생각된다. 경도가 다른 처리구에 비해서는 상대적으로 낮지만 식미평가에서는 기호도가 떨어지지 않고 상품성 이내의 범위를 나타내었다(결과 미제시). 색도는 1-MCP처리구가 무처리구에 비해 전반적으로 명도가 낮아지는 결과를 보였지만, 육안으로는 판별 불가능한 수준의 차이이므로 외관품질에는 영향을 미치지 않는 수준이다. 본 결과를 종합하면 운봉농협의 사과는 수확당시 밀증상이 다발생하여 저장성 중 내부갈변이 일어나지 않을까 우려되었고, 표피색과 내부전분지수가 일치하지 않아 한 저장고에 여러 숙기의 과실이 혼합저장되어 저장성이 떨어질 수 있을 것으로 생각되었지만, 실제로 2개월동안 저장시 모든 처리구에서 저장 말기까지 고품질을 유지하였고, 1-MCP를 처리한 과실은 이후 2월(4개월)까지도 상품성 이내의 범위에 들어와 이후 저장 처리시 문제가 없을 것으로 보인다. 따라서 운봉농협에서는 이후 2개월 목표로 저장시 가장 경제성있고 투입에 편리한 방법을 선택하면 되고, 4개월 저장을 목표로 할 경우에는 1-MCP처리를 필수적으로 처리한 후 나머지 처리를 추가할지 결정하여야 한다. 단 사과 수확기에 접어들면 요오드반응을 통하여 사과의 평균 숙기를 결정하고 컬러차트에 기준하여 장기 저장시 적정 숙기에 해당하는 수확시기를 결정하여야 한다.



1. 1-MCP + FF 2. 1-MCP + FF + 3. 1-MCP
4. 1-MCP + 에틸렌흡착제 5. FF 6. FF + 에틸렌흡착제 7. 무처리
8. 에틸렌흡착제

그림 3-291. 운봉 '후지' 사과의 저장 중 당도 변화

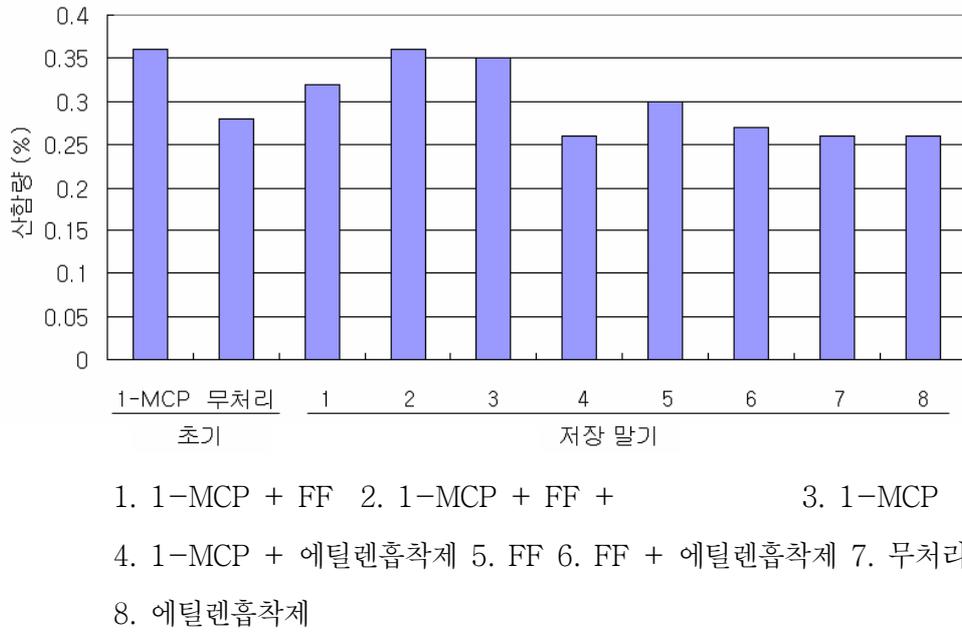


그림 3-292. 운봉 '후지' 사과 저장 중 산함량 변화

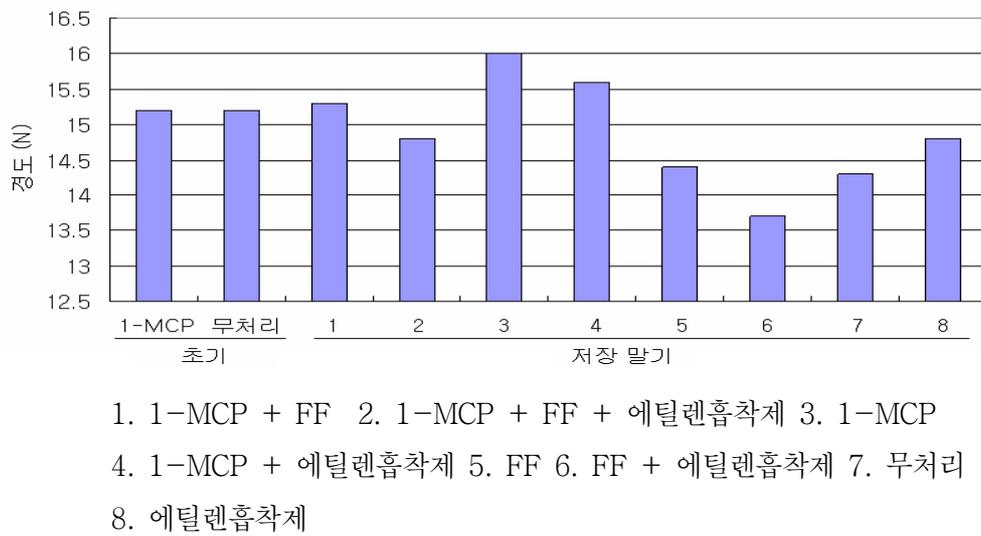


그림 3-293. 운봉 '후지' 사과 저장 중 경도 변화

제 3 절 제 2 협동과제 : 농산물 유통 관리를 위한 센서 노드 및 통신 시스템 개발

1. 농축산물 유통 관리를 위한 센서 노드 및 통신 시스템 개발

가. APC 농산물 품질 모니터링을 위한 무선센서 태그 개발

(1) 센서 태그는 3가지 주파수(424Mhz, 433Mhz, 900Mhz)를 지원할 수 있는 RF및 소프트웨어 개발

국내용은 424Mhz, 수출용은 433Mhz로 개발 하드웨어 변경없이 혼용 가능한 형태로 개발하였고 900Mhz 용인 경우 최소한의 RF 소자 변경으로 공용으로 사용할 수 있는 형태로 개발하고 하나의 하드웨어로 3가지 모드(424Mhz, 433Mhz, 900Mhz) 를 지원하는 RF를 구현하기위해 안테나를 헤리컬 형태가 아닌 와이어 형태를 도입 하였고 장시간에 걸쳐 개활지에서 8 방향 시험을 실시 하였다. 예러없이 장거리 송,수 신을 위한 감도를 개선하기 위해 RF 전문회사(유비텍)와 공동으로 원예특작과학원 과수 실험장 및 경기도 농업 기술원 과수 시험장등 다양한 환경에서 장시간에 걸쳐 검증 시험을 진행 하였다.

(2) 초저전력(600mA 배터리)으로 1년 이상 통신하기 위한 하드웨어 및 프로토콜 구현

태그 전력 절약을 위해 각 태그들을 시간 제어 방법을 채택하여 데이터 전송시만 필요한 전력을 최대한 짧게 사용할 수 있도록 데이터 패킷을 최소화 하였고 허브와의 동기를 통해 적력 소모량을 최소화 하였다. 또한 저전력으로 장거리 송,수신(개활지 기준: 600m-700m 송수신)이 가능하도록 수신 감도를 120 dbm 까지 개선 하였고 장시간 사용 구현을 위해 초기에는 알카라인 배터리를 사용하여 구현 하고져 했으나 농산물 용기 특성상 센서태그 크기가 제한적이어야 함으로 리튬 코인 전지로 변경하여 개발진행 하였다. 또한 배터리 용량이 1,000mA에서 600mA 감소되어 사용시간을 계획대로 보장받기 어려워 데이터 패킷을 64BYTE에서 24 BYTE로 최소화 하였고 데이터 관제 방식을 폴링 방식에서 시간 제어 방식으로 전환 하여 10분 주기 기준으로 1년 사용 가능 하도록 구현 하였고 초기에는 센서 태그 용기를 플라스틱 사출물을 사용하였으나 실증 시험을 통하여 유통 과정에서 과수 표피를 상하게 하는 문제점이 발견되어 비닐팩에 센서 태그를 장착하는 방법을 고안하여 문제를 해결 하였고 이에 관한 특허를 출원 하였다.

(3) 센서 태그들을 관제하기 위한 무선허브 개발

하나의 무선 허브로 600개의 센서 태그를 관제하기 위한 프로토콜을 개발(10분 측정 주기 기준). 초기에는 허브로부터 폴링 방식을 이용하여 센서 태그로부터 데이터를 수집하는

형태로 개발 진행 하였으나 제어 할 수 있는 센서 태그 수량이 제한(50개) 적이어서 시간을 제어하는 형태로 개발 방향을 바꾸어서 10분 주기 기준으로 600개의 센서 태그들을 통신 에러 없이 제어 할 수 있는 형태로 개발 하였고 초기 개발 단계에서는 보편적으로 많이 사용되는 폴링 방식을 도입하여 센서 태그들을 관제하고자 하였으나 실험 결과 운용 전에 반드시 센서 태그들을 허브에 등록 하여야하고 유통 과정에서 센서 태그들이 혼재할 경우 허브를 찾지 못하는 문제가 발생하여 태그와 허브들을 단일 RF채널로 운용하고 태그가 혼재하여 있더라도 어느 허브와도 언제든지 통신 가능한 시간 제어 방식을 도입하여 구현 하였다. 단, 여러 허브에서 동일한 태그가 동시에 수신되더라도 미들웨어에서 필터링 하여 데이터 처리를 하면 문제가 발생하지 않는다.

(4) 센싱 데이터를 서버로 전송하기 위한 W-CDMA용 통신유닛 개발

휴대가 가능한 저 전력 운용의 통신유닛 개발(W-CDMA, GPS 탑재. 휴대가 가능 하도록 배터리로 동작 가능한 형태로 구현하기 위하여 W-CDMA 모듈 및 GPS모듈을 사용시간별로 정밀 제어할 수 있는 형태로 개발 구현하였고 통신 유닛 개발은 휴대가 가능 하도록 소모 전력을 최소화 하는데 주안점을 두고 진행 하였다. 단, W-CDMA 모듈이나 GPS 모듈 자체가 소모전력이 큰 관계로 전체 소모 전력을 줄이는데는 한계점이 있었다. W-CDMA 인 경우 트래픽 모드인 경우 300mA를 소모하고 GPS 모듈 자체도 트래픽 모드에서 35mA를 소모하고 10A 용량의 외장형 배터리를 장착 하더라도 50개의 센서 태그들을 10분 주기로 관제 하였을 경우 W-CDMA모듈과 GPS모듈을 동작 시간적으로 제어 하지 않으면 1일 정도의 동작 시간밖에 보장하지 못함으로 수출 농산물인 경우 도입이 불가능 하다. 데이터 전송 주기를 1시간 단위로 제어한 경우 10A의 용량으로 약 4일 정도의 동작 시간을 보였다. 즉, 국내 유통이나 근거리 국가로 수출할 경우 도입 가능 하지만 장거리인 경우 배터리 용량을 더 키워야하고 데이터 수집 주기를 더 늘려야만 문제를 해결 할 수 있으므로 2차년도 개발 기간에 중점적으로 보완, 완성하였다.

나. 센서 데이터 어댑터 및 센서 스트림 데이터 처리기 개발

(1) 센서 데이터 어댑터

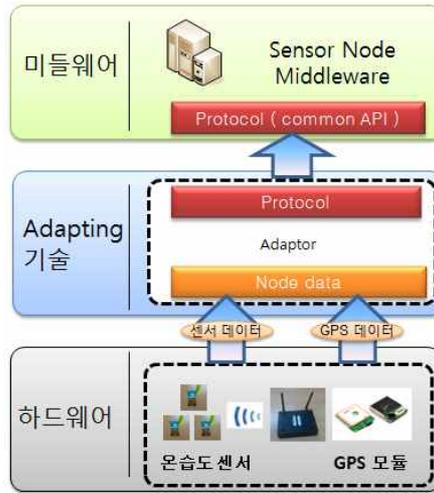


그림 3-295. 센서 데이터 어댑터 기능

센서 데이터 어댑터는 하드웨어에서 발생하는 다양한 정보를 전달 받아 미들웨어에서 요구하는 형태로 변환하여 제공하고 ASN 장비가 전송하는 데이터(온도, 습도 센서 데이터, GPS 데이터)를 해석하고 전달하는 기능을 구현하였다.

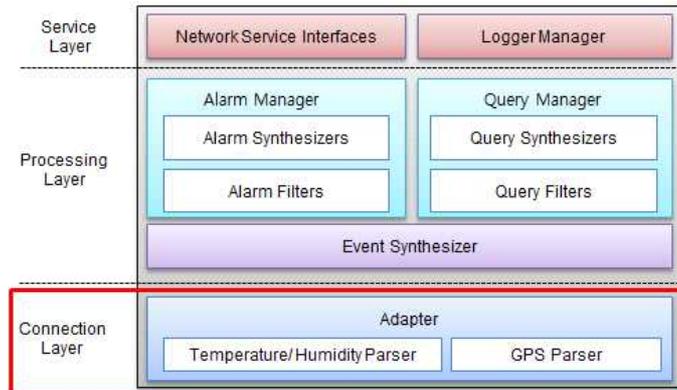


그림 3-296. 1차년도 아키텍처에서 센서 데이터 어댑터

RS-232 형태의 ASN 장비를 이용하여 센서 데이터 수집 및 통신 프로토콜을 파악하여 CDMA로 데이터를 전송하는 장비를 도입하면서 기능을 추가하고 3G통신 특성에 의해 발생하는 노이즈(Noise)제거 기능을 추가하고 GPS 데이터 처리 모듈 추가하였다. 1차년도 전체 구조에서 센서 스트림 데이터 처리기의 하부 계층으로 설계 및 온도/습도와 GPS데이터를

처리하는 모듈로 구성하였다. 주요 기능으로는 온도/습도 로우(Raw) 데이터 파싱(Parsing) 기능, GPS 데이터 파싱(Parsing) 기능, 대기 큐를 이용한 임시 데이터 보관 및 센서 스트림 데이터 처리기로 전달 기능이 있다.

(2) 센서 스트림 데이터 처리기



그림 3-297. 센서 스트림 데이터 처리기의 개발 목표

ASN 장비에서 연속적으로 발생하는 스트림 데이터를 효율적으로 처리하기 위한 스트림 데이터 처리기 설계 및 구현하고 사용자가 설정한 질의를 처리하여 상위 시스템에 전달한다.

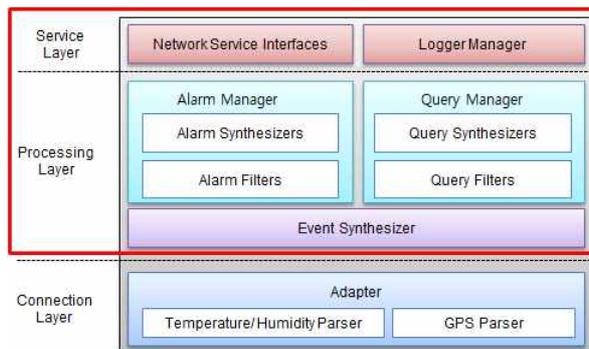


그림 3-298. 1차년도 전체에서 센서 스트림 처리기

센서와 CU(Communication Unit) 사이의 바인딩 정보 파악하고 물리적인 센싱 주기와 보고 주기 설정에 따른 입력 데이터 변화 분석하여 중복 된 데이터 발생 원리 파악 및 필터를 추가한다. 1차년도 전체 구조에서 센서 데이터 어댑터의 상위 계층으로 설계하고 처리 계층에서는 이벤트 생성 모듈, 알람 처리 모듈, 질의 처리 모듈로 구성하였으며 서비스 계층에서는 통신 인터페이스 제공 모듈과 장애 복구를 위한 로거 모듈 제공하였다. 주요 기능으로는

특정 임계 값 이상 또는 이하의 데이터 발견 시 알람 기능, 사용자 질의 등록을 통한 데이터 필터 기능, 상위 응용 시스템에서 필요한 형태로 데이터 제공 기능, 로거를 이용한 장애 복구 기능이 있다.

(3) 센서 미들웨어 테스트



그림 3-299. 주요 테스트 수행 장소

테스트 수행 장소로는 비닐하우스, 차량, 저온 저장고, 냉동 컨테이너의 네 곳이 사용되었다. 사용 장비는 아래의 표와 같다.

표 3-80. 사용 장비

| | | | | | | |
|-----|---|---|---|--|---|---|
| |  |  |  |  |  |  |
| 품 명 | GPS 안테나 | 전원어댑터 (차량용) | 받침대 | 통신유닛 | 센서 | 전원어댑터 (일반용) |
| 수 량 | 5 | 6 | 6 | 6 | 200 | 6 |

테스트 용 서버 : Intel Xeon E7-8860/64GB/Win Server 2008

테스트를 수행하기 위한 테스트 시나리오는 다음과 같다. 하드웨어 테스트에는 배터리를 이용해 무선 통신을 하는 센서가 실제 현장에 적용 됐을 때의 수명 테스트와 센서와 CU 사이의 거리 및 장애물 유무에 따른 통신 능력 테스트를 수행한다. 센서 미들웨어 테스트에는

실제 센서를 사용한 통합 기능 테스트를 수행하여 센서의 수량 및 주기, 질의에 따른 메모리 사용량, 응답시간, 처리량 테스트, 장기간 데이터 수집을 통한 견고성 테스트, 전원 차단을 가정한 데이터 손실률 테스트를 수행 하고 가상 센서 데이터 발생기를 이용한 미들웨어 성능 테스트에서는 많은 수의 가상 센서와 짧은 주기 설정을 통한 미들웨어 성능 테스트, 다양한 가상 센서와 허브 설정을 통한 데이터 처리 안정성 테스트를 한다.

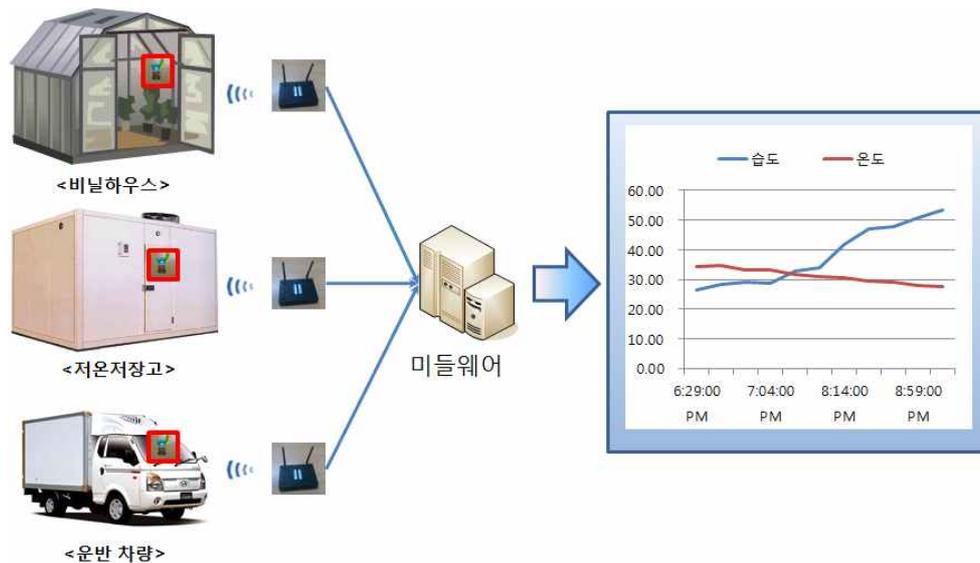


그림 3-300. 다양한 환경에서의 센서 미들웨어 테스트

실제 테스트는 비닐하우스, 저온저장고, 운반 차량 등 다양한 실제 환경에 장비를 설치하고 테스트를 수행하였다. 실제 물류 환경과 유사한 형태의 장소에 하드웨어가 잘 작동하는지 적합성 테스트 진행하고 다양한 재질을 통과하여 통신이 가능함을 확인하였다. 실제 장비와 가상 데이터 발생기를 사용하여 미들웨어의 견고성 및 성능을 테스트하여 실제 센서 200개 수용 가능 확인 및 일주일 이상 데이터 수집하고 가상 센서를 이용한 미들웨어 성능 확인 및 문제점 도출을 통한 성능 개선하였다.

(4) 통신 유닛 고도화 실증 및 실험

(가) 목표

① 검증목표: M2M 단말에 적용되는 3G 기본 기능 및 망 부하, FOTA기능 작동 여부 확인

② 검증현황

ASN_차량관제_ASN407SCCM

검증기간: 2013년 4월 05일(금) ~ 2013년 5월 16일(목)

검증장소: KT 원호지사 M2M기술센터 / KT 모란지사 쉘드룸

③ 검증환경

버전: 단말(S/W 0.1V H/W 0.1H)

APN 정보: biz.ktfwing.com

QOS 정보: UL 8kbps / DL 3648kbp

검증 USIM 정보

ASN407 SCCM 기능검증용 1번(IMEI : 352992033637515)

USIM 카드번호 : 8982300912003085424F

USIM 전화번호 : 010-9547-5054

④ 검증범위

| 대분류 | 중분류 | 상세범위 |
|------------------|---------|------------------|
| 네트워크 | 망 등록/해지 | POWER ON/OFF보고 |
| | 데이터 | 주기보고 |
| | | 재전송 |
| | | 강,중, 약 전계 데이터 접속 |
| | | 음영지역->정상지역 |
| | GPS | GPS 고정 /이동시 측위 |
| | 메시지 | SMS 수발신 |
| 기능 | 단말 셋팅 | 단말 설정값 변경 |
| | 일시정지 | 일시 정지시 데이터 접속 기능 |
| | 외부표시 | 센서태그 LED |
| | | 단말기 LED |
| | FOTA | FOTA 기능 |
| 원격 APN, QOS 설정기능 | | |

⑤ 검증결과

| Start Day | 총 항목 | PASS | FAIL | 개선권고 | N/A | 제외 | 결과 |
|------------|------|------|------|------|-----|----|----|
| End Day | | | | | | | |
| 2013.04.05 | 37 | 32 | 0 | 4 | 0 | 1 | 합격 |
| 2013.05.16 | | | | | | | |

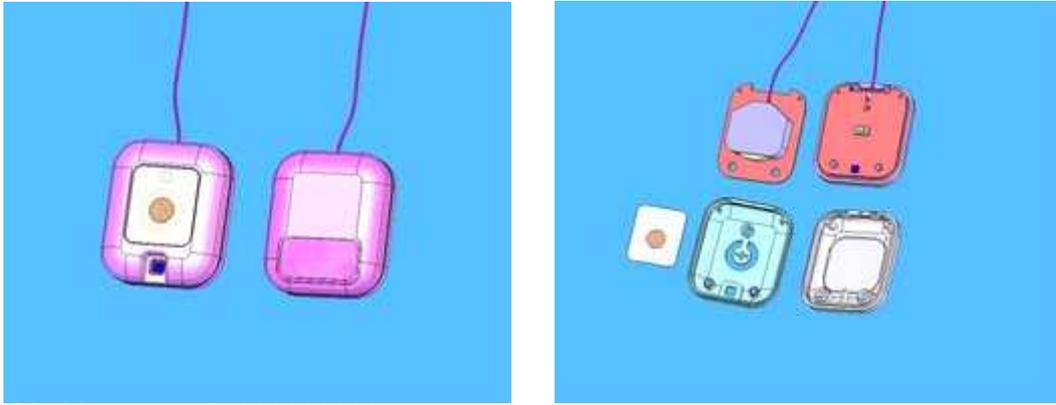


그림 3-301. 온습도 센서 태그 도면

| 시나리오 NO. | 중분류 | 소분류 | 시나리오 |
|-------------------|------|-----------------|--|
| ASN407SCCM-TS-001 | 망 등록 | POWER ON시 망 등록 | <ul style="list-style-type: none"> 단말기 ON시 망에 등록절차를 수행하는지 확인 한다 |
| ASN407SCCM-TS-002 | 데이터 | 주기보고 | <ul style="list-style-type: none"> 주기보고의 경우 설정된 시간마다 서버에 보고 하는지 확인한다. (최소3분 최대24시간) |
| ASN407SCCM-TS-003 | 데이터 | 재전송 | <ul style="list-style-type: none"> 주기 보고시 데이터 전송이 실패하였을 경우 20초 간격으로 2회 의 재전송 시도를 하는지 확인 한다 |
| ASN407SCCM-TS-004 | 데이터 | 재전송 | <ul style="list-style-type: none"> 데이터 전송 실패 시 저장 후 다음 주기보고에 전송한다. |
| ASN407SCCM-TS-005 | 데이터 | 강,중 약전계 데이터 접속 | <ul style="list-style-type: none"> 강,중,약전계에서데이터접속을시도하여정상적으로동작하는지확인한다. |
| ASN407SCCM-TS-006 | 데이터 | 음영지역 -> 정상지역 | <ul style="list-style-type: none"> 통신망 장애 및 음영지역 환경에서 No Service로 장시간 위치하다가 통신망 정상화 및 정상지역으로 이동시 정상적으로 데이터 접속 및 수신이 되는지 확인한다. |
| ASN407SCCM-TS-007 | GPS | GPS 고정 / 이동시 측위 | <ul style="list-style-type: none"> 단말의 현재위치 및 이동시 3분 단위의 주기보고를 통해서 위치정보가 정상적으로 모니터링 서버에 갱신되는지 확인한다. |

| | | | |
|-----------------------|---------|--------------------------|--|
| ASN407SCCM- TS-008 | 설정값변경 | APN,QOS | <ul style="list-style-type: none"> • APN 과 QOS 가 확인 가능해야한다. |
| ASN407SCCM- TS-009 | FOTA | FOTA 기능 | <ul style="list-style-type: none"> • Normal DiffSize(20K이하) FOTA Update |
| ASN407SCCM- TS-010 | FOTA | Package File 확인기 능 | <ul style="list-style-type: none"> • 비정상적이거나 대용량의 Diff 파일 다운로드시 이를 검출해내고 에러 표시하는지 확인 |
| ASN407SCCM- TS-011 | FOTA | 이어받기 기 능 | <ul style="list-style-type: none"> • Diff파일 다운로드도중 중단되었을 때 이어받기를 시도하는지 확인 |
| ASN407SCCM- TS-012 | FOTA | 리커버리 기능 | <ul style="list-style-type: none"> • Diff 파일 다운로드 후 업데이트 도중 중단되었을 때 업데이트를 재시도하여 처리하는지 확인 |
| ASN407SCCM- TS-013 | FOTA | 우선순위 할 당 | <ul style="list-style-type: none"> • FOTA 진행중 고객사 App 동작시 FOTA중단 여부(인터럽트 우선 처리 여부) |
| ASN407SCCM- TS-014 | FOTA | 원격 APN, QOS 변경 기능 | <ul style="list-style-type: none"> • APN, QOS 원격변경 요청시 정상 처리하는지 여부 |
| ASN407SCCM- TS-015 | 일시정지 | 일시정지시 데이터 접속 기능 | <ul style="list-style-type: none"> • 단말의 USIM 전화번호가 일시 정지된 경우 데이터 접속 시도 시 망에서 Activate PDP Context Reject내려주면 Reject메시지를받은 단말에서는 데이터전송이 불가능하고 재전송 시도를 하지 않는지 확인 한다. |
| ASN407SCCM- TS-016 | USIM칩변경 | USIM 탈착 | <ul style="list-style-type: none"> • 단말에서 정상 사용 중인 USIM을 탈착 시 망에서 Air interface message로 "Detach" 메시지가 수신되는지 확인한다. |
| ASN407SCCM- TS-017 | USIM칩변경 | 미개통 USIM장착 | <ul style="list-style-type: none"> • 개통되지 않은 USIM을 장착하고 단말 전원 ON시 망에서 Air interface message로 Attach reject메시지가 수신 되는지 확인한다. |
| ASN407SCCM- TS-018 | 연동 | 모니터링 서 버 연동 | <ul style="list-style-type: none"> • 모니터링 서버에서 위치, 각 태그들의 온도, 습도, 배터리 상태가 확인 가능 해야 한다. |

| | | | |
|-----------------------|------|----------|---|
| ASN407SCCM- TS-019 | 외부표시 | 단말기 LED | <ul style="list-style-type: none"> 단말기에 장착된 LED로 단말기 현재 상태를 확인할 수 있어야함(좌측부터4개) |
| ASN407SCCM- TS-020 | 디버깅툴 | 단말 환경설정 | <ul style="list-style-type: none"> 디버깅툴을 통하여 데이터 업로드 IP, port 및 주기보고 간격이 설정 가능해야 한다. |
| ASN407SCCM- TS-021 | 외부표시 | 센서태그 전원 | <ul style="list-style-type: none"> 전원버튼을 3초 이상 누르고 있으면 센서태그에 전원이 들어와 온도, 습도를 측정한다. 전원이 들어온 상태에서 다시 전원버튼을 3초 이상 누르고 있으면 전원이 꺼진다. |
| ASN407SCCM- TS-022 | 외부표시 | 센서태그 LED | <ul style="list-style-type: none"> 설정된 주기시간마다 LED 를 점멸해야 한다. |

| 케이스 NO. | 테스트케이스 | 결과 | 개선내용 |
|-----------------------|---|------|--|
| ASN407SCCM- TC-001 | <ul style="list-style-type: none"> 단말 POWER ON 시 모뎀이 기지국으로 위치등록 인증 절차(Registration)를 수행하는 지 확인 | PASS | |
| ASN407SCCM- TC-002 | <ul style="list-style-type: none"> 설정된 시간마다 데이터 접속을 하는지 확인 (default 3분) | PASS | |
| ASN407SCCM- TC-003 | <ul style="list-style-type: none"> 위치데이터는 GPS가 설정된 시간동안(default 3분) 수집한 위치를 올린다. | PASS | <ul style="list-style-type: none"> 첨부한 그림과 같이 새벽3시-4시 사이 모니터링 사이트에서 오차가 생김. 같은 시간 DM로그 상에서는 데이터접속은 정상적으로 3분 간격임 GPS 미 수신 지역에 진입 시, GPS수집시간마다 추가로 30초간 수신대기한다. 이 시간들이 2~3회 적재가 되면,GPS수집주기(기본 3분)에 차이가 날 수 습니다.(*추가30초 수신 대기 동안에 GPS데이터를 수신하지 못한다면, 그 수집 회에는 FAIL처리한다.) |

| | | | |
|-------------------|--|------|--|
| ASN407SCCM-TC-004 | <ul style="list-style-type: none"> • 개별센서태그가 수집한 온도, 습도 데이터를 보고하는지 확인 | PASS | |
| ASN407SCCM-TC-005 | <ul style="list-style-type: none"> • 주기 보고 후 deactivate 를 수행하는지 확인 | 개선권고 | <ul style="list-style-type: none"> • 데이터 접속 주기를 5분으로 변경후 첨부한 그림과 같이 접속 후 데이터 전송 없이 5초가 지나도 ppp접속을 끊지 않는(deactivate)하지 않는 경우가 생김(2일 치 로그에서 한번 일어남) |
| ASN407SCCM-TC-006 | <ul style="list-style-type: none"> • 데이터 전송 실패 시 2회 재전송을 시도하고 재전송까지 모두 실패 시 더 이상 전송시도를 하지 않는지 확인 | PASS | |
| ASN407SCCM-TC-007 | <ul style="list-style-type: none"> • 데이터 전송실패가 최대 3000개까지 누적되고 누적된 데이터를 모두 전송하는지 확인 | PASS | <ul style="list-style-type: none"> • 100개 데이터로 한정시켜 검증진행 함 |
| ASN407SCCM-TC-008 | <ul style="list-style-type: none"> • 데이터 전송실패가 최대 3000개까지 누적되고 저장된 보고자료가 3000개가 넘는 경우 가장 이전 보고 자료를 삭제하는지 확인 | PASS | <ul style="list-style-type: none"> • 100개 데이터로 한정시켜 검증진행 함 |
| ASN407SCCM-TC-009 | <ul style="list-style-type: none"> • 강, 중, 약전계에서 데이터 접속을시도 시 정상 동작확인 | PASS | |
| ASN407SCCM-TC-010 | <ul style="list-style-type: none"> • 통신 상태가 no service 상태에서 장시간(15분) 동안 위치 후, 통신 정상화 시 정상적으로 주기보고를 하는지 확인 | PASS | |
| ASN407SCCM-TC-011 | <ul style="list-style-type: none"> • 단말의 현재 위치 및 이동 시 3분단위의 주기 보고를 통해서 위치정보가 정상적으로 모니터링 서버에 갱신 되는지 확인 | PASS | |
| ASN407SCCM-TC-012 | <ul style="list-style-type: none"> • DM 메시지에서 APN이 확인 가능해야 한다. | PASS | |

| | | | |
|-------------------|--|------|--|
| ASN407SCCM-TC-013 | <ul style="list-style-type: none"> DM 메시지에서 QOS값이 확인가능 해야 한다. | PASS | |
| ASN407SCCM-TC-014 | <ul style="list-style-type: none"> 올바른 Diff 파일 다운로드 후 결과 전송 후 업데이트 진행함 | PASS | |
| ASN407SCCM-TC-015 | <ul style="list-style-type: none"> 재부팅된 후 업데이트 진행. 완료 후 결과 전송해야 함 | PASS | |
| ASN407SCCM-TC-016 | <ul style="list-style-type: none"> 비정상적인 Diff 파일 다운로드 | PASS | |
| ASN407SCCM-TC-017 | <ul style="list-style-type: none"> 대용량 Diff Size(2M이상) FOTA Update | PASS | |
| ASN407SCCM-TC-018 | <ul style="list-style-type: none"> Diff 파일 다운로드 중단(음영지역) 후 In Service 이동 이어받기 | PASS | |
| ASN407SCCM-TC-019 | <ul style="list-style-type: none"> Diff 파일 다운로드 중단(전원리셋)후 이어받기 | PASS | |
| ASN407SCCM-TC-020 | <ul style="list-style-type: none"> Diff 파일 Update 중 전원리셋 | PASS | |
| ASN407SCCM-TC-021 | <ul style="list-style-type: none"> FOTA 서비스 진행 중 주기보고 시 FOTA 서비스가 중단되고 주기보고 동작을 먼저 처리하는지 확인 | 개선권고 | <ul style="list-style-type: none"> 모뎀이슈 FOTA 진행 중 하기와 같은 문제점 발생 함 <ul style="list-style-type: none"> 1. Noti를 올리는 도중 주기보고를 하면 FOTA 서버에 Noti를 못 올림(fota 서버는계속대기중) 2. 강제로 요청을 취소시키거나 Timeout을 기다린 후 FOTA 요청 재 시도함 3. SMS만 수신하고 Fota 서버에 접속을 하지 않음(2회씩 실시) 4. 모뎀을 재부팅 후 바로 Fota요청 재시도 함 5. 정상적으로 Fota업그레이드 성공 |

| | | | |
|-------------------|---|------|---|
| ASN407SCCM-TC-022 | <ul style="list-style-type: none"> • APN 변경 요청 시 정상적으로 적용되는지 확인 | PASS | |
| ASN407SCCM-TC-023 | <ul style="list-style-type: none"> • QoS 변경 요청 시 정상적으로 적용되는지 확인 | PASS | |
| ASN407SCCM-TC-024 | <ul style="list-style-type: none"> • 단말의 USIM 전화번호가 일시 정지된 경우 단말에서 데이터전송 • 시도 시 Activate PDP Context Reject수신되는지 확인 | 개선권고 | <ul style="list-style-type: none"> • 발신 정지 시 reject(code 8)을 받고도 1회 데이터 접속을 재시도 함. • 위의 2회의 reject을 받고 모뎀을 리부팅 시키는 단계가 반복됨 |
| ASN407SCCM-TC-025 | <ul style="list-style-type: none"> • 단말에서 정상 사용 중인 USIM을 탈착 시 망에서 Air interface message로 "Detach" 메시지가 수신되는지 확인 | 제외 | |
| ASN407SCCM-TC-026 | <ul style="list-style-type: none"> • 개통되지 않은 USIM을 장착하고 단말 전원 ON시 망에서 • Air interface message로 Attach reject메시지가 수신되는지 확인 | PASS | <ul style="list-style-type: none"> • 미등록 단말기나, 개통되지 않은 USIM 장착 시 등록실패하면 리부팅을 반복함. |
| ASN407SCCM-TC-027 | <ul style="list-style-type: none"> • 단말기별(차량) 위치가 확인 가능해야한다. | PASS | |
| ASN407SCCM-TC-028 | <ul style="list-style-type: none"> • 단말기별(차량) 수집한 각 태그들의 온도, 습도 및 배터리 상태가 확인 가능해야한다. | 개선권고 | <ul style="list-style-type: none"> • 모니터링 사이트에서 온습도 검색을 위해 CU 아이디를 입력 후 뜨는 팝업창에서 측정일자 sorting이 정상적으로 안 됨 • 4월5일 인데 4월2일, 3월5일 데이터가 하나씩 최상위로 올라와있음 |
| ASN407SCCM-TC-029 | <ul style="list-style-type: none"> • 첫번째 LED 는 GPS 수신시 RED로 깜빡여야한다. | PASS | |
| ASN407SCCM-TC-030 | <ul style="list-style-type: none"> • 두번째 LED는 전원 인가시 Blue표시되어야 한다 | PASS | |
| ASN407SCCM-TC-031 | <ul style="list-style-type: none"> • 세번째 LED는 WCDMA 접속 시 RED로 깜빡여야 한다. | PASS | |

| | | | |
|-------------------|---|------|--|
| ASN407SCCM-TC-032 | <ul style="list-style-type: none"> 네번째 LED는 센서태그 정보 수신시 Blue로 깜빡여야 한다 | PASS | |
| ASN407SCCM-TC-033 | <ul style="list-style-type: none"> 디버깅툴을 이용하여 데이터 업로드 IP, port 설정이 가능해야함 | PASS | |
| ASN407SCCM-TC-034 | <ul style="list-style-type: none"> 주기보고 간격설정이 가능해야함 | PASS | |
| ASN407SCCM-TC-035 | <ul style="list-style-type: none"> 전원버튼을 3초 이상 누르고 있다. | PASS | |
| ASN407SCCM-TC-036 | <ul style="list-style-type: none"> 전원버튼을 3초 이상 누르고 있다. | PASS | |
| ASN407SCCM-TC-037 | <ul style="list-style-type: none"> 설정된 주기 시간마다 LED를 확인 | PASS | |

(5) 센서 태그고도화 및 실증 실험

| |
|--|
| <p>센서 태그 경기도 친환경 유통센터 테스트 결과</p> |
| <p>일 자 : 2013. 03. 28~05.28</p> |
| <p>장 소 : 경기도 친환경 유통센터</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> 장비 및 장치: 냉동 탑차(4.5톤), ASN407 SCCM(CU/TAG), TEST-SERVE (*테스트시료 및 서버정보 별첨1 참조) |
| <p>내 용 : 경기도친환경유통센터 식자재 유통차량 내, ASN407 SCCM 무선 통신 테스트</p> |
| <p>테스트 #1</p> |
| <p>테스트 방법</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> 밀폐 및 격리된 화물칸에 센서태그 적재 후, 운전석에 설치된 컨트롤 유니트로 무선 데이터 수신 여부 판단하며 테스트 차량은 정차된 상태이며, 테스트 진행은 20분으로 한정함. 센서태그 전송 주기는 10분으로 설정됨. |
| <p>테스트 시료 위치</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> 컨트롤 유니트는 운전석 대쉬보드에 위치, 센서태그는 냉장차량 적재화물칸(종단)에 위치함. |
| <p>테스트 결과 : 10개 센서태그 정상 수신 /총20분간 센서태그별 각 2회씩 수신.</p> |
| <p>테스트 결과 및 사진자료 : 별첨2 참조</p> <div data-bbox="300 1243 1316 1635" data-label="Image"> </div> |

테스트 #2

테스트방법

- 기본 테스트 방법은 테스트 #1번과 같으며, 센서태그는 채소(피망)상자에 위치 후, 무선데이터 수신 여부 판단하며 테스트 차량은 정차된 상태이며, 테스트 진행은 4시간으로 한정함. 센서태그 전송 주기는 10분으로 설정됨.

테스트 시료 위치

- 컨트롤유니트는운전석대쉬보드에위치,센서태그는채소상자에적재및밀폐후,적재화물칸(종단)에 위치함.

테스트 결과

- 30개 센서태그 정상 수신 /총 4시간 센서태그별 각 2회씩 수신.

테스트 결과 및 사진자료 : 별첨 3 참조



<밀폐된 화물칸 및 채소상장 적재 테스트>

테스트 #3

테스트 방법

- 컨트롤 유닛에 400Mhz 대역 외장안테나 연결 후, 적재화물칸 안에 거치 시, 무선 데이터 수신 여부 판단하며 테스트 차량은 정차된 상태이며, 테스트 진행은 4시간으로 한정함. 센서태그 전송 주기는 10분으로 설정된다. 그리고 냉동 탑차에 안테나 홀 작업의 어려움으로 인해, 차량2대를 이용하여 간이로 테스트 진행 함. 외장안테나 길이는 7m이다.

테스트 시료 위치

- 컨트롤 유닛은 운전석 대쉬보드에 위치, 센서태그는 채소상자에 적재 및 밀폐 후, 적재화물칸(첫단)에 위치함.

테스트 결과

- 10개 센서태그 정상 수신 /총 4시간간 센서태그별 각 2회씩 수신.

테스트 결과 및 사진자료 : 별첨 4 참조



<400Mhz 외장안테나 연결 및 적재화물칸 거치후 수신 확인 테스트 >

테스트 #4

테스트 방법

- 유통차량 실재 운행 중, 화물칸에 적재된 센서태그로 부터 무선데이터 수신 여부 판단하고 기본 테스트 방법은 '테스트#1'과 같음, 테스트 진행은 1시간으로 한정함

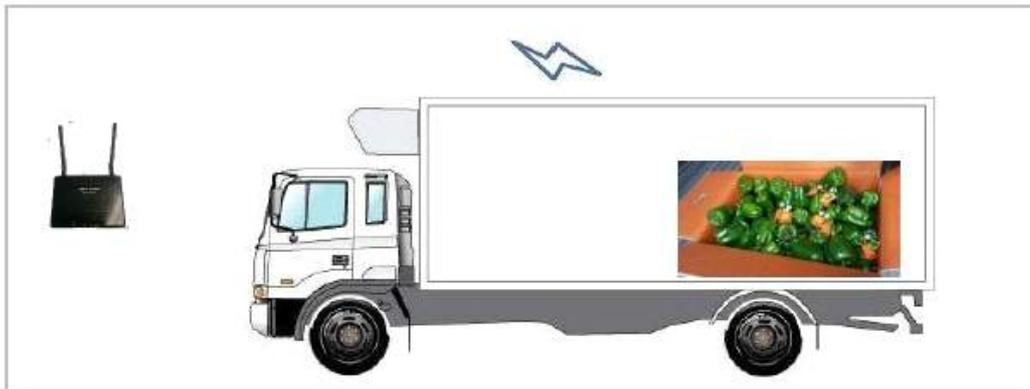
테스트 시료 위치

- 컨트롤 유닛은 운전석 대쉬보드에 위치, 센서태그는 채소 상자에 적재 및 밀폐 후, 적재화물칸(중단)에 위치함.

테스트 결과

- 온도 데이터 정상적으로 수신.

테스트 결과 및 사진자료 : 별첨 5 참조



<유통차량 실재 운행 및 적재화물 테스트>

- 별첨 1,2,3,4,5 참조

(6) 시범 서비스 수행 내용 및 결과

(가) 남원 운봉 농협 저온 저장고

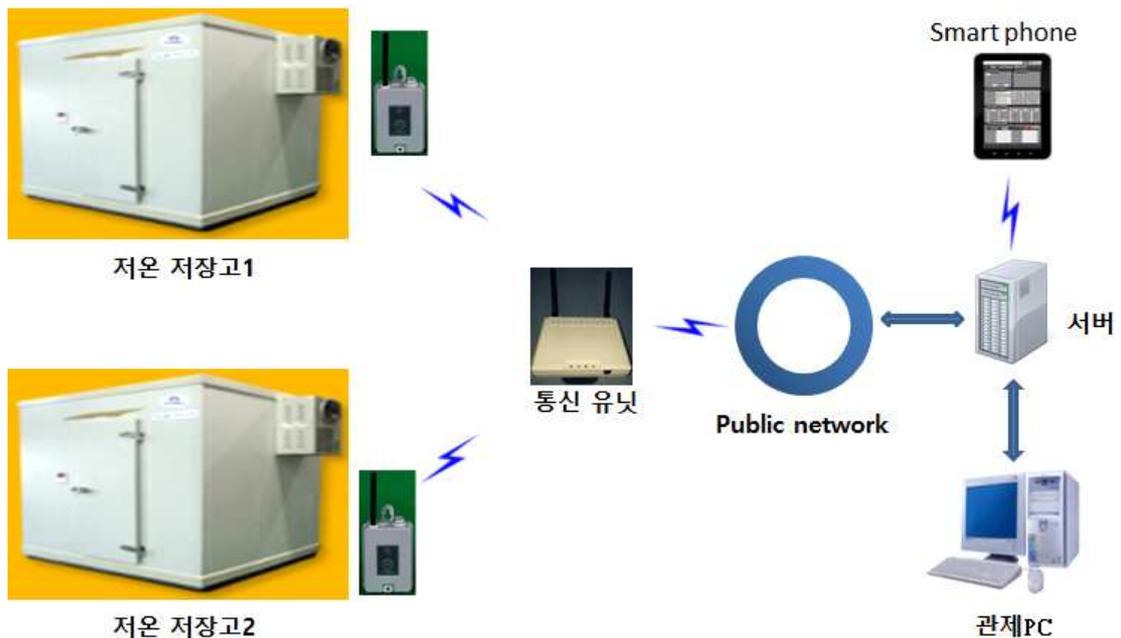
① 설치 개요

남원 운봉 농협 저온 저장고 모니터링 시스템 시범 사업



- ◎ **사업명**
저온 저장고 모니터링 시스템 시범 사업
- ◎ **장소**
전북 남원
- ◎ **설치 개요**
Cellular 통신 유닛: 1대, 온/습도 센서 태그: 10개
- ◎ **설치 소요시간**
설치 약 1일
- ◎ **사업비**
사업비 약 2,000,000원

② 설치 운용도



③ 설치 제품

1) 센서 태그(ASN405)

a. 기능

- 다양한 외부 센서와 연동 : T/H, CO2, 조도, 기상, 가스, 3축, 초전도, 적외선 등,
- 모니터링, 제어, 이벤트 처리
- 임계치 설정 및 SMS 경보
- 배터리 상태 전송

b. 스펙

- 주파수 : 424Mhz / 434Mhz
- 통신 거리 : 700m-1,000m
- 전원 : 2*2AA
- 배터리 사용 수명 : 2-3 년 (사용주기에 따름)
- IP64 지원



2) 통신 유닛 (ASN-CU)

a. 기능

- 각 허브로부터 데이터 수신하여 서버로 전달
- 고정형, 이동형 지원
- 100M Ethernet I/F (TCP/IP 통신)
- I/F with W-CDMA 와 GPRS
- 서버로부터 명령 수신
- PC 와 U-ART 통신

b. 스펙

- 주파수 : 424Mhz/434Mhz/447Mhz/900Mhz
W-CDMA(2100Mhz)
- W5100(100 M Fast Ethernet I/F), UART I/F
- 전원 : 외부 전원 (DC 5V, 500mA), PC USB 전원



④ 설치 사진



(나) 저온 저장고 및 냉장 차량 모니터링

① 설치 개요

☞ 네메 저온 저장고 및 냉장 차량 모니터링 시스템 시범 사업



◎ 사업명
저온 저장고 및 냉장 차량 모니터링 시스템 시범 사업

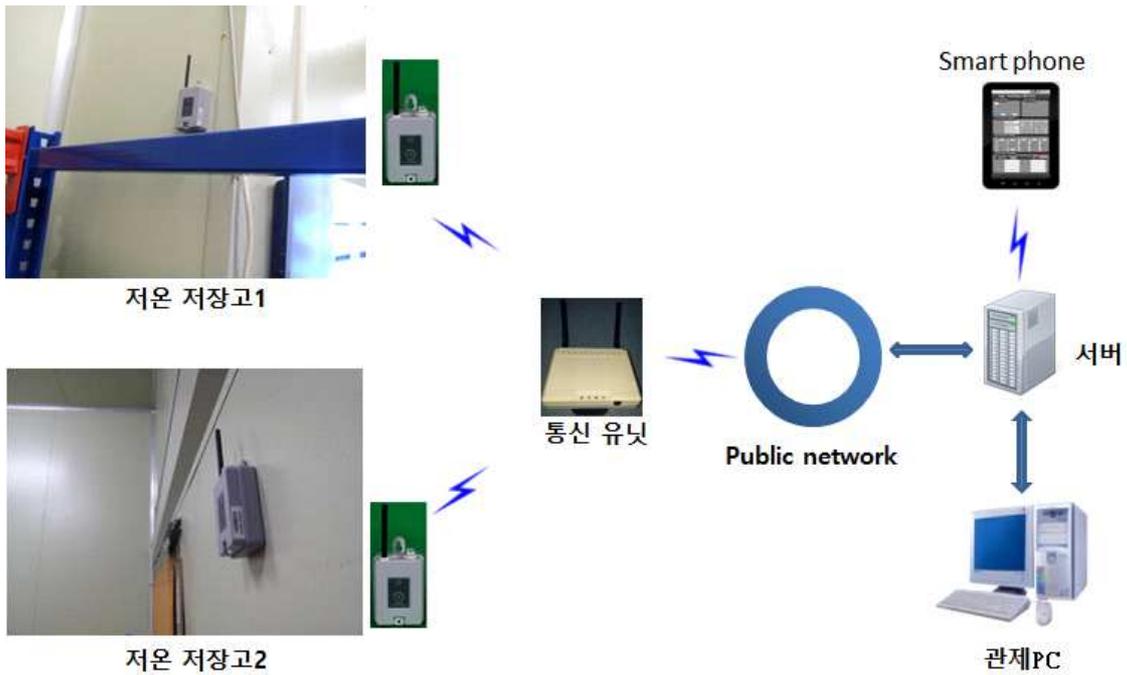
◎ 장소
경기도 용인시

◎ 설치 개요
Cellular 통신 유닛: 5대, 온/습도 센서 태그: 30개

◎ 설치 소요시간
설치 약 2일

◎ 사업비
사업비 약 5,000,000원

② 설치 운용도

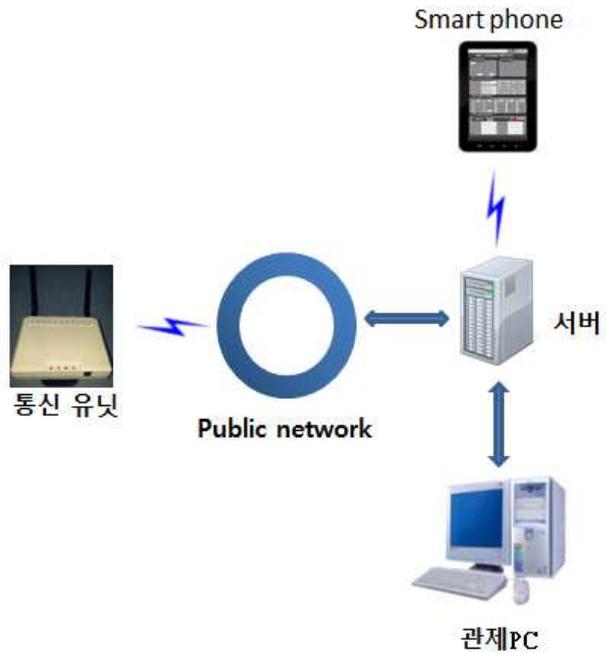




냉장 차량1



냉장 차량2



③ 설치 제품

1) 센서 태그(ASN405, ASN407)

a. 기능

- 온/습도 센서 장착
- 모니터링, 제어, 이벤트 처리
- 임계치 설정 및 SMS 경보
- 배터리 상태 전송

b. 스펙

- 주파수 : 424Mhz
- 통신 거리 : 400m-500m
- 전원 : 2*2AA
- 배터리 사용 수명 : 2-3 년 (사용주기에 따름)



2) 통신 유닛 (ASN-CU)

a. 기능

- 각 허브로부터 데이터 수신하여 서버로 전달
- 고정형, 이동형 지원
- 100M Ethernet I/F (TCP/IP 통신)
- I/F with W-CDMA 와 GPRS
- 서버로부터 명령 수신
- PC 와 U-ART 통신

b. 스펙

- 주파수 : 424Mhz/434Mhz/447Mhz/900Mhz
W-CDMA(2100Mhz)
- W5100(100 M Fast Ethernet I/F), UART I/F
- 전원 : 외부 전원 (DC 5V, 500mA), PC USB 전원



④ 설치 사진



제 4 절 제 3 협동과제 : 센서 미들웨어 개발

1. 센서 미들웨어 개발

가. 개발 설계 및 구현 세부 내용

(1) 설계 및 구현

(가) 센서 데이터 어댑터

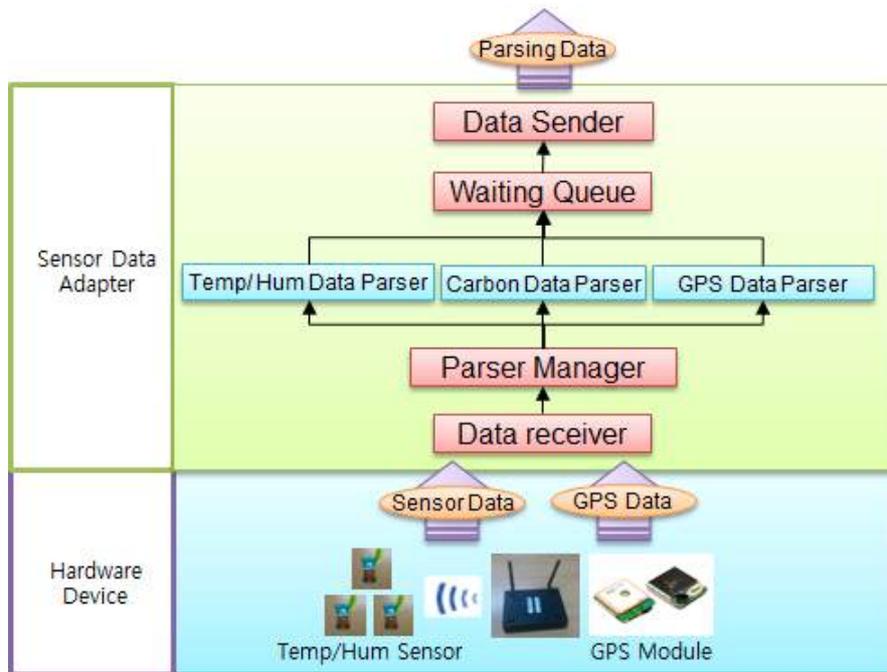


그림 3-302. 센서 데이터 어댑터 계층 구조

센서 데이터 어댑터는 하드웨어에서 발생하는 다양한 정보를 전달 받아 미들웨어에서 요구하는 형태로 변환하여 제공하며 ASN 장비가 전송하는 데이터를 해석하고 전달하는 기능을 구현한다. 각 세부 모듈 별 기능은 다음과 같다. 온도/습도 Parser모듈은 센서에서 발생하는 Law 데이터를 정보로 변환하고 GPS Parser모듈은 GPS 모듈에서 발생하는 데이터를 정보로 변환한다. 대기 큐 모듈은 데이터의 임시 저장 일괄 순차 처리하고 Data sender 모듈에서는 미들웨어에서 요구하는 형태로 데이터를 전달한다.

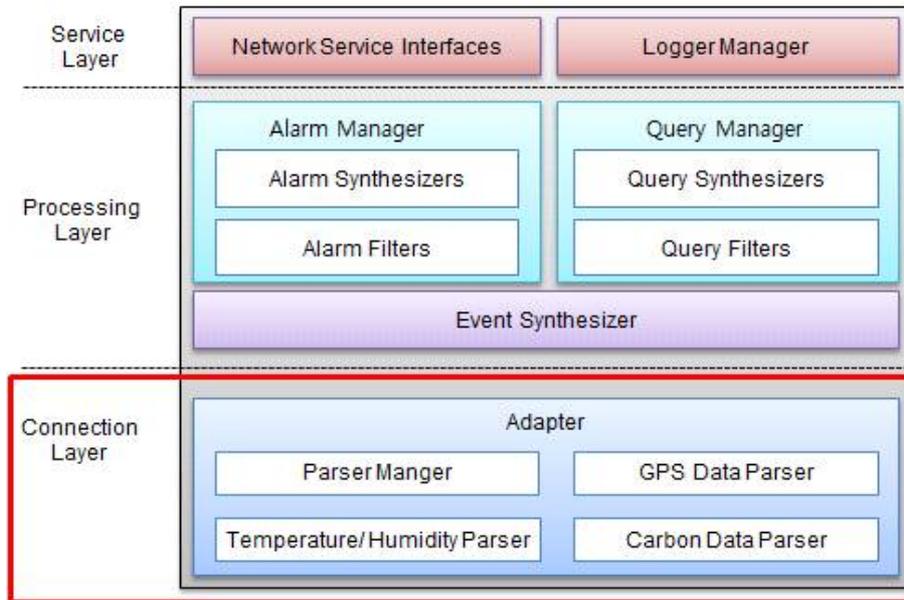


그림 3-303. 센서 데이터 어댑터 아키텍처

RS-232 형태의 ASN 장비를 이용하여 센서 데이터 수집 및 통신 프로토콜 파악한다. 그리고 CDMA로 데이터를 전송하는 장비를 도입하며 GPS 데이터 처리 모듈을 추가한다. 1차년도 전체 구조에서는 센서스트림 데이터 처리기의 하부 계층으로 설계하며 온도/습도와 GPS 데이터를 처리하는 모듈로 구성된다. 주요한 기능으로는 온도/습도 로우(Raw) 데이터 파싱(Parsing) 기능, GPS 데이터 파싱(Parsing) 기능, 대기 큐를 이용한 임시 데이터 보관 및 센서스트림 데이터 처리기로 전달 기능이 있다.

① WCDMA 프로토콜[24] 정의 데이터 파싱

온/습도의 데이터 포맷은 아래의 표와 같다.

| 1 | | | | | | |
|----------------|----|------------|------|------|---------------|-----------------|
| 구분 | No | Parameter | Type | Size | Example | Ex. Data(ascii) |
| Head | 1 | COMMAND | Char | 2 | '44' | D |
| | 2 | HUB ID | Char | 8 | '00 00 00 00' | 00 00 00 00 |
| | 3 | TAG ID | Char | 8 | '11 11 11 11' | 11 11 11 11 |
| Body (Data) | 4 | Year | Char | 2 | '12' | 12년 |
| | 5 | Month | Char | 2 | '12' | 12월 |
| | 6 | Day | Char | 2 | '01' | 01일 |
| | 7 | Hour | Char | 2 | '17' | 17시 |
| | 8 | Minute | Char | 2 | '38' | 38분 |
| | 9 | Teperature | Char | 4 | '66 33' | 23.3℃ |
| | 10 | Humidity | Char | 4 | '55 44' | 35.63% |
| | 11 | Battery | Char | 2 | '1F' | 3.25V |
| Tail | 12 | CR | Hex | 1 | 0x0D | |
| | 13 | LF | Hex | 1 | 0x0A | |

| 2 | | No | Ex. Data(hex) | Remark | |
|------|-------------|----------|--|--------------------|---|
| 구분 | 1 | 0x34 | 0x34 | | |
| | 2 | 0x300x30 | 0x30 0x30 0x30 0x30 0x30 0x30 0x30 | | |
| | 3 | 0x31 | 0x31 0x31 0x31 0x31 0x31 0x31 0x31 0x31 | | |
| Head | 4 | 0x31 | 0x32 | Current GMT Date | |
| | 5 | 0x31 | 0x32 | | |
| | 6 | 0x30 | 0x31 | | |
| | 7 | 0x30 | 0x37 | KOR TIME = GMT + 9 | |
| | 8 | 0x33 | 0x38 | | |
| | Body (Data) | 9 | 0x36 0x36 0x33 0x33 = 26,163(0x66=High, 0x33=Low) 센서 에러시 모든 값 0x46('F') or 0x30('0') | | 온도 계산식 (-46.85 + (175.72 / 65536) * 26163) |
| | | 10 | 0x35 0x35 0x34 0x34 = 21,828(0x55=High, 0x44=Low) 센서 에러시 모든 값 0x46('F') or 0x30('0') | | 습도 계산식 (-6 + (125.0 / 65536) * 21828) |
| | | 11 | 0x31 | 0x46 | 0.05xBAT + 1.7v |
| Tail | 12 | | | | |
| | 13 | | | | |

온/습도 센서에서 발생하는 데이터는 CU에서 수집하여 센서 어댑터로 전송한다. 센서 데이터 어댑터에서는 CU에서 전송된 Raw Stream 데이터를 WCDMA 프로토콜 규격에 맞춰 파싱하여 데이터를 변환한다. 아래는 데이터 파싱 예제를 단계 별로 나타낸다.

| | |
|------------|--|
| 1단계 | Raw String Data 4408000034020000B812122119434B08B1961B byte로 받은 데이터를 String type으로 변환 |
|------------|--|



| | | | | | | | | | | | |
|------------|---|----------|----------|----|----|----|----|----|------|------|----|
| 2단계 | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ⑧ | ⑨ | ⑩ | ⑪ |
| | 44 | 08000034 | 020000B8 | 12 | 12 | 21 | 19 | 43 | 4B08 | B196 | 1B |
| | String Data를 프로토콜 규격에 정의되어 있는 Size 로 분할 | | | | | | | | | | |



| | | | |
|------------|--|---|--------------------|
| 3단계 | ① | → | 44 |
| | ② | → | 08000034 |
| | ③ | → | 020000B8 |
| | ④⑤⑥⑦⑧ | → | 2012-12-22 4:43:00 |
| | ⑨ | → | 4.651918945312495 |
| | ⑩ | → | 80.71188354492188 |
| | ⑪ | → | 3.05 |
| | 온/습도 데이터를 프로토콜 규격에 정의되어 있는 계산식을 이용해서 데이터를 변환 | | |



| | | |
|------------|----------------------|--------------------|
| 4단계 | Packet Type | 44 |
| | Hub ID | 08000034 |
| | Sensor ID | 020000B8 |
| | Sensing Time | 2012-12-22 4:43:00 |
| | Temperature | 4.651918945312495 |
| | Humidity | 80.71188354492188 |
| | Battery | 3.05 |
| | 사용자가 원하는 형태의 데이터로 변환 | |

CO2 데이터의 프로토콜 규격은 있지만, 현재 보유중인 센서는 CO2 기능이 지원이 안 되기 때문에 실제 처리는 하지 않는다.

| 1 | | | | | | |
|----------------|----|-----------|------|------|---------------|-----------------|
| 구분 | No | Parameter | Type | Size | Example | Ex. Data(ascii) |
| Head | 1 | COMMAND | Char | 2 | '43' | C |
| | 2 | HUB ID | Char | 8 | '00 00 00 00' | 00 00 00 00 |
| | 3 | TAG ID | Char | 8 | '11 11 11 11' | 11 11 11 11 |
| Body (Data) | 4 | Year | Char | 2 | '12' | 12년 |
| | 5 | Month | Char | 2 | '12' | 12월 |
| | 6 | Day | Char | 2 | '01' | 01일 |
| | 7 | Hour | Char | 2 | '17' | 17시 |
| | 8 | Minute | Char | 2 | '38' | 38분 |
| | 9 | CO2 DATA | Char | 6 | '000660' | 660ppm |
| | 10 | Battery | Char | 2 | '1F' | 3.25V |
| Tail | 11 | CR | Hex | 1 | 0x0D | |
| | 12 | LF | Hex | 1 | 0x0A | |

| 2 | | | |
|----------------|----|--|--|
| 구분 | No | Ex. Data(hex) | Remark |
| Head | 1 | 0x34 0x33 | |
| | 2 | 0x30 0x30 0x30 0x30 0x30 0x30 0x30 0x30 | |
| | 3 | 0x31 0x31 0x31 0x31 0x31 0x31 0x31 0x31 | |
| Body (Data) | 4 | 0x31 0x32 | Current GMT Date |
| | 5 | 0x31 0x32 | |
| | 6 | 0x30 0x31 | |
| | 7 | 0x30 0x37 | KOR TIME = GMT + 9 |
| | 8 | 0x33 0x38 | |
| | 9 | 0x30 0x30 0x30 0x36 0x36 0x30 센서 에러시 모든 값 0x46('F') | MAX-W10X : 100,000ppm MAX-W05X : 5,000ppm |
| | 10 | 0x31 0x46 | 0.05xBAT + 1.7v |
| Tail | 11 | | |
| | 12 | | |

GPS 데이터 포맷

| 1 | | | | | | |
|----------------|----|-----------|------|------|----------------|-----------------|
| 구분 | No | Parameter | Type | Size | Example | Ex. Data(ascii) |
| Head | 1 | COMMAND | Char | 2 | '4A' | C |
| | 2 | HUB ID | Char | 8 | '00 00 00 00' | 00 00 00 00 |
| | 3 | TAG ID | Char | 8 | '11 11 11 11' | 11 11 11 11 |
| Body (Data) | 4 | Year | Char | 2 | '12' | 12년 |
| | 5 | Month | Char | 2 | '12' | 12월 |
| | 6 | Day | Char | 2 | '01' | 01일 |
| | 7 | Hour | Char | 2 | '17' | 17시 |
| | 8 | Minute | Char | 2 | '38' | 38분 |
| | 9 | Latitude | Char | 11 | '3735.0079,N' | 위도 + 방향 |
| | 10 | Longitude | Char | 12 | '12701.6446,E' | 경도 + 방향 |
| Tail | 11 | CR | Hex | 1 | 0x0D | |
| | 12 | LF | Hex | 1 | 0x0A | |

| 2 | | No | Ex. Data(hex) | Remark |
|-------------|------|------|---|---|
| 구분 | Head | 1 | 0x34 0x41 | |
| | | 2 | 0x30 0x30 0x30 0x30 0x30 0x30 0x30 0x30 | |
| | | 3 | 0x31 0x31 0x31 0x31 0x31 0x31 0x31 0x31 | |
| Body (Data) | | 4 | 0x31 0x32 | Current GMT Date |
| | | 5 | 0x31 0x32 | |
| | | 6 | 0x30 0x31 | |
| | | 7 | 0x30 0x37 | KOR TIME = GMT + 9 |
| | | 8 | 0x33 0x38 | |
| | | 9 | 0x30 0x37 0x33 0x35 0x2E 0x30 0x30 0x37 0x39 0x2c 0x4E GPS 수신 불가 시 : 모든 값 0x46('F') or 0x30('0') 처리 | 구글 KML 형식 변환 = 37 + (35.0079/60) = 37.583465 (*전송 Byte 변경됨) |
| | | 10 | 0x31 0x32 0x37 0x30 0x31 0x2E 0x36 0x34 0x34 0x34 0x36 0x36 0x2C 0x45 GPS 수신 불가 시 : 모든 값 0x46('F') or 0x30('0') 처리 | 구글 KML 형식 변환 = 127 + (1.6446/60) = 127.02741 |
| | | 11 | | |
| | | 12 | | |
| | | Tail | | |

CU에서 발생하는 GPS 데이터를 센서 어댑터로 전송한다. 센서 데이터 어댑터에서는 CU에서 전송된 Raw Stream 데이터를 WCDMA 프로토콜 규격에 맞춰 파싱하여 데이터를 변환한다. 아래는 데이터 파싱 예제를 단계 별로 나타낸다.

| | |
|------------|---|
| 1단계 | Raw String Data 4A080000340800000112122118263514.1361,N12904.6090,E byte로 받은 데이터를 String type으로 변환 |
|------------|---|



| | | | | | | | | | | |
|------------|---|----------|----------|----|----|----|----|----|-------------|--------------|
| 2단계 | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ⑧ | ⑨ | ⑩ |
| | 4A | 08000034 | 08000001 | 12 | 12 | 21 | 18 | 26 | 3514.1361,N | 12904.6090,E |
| | String Data를 프로토콜 규격에 정의되어 있는 Size 로 분할 | | | | | | | | | |



| | | | |
|------------|--|---|--------------------|
| 3단계 | ① | → | 44 |
| | ② | → | 08000034 |
| | ③ | → | 08000001 |
| | ④⑤⑥⑦⑧ | → | 2012-12-22 3:26:00 |
| | ⑨ | → | 3514.1361,N |
| | ⑩ | → | 12904.6090,E |
| | 온/습도 데이터를 프로토콜 규격에 정의되어 있는 계산식을 이용해서 데이터를 변환 | | |



| | | |
|------------|----------------------|--------------------|
| 4단계 | Packet Type | 44 |
| | Hub ID | 08000034 |
| | Sensor ID | 08000001 |
| | Sensing Time | 2012-12-22 3:26:00 |
| | Latitude | 3514.1361,N |
| | Longitude | 12904.6090,E |
| | 사용자가 원하는 형태의 데이터로 변환 | |

(나) 대용량 데이터 처리를 위한 관련 연구 분석

맵리듀스는 페타바이트 이상의 대용량 데이터를 다수의 컴퓨터로 구성된 클러스터 환경에서 병렬 처리를 지원하기 위한 소프트웨어 프레임워크이다. 맵리듀스의 대용량 데이터 처리 과정은 아래 그림 3-304와 같이 대용량의 데이터를 일괄 입력 받아서 일정한 크기로 입력 데이터를 분할하여 처리한 후에 결과를 다시 결합하여 처리하는 것을 전제로 하고 있다.

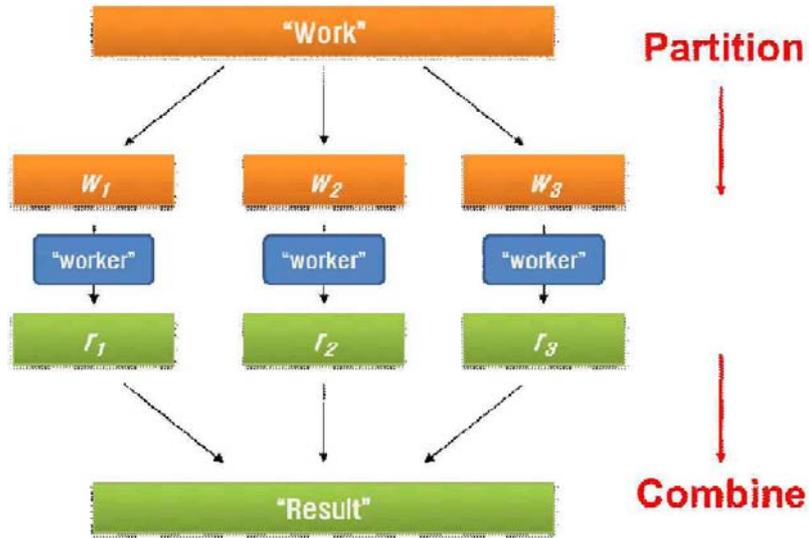


그림 3-304. 분산 컴퓨팅 환경에서의 병렬 처리 구조

함수 형 프로그래밍에서 일반적으로 사용되는 Map과 Reduce라는 함수 기반으로 주로 구성이 되며, 함수의 입출력 값의 형식은 키-값 쌍을 사용한다. 먼저 Map 함수에서는 리스트의 각 원소들에게 어떤 공통된 작업을 처리하고자 할 때 사용되며 여러 입력 자료 집합으로부터 여러 중간 값들을 생성한다. 그리고 Reduce 함수에서는 리스트 전체 원소를 결합하여 하나의 결과를 출력하고자 할 경우 사용되며 출력 키값을 기준으로 각각 연산을 수행한다. 아래 그림 3-305는 맵리듀스의 병렬 처리 구조를 나타내며 Map함수의 입력 값은 (k, v) 이며 출력 값은 $\langle k', v' \rangle^*$ 로 표현된다. Map 함수의 출력 값은 Reduce함수의 입력 값으로 (k', v') 가 전달되며 Reduce 함수의 출력 값은 $\langle k', v' \rangle^*$ 으로 표현된다. 부가적인 기능으로 Map 단계에서 Combiner 함수를 사용할 수도 있다. Map 함수의 연산이 종료된 후 중간 값을 Reduce로 전달하게 되는데 전달하는 데이터의 크기가 클수록 데이터 전송 I/O 비용이 증가한다. 이럴 경우 Map에서 나온 결과 데이터를 Reduce와 같은 방식으로 같은 Key를 갖는 데이터들을 Combiner 함수를 사용해서 Reduce로 데이터를 전송하기 전에 Grouping을 하여 데이터 크기가 줄어들어 데이터 전송 I/O 비용을 감소시킬 수 있다. Partitioner는 Map

의 중간 결과물에 대하여 Key의 분할을 제어한다. Key 또는 Key의 하위 집합은 파티션으로 분할된다. 일반적으로 Hash 함수에 의해서 나뉘어져 들어간다. 파티션의 전체 개수는 Reduce task의 개수와 동일하다.

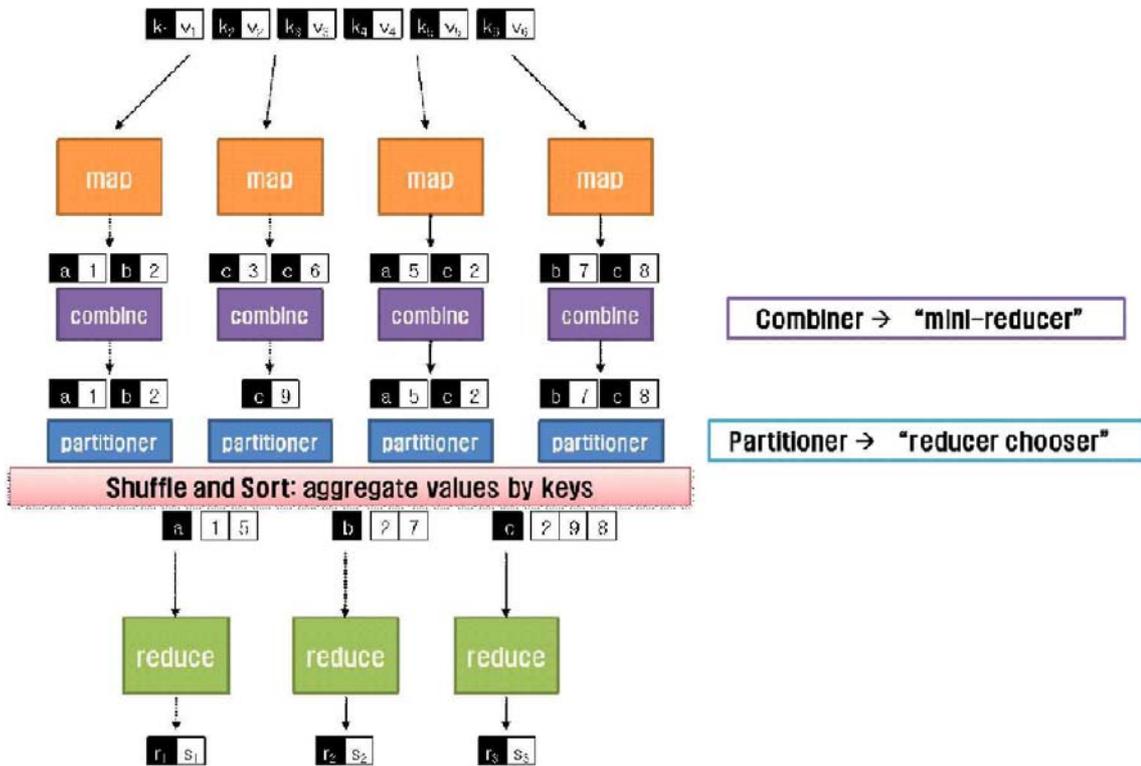


그림 3-305. 맵 리듀스 처리 과정

맵리듀스를 이용하면 처리해야할 작업에 대한 할당 및 연산 결과 통합을 해주는 Job Tracker와 실질적으로 연산을 수행하는 task인 Task Tracker를 이용해서 연산을 수행하게 된다. Job Tracker는 마스터라고도 불리며 맵리듀스에서 유일하게 존재하며 Task Tracker의 상태 및 전체 작업 진행 상황 등을 지속적으로 감시하는 역할을 한다. Task Tracker는 실질적으로 연산을 처리하며 개수는 사용자가 하둡 설정 파일을 통해서 지정이 가능하다. Task Tracker에서 수행할 수 있는 최대 task 개수는 Map Task와 Reduce Task 별도 지정이 가능하다.

기존의 DBMS(database management system)를 사용하여 데이터 스트림과 연속질의 (Continuous Query)를 처리하는 방법으로는 주기적으로 질의를 수행하는 방법과 Trigger를 사용하여 처리하는 방법이 있다. 먼저 주기적으로 질의를 수행하는 경우 데이터 스트림을 일반 테이블에 삽입하고 등록된 모든 연속질의를 주기적으로 계속 evaluation 한다. 이럴 경우 다음과 같은 문제가 발생한다. 데이터 스트림이 무한하기 때문에 테이블에 모두 삽입할

수 없고 불필요한 Query까지 주기적으로 처리되기 때문에 evaluation overhead가 크다. 다음으로 Trigger를 사용하여 수행하는 경우 데이터 스트림은 주기적으로 질의를 수행하는 경우와 동일하게 일반 테이블에 삽입하고 연속질의는 trigger로 처리를 한다. 이 경우에 발생하는 문제는 다음과 같다. 데이터 스트림의 양이 무한하고 DML문 발생 때 마다 trigger의 실행이 필요하므로 삽입 연산의 overhead가 크며, Insert, delete, update 전후 연산을 수행해야 한다는 조건이 제한적이며, Query보다는 table에 대한 접근 자체가 기준이기 때문에 불필요한 조건 비교가 많다. 이러한 문제를 해결하기 위해 연속질의를 쿼리 처리 프로세서에 등록을 하고 동적으로 발생하는 대용량 데이터 스트림에 대한 빠른 Query evaluation을 위해 연속질의에 대한 색인을 생성한다. 대용량 데이터 스트림 입력과 matching되는 Query들을 검색하여 실시간으로 evaluation하고 사용자에게 Query Result를 반환하기 위해서 Continuous Query에 대한 색인을 생성한다. 대표적인 질의 색인 기법으로는 그림 3-306의 CEI-base Index(1D interval), 그림 3-307의 VCR-Index(2D Rectangle)이 있다. CEI-based Query Index(Containment-Encoded Interval)의 특징은 다음과 같다. 1D Predicate을 binary tree 구조의 CEI virtual construct로 분할, interval의 overlap없는 decomposition을 통해 low storage cost 유지, 삽입, 검색 등의 operation 수행 시 integer만을 사용하여 floating 연산으로 인한 overhead를 줄임, 검색 시 binary tree의 특성을 이용하여 fast search가 가능함 등이 있다.

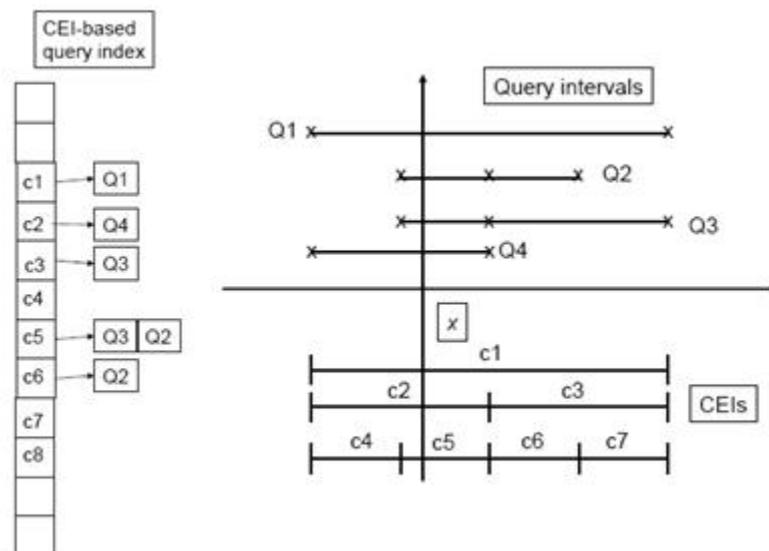


그림 3-306. CEI-based Query Index

VCR-Index(Virtual Construct Rectangle-Index)는 다음과 같은 특징을 갖는다. 2D Range Predicate을 가지는 Query를 Indexing, main memory 기반의 Query Index, VCR

hashing을 사용하여 memory storage requirement를 줄임, 미리 정의된 VCR을 사용하여 2차원 Query window를 분할, 다른 크기의 VCR사용하여 Overlap 없이 분할하는 SD 분할 (Simple decomposition), 같은 크기의 VCR사용, Overlap 허용하는 OD 분할(Overlapped decomposition) 등이 있다.

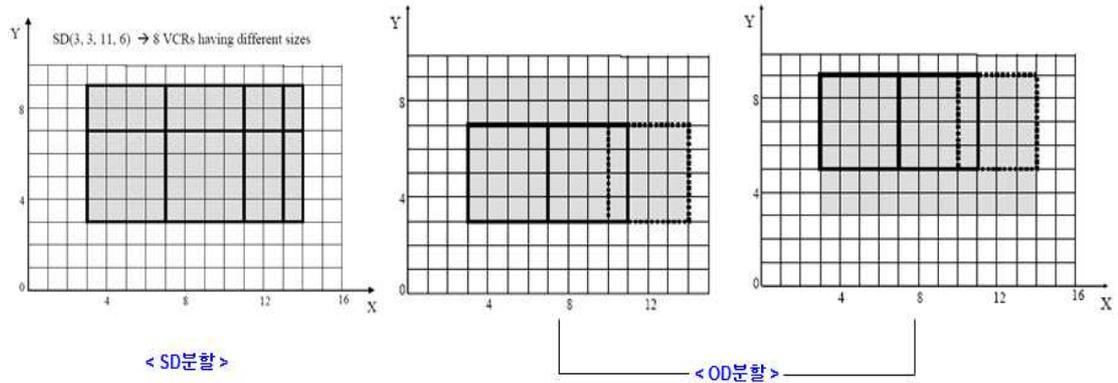


그림 3-307. VCR-Index

- VCR: (x, y, width, height)
- width, height의 domain: {1, 2¹, 2², ... , 2^k}
- L_x, L_y: maximum width와 height, k = log(L)

그림 3-308에서는 bottom-left corner (0,0)이 가지는 9개의 VCR를 보여준다.

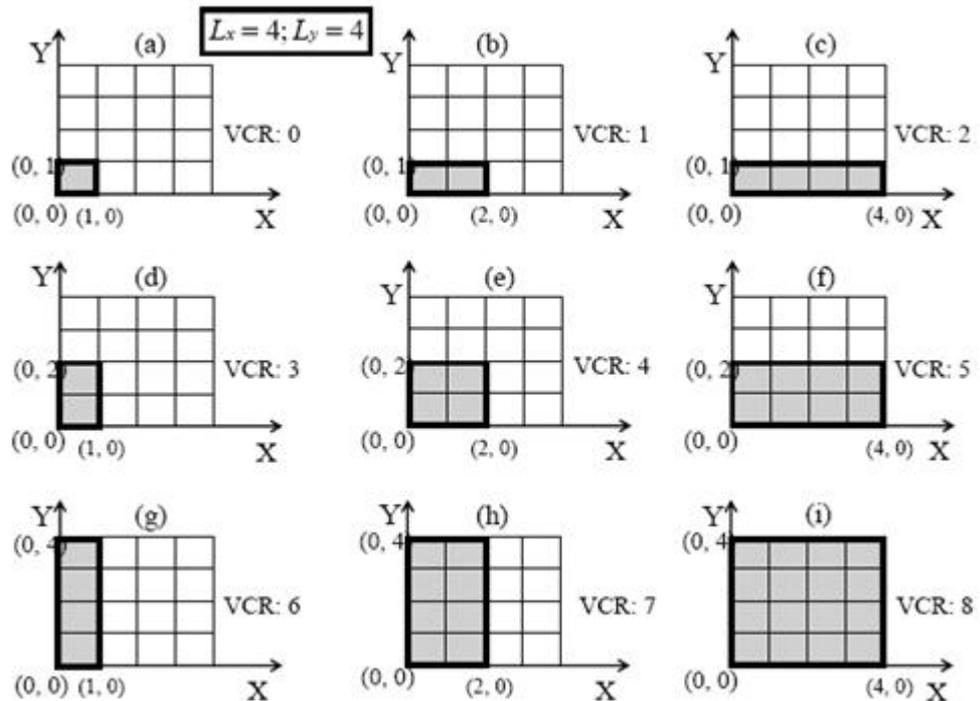


그림 3-308. bottom-left corner (0,0)이 가지는 9개의 VCR

(다) 스트림 데이터 처리기

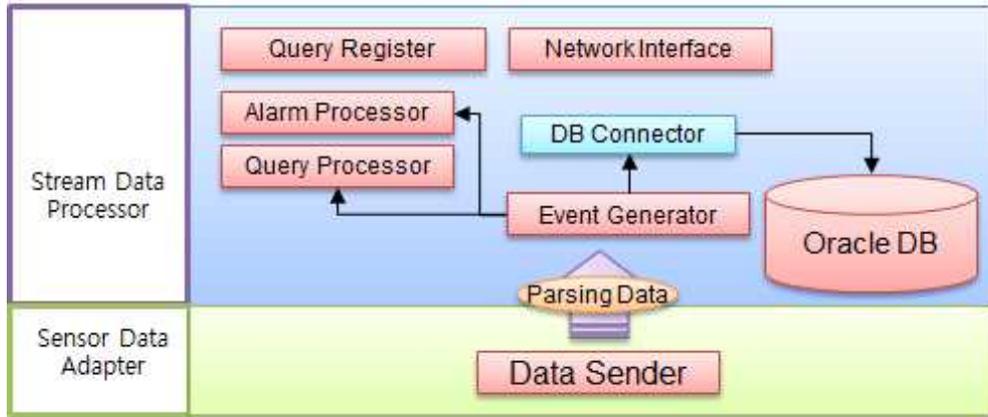


그림 3-309. 센서스트림 데이터 처리기 계층 구조

센서스트림 데이터 처리기는 ASN 장비에서 연속적으로 발생하는 스트림 데이터를 효율적으로 처리하기 위한 스트림 데이터 처리기 설계 및 구현하였다. 센서스트림 데이터 처리기는 사용자가 설정한 질의를 처리하여 상위 시스템에 전달한다. 각 세부 모듈 별 기능은 다음과 같다. 이벤트 생성기 모듈은 어댑터로부터 받은 정보를 이벤트로 변환한다. 알람 처리기 모듈은 사용자가 지정한 조건에 해당하는 이벤트가 발생하면 알람 메시지 발생하고 질의 처리기 모듈은 사용자가 지정한 임계 값들에 대한 필터 기능 제공한다. 질의 등록기 모듈은 사용자로부터 질의를 입력 받아서 처리기로 전달한다.

① 데이터 분석 및 설계

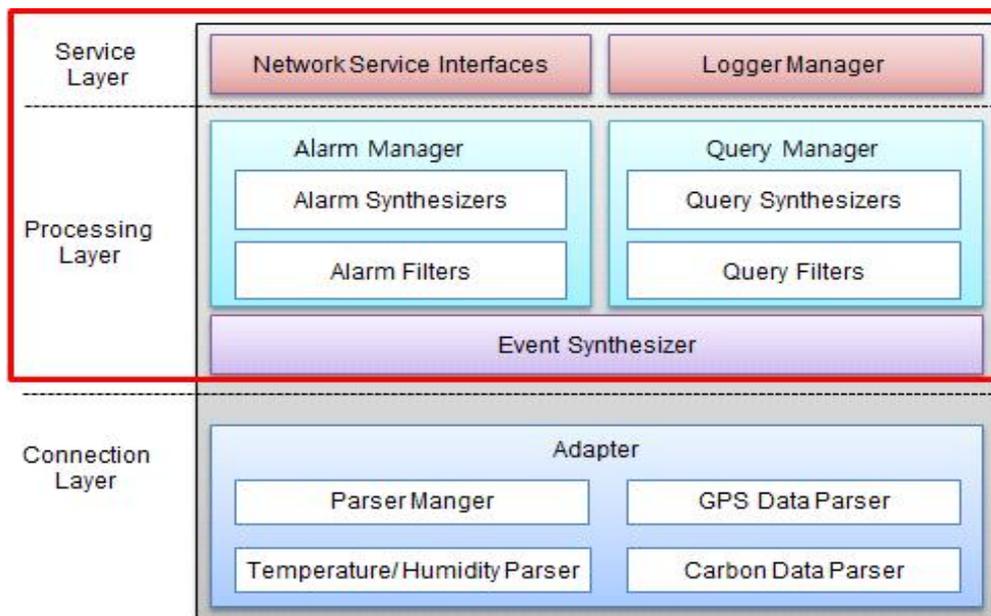


그림 3-310. 1차년도 전체에서 센서 데이터 처리기

스트림 데이터 처리기는 센서와 CU(Communication Unit) 사이의 바인딩 정보 파악하고 물리적인 센싱 주기와 보고 주기 설정에 따른 입력 데이터 변화 분석, 중복된 데이터 발생 원리 파악 및 필터 추가 등의 데이터 분석을 수행한다.

스트림 데이터 처리기는 1차년도 전체 구조에서 센서 데이터 어댑터의 상위 계층으로 설계되었다. 처리 계층에서는 이벤트 생성 모듈, 알람 처리 모듈, 질의 처리 모듈로 구성되고 서비스 계층에서는 통신 인터페이스 제공 모듈과 장애 복구를 위한 로거 모듈 제공한다. 주요 기능으로는 특정 임계 값 이상 또는 이하의 데이터 발견 시 알람 기능, 사용자 질의 등록을 통한 데이터 필터 기능, 상위 응용 시스템에서 필요한 형태로 데이터 제공 기능, 로거를 이용한 장애 복구 기능이 있다.

(라) 클래스 다이어그램

① 테이블 관계도

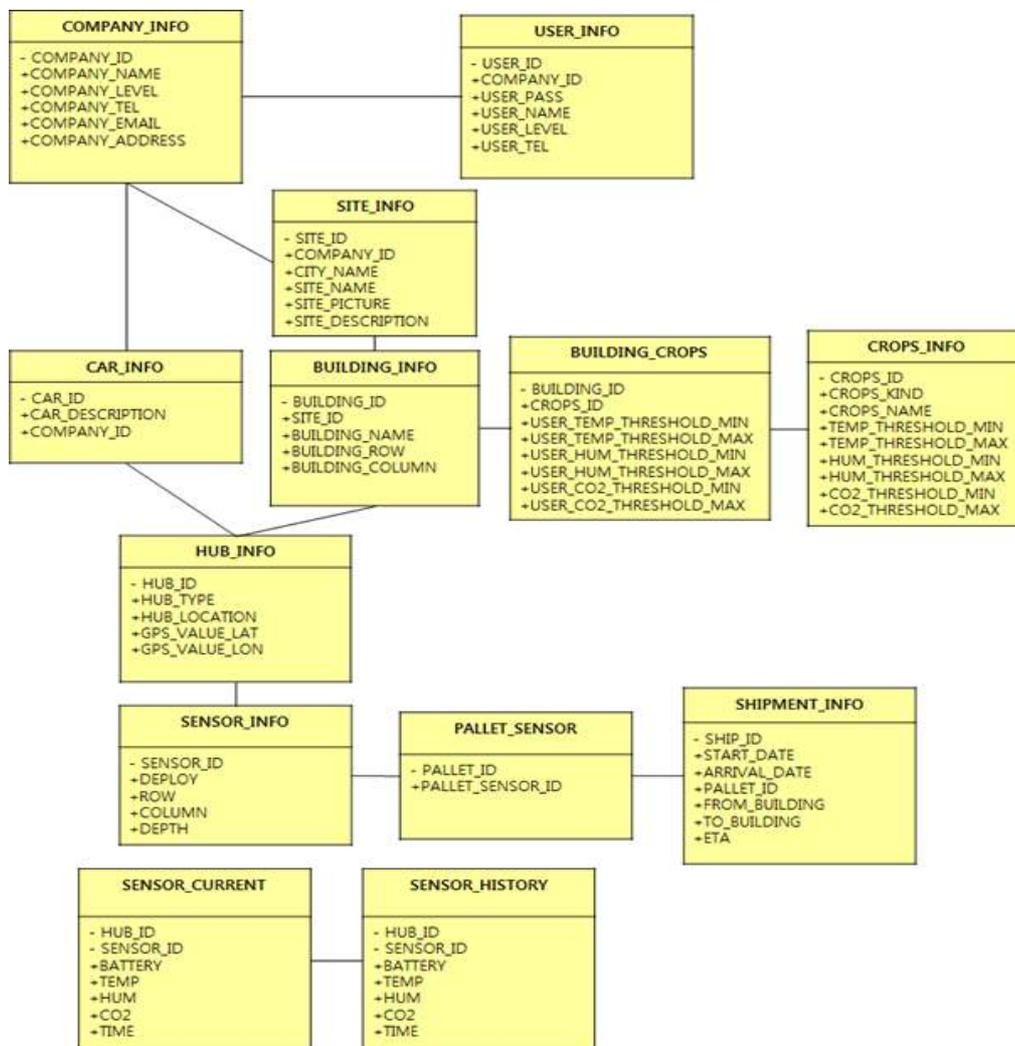


그림 3-311. 테이블 관계도

② 테이블 정의

| No | 테이블 명 | 개요 |
|----|----------------|-------------|
| 1 | COMPANY_INFO | 회사 정보 |
| 2 | USER_INFO | 사용자 정보 |
| 3 | CAR_INFO | 차량별 허브 정보 |
| 4 | SITE_INFO | 지역 정보 |
| 5 | BUILDING_INFO | 건물 정보 |
| 6 | BUILDING_CROPS | 건물별 작물 정보 |
| 7 | CROPS_INFO | 작물 정보 |
| 8 | HUB_INFO | 허브 정보 |
| 9 | SENSOR_INFO | 센서 정보 |
| 10 | PALLET_SENSOR | 팔레트별 센서 정보 |
| 11 | SENSOR_CURRENT | 현재 센서 데이터 |
| 12 | SENSOR_HISTORY | 히스토리 센서 데이터 |

(마) 사용자 API 목록

① Sensing Data API

| | API 함수 | 반환 값 | API 설명 |
|---|---|--|--|
| 1 | getAllSensingData (String HUB_ID, String SENSOR_ID); | int Num; String SENSOR_ID; double TEMP; double HUM; double CO2; String TIME; String BATTERY; String HUB_ID; String GPS_VALUE_LAT; String GPS_VALUE_LON; | 사용자가 지정한 HUB_ID, SENSOR_ID 에 대한 가장 최근의 모든 Sensing Data를 읽어온다. |
| 2 | getAbnormalTEMPData (String HUB_ID, double fromRetritiveTEMP, double toRetritiveTEMP); | int Num; String SENSOR_ID; double TEMP; | 가장 최근의 Sensing Data 중에서 사용자가 지정한 특정 온도를 초과한 센서 ID와 온도 값을 읽어온다. |
| 3 | getAbnormalHUMData (String HUB_ID, double fromRetritiveHUM, double toRetritiveHUM); | int Num; String SENSOR_ID; double HUM; | 가장 최근의 Sensing Data 중에서 사용자가 지정한 특정 습도를 초과한 센서 ID와 습도 값을 읽어온다. |
| 4 | getAbnormalCO2Data (String HUB_ID, double fromRetritiveCO2, double toRetritiveCO2); | int Num; String SENSOR_ID; double CO2; | 가장 최근의 Sensing Data 중에서 사용자가 지정한 특정 이산화탄소를 초과한 센서 ID와 이산화탄소 값을 읽어온다. |
| 5 | setSensingData (String SENSOR_ID, String TEMP, String HUM, | | 최근 수집된 Sensing Data를 DB에 저장한다. |

| | | |
|--|--|--|
| String CO2, String TIME, String BATTERY, String HUB_ID, String GPS_VALUE_LAT; String GPS_VALUE_LON;); | | |
|--|--|--|

② Historical Data API

| | API 함수 | 반환 값 | API 설명 |
|---|---|---|--|
| 1 | getAllHistoricalData (String HUB_ID, String SENSOR_ID, String START_TIME, String END_TIME, int START_RowCount, int END_RowCount); | Vector<HistoricalData> class HistoricalData{ int Num; String SENSOR_ID; double TEMP; double HUM; double CO2; String TIME; String BATTERY; String HUB_ID; String GPS_VALUE_LAT; String GPS_VALUE_LON; } | 사용자가 지정한 날짜에 HUB_ID, SENSOR_ID에 대한 최신 순으로 10개의 Historical Data를 읽어 온다. |
| 2 | getAVGHistoricalData (String HUB_ID, String SENSOR_ID, String START_TIME, String END_TIME, int START_RowCount, int END_RowCount); | int Num; double AVG_TEMP; double AVG_HUM; double AVG_CO2; | 사용자가 지정한 날짜에 HUB_ID, SENSOR_ID에 대한 온도, 습도, 이산화탄소의 각각의 AVG 값을 읽어 온다. |
| 3 | getMAXHistoricalData (String HUB_ID, String SENSOR_ID, String START_TIME, String END_TIME, int START_RowCount, int END_RowCount); | int Num; double MAX_TEMP; double MAX_HUM; double MAX_CO2; | 사용자가 지정한 날짜에 HUB_ID, SENSOR_ID에 대한 온도, 습도, 이산화탄소의 각각의 MAX 값을 읽어 온다. |
| 4 | getMINHistoricalData (String HUB_ID, String SENSOR_ID, String START_TIME, String END_TIME, int START_RowCount, int END_RowCount); | int Num; double MIN_TEMP; double MIN_HUM; double MIN_CO2; | 사용자가 지정한 날짜에 HUB_ID, SENSOR_ID에 대한 온도, 습도, 이산화탄소의 각각의 MIN 값을 읽어 온다. |

③ USER Data API

| | API 함수 | 반환 값 | API 설명 |
|---|---|---|--|
| 1 | <pre>getUser_Sensor (String HUB_ID,);</pre> | <pre>Vector<User_Sensor> class User_Sensor{ int Num; String SENSOR_ID; String LOC_ROW; String LOC_COLUMN; String LOC_DEPTH; }</pre> | 사용자가 소유하고 있는 HUB에 배정된 SENSOR 들을 읽어 온다. |

(2) 하드웨어 기능 및 소프트웨어 성능 테스트

(가) 테스트 장비 구성 및 현황

① 장비 목록 및 수량



| 품명 | GPS 안테나 | 전원 어댑터 (차량용) | 받침대 | 통신유닛 | 센서 | 전원어댑터 (일반용) |
|----|---------|--------------|-----|------|-----|-------------|
| 수량 | 5 | 6 | 6 | 6 | 200 | 6 |

테스트 용 서버 : Intel Xeon E7-8860/64GB/Win Server 2008

② 각 장비 별 기능 및 결합 관계

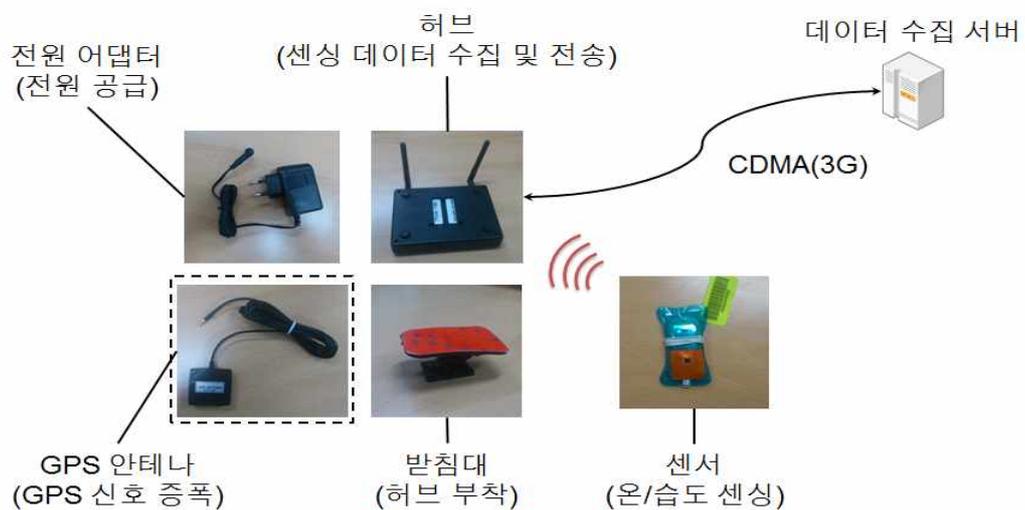


그림 3-312. 장비 별 역할 및 연관 관계

(나) 다양한 실제 환경에서의 테스트 수행

제품 생산지부터 유통단계까지 전반적인 물류 환경을 가정된 다양한 실제 환경에서 센서 설치 및 데이터 수집 테스트를 진행하였다.

① 비닐하우스(생산 환경)



(ㄱ) 재배지 내부 전경



(ㄴ) 전원 코드



(ㄷ) 재배 작물



(ㄹ) 현장 사무실

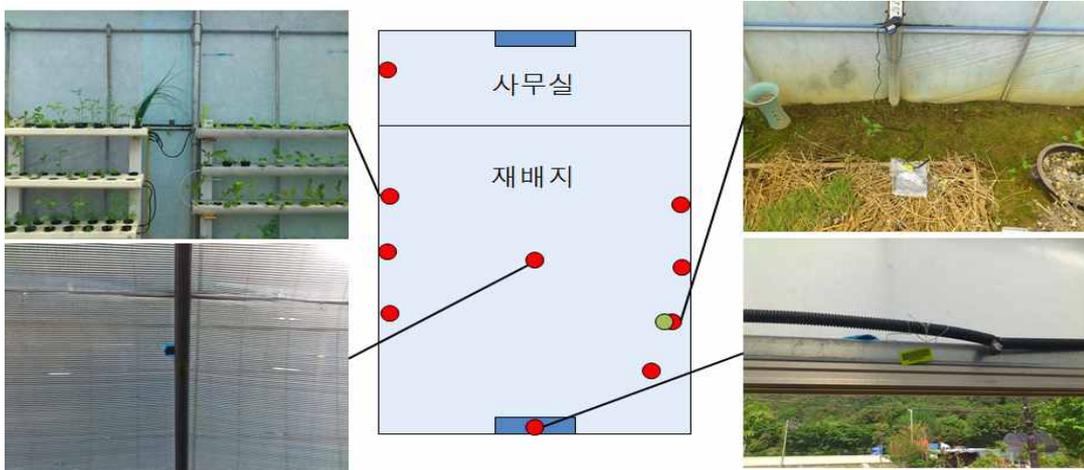


그림 3-313. 센서노드 배치 구성도

테스트 방법은 다음 표와 같다.

| 1 | | |
|--------|--|-----|
| 개요 | 하나의 센서에 대해 스펙상의 배터리 소모량과 실제 측정 된 소모량을 비교 | |
| 입력 | 통신방식 | 3G |
| | 센서 개수 | 10개 |
| | CU 개수 | 1개 |
| | 센싱 주기 | 5분 |
| 절차 | <ul style="list-style-type: none"> • 센서, 허브 설치 후 최초 배터리 데이터를 측정 • 4일 후 배터리 데이터를 측정하여 최초 배터리 데이터 값과 비교 • 10개 센서 배터리 소모량 평균 도출 • 스펙상의 배터리 소모량과 차이 확인 | |
| 비교 | <ul style="list-style-type: none"> • 스펙 상 10분 주기 설정 시 배터리 수명 1년 • 초기 실험시 4일 가능 대략 1% • 이후 수정을 통해 220일 정도 가능 대략 60% | |
| 테스트 시간 | 4일 | |

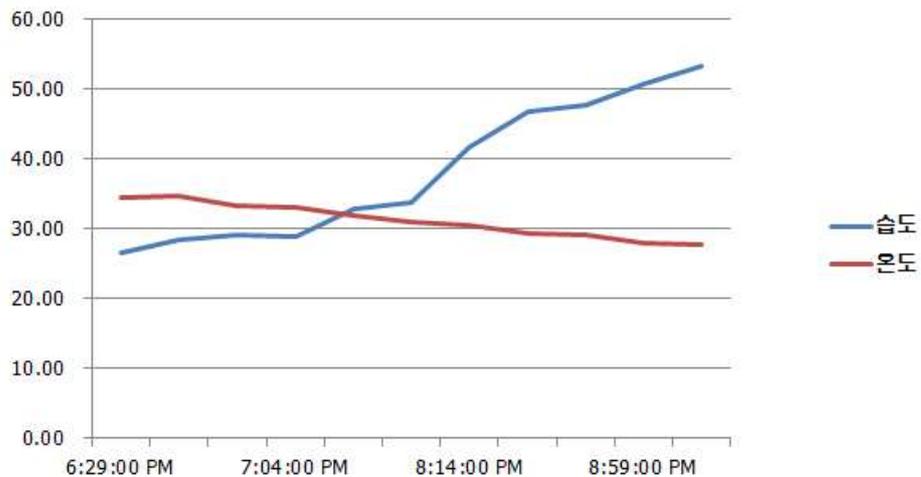


그림 3-314. 센서(020000BE)의 실제 데이터 그래프

테스트는 유비텍 수경 재배지에서 수행되었다. 테스트 수행결과 실제 필드 데이터(온/습도) 수집에 성공하여 센서 배터리 성능 테스트에서 일주일 이상 정상적으로 동작하는 것을 확인하였다. 또한 시간 데이터 프로토콜 오류를 정정하였다.

② 저온저장고(보관 환경)



(ㄱ) 저온 저장고 외부



(ㄴ) 양파 상자



(ㄷ) 천장 센서 배치



(ㄹ) 바닥 센서 배치

| | | |
|--------|--|-----|
| 1 | | |
| 개요 | 장시간 데이터 수신 테스트 | |
| 입력 | 통신방식 | 3G |
| | 센서 개수 | 10개 |
| | CU 개수 | 1개 |
| | 센싱 주기 | 5분 |
| 절차 | <ul style="list-style-type: none"> • 천장 각 모서리에 센서노드 4개 배치 • 바닥 각 모서리에 센서노드 4개 배치 • 양파 담은 상자 안에 센서노드 2개 배치 | |
| 비고 | - | |
| 테스트 시간 | 1주일 이상 | |

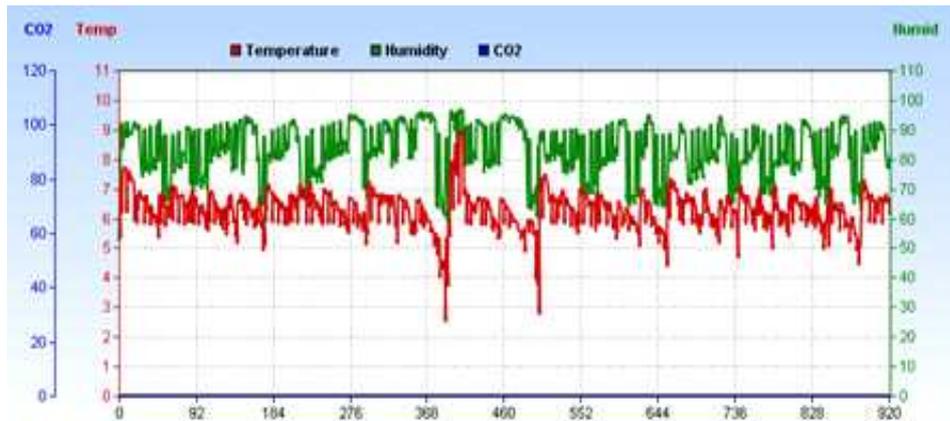


그림 3-315. 실시간 데이터 모니터링 화면

테스트는 부산대학교 과학기술연구동 1층 저온저장고에서 수행되었다. 테스트 결과 일주일 이상 정상적으로 동작하는 것을 확인하였다.

③ 차량(유통 환경)



(㉠) CU 배치



(㉡) GPS 안테나



(㉢) 센서 배치



(㉣) 센서 배치

| 1 | | |
|--------|--|----|
| 개요 | 이동 차량에서의 GPS 데이터 전송 이상 유무 확인 테스트 | |
| 입력 | 통신방식 | 3G |
| | 센서 개수 | 5개 |
| | CU 개수 | 1개 |
| | 센싱 주기 | 5분 |
| 절차 | <ul style="list-style-type: none"> 차량을 운행하면서 센싱 주기 마다 GPS 데이터가 전송되는지 확인 | |
| 비고 | - | |
| 테스트 시간 | 5시간 | |

테스트는 운행중인 차량에서 수행되었다. 테스트 수행결과 운행 중 센서 데이터 수집을 확인하였다. 이 센서 데이터를 가지고 운행 중 GPS 데이터의 전송 여부 검증 및 프로그램 개선하였다.

④ 냉동 컨테이너(유통 환경)



(ㄱ) 컨테이너 외부



(ㄴ) 종이 박스



(ㄷ) 센서 배치



(ㄹ) 컨테이너 내부

| 1 | | |
|--------|--|-----|
| 개요 | 파프리카 수출 대비 컨테이너 내부에서 외부로의 데이터 전송 테스트 | |
| 입력 | 통신방식 | 3G |
| | 센서 개수 | 25개 |
| | CU 개수 | 1개 |
| | 센싱 주기 | 5분 |
| 절차 | <ul style="list-style-type: none"> 컨테이너 내부 센서노드 부착 컨테이너 내부에서 상자 안에도 센서노드 부착 후 데이터 전송 유무 확인 | |
| 비고 | - | |
| 테스트 시간 | 5시간 | |

부산대학교 과학기술연구동 1층 냉동 컨테이너, 종이박스에서 수행된 테스트는 내부에 설치된 센서가 외부로 데이터 전송하는 것이 가능함을 확인하였다.

⑤ 거리 별 통신



(ㄱ) CU 배치



(ㄴ) 테스트 장소



(ㄷ) 센서 배치



(ㄹ) 센서 배치

| | | |
|--------|---|----|
| 1 | | |
| 개요 | 개활지에서 센서와 허브의 최대 통신 가능 거리 테스트 | |
| 입력 | 통신방식 | 3G |
| | 센서 개수 | 5개 |
| | CU 개수 | 1개 |
| | 센싱 주기 | 5분 |
| 절차 | <ul style="list-style-type: none"> • 최초 센서와 허브를 200m 거리에 설치 • 10m 씩 이동하면서 데이터 수신 여부 측정 • 5개의 센서 평균을 도출 | |
| 비고 | <ul style="list-style-type: none"> • 스펙 상 개활지 기준 400m ~ 500m | |
| 테스트 시간 | 3시간 | |



그림 3-316. 테스트 진행 결과

부산대학교 과학기술연구동 ↔ 미술관 앞 도로에서 수행된 테스트는 가상 센서를 사용한 대규모 성능 테스트이다. 테스트 수행결과 개활지에서 약 250m까지 데이터 수신에 가능함을 확인하였다. 테스트에는 가상센서가 사용되었는데 가상센서는 실제 센서와 흡사한 형태의 데이터를 발생하는 프로그램이며 가상센서는 사용자의 입력을 통해 센서와 허브 모두 가상화 하며 허브 하나당 50개의 센서를 묶어서 데이터를 발생한다. 가상센서는 센싱 주기, 발생 데이터 범위, 센서 개수, 센서와 허브 연결 관계를 사용자의 입력에 따라 변화가 가능하다.

| 1 | | |
|--------|---|---|
| 개요 | 대량의 데이터를 처리할 때 메모리 사용량 측정 | |
| 입력 | 센싱 주기 | 1분 |
| | 센서 개수 | 2,000 / 4,000 / 6,000 / 8,000 / 10,000 / 20,000 개 |
| | 질의 개수 | 1개 |
| 절차 | <ul style="list-style-type: none"> 최초 측정 시 메모리 사용량 측정 30분 후 메모리 사용량 변화 측정 센서 개수에 변화를 주면서 반복 측정 | |
| 비고 | <ul style="list-style-type: none"> 질의 종류는 테스트용 질의로서 모든 입력 데이터가 결과 값으로 나올 수 있는 질의를 선택 (Selectivity = 100%) | |
| 테스트 시간 | 2시간 | |

| 2 | | |
|--------|--|---|
| 개요 | 대량의 데이터를 처리할 때 응답 시간 측정 | |
| 입력 | 센싱 주기 | 1분 |
| | 센서 개수 | 2,000 / 4,000 / 6,000 / 8,000 / 10,000 / 20,000 개 |
| | 질의 개수 | 1개 |
| 절차 | <ul style="list-style-type: none"> 테스트용 질의를 사용해 응답시간을 측정 센서 개수에 변화를 주면서 반복 측정 | |
| 비고 | <ul style="list-style-type: none"> 질의 종류는 테스트용 질의로서 모든 입력 데이터가 결과 값으로 나올 수 있는 질의를 선택 (Selectivity = 100%) 응답 시간은 질의가 걸린 시점부터 결과 값이 출력 되는 시점까지의 걸린 시간으로 함 | |
| 테스트 시간 | 2시간 | |

| 3 | | |
|--------|--|--|
| 개요 | 대량의 데이터를 처리할 때 초당 처리량 측정 | |
| 입력 | 센싱 주기 | 1분 |
| | 센서 개수 | 2,000 / 4,000 / 6,000 / 8,000 / 10,000 / 20,000개 |
| | 질의 개수 | 1개 |
| 절차 | <ul style="list-style-type: none"> 테스트용 데이터베이스에 전송 받아 처리 질의 처리된 데이터를 기록 데이터베이스 상에 10초간 기록 된 데이터 수를 확인한 후 10으로 나누어서 초당 처리량을 산출 센서 개수에 변화를 주면서 반복 측정 | |
| 비고 | <ul style="list-style-type: none"> 질의 종류는 테스트용 질의로서 모든 입력 데이터가 결과 값으로 나올 수 있는 질의를 선택 (Selectivity = 100%) 테스트용 데이터베이스는 오라클 11g 사용하며 입력 데이터를 시간 별로 기록하는 단순한 테이블을 사용 | |
| 테스트 시간 | 2시간 | |

| | | |
|--------|--|----------|
| 4 | | |
| 개요 | 대량의 데이터를 처리할 때 미들웨어의 안정성 측정 | |
| 입력 | 센싱 주기 | 1분 |
| | 센서 개수 | 20,000 개 |
| | 질의 개수 | 1개 |
| 절차 | <ul style="list-style-type: none"> 질의 종류는 테스트용 질의로서 모든 입력 데이터가 결과 값으로 나올 수 있는 질의를 선택 (Selectivity = 100%) | |
| 비교 | - | |
| 테스트 시간 | 1주일 이상 | |

■ 테스트 진행 결과

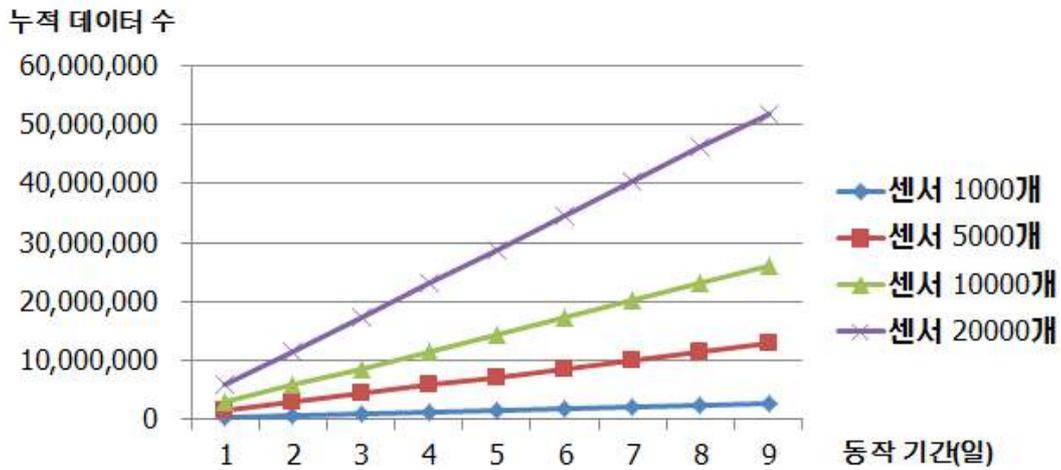


그림 3-317. 센서 개수 별 누적 데이터

센서 수량을 증가시키면서 데이터 수집을 하는 견고성 테스트에서 가장 센서 20,000개 까지 문제없이 동작하는 것을 확인하였다.

(3) 센서 미들웨어 고도화

(가) 스트림 데이터 처리를 위한 센서 미들웨어 아키텍처

센서 데이터 어댑터와 센서 스트림 데이터 처리기 기능 구현에 중점을 둔 센서 미들웨어를 구현 및 설계를 하였다. 센서 데이터 어댑터는 하드웨어에서 발생하는 다양한 정보를 전달 받아 미들웨어에서 요구하는 형태로 변환하여 데이터를 제공하는 역할을 한다. 수집하는 데이터는 온/습도, GPS 등이 있으며 대기 큐를 사용하여 데이터를 임시 저장하여 일괄 순차 처리하는 기능이 있다. 센서 스트림 데이터 처리기는 센서 기기에서 연속적으로 발생하는 스트림 데이터를 효율적으로 처리하기 위한 것으로 하단의 어댑터 레이어에서 전달 받은 데이터를 이벤트로 변환하는 역할을 한다. 아래 그림 3-318은 개발한 센서 미들웨어의 아키텍처를 보여준다. 계층은 크게 연결 레이어(Connection Layer), 처리 레이어(Processing Layer), 서비스 레이어(Service Layer)로 구성되어 있다.

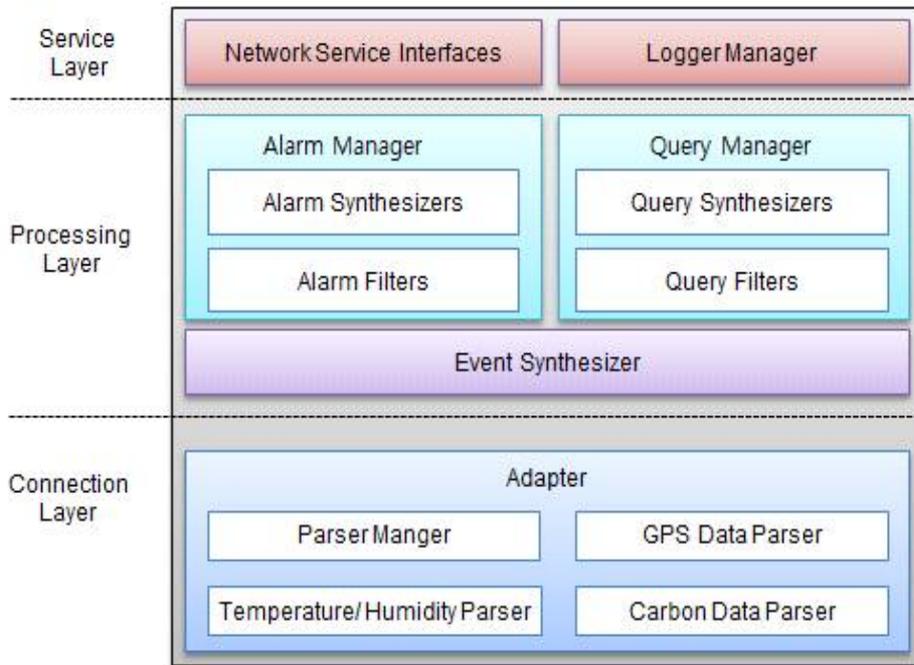


그림 3-318. 스트림 데이터 처리를 위한 센서 미들웨어 아키텍처

(나) BRM(Binding Relationship Model)을 고려한 DB schema 및 테이블 관계 변경

작년 센서 미들웨어 데이터베이스에서는 센서 스트림 데이터를 수집 및 저장하는 것에 초점을 둔 DB 설계를 하였다. 센서가 설치된 빌딩, 빌딩이 있는 사이트(지역), 운송이 일어날 때를 고려한 센서의 동적 바인딩 관계 등은 고려가 되지 않았다. 아래 그림 3-319에서 sensorData 테이블을 제외한 나머지 테이블들은 이번에 센서 미들웨어 고도화를 하면서 새

로 정의 되었거나, DB schema가 변경되었다. 추가 및 변경된 테이블 목록은 아래와 같다.

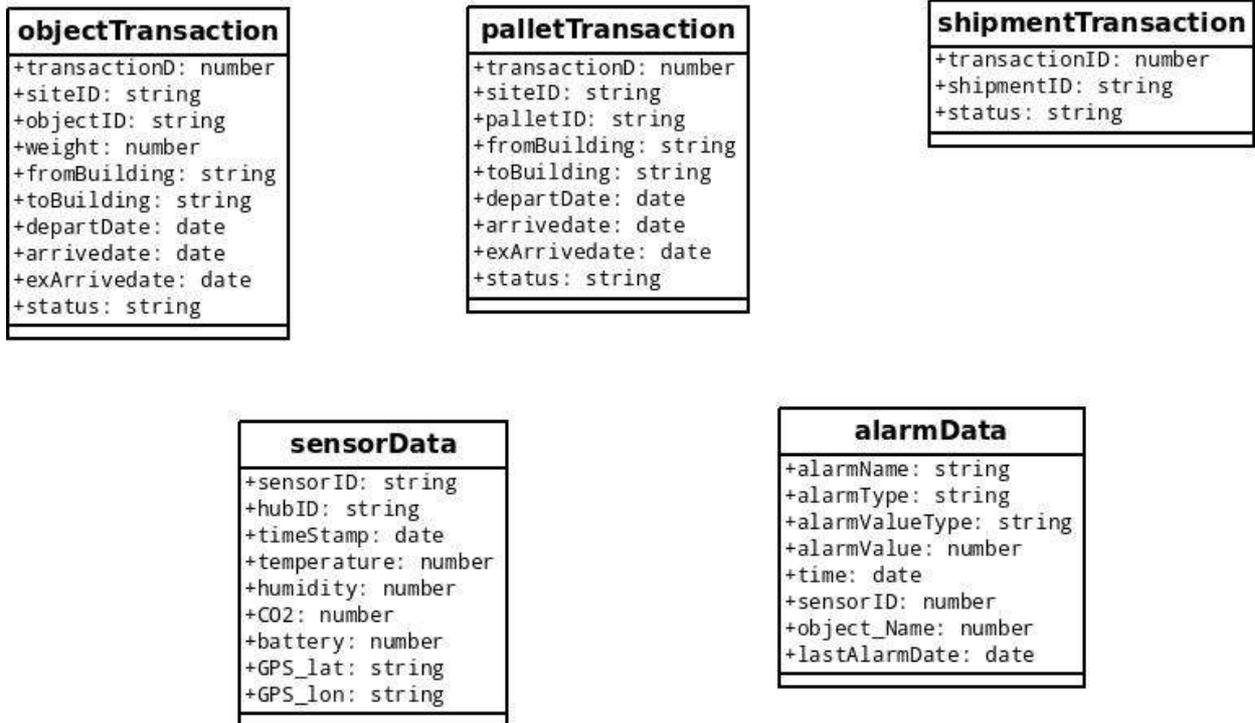


그림 3-319. 초기 DB schema

objectTransaction 테이블은 객체 단위로 운송 및 거래가 일어난 경우의 이력정보를 저장한다. palletTransaction 테이블은 객체가 아닌 팔레트 단위로 운송 및 거래가 일어난 경우의 이력정보를 저장한다. shipmentTransaction 테이블은 운송에 대한 상태를 저장하며 alarmData 테이블은 사용자가 농산물에 지정한 정상 수치를 벗어난 센서 데이터의 정보를 저장한다. 또한, 센서가 배치된 장소와의 관계를 고려하고 운송이 일어났을 때 이동하는 센서의 동적 바인딩 관계에 적합한 테이블 관계를 재정의 하였다. Site 테이블은 사용자가 관리하는 지역을 나타내며 Site 내부에는 다수의 building이 존재할 수 있다. 센서 기기들은 각각의 building에 바인딩 되어져서 관리가 된다. 아래 그림 3-320에서는 센서 미들웨어 고도화를 진행하면서 새롭게 재 정의된 DB 테이블 관계도를 보여준다.

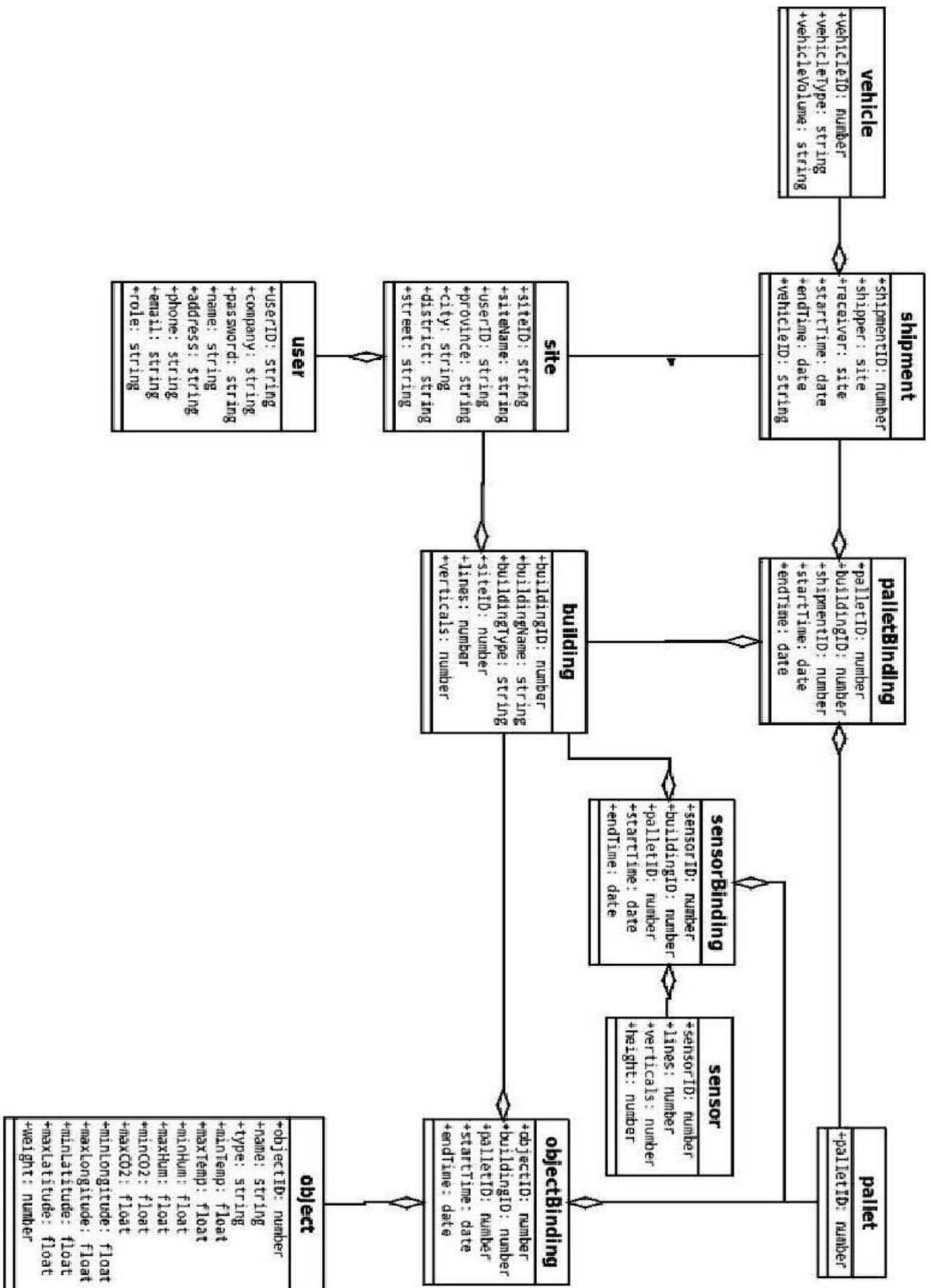


그림 3-320. 개선된 DB 테이블 관계도

(다) 부하 분산 방안 연구

수많은 센서 기기들로부터 발생하는 센서 스트림 데이터를 서버 시스템에서 수집하여 실시간으로 저장하는 것은 빈번한 파일 시스템 접근으로 인한 서버의 성능 저하 문제를 야기시킬 수 있다. 센서 스트림 데이터의 집중 하중(Concentrated-load) 문제를 해결하기 위해서 100bytes 가량의 센서 스트림 데이터들을 청크(chunks) 파일 단위로 저장을 하는 분산 센서 스트림 데이터 입력 시스템을 제안한다. 본 시스템은 다음과 같이 3가지의 요구사항이 존재한다. 일정 주기 동안 수집된 스트림 데이터들을 하나의 청크 파일로 변형을 시킨다. 손실되는 데이터를 방지하기 위하여 스트림 데이터를 저장 관리하고 스트림 데이터를 HDFS에 저장하기 위해 청크 파일을 전송한다. 분산 센서 스트림 데이터 입력 시스템의 아키텍처는 아래 그림 3-321과 같이 데이터 관리 컴포넌트, 저장 컴포넌트, 구성 제어 컴포넌트와 데이터 측정 컴포넌트로 구성된다. 데이터 측정 컴포넌트(Data Measurement Component)는 시간 간격 당 센서 데이터 생성 비율을 측정하고 전송될 데이터의 양을 정의한다. 저장 컴포넌트(Storage Component)는 데이터 측정 컴포넌트로부터 수집된 스트림 센서 데이터를 저장한다. 센서 스트림 데이터 수집과 전송이 원활하게 수행될 수 있도록 하기위해서 두 개의 임시 저장소로 구성하였으며, 만약 하나의 임시 저장소가 다른 컴포넌트로 데이터 전송의 작업을 수행 중이면, 또 다른 임시 저장소가 스트림 센서 데이터를 수집하고 시스템을 제어한다. 구성 제어 컴포넌트(Configuration Control Component)는 사용자의 입력을 받아 설정 값들을 지정하는 컴포넌트로 사용자는 데이터 수집 대기 시간의 maximum 값을 지정해 줄 수 있다.

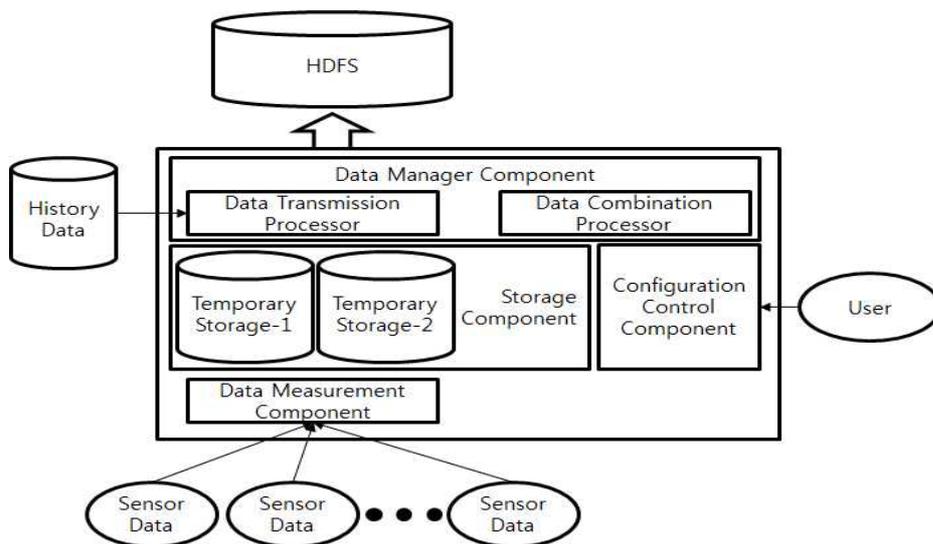


그림 3-321. 분산 센서 스트림 입력 시스템 아키텍처

데이터 관리 컴포넌트(Data Control Component)는 데이터 전송 처리기(Data Transmission Processor)와 데이터 결합 처리기(Data Combination Processor)로 구성되어 있다. 데이터 측정 컴포넌트에서 사용자 설정한 데이터 수집 대기 시간 동안 수집된 센서 스트림 데이터를 데이터 결합 처리기를 이용하여 청크 단위로 데이터를 결합한 다음 데이터 전송 처리기를 이용하여 결합된 센서 스트림 데이터를 HDFS로 전송한다. 이때 시스템은 미리 정의된 청크 사이즈 혹은 사용자가 지정한 데이터 수집 대기 시간이 지난 후의 데이터 사이즈를 고려하여 실시간적으로 수집된 센서 스트림 데이터의 크기를 알 수 있다. 아래 그림 3-322은 센서 스트림 데이터가 HDFS에 저장된 것을 보여준다.

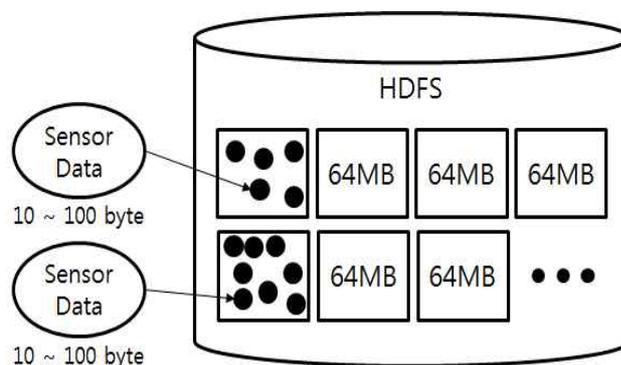


그림 3-322. HDFS에 저장된 센서 스트림 데이터

만약 막대한 양의 스트림 데이터가 일정 시간 간격 동안 생성된다면, 스트림 데이터를 64MB 혹은 그 이상의 청크 단위로 결합하여 일괄 저장한다. 이는 스트림 데이터 하나하나를 계속적으로 저장하는 방식보다 파일 시스템으로의 접근 횟수를 줄일 수 있어 빈번한 파일 시스템 접근으로 인한 성능 문제를 해결할 수 있다. 이와 반대로 일정 시간 간격 동안 생성된 센서 데이터의 크기가 작은 경우에는 실시간 데이터 처리를 위해서 사용자는 우선적으로 데이터를 수집할 데이터 수집 대기 시간을 설정한다. 설정한 데이터 수집 대기 시간이 지난 직후에 시스템은 수집된 데이터를 결합하여 HDFS로 전송을 한다.

센서 스트림 데이터 처리의 7가지 단계로 구성되어 있으며 아래 그림 3-323은 센서 스트림 데이터 처리에 대한 플로우차트(flowchart)를 나타낸다.

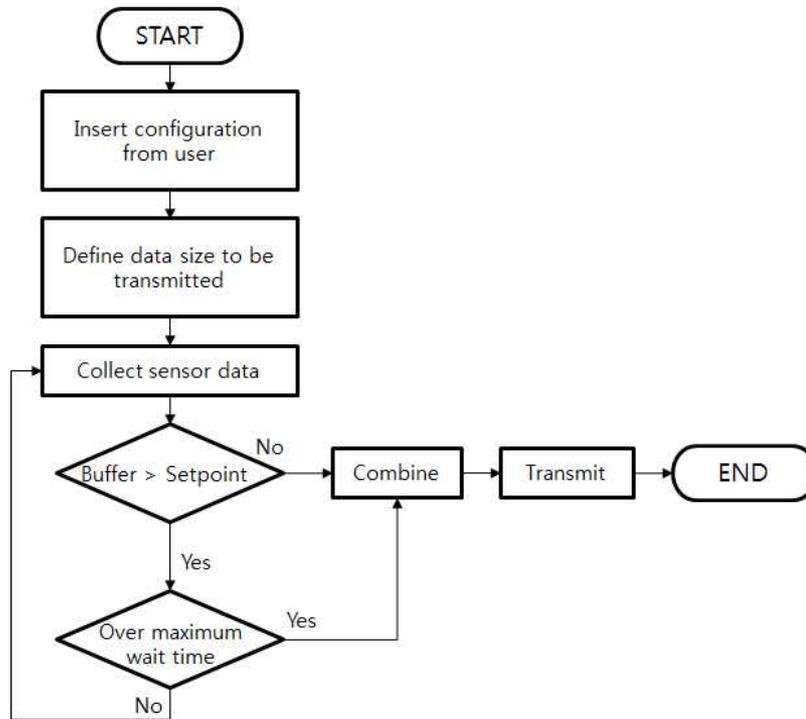


그림 3-323. 센서 스트림 데이터 처리 과정에 대한 플로우차트

구성 제어 컴포넌트를 이용해서 데이터 수집 대기시간과 HDFS의 주소와 같은 Configuration 정보를 사용자가 입력한다. 시스템은 데이터 측정 컴포넌트를 통하여 일정 시간 간격 동안 센서 데이터의 생성 비율을 우선적으로 측정하고 전송할 데이터의 크기를 정의한다. 센서 기기들로부터 발생한 센서 스트림 데이터는 저장 컴포넌트에 있는 임시 저장소로 전송된다. 데이터 측정 컴포넌트는 데이터 수집 대기 시간과 센서 스트림의 크기를 비교한다. 만약 크기가 동일하다면 곧바로 결합 단계로 옮겨간다. 만약 그렇지 않다면 데이터 수집 대기 시간의 한도가 될 때까지 계속 비교연산을 수행한다. 데이터 수집 대기 시간이 초과 하였다면 결합 단계로 옮겨가고, 그렇지 않다면 3번째 센서 스트림 수집 단계로 가서 반복 수행한다. HDFS로 데이터를 전송하기 전에 데이터 관리 컴포넌트에 있는 데이터 결합 처리기를 통해서 4 또는 5번째 단계에서 온 데이터들을 결합하고 데이터 관리 컴포넌트에 있는 데이터 전송 처리기를 통해서 결합된 데이터를 전송한다.

(라) 질의 색인 기술 알고리즘 개선

① 센서 스트림 데이터를 처리하기 위한 질의 기술 요구사항

실시간 센서 스트림 데이터가 증가하고 데이터가 발생하는 환경 또한 다양해지면서 이러한 스트림 데이터를 효율적으로 분석 및 처리하는 질의 색인 알고리즘이 제시되어야 한다. 센서 스트림을 처리하는 연속질의를 표현하기 위해서 먼저, 센서 데이터가 발생하는 환경을

정의하고 대상 환경에서 요구사항을 도출해 내야 한다. 1개의 사이트(Site)내에는 3개의 빌딩(building) B1, B2, B3 들이 존재한다. B1은 사과와 오렌지를 저장하고, B2는 오렌지와 감자를 저장한다. 그리고 B3는 감자와 사과를 저장한다. B1에서는 건물 내부의 온/습도 등을 측정하기 위해서 센서 노드 s1, s2, s3, s4를 사용하며, B2에서는 s5, s6, s7, s8을 B3에서는 s10, s11, s12를 사용한다. 아래 그림 3-324에서는 테스트를 위한 환경 설정을 도식화하여 보여준다.

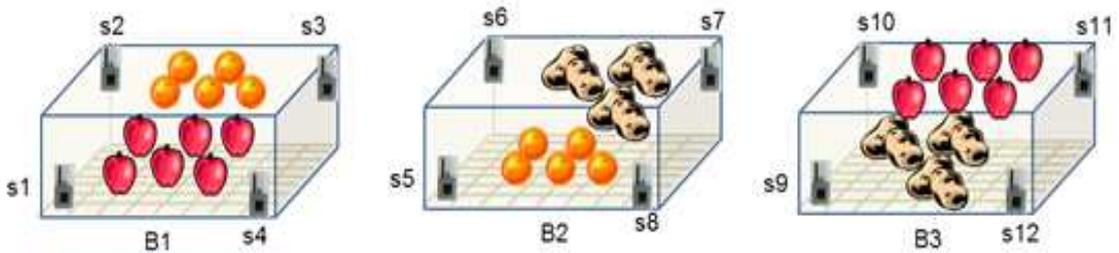


그림 3-324. 센서노드가 배치된 대상 환경

위 그림 3-324을 실제 환경이라고 가정을 한다면 농작물을 관리하는 관리자 입장에서 아래와 같은 요구사항들을 도출해 낼 수 있다. 각 빌딩 내부의 온/습도의 평균, 최대값 등의 통계 정보를 실시간으로 모니터링하고, 실시간 통계 정보를 바탕으로 트렌드 예측하며 농작물에 미리 지정해놓은 최대 온도, 습도를 초과하는 경우 관리자에게 즉각 보고한다. 온/습도 데이터를 수집하는 센서 기기의 고장 및 불량에 대한 실시간 확인 및 보고하며 각 빌딩에서의 최대 온도 값과 저장된 농작물의 신선도를 일정 시간 마다 주기적으로 보고한다.

② 연속질의[25] 정의 및 스트림 데이터 처리 과정

아래에서는 위 그림 3-324을 대상 환경으로 대량의 센서 스트림 데이터를 처리하는 연속질의에 대한 정의를 나타낸다. 조건 절에서의 필터링 조건에 따라 2가지 유형의 연속질의로 표현하였다. Query Type 1 정의 및 CQL(Continuous Query Language)표현했을 때

CQ1: 빌딩 B1에 배치된 센서 기기에서 발생하는 센서 스트림 데이터 중 평균 온도와 습도의 최대값을 보고하라.

CQ2: 빌딩 B3에 배치된 센서 기기에서 발생하는 센서 스트림 데이터 중 평균 습도를 보고하라.

```
Create CQ1
Select AVG(temperature), Max(humidity)
From Stream
Where binding.building_name='B1'
```

```
Create CQ2
Select AVG(humidity)
From Stream
Where binding.building_name='B3'
```

Query Type 2 정의 및 CQL 표현했을 때 CQ3는 농산물 정보와 센서 기기로부터 주기적으로 수집되는 평균 온도와 같은 통계정보를 이용하여 관리되고 있는 농산물중에서 정상적으로 유지해야 하는 임계 온도를 초과하거나 미만인 경우에 해당하는 사과가 있는 빌딩을 보고하라.

```
Create CQ3
Select building_name
From product, static_information(average temperature)
Where product.name='apple'
AND (static.avgT > product.maxT
OR static.avgT < product.minT)
```

위와 같은 연속질의를 처리하기 위해서는 데이터 변환(Data transformation), 질의 변환(Query transformation), 변환된 데이터와 질의의 결합(Combination of data transformation and query transformation) 3가지 단계의 처리 과정이 필요하다. 데이터 변환 단계에서는 수집되는 센서 스트림 데이터를 질의 조건과 비교하기 위해서 raw 스트림 데이터를 질의 조건에 맞게 가공하는 단계이며, 질의 변환 단계에서는 스트림 데이터와의 비교 연산을 할 수 있도록 조건 절을 이용하여 스트림 데이터 형식으로 변환한다. 마지막으로 변환된 데이터와 질의를 결합하여 질의 조건을 만족하는 데이터 스트림을 결과 값으로 내보내게 된다. 아래 그림 3-325와 같이 데이터 변환 단계에서는 질의 조건과 비교하기 위해서 raw 스트림 데이터를 변환한다.

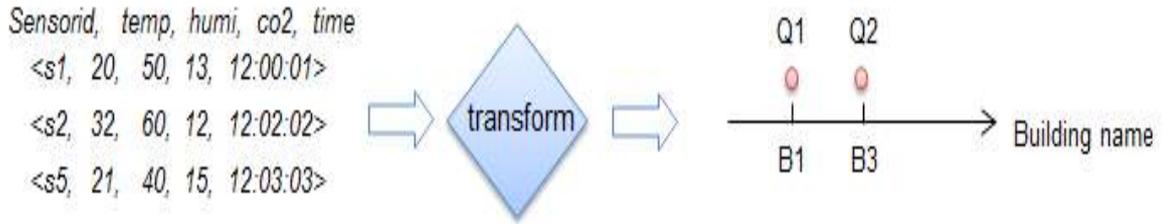


그림 3-325. 데이터 변환 단계

아래 그림 3-326과 같이 질의 변환 단계에서는 데이터와 비교 연산 수행을 위해서 조건절을 이용하여 질의를 변환한다.

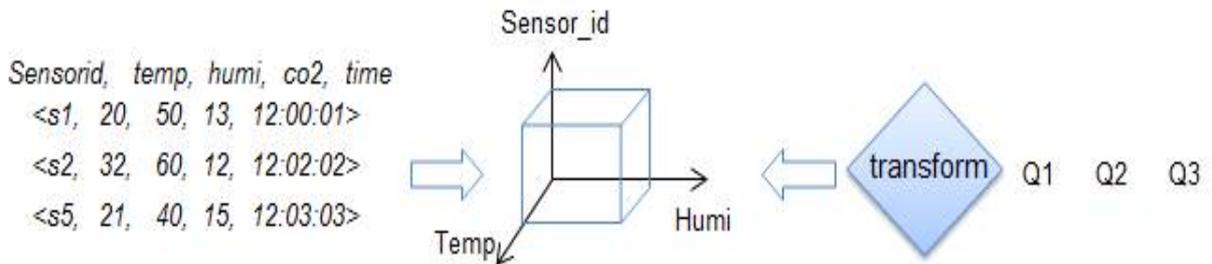


그림 3-326. 질의 변환 단계

아래 그림 3-327과 같이 변환된 데이터와 질의의 결합 단계에서는 질의와 데이터 스트림 matching 연산을 수행 후 최종 결과 값을 내보내게 된다.

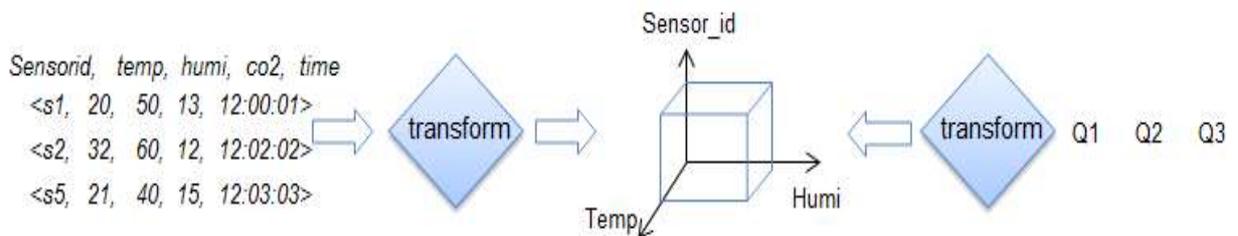


그림 3-327. 변환된 데이터와 질의의 결합 단계

연속질의 유형 1에 포함되어있는 CQ1, CQ2은 유형 2에 포함되어있는 CQ3에 대한 데이터 변환과 질의 변환을 함께 수행한다. 먼저 아래 그림 3-328은 CQ1, CQ2에 대한 질의 변환을 수행한 화면이다.

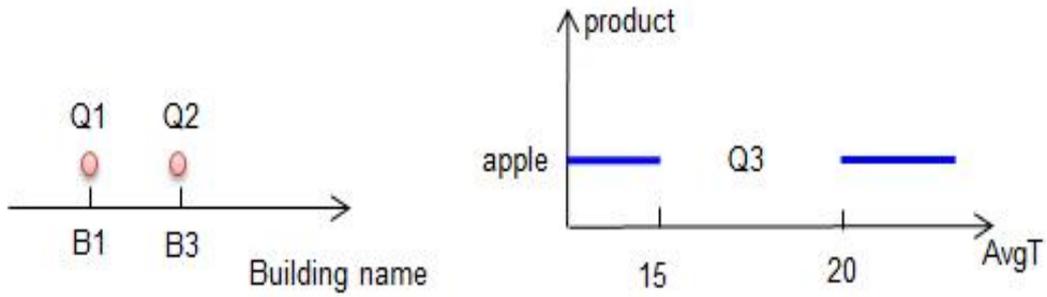


그림 3-328. CQ1, CQ2에 대한 질의 변환

질의 변환과 마찬가지로 raw 센서 스트림 데이터에 대해서도 데이터 변환 작업이 수정되고 그 결과는 아래 그림 3-329에서 보여준다.

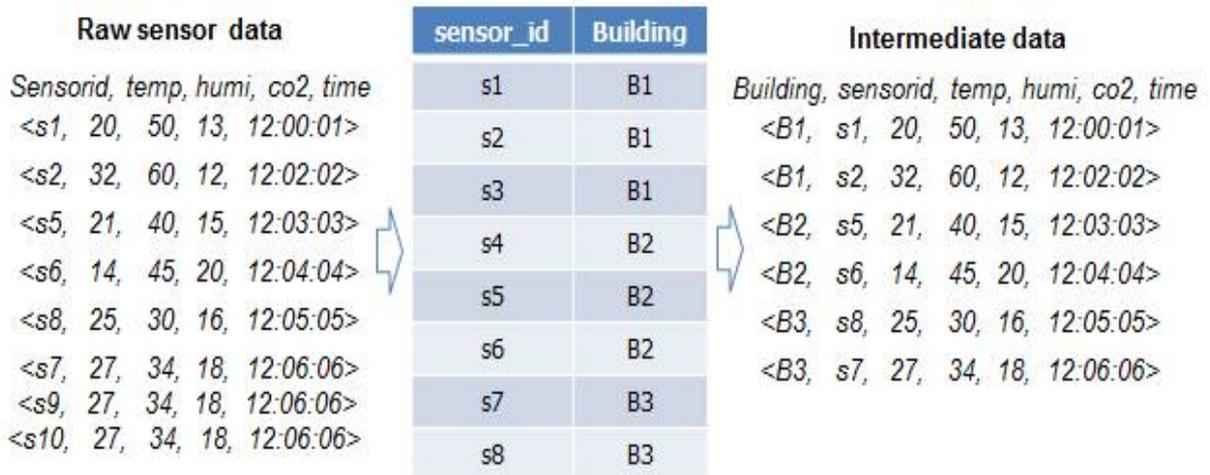


그림 3-329. raw 센서 스트림 데이터에 대한 데이터 변환

아래 그림 3-330과 같이 센서 스트림 데이터에 대한 전체적인 처리과정을 살펴보면, 먼저 raw 센서 스트림 데이터가 수집되고 데이터 변환하는 연산을 우선적으로 수행한 다음 각각의 빌딩들에 대한 평균 온도, 평균 습도, 최대 온도 값 등의 통계 정보를 계산한다. 그리고 마지막으로 변환된 데이터와 연속질의를 matching하여서 데이터를 얻어낼 수 있다.

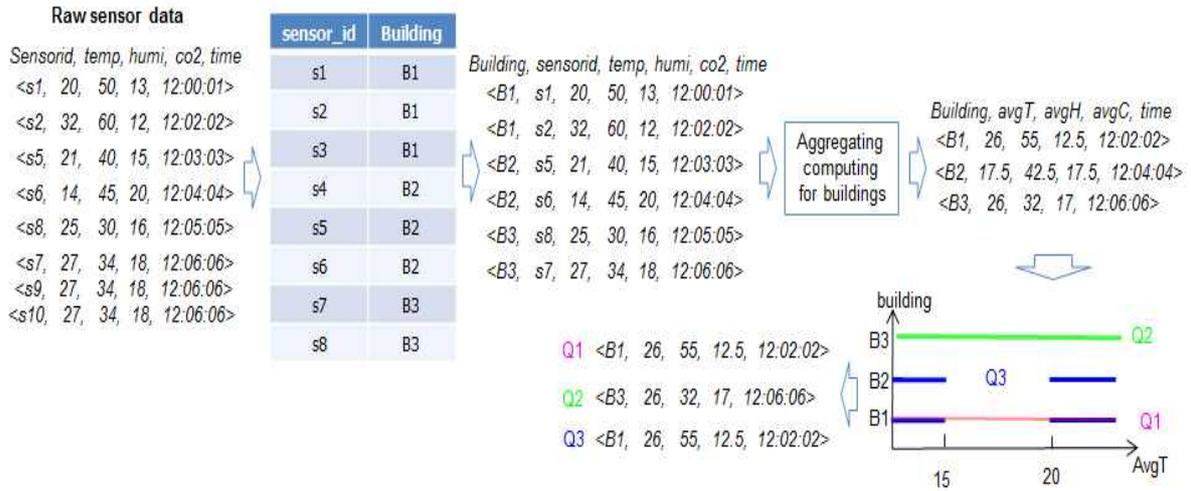


그림 3-330. 연속질의 수행하는 전체 과정

③ 확장성을 고려한 개선된 연속질의에 대한 색인 기술

센서 스트림 데이터의 증가와 사용자의 연속질의의 개수가 증가함에 따라 색인 기술을 이용하여 불필요한 스트림 데이터를 필터링하는 연산과 질의를 검색하는 연산을 효율적으로 수행할 수 있어야 한다. 대량의 스트림 데이터에서 유효한 데이터를 확보하기 위해서 센서 스트림 데이터에 대한 인덱스 구축이 필요하며, 사용자가 등록한 다수의 질의들을 대상으로 유효한 질의를 검색하는 경우에는 연속질의 색인 기술이 요구된다. 위에서 정의한 2개의 타입의 연속질의를 보다 효율적으로 처리하기 위해서 1차적으로 센서 스트림 데이터에 대한 색인을 구축하고 2차적으로 연속질의에 대해서도 색인을 구축하는 적용 과정이 필요하다.

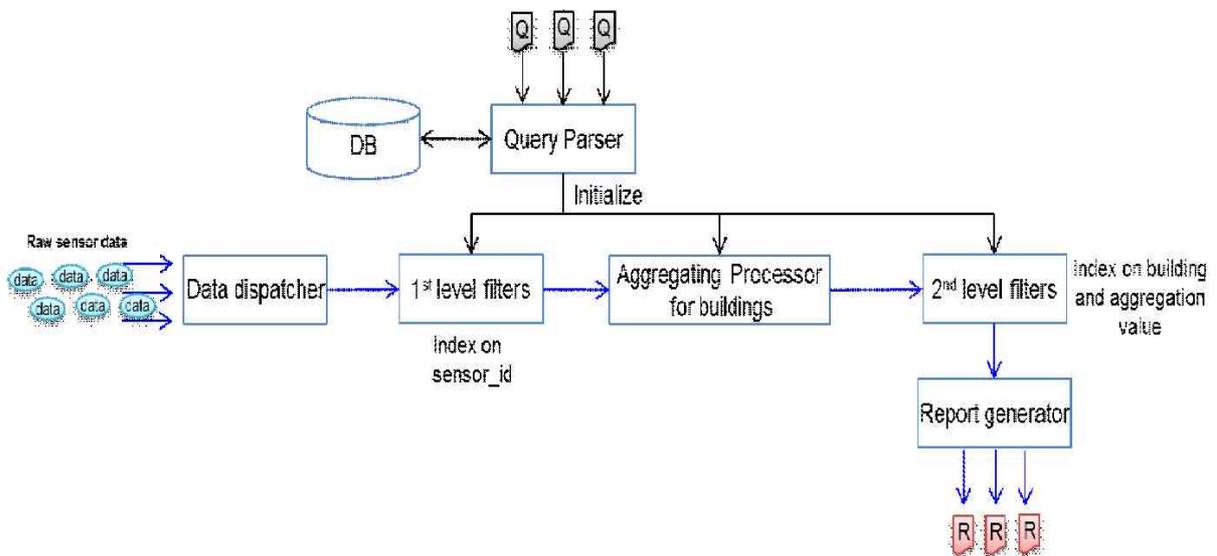


그림 3-331. 연속질의 색인 기술을 적용한 센서 데이터 스트림 처리 과정

그림 3-331에서 Data dispatcher 연산을 통해서 1차 가공된 raw 센서 스트림 데이터는 특정 컬럼(sensor_id)에 대해서 1 단계 AVL Tree 색인 기술을 적용한다. Query Parser를 통해서 사용자가 등록한 연속질의들은 조건 절에 들어가는 통계 정보를 기반으로 2 단계 4 차원 R-Tree 연속질의 색인을 구축한다. 연속질의 색인 기술을 이용하여 Aggregating Processor for buildings 연산 수행 후 전달되는 센서 데이터와 일치하는 연속질의를 보다 효율적으로 찾아낼 수 있다. 아래 그림 3-332은 색인이 적용된 데이터 처리 과정을 보여준다.

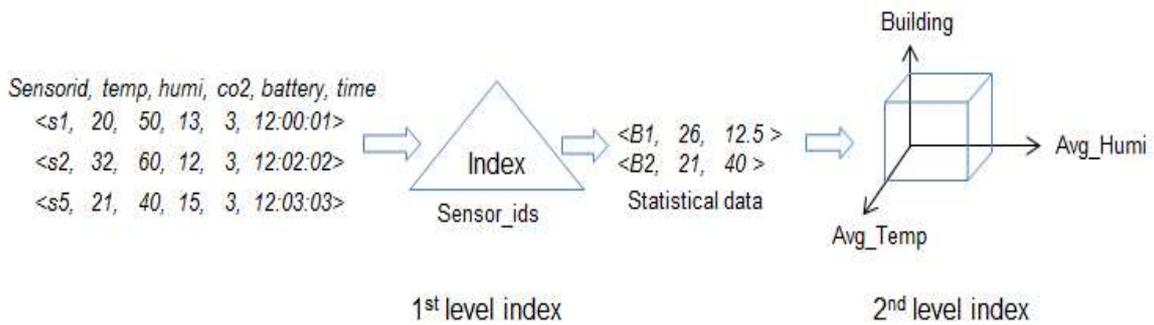


그림 3-332. 1,2 단계 색인 적용 및 센서 스트림 데이터 처리 예시

아래 그림 3-333에서는 앞에서 정의한 유형 1 질의인 CQ1, CQ2를 효율적으로 처리하기 위해서 색인을 구축하였다.

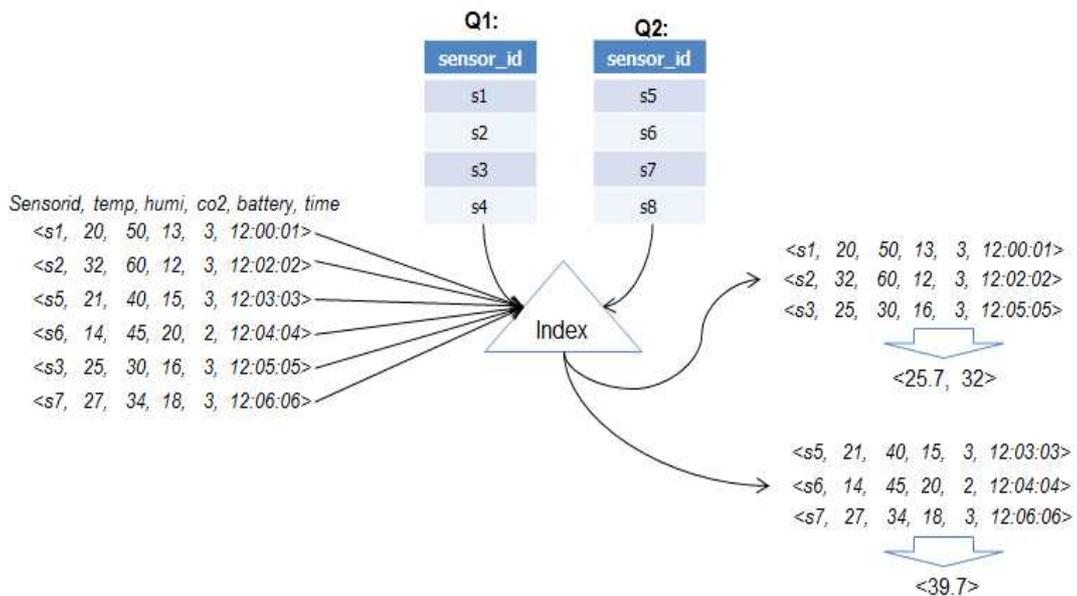


그림 3-333. 인덱스 구조가 적용된 유형 1의 CQ1, CQ2 처리과정

인덱스 구조를 실행하는 TSAQ Update 알고리즘은 다음과 같다.

Algorithm .TSAQ Update

Input : a product movement pm =(p, A, Slist , type) denotes that product p moves from storage A to a storage list Slist.

Procedure Update(pm)

1. TSAQ $TSAQ_{(p,A)} = \text{FindTSAQ}(p, A)$://obtain TSAQ which monitor product p in storage A
2. If (Slist.size >1)
3. If(type == entire)
4. List<TSAQ> $TSAQList = \text{copy}(TSAQ_{(p,A)}, \text{Slist.size})$;
5. Else
6. List<TSAQ> $TSAQList = \text{copy}(TSAQ_{(p,A)}, \text{Slist.size}+1)$
7. EndIf
8. EndIf
9. For i = 0 to Slist.size do
10. $TSAQList.get(i) = TSAQList.get(i) \oplus \text{Slist.get(i).<currentTime, now>}$;
11. Queue q = getQueue(Slist.get(i));
12. If(q==null)
13. q = new Queue(Slist.get(i));
14. EndIf
15. addShare($TSAQList.get(i), q, \text{currentTime}, \text{now}$);
16. EndFor

그림 3-334. TSAQ update 알고리즘

④ 모니터링/알람 경보를 위한 조건검사 기술

데이터 수집은 온·습도, Co2, GPS 정보를 10분의 주기로 수집하였다. 데이터 수집 기간 2013.08 ~ 2014.07 12개월간 수집하였다. 센서가 올바르게 동작하지 않거나 농산물 보관 혹은 배송간 온·습도와 이산화탄소 수치가 적정 기준을 벗어나게 되면 농산물의 품질을 떨어뜨리는 문제를 야기 시킬 수 있다. 농산물의 품질을 유지하기 위해서는 보관 혹은 배송간의 환경관리가 필수적이다. 환경관리를 위해서는 현재정보를 기반으로 모니터링과 오류에 대한 알람을 위해서는 데이터의 조건검사가 필요하다. 조건검사를 통해서 센서와 통신이 불가하거나 이상 값을 감지하는 경우와 환경 요인들이 농산물의 품질 유지를 위한 적정 기준을 벗어나는 경우를 판단할 수 있다.

표 3-81. 알람 조건 검사 종류 및 목적

| 검사종류 | 종류 | 목적 |
|----------------|------------|-----------------------|
| 센서 상태 감지 | 통신 불가 경고 | 유휴 센서 감지(꺼짐, 고장) |
| | 이상 값 경고 | 특이한 값의 감지 |
| 이동 제품 실시간 모니터링 | 조건부 경고 | 사용자가 정의한 값을 벗어난 값의 감지 |
| | 집계 연속 조건검사 | 제품과 건물의 상태를 지속적으로 감시 |

통신 불가 경고는 센서의 최근 데이터 수집이 일정 시간(기본값 - 10분)동안 이루어지지 않을 경우 통신이 불가능한 상태로 판단하고 센서ID와 위치, 시간에 대한 정보를 제공한다.

```

Input: {t, sID} - t is LastReportTime; sID is sensor ID;
Output: {b} - b is Boolean value representing the communication error status;
procedure DetectionErrorSensor (t, sID)
1: b ← false;
2: if (time() - t) < 10 then
3:   b ← false;
4: else
5:   b ← true; // Alert
6: end if
7: return b;

```

그림 3-335. 센서 통신 불가 상태 감지 알고리즘

No Communication Sensor List

| SensorID | Site Name | Building Name | Pallet | Vehicle | LastReportTime |
|----------|-----------|---------------|------------|---------|--------------------|
| 020001AE | - | - | - | - | 10/10/2013 15:9:0 |
| 020009A0 | - | - | - | - | 10/10/2013 14:44:0 |
| 020001DB | - | - | - | - | 10/10/2013 14:44:0 |
| 020001DD | - | - | - | - | 10/10/2013 14:44:0 |
| 020000DB | Seochang | Bangaro | - | null | 10/10/2013 13:59:0 |
| 0200010A | Seochang | Restroom | 2013091601 | null | 10/10/2013 13:58:0 |
| 020000FD | - | - | - | - | 10/10/2013 13:58:0 |
| 02000105 | Seochang | Container | - | null | 10/10/2013 13:58:0 |

그림 3-336. 통신불가 경고 기록

이상 값 경고는 센서로부터 수집된 데이터가 정상범위가 아니거나 특이한 값을 가지는 경우 센서의 오류로 판단하고 센서ID와 이상 감지 값에 대한 정보를 제공한다.

Input: {t, v, sID} - t is Type; v is Value; sID is sensor ID;
Output: {b} - b is Boolean value representing the Abonormal Value;
procedure DetectionAbnormalValue (t, v, sID)
1: **b** ← false;
2: **if** t == temperature **then**
3: **if** (v > 10) && (v<90) **then**
4: **b** ← false;
5: **else**
6: **b** ← true; // Alert
7: **else if** t ==humidity **then**
8: **if** (v > 20) && (v<80) **then**
9: **b** ← false;
10: **else**
11: **b** ← true; // Alert
12: **end if**
13: **return** b;

그림 3-337. 이상 값 수집 감지 알고리즘

Abnormal Value List

| SensorID | Type | Value | Time | Location |
|----------|-------------|-----------|-------------------|----------|
| 020000CB | temperature | 128.86732 | 10/14/2013 5:8:0 | Locating |
| 020000CB | temperature | 128.86732 | 10/14/2013 4:47:0 | Locating |
| 020000CB | humidity | 118.99809 | 10/14/2013 4:47:0 | Locating |
| 020000CB | humidity | 118.99809 | 10/14/2013 4:41:0 | Locating |
| 020000CB | temperature | 128.86732 | 10/14/2013 4:41:0 | Locating |
| 020000CB | temperature | 128.86732 | 10/14/2013 4:39:0 | Locating |
| 020000CB | temperature | 128.86732 | 10/14/2013 4:37:0 | Locating |

그림 3-338. 이상 값 경고 기록



그림 3-339. 이상 값 처리 예시

조건부 경고는 특정 제품 혹은 위치에 대한 센서로부터 지정한 범위를 벗어나는 데이터가 수집될 경우 물품을 보관하기에 적절하지 않은 것으로 판단하고 특정 제품 혹은 위치에

대한 정보, 보관 환경(온·습도, 이산화탄소)에 대한 정보를 제공한다.

Input: {t, v, sID} - t is Type; v is Value; sID is sensor ID;
Output: {b} - b is Boolean value representing the Product Condition
procedure ProductConditionCheck (t, v, sID)
1: **b** ← false;
2: **if** t == temperature **then**
3: **if** (v > MinTemp) && (v < MaxTemp) **then**
4: **b** ← false;
5: **else**
6: **b** ← true; // Alert
7: **else if** t == humidity **then**
8: **if** (v > MinHumidity) && (v < MaxHumidity) **then**
9: **b** ← false;
10: **else**
11: **b** ← true; // Alert
12: **else if** t == co2 **then**
13: **if** (v > MinCo2) && (v < MaxCo2) **then**
14: **b** ← false;
15: **else**
16: **b** ← true; // Alert
17: **end if**
18: **return** b;

그림 3-340. 제품 상태 확인 알고리즘

Product Condition List

Product Condition Set

| Product Type | Min Temp | Max Temp | Min Humidity | Max Humidity | Min CO2 | Max CO2 | Edit | Delete |
|--------------|----------|----------|--------------|--------------|---------|---------|------|--------|
| orange | 10 | 80 | 20 | 500 | 200 | 2000 | Edit | Delete |
| tomato | null | 15 | null | null | null | null | Edit | Delete |
| apple | 10 | 90 | 10 | 90 | 200 | 2000 | Edit | Delete |

그림 3-341. 조건부 경고 설정

집계 연속 조건검사는 사용자가 제품에 대한 질의를 등록함으로써 제품이 이동하는 모든 상태를 확인 할 수 있는 알고리즘을 제공한다.

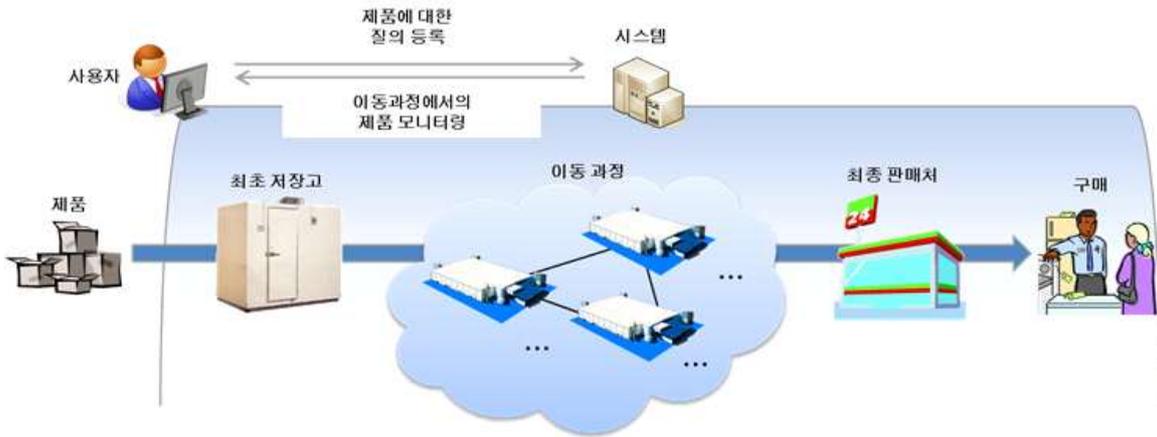


그림 3-342. 질의 등록에 따른 유통 환경

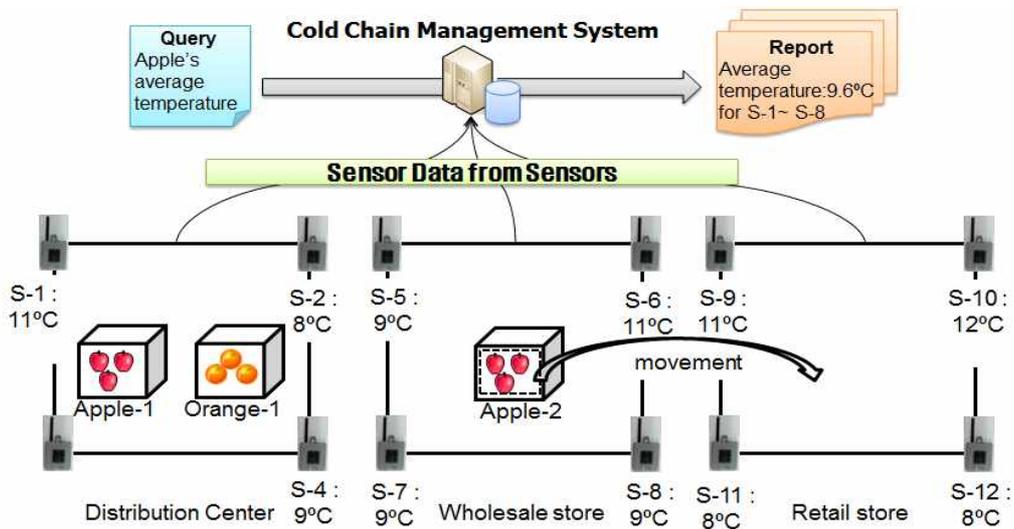


그림 3-343. 데이터가 질의에 해당하는지 검사하는 과정

물품이 이동시 일부가 이동 할 때 물품 위치와 센서 위치로 나누어 질의를 관리하여 움직이게되는 일부의 물품에 대한 정보를 제공한다. 물품 이동시 연속적인 질의를 하기 위한 SBCQ Update 알고리즘은 다음과 같다.

Algorithm1. SBCQ update

Input : a product movement pm =(p, A, B, type) denotes that product p moves from storage A to storage B.

Procedure Update(pm)

```
1. SBCQ  $SBCQ_{(p,A)}$  = getSBCQ(p, A); //obtain SBCQ which monitor product p in storage A
2. SBCQ  $SBCQ_{(p,B)}$  = getSBCQ(p, B); //obtain SBCQ which monitor product p in storage B
3. Queue  $queue_B$  = getDataQueue(B); //queueB is data queue for storage B
4. If( $queue_B$  == null)
5. | QueueB = generateQueue(B); //generate new data queue for storage B
6. End If
7. If( $SBCQ_{(p,B)}$  == null)
8. | Case: type = total // in case of total movement
9. | |  $SBCQ_{(p,B)} \leftarrow SBCQ_{(p,A)}$ ;  $SBCQ_{(p,B)}$ .setStorage(B); delete( $SBCQ_{(p,A)}$ );
10. | | Queue  $queue_A$  = getDataQueue(A);
11. | | If( $queue_A$  is not in use) deleteQueue( $queue_A$ ); EndIf
12. | Case : type = partial // in case of partial movement
13. | |  $SBCQ_{(p,B)} \leftarrow SBCQ_{(p,A)}$ ; SBCQ  $SBCQ_{(p,B)}$ .setStorage(B);
14. Else
15. | Case: type = total
16. | | delete( $SBCQ_{(p,A)}$ );
17. | | If( $queue_A$  is not in use) deleteQueue(A); End If
18. End If
```

그림 3-344. SBCQ update 알고리즘

⑤ 스트림 데이터 처리를 위한 센서 미들웨어 가시화 구현 및 검증[26]

센서 스트림 데이터 처리를 위한 연속질의 제어 화면 인터페이스는 센서 스트림 데이터를 대상으로 질의를 처리하기 위한 인터페이스를 정의하여서 사용자가 질의를 정의하고 조건 절에 들어갈 값들을 입력할 수 있도록 하였다. 값을 지정하여 질의를 등록하면 프로그램 내부적으로 XML 형식으로 변환되어서 저장되게 된다. 아래 그림들은 질의를 제어하는 화면 인터페이스를 보여준다.

| Statistics | Aggregation Query | Alert | | | | | | | | | | |
|---|-------------------|-----------|------|---------------|-----------|--|--|----|------|-------|------|---------------|
| <p>● Query Name: Q1</p> <p>● Select: AVG Temperature</p> <p>● From:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Site ID: ASN</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Building Name: LIT</p> <p><input type="checkbox"/> Product: ::SELECT::</p> <p>● Where:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Time Duration:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Hour: 1</p> <p><input type="checkbox"/> Minute:</p> <p><input type="checkbox"/> Second:</p> <p><input type="checkbox"/> Sensing Value:</p> <p>Attribute: ::SELECT:: Op: ::SELECT:: Value:</p> <p>AND/OR: ::SELECT:: + -</p> <p>● Report time interval:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Hour: 1</p> <p><input type="checkbox"/> Minute:</p> <p><input type="checkbox"/> Second:</p> <p style="text-align: center;">Define</p> | | | | | | | | | | | | |
| <p>Defined Queries:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Name</th> <th>Status</th> <th colspan="3">Operation</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Q1</td> <td>Stop</td> <td>Start</td> <td>Stop</td> <td>Delete Report</td> </tr> </tbody> </table> | | | Name | Status | Operation | | | Q1 | Stop | Start | Stop | Delete Report |
| Name | Status | Operation | | | | | | | | | | |
| Q1 | Stop | Start | Stop | Delete Report | | | | | | | | |

그림 3-345. 연속질의 CQ1 제어를 위한 화면 인터페이스

| Statistics | Aggregation Query | Alert | | | | | | | | | | |
|---|-------------------|-----------|------|---------------|-----------|--|--|----|------|-------|------|---------------|
| <p>● Query Name: Q2</p> <p>● Select: All</p> <p>● From:</p> <p><input type="checkbox"/> Site ID: ::SELECT::</p> <p><input type="checkbox"/> Building Name: ::SELECT::</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Product: orange</p> <p>● Where:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Sensing Value:</p> <p>Attribute: Temp Op: > Value: 25</p> <p>AND/OR: OR + -</p> <p>Attribute: Humidity Op: < Value: 40</p> <p>AND/OR: ::SELECT:: + -</p> <p style="text-align: center;">Define</p> | | | | | | | | | | | | |
| <p>Defined Queries:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Name</th> <th>Status</th> <th colspan="3">Operation</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Q2</td> <td>Stop</td> <td>Start</td> <td>Stop</td> <td>Delete Report</td> </tr> </tbody> </table> | | | Name | Status | Operation | | | Q2 | Stop | Start | Stop | Delete Report |
| Name | Status | Operation | | | | | | | | | | |
| Q2 | Stop | Start | Stop | Delete Report | | | | | | | | |

그림 3-346. 연속질의 CQ2 제어를 위한 화면 인터페이스

(마) 중복 센서 스트림 데이터 제거 기술

센서 기기가 배치된 장소에서 데이터 수집 장비(Hub)를 설치하여 센서 스트림 데이터를 수집한다. 다수의 데이터 수집 장비가 동일한 장소에서 근접하게 배치되어 있는 경우 각각의 장비의 데이터 수집 영역은 실제로 균등하게 분할되지 않고, 각각 라운드 형태의 영역을 그린다. 아래 그림 3-347에서 HUB01과 HUB02가 아래와 같이 근접해서 배치될 경우 중복

된 영역이 존재하게 되며, 이 영역에 위치한 센서 기기 SENS_2에서 발생한 센서 스트림 데이터는 근접한 HUB01과 HUB02 장비들에게 모두 전송되는 문제가 발생한다.

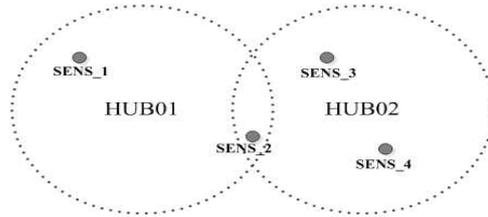


그림 3-347. 중복 센서 데이터 발생원인

대량의 센서 스트림 데이터가 발생하는 환경에서 이러한 불필요한 중복 센서 스트림 데이터는 연속질의 검색 연산 수행 중 성능을 저하시키는 문제를 야기하므로 전 처리 단계에서 필터링 해주는 작업이 필요하다. 센서 스트림 데이터에는 센서 기기 고유의 ID, 센서 데이터를 수집한 장비의 고유 ID와 시간 정보를 포함한다. 센서 데이터가 수집이 된 시점에 다른 장비에서 동일한 센서 기기의 ID를 가지는 센서 데이터가 측정되었다면 데이터 수집 주기와 센서 데이터 시간 정보를 비교하여 중복 데이터를 추출하여 제거할 수 있다. 아래 그림 3-348에서는 중복 데이터를 제거해주는 알고리즘을 보여준다. 입력 값으로 센서 기기 고유의 ID, 센서 데이터를 수집한 장비의 고유 ID, 시간 정보가 사용된다. 출력 값으로는 중복 제거 여부를 Boolean 값으로 true, false를 사용한다.

```

Input: {hID, t, sID} – hID is hub ID; t is timestamp; sID is sensor ID;
Output: {b} – b is Boolean value representing the removal process status;
procedure DuplicationDataRemoval (hID, t, sID)
1:  s ← 1, b ← false;
2:  for i ← 2..|e|           // |e|>1
3:      if h (es) < h (ei) then
4:          delete (ei);
5:          {return b;}
6:      else
7:          s = h (ei);
8:          delete (es);
9:          {return b;}
9:      end if
10: end for
11: b ← true;
12: return b;

```

그림 3-348. 중복 데이터 제거 알고리즘

(바) 대량의 스트림 데이터를 위해 개선된 센서 미들웨어 아키텍처

대량의 스트림 데이터를 보다 효율적으로 수집 및 처리하기 위해 개발한 센서 미들웨어 아키텍처에 연구를 통하여 개발 및 개선한 부하 분산 알고리즘, 질의 색인 기술 알고리즘, 중복 센서 스트림 데이터 제거 기술 반영하고 새로운 계층 추가 및 기능 구현을 통하여 고도화하였다.

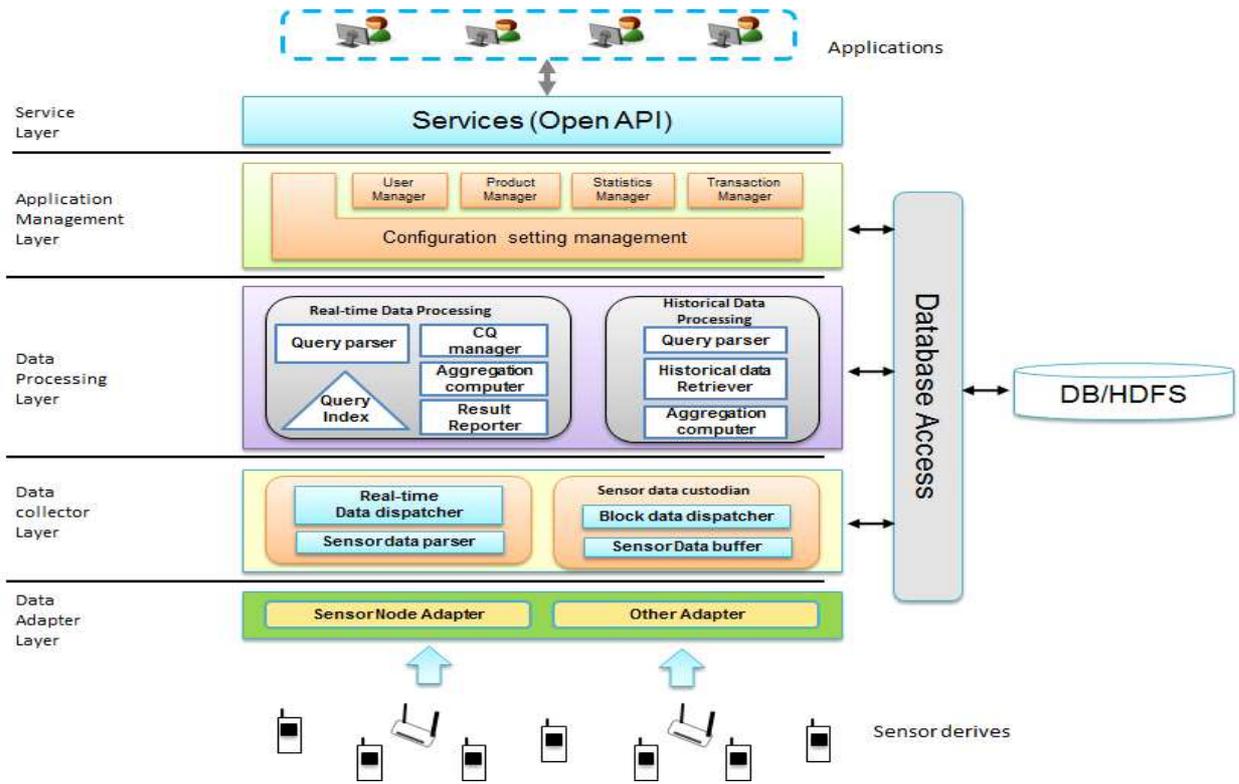


그림 3-349. 고도화된 센서 미들웨어 아키텍처

위 그림 3-349은 고도화된 센서 미들웨어 아키텍처를 보여준다. 데이터 수집 레이어(Data Capturing Layer)와 데이터 처리 레이어(Data Processing Layer)를 수정 및 개선하였고, 센서 미들웨어로의 다수의 사용자 요청을 효율적으로 응답하기 위해서 서비스 레이어(Service Layer)를 추가하였다. 서비스 레이어에서는 RMI 혹은 Web service 방식을 이용하여 쿼리 인터페이스를 정의하여 Open API를 제공한다. 데이터 어댑터 레이어의 주요 기능은 센서 기기들로부터 발생하는 센서 스트림 raw 데이터를 시스템에서 처리할 수 있는 형식으로 변환해주는 역할이다. 센서 어댑터는 센서 기기들에 의존적이어서 다양한 종류의 센서 기기들이 추가되면 어댑터 레이어에서는 센서 스트림 데이터를 변환해주는 어댑터들이 추가되어야 한다. 데이터 수집 레이어(Data Capturing Layer)는 아래 그림 3-350의 데이터 어댑터 레이어를 통해서 전달된 모든 센서 데이터들을 데이터베이스로 저장하는 역할을 수행하는 것과

동시에 데이터 처리 레이어로 전송해주어서 실시간 데이터 처리도 가능하게 한다. Real-time Data dispatcher 컴포넌트에서는 실시간으로 들어오는 센서 스트림 데이터를 연속 질의 처리를 위해 데이터를 받고 상단의 컴포넌트로 전달해주는 역할을 한다. Block data dispatcher 컴포넌트는 전달 받은 스트림 데이터를 일정 주기 동안 버퍼에 담아두었다가 HDFS로 데이터를 저장하는 역할을 한다. 수집 레이어에서 스트림 데이터를 저장함으로써 실시간 통계 정보를 추출해 낼 수 있고, 스트림 데이터의 손실률도 줄일 수 있는 이점이 있다.

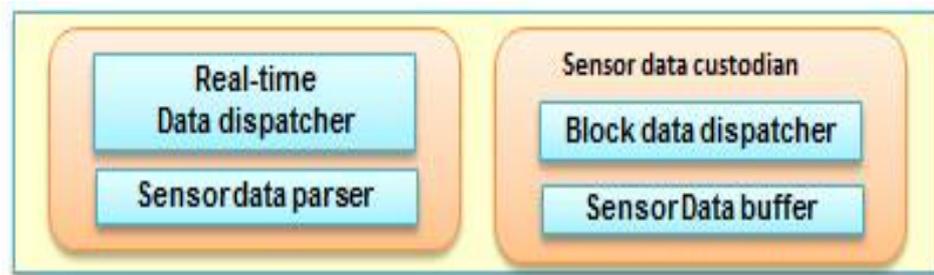


그림 3-350. 데이터 수집 레이어

데이터 처리 레이어(Data Processing Layer)는 사용자의 입력 쿼리를 처리하는 레이어이다. 사용자 입력 쿼리는 연속 질의(continuous query)와 일회성 질의(one-time query) 두 가지 타입으로 분류할 수 있다. Real-time Data Processing 컴포넌트는 연속 질의를 처리하는 역할을 주로 한다. 사용자가 등록한 질의를 관리하며 대용량 센서 스트림 처리에도 빠른 질의 응답시간을 보장해주기 위해서 연속질의 인덱스를 구축하여 효율적인 처리^[27]를 하고 있다. Historical Data Processing 컴포넌트는 일회성 요청에 대응하는 역할을 한다. 연속질의 중에서 실시간 통계 정보를 얻고자 하는 질의가 있을 경우 Historical data Retriever 컴포넌트에서는 과거 이력 데이터를 조회하여 실시간 스트림 데이터와 결합시키는 연산을 수행하기도 한다.

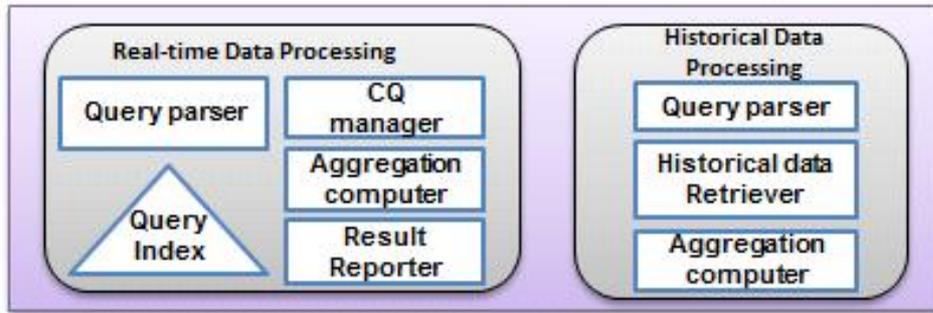


그림 3-351. 데이터 처리 레이어

응용 프로그램 관리 레이어(Application Management Layer)는 응용 프로그램 관리 레이어에서는 사용자 관리, configuration 설정 관리, 물품 관리, 거래 관리와 통계 관리 등의 역할을 수행한다. 각 컴포넌트의 구성은 아래 그림 3-352에서 확인할 수 있다.



그림 3-352. 응용 프로그램 관리 레이어

아래 그림 3-353의 서비스 레이어(Service Layer)에서는 Open API들의 집합으로 구성되어 있으며, 응용에서 Open API 호출을 통해서 센서 미들웨어로부터 원하는 데이터를 획득해가거나 연산을 수행한다. Open API를 구성하는 인터페이스의 종류로는 쿼리 인터페이스, 유저 관리 인터페이스, 응용 환경 관리 인터페이스, 대상 주체 관리 인터페이스와 장비 관리 인터페이스 등이 있다.

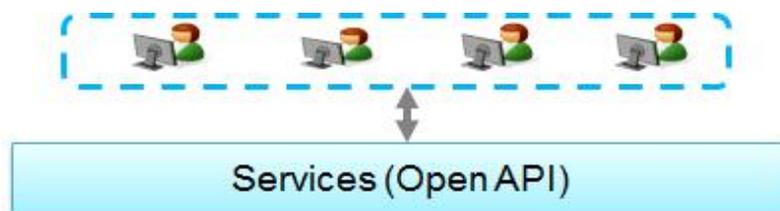


그림 3-353. 서비스 레이어

(4) 센서 미들웨어 통합 및 안정화

(가) 데이터 처리 성능 측정을 위한 가상 테스트 환경 구축

본 과제에서 개발한 센서 수집 서버 시스템의 경우 C.U.(Control Unit) 2개에서 수신 받는 100여개의 센서를 기준으로 작성 되었다. 실제 적용을 하게 될 경우 수 많은 C.U.로부터 방대한 센서 데이터를 수집하게 되어야 하는데 이에 대한 준비와 테스트가 되어 있지 않아 가상의 C.U.에서 올라오는 데이터를 처리 할 수 있는 가상 테스트 환경 구축이 필요하다. 실제 C.U.와 동일한 알고리즘으로 데이터를 전송하기 위하여 다음과 같은 요구사항을 시행한다. 실제 C.U.에서 전송하는 IP와 Port를 이용하여 데이터를 전송하고 C.U.에서 전송하는 주기와 동일하게 5분으로 설정하여 데이터를 전송한다. C.U.에서 5분주기로 데이터를 전송하게 될 때 5분 동안 쌓인 데이터가 동시에 전송되기 때문에 가상 데이터 생성 프로그램 또한 클래스로 묶어 전송한다.

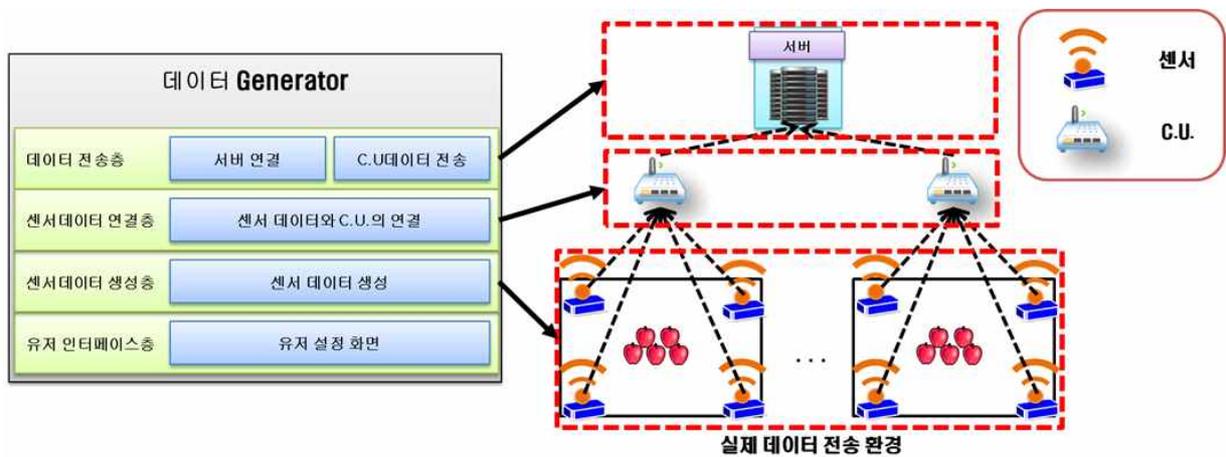


그림 3-354. 데이터 생성 Generator 아키텍처

(나) 센서 데이터 증가에 따른 시스템 성능 측정 및 프로그램 개선

수많은 센서 기기들로부터 발생하는 센서 스트림 데이터를 서버 시스템에서 수집하는데 있어 서버는 많은 부하를 일으킬 수 있고 빈번한 파일 시스템의 접근으로 인한 서버 성능 저하의 문제를 야기 한다. 서버의 부하와 스트림 데이터의 원활한 처리를 위하여 다음과 같은 요구사항을 시행한다. 기존에 센서 스트림 데이터를 받아오는 쓰레드(Thread) 방식을 쓰레드 풀(Thread Pool) 방식으로 전환하여 쓰레드를 재사용하여 센서 스트림 데이터를 관리한다. 쓰레드 풀의 가용 쓰레드의 경우 최대치인 8000개로 설정한다. 쓰레드가 C.U.로부터 데이터를 수신 후 Queue(데이터 저장소)로 전달되고 Queue에 전달된 데이터는 Database로 저장되고 Database로 데이터가 전달된 후 Thread는 빈 Thread로 반환되고 다음 C.U.의 전

송을 기다리게 설정된다.

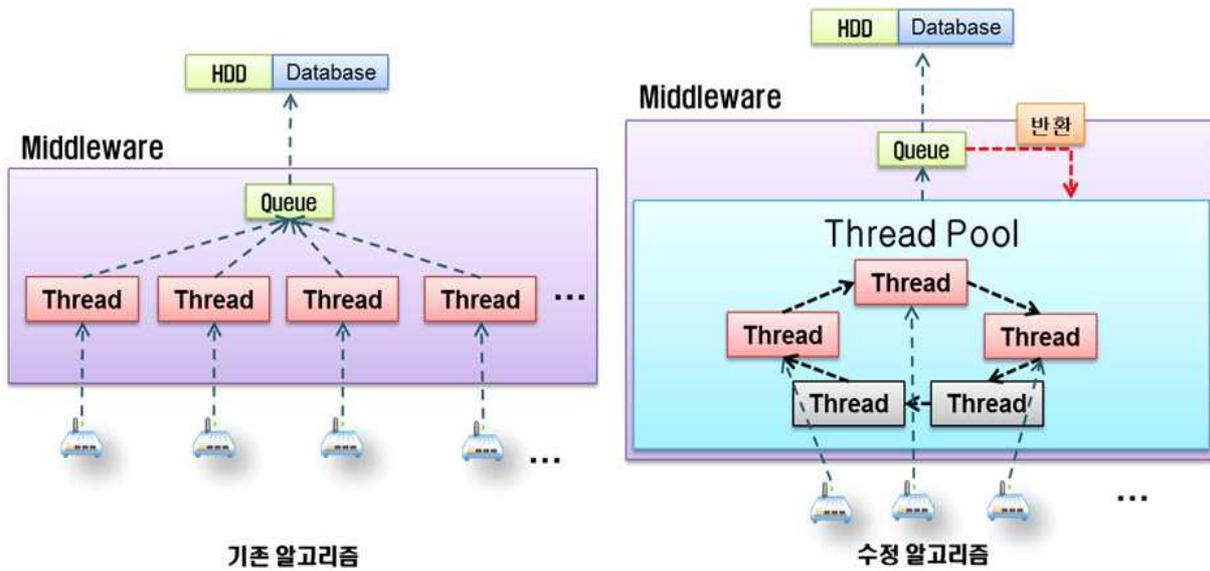


그림 3-355. 기존 데이터 수집 환경과 수정된 데이터 수집 환경 비교

센서 데이터 증가에 따른 시스템 성능 측정을 하기 위해 <가.>에서 구축한 가상 테스트 환경 구축의 프로그램을 사용하여 테스트를 시행하고 아래와 같은 조건으로 서버의 시스템 성능 측정을 시행한다. C.U.의 개수를 고정하고 센서 개수를 증가시켜 총 데이터의 수를 순차적으로 증가 시켜 허용 개수 측정을 측정한다.(아래는 최대 수신 데이터 개수)

표 3-82. 센서 개수를 증가 시켜 수신 할 수 있는 최대 센서 데이터 수

| C.U. 수 (개) | 센서 수 (개) | 총 데이터 수 (개) | 조 건 | 전송 완료 | DB 저장 완료 | 처리 시간 |
|------------|----------|-------------|---|-------|----------|-------|
| 1,000 | 160 | 160,000 | 30초 동안 균등한 간격으로 C.U. 데이터 전송 (30/160,000)sec | 2분 3초 | 2분 7초 | 4초 |

센서 개수를 고정하고 C.U.의 개수를 증가시켜 총 데이터의 수를 순차적으로 증가 시켜 허용 데이터 개수 측정을 측정한다.(아래는 최대 수신 데이터 개수)

표 3-83. C.U. 개수를 증가 시켜 수신 할 수 있는 최대 센서 데이터 수

| C.U. 수 (개) | 센서 수 (개) | 총 데이터 수 (개) | 조 건 | 전송 완료 | DB 저장 완료 | 처리 시간 |
|---------------|-------------|----------------|--|----------|-------------|----------|
| 8,000 | 20 | 160,000 | 30초 동안 균등한 간격으로 C.U. 데이터 전송 (30/160,000) sec | 2 51초 | 2 55초 | 4초 |

C.U.의 개수를 증가시키며 데이터 전송간격을 주지 않고 데이터를 전송 하였을 경우 허용 데이터 개수를 측정한다.(아래는 최대 수신 데이터 개수)

표 3-84. 지연을 주지 않고 수신 할 수 있는 최대 센서 데이터 수

| C.U. 수 (개) | 센서 수 (개) | 총 데이터 수 (개) | 조 건 | 전송 완료 | DB 저장 완료 | 처리 시간 |
|---------------|-------------|----------------|-----------|----------|-------------|----------|
| 4,000 | 20 | 80,000 | 지연을 주지 않음 | 26초 | 29초 | 3초 |

지연시간을 두지 않고 데이터를 전송하였을 경우 전송된 데이터를 모두 저장 할 수 없었다.

(다) 이기종 리더 지원 어댑터 개발

센서 미들웨어가 실제 환경에 적용되어 센서 데이터를 수집할 경우 데이터를 수집하는 센서와 C.U. 종류가 하나로 고정되어 있지 않고 여러 가지 모델을 사용하여 데이터를 수집할 수 있다. C.U. 종류가 여러 가지일 경우 각기 다른 프로그램을 이용하여 데이터를 수집해야하는 문제점이 생기게 되고 이를 해결하기 위하여 어댑팅 기술을 적용하여 각기 다른 C.U.에 대해서 프로그램에 C.U. 종류에 맞는 어댑터만 추가하면 정상 작동을 할 수 있도록 한다. 이와 관련하여 다음과 같은 요구사항을 만족하여 개발하였다. C.U.에서 전송되는 데이터의 앞의 데이터를 분리하여 어떤 종류의 C.U.인지 구분한다. 각기 형태가 다른 데이터를 원하는 데이터 형태로 변환한다. 변환된 데이터를 Database에 저장한다.

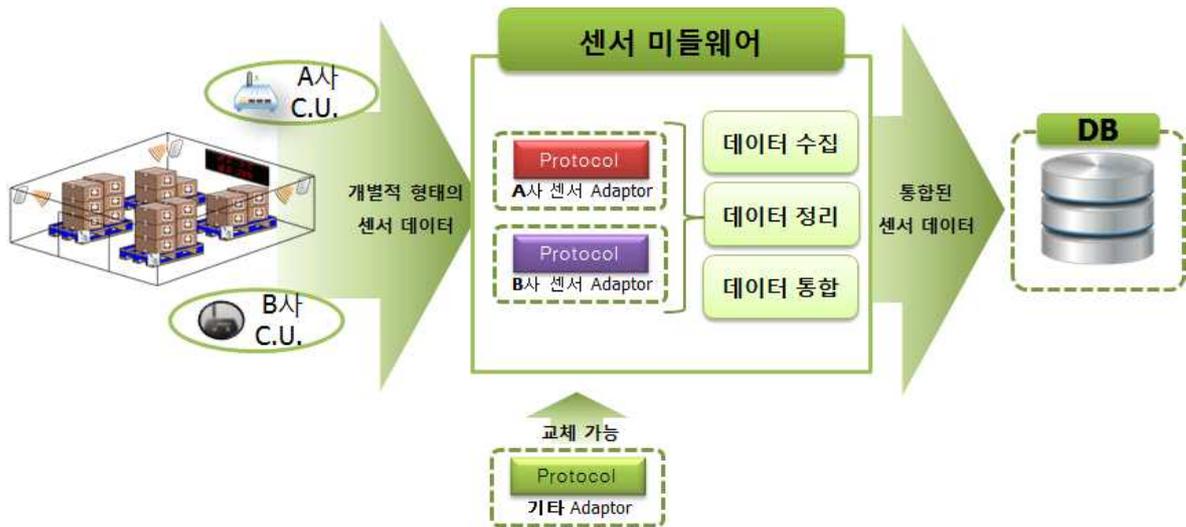


그림 3-356. 이기종 리더 지원 어댑터 기술 도식화

(라) 연속질의 기능 확인

연속질의 테스트에 사용된 데이터에 대한 명세는 아래와 같다. 사용된 장소는 ZaoSeong-Guan, ZaeDo-Guan, 11Gong 3군데이며, 7개의 센서 기기를 사용하였다. ‘사과’의 최소 임계 온도는 15℃이며 최대 임계 온도는 20℃이다. 수집되는 센서 스트림 데이터에서 ‘사과’의 정상 온도 외의 온도가 측정된다면 질의 결과로 보고가 될 것이다.

■ZaoSeng-Guan 빌딩에 배치된 센서 기기의 ID

| SENSOR_ID | BUILDING_NAME |
|-----------|---------------|
| 02000105 | ZaoSeong-Guan |
| 020000B1 | ZaoSeong-Guan |

■‘사과’를 관리하는 빌딩정보

| BUILDING_NAME | OBJECT_NAME |
|---------------|-------------|
| ZaeDo-Guan | apple |
| 11Gong | apple |
| ZaoSeong-Guan | apple |

■ZaeDo-Guan 빌딩에 배치된 센서 기기의 ID

| SENSOR_ID | BUILDING_NAME |
|-----------|---------------|
| 02000048 | ZaeDo-Guan |
| 020000DB | ZaeDo-Guan |
| 02000169 | ZaeDo-Guan |

■11Gong 빌딩에 배치된 센서 기기의 ID

| SENSOR_ID | BUILDING_NAME |
|-----------|---------------|
| 0200002A | 11Gong |
| 02000024 | 11Gong |

■‘사과’의 임계 값

| OBJECT_NAME | MIN_TEMP | MAX_TEMP |
|-------------|----------|----------|
| apple | 15 | 20 |

연속질의를 실행했을 때 결과 값을 입력데이터와 비교를 해서 올바른 값이 도출되는지에

대해서 테스트를 통하여 연속질의가 올바른 결과를 내는지를 검증할 수 있다. 아래 그림 3-357의 XML은 질의 제어 화면 인터페이스를 통해서 정의된 CQ1, CQ2 질의 값들과 조건 변수들에 대해서 표현한다. CQ1에 대한 자세한 정의와 조건 변수는 [1],[2]에서 표현하였다. ZaoSeong-Guan은 building의 조건으로 정의되었으며, <aggOperators>의 속성 중 <aggAttribute> 온도를 대상으로 <aggFunction>으로 평균값을 명시하였다. CQ2는 [3]에서 표현되고 있으며, 총 2가지의 조건 절을 가지고 있다. 사과에 지정해놓은 최대 임계 온도와 빌딩 내부의 평균 온도를 비교하기 위해서 <rightOperand>를 apple.maxT 값으로 설정을 하였고, <leftOperand>를 avgT로 설정을 하였다. 최소 임계 온도에 대한 값 설정도 동일하다.

```
[ASN Middleware is starting]
data dispatcher
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="yes"?>
<querySpec isAggQuery="true">
  <queryName>Q1</queryName>
  <aggOperators>
    <aggOperator>
      <aggFunction>AVG</aggFunction> [1]
      <aggAttribute>temperature</aggAttribute>
    </aggOperator>
  </aggOperators>
  <building>ZaoSeng-Guan</building> [2]
  <level>1</level>
  <timeWindow>50000</timeWindow>
</querySpec>

Insert filter data!!!
Define Q1 is success!
query name:Q1uri:Q1
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="yes"?>
<querySpec isAggQuery="true">
  <queryName>Q2</queryName>
  <orConditions>
    <condition> [3]
      <leftOperand>avgT</leftOperand>
      <operator>></operator>
      <rightOperand>apple.maxT</rightOperand>
    </condition>
    <condition>
      <leftOperand>avgT</leftOperand>
      <operator><</operator>
      <rightOperand>apple.minT</rightOperand>
    </condition>
  </orConditions>
  <products>apple</products>
  <level>2</level>
</querySpec>
```

그림 3-357. 질의 수행 결과 XML 파일

아래 그림 3-358의 XML은 CQ1, CQ2 수행 후 결과 값을 보여준다. 앞 서 예제 데이터에

서 명시 해둔 ‘사과’에 대한 최소 임계 온도 값은 15°C이었다. <alarmResults> 항목에서 [1]을 보면 building 이름이 ‘11Gong’ 인 곳에서 <avgTemperature> 값이 13.04°C로 최소 임계 온도 값 보다 미만의 값이 측정되어 결과 값으로 표현 된 것을 확인할 수 있다. 또한, <alarmResults> 항목에서 [2]를 보면 building 이름이 ‘JaeDo-Guan’ 인 곳에서 <avgTemperature> 값이 21.93°C로 최대 임계 온도 값을 초과한 값이 측정이 되어 결과 값으로 보고된 것을 알 수 있다. 아래 그림 3-358의 XML 하단 부분에는 최종적으로 CQ1의 수행 결과 값을 보여준다. [3] 부분에서 실행한 질의의 이름과 결과 보고 시간정보를 표현하며 <statisticalResults> 항목을 통해서 평균 온도가 15.18°C 인 것을 확인할 수 있다.

```

matched query is : Q2
Window condition is satisfied-----
matched data size is: 3
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="yes"?>
<alarmResults>
  <queryName>Q2</queryName>
  <resultsTime>2013-06-08T14:39:18.722+09:00</resultsTime>
  <alarmResult> [1]
    <buildingName>11Gong</buildingName>
    <avgTemperature>13.04</avgTemperature>
  </alarmResult>
</alarmResults>

matched query is : Q2
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="yes"?>
<alarmResults>
  <queryName>Q2</queryName>
  <resultsTime>2013-06-08T14:39:18.833+09:00</resultsTime>
  <alarmResult> [2]
    <buildingName>JeaDo-Guan</buildingName>
    <avgTemperature>21.93</avgTemperature>
  </alarmResult>
</alarmResults>

Window condition is satisfied::::::::::::::::::;
matched data size is: 1
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="yes"?>
<queryResults>
  <queryName>Q1</queryName> [3]
  <resultsTime>2013-06-08T14:39:28.451+09:00</resultsTime>
  <statisticalResults>
    <avgTemperature>15.18</avgTemperature>
  </statisticalResults>

```

그림 3-358. 질의 수행 결과 XML 파일

아래 그림 3-359의 XML은 위의 XML과 동일하게 사과에 지정된 최대, 최소 임계 온도 값을 벗어난 센서 데이터의 경우 결과 화면에서 확인이 가능하며, XML 하단 부분에는 최

중적으로 CQ2의 수행 결과 값을 보여준다.

```
matched query is : Q2
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="yes"?>
<alarmResults>
  <queryName>Q2</queryName>
  <resultsTime>2013-06-08T14:40:38.468+09:00</resultsTime>
  <alarmResult>
    <buildingName>ZaoSeng-Guan</buildingName>
    <avgTemperature>8.41</avgTemperature>
  </alarmResult>
</alarmResults>

matched query is : Q1
Window condition is satisfied-----
matched data size is: 2
Window condition is satisfied-----
matched data size is: 3
matched query is : Q2
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="yes"?>
<alarmResults>
  <queryName>Q2</queryName>
  <resultsTime>2013-06-08T14:40:38.729+09:00</resultsTime>
  <alarmResult>
    <buildingName>11Gong</buildingName>
    <avgTemperature>21.56</avgTemperature>
  </alarmResult>
</alarmResults>

matched query is : Q2
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="yes"?>
<alarmResults>
  <queryName>Q2</queryName>
  <resultsTime>2013-06-08T14:40:38.834+09:00</resultsTime>
  <alarmResult>
    <buildingName>JeaDo-Guan</buildingName>
    <avgTemperature>20.26</avgTemperature>
  </alarmResult>
</alarmResults>
```

그림 3-359. 질의 수행 결과 XML 파일

나. 물동량 검증 테스트

(1) 제품의 재고 및 유통의 관리

(가) 재고 관리를 위한 유통망 모델링

일반적인 재고 관리 과정에서는 온도, 습도 등 건물에 고정적으로 붙어있는 센서들을 이용한 데이터만 관리 할 수 있고 그 외의 데이터 정보의 경우 직접 수기로 작성해야 하기 때문에 식품 출하 정보, 적재 정보 등을 통한 재고 관리를 하는데 있어 많은 불편함이 있었다.

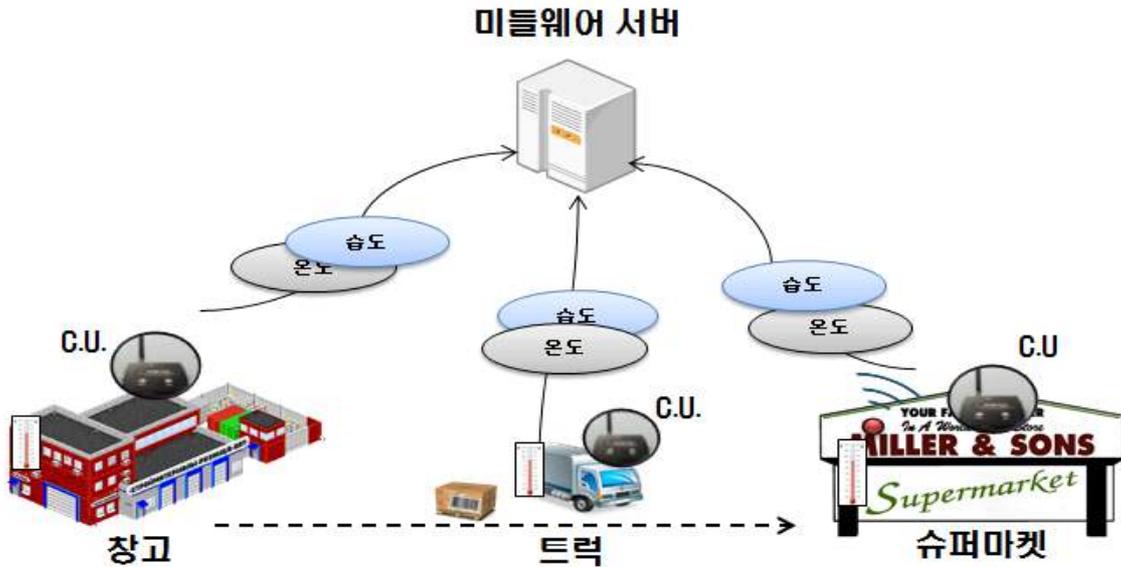


그림 3-360. 일반적인 재고 관리 과정

위의 과정의 문제점을 개선하기 위하여 아래 그림 3-361과 같은 과정을 제안하였다. 위 그림 3-360의 과정과는 다르게 온, 습도 정보뿐만 아니라 팔레트의 정보를 이용하여 식품 적재 정보, 팔레트 정보, 출하 정보 등을 수기 작성할 필요 없이 식품의 유통 관리가 가능하다.

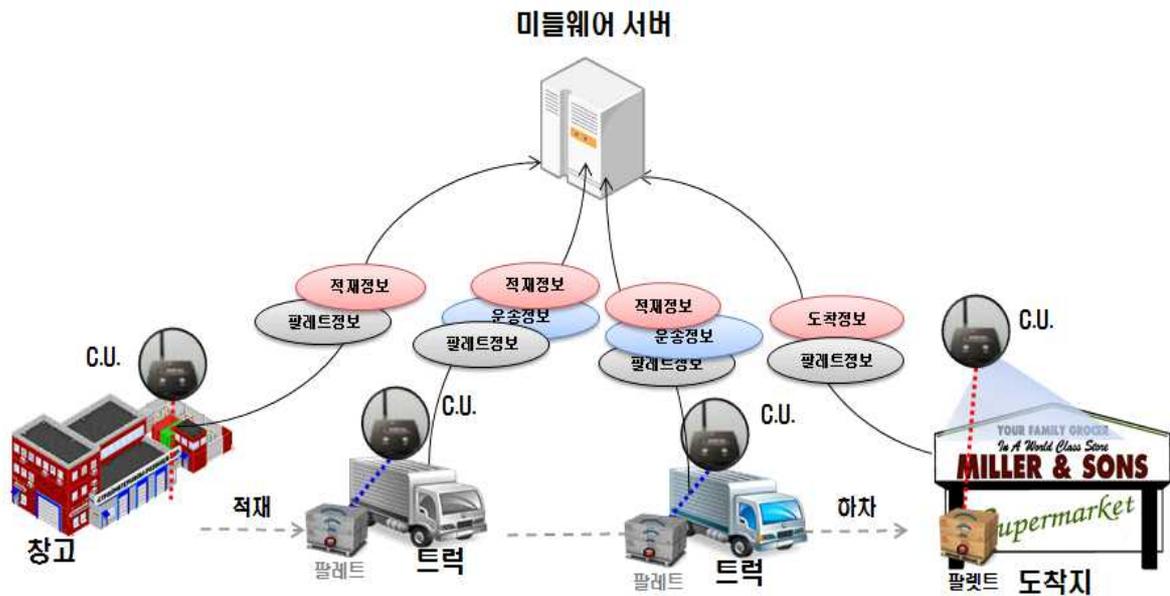


그림 3-361. 개선된 제품 유통 관리 과정

(나) 가시화 구현

등록한 제품을 대상으로 재고 및 유통 관리를 위해 인터페이스를 정의하여 사용자가 제

품의 상태 정보를 직접 입력하여 관리 할 수 있도록 하였다. 세부적인 인터페이스 설명은 다음과 같다. 제품의 재고 및 유통 관리에 앞서 인터페이스를 정의하여서 사용자가 직접 제품을 등록할 수 있도록 한다.



그림 3-362. 제품의 재고 및 유통 관리를 위한 제품 등록 인터페이스

등록된 제품을 대상으로 적재, 운송 중인 물품별 각 재고량을 표현하여 사용자가 제품 상태를 확인할 수 있도록 한다.

| Setting | Sensor Layout Views | Sensing Data | Historical Data | Product | Transaction | Alert |
|---|---------------------|--------------|-----------------|---------|-------------|-------|
| Countrywide Quantity Information | | | | | | |
| Product Quantity in Storage | | | | | | |
| PRODUCT TYPE | | WEIGHT | | | | |
| orange | | 710 | | | | |
| apple | | 500 | | | | |
| Product Quantity in Transaction Processing | | | | | | |
| PRODUCT TYPE | | WEIGHT | | | | |
| orange | | 600 | | | | |
| peach | | 505 | | | | |
| Total Product Quantity | | | | | | |
| PRODUCT TYPE | | WEIGHT | | | | |
| orange | | 1310 | | | | |
| apple | | 500 | | | | |
| peach | | 505 | | | | |

Product quantity
In storage

Product quantity
during transportation

Total product quantity

그림 3-363. 적재 및 운송 중인 물품별 각 재고량 표현 인터페이스

각 지점별로 적재 되어있는 재고량을 표현하여 사용자가 각 지점별 적재 재고량을 확인할 수 있도록 한다.

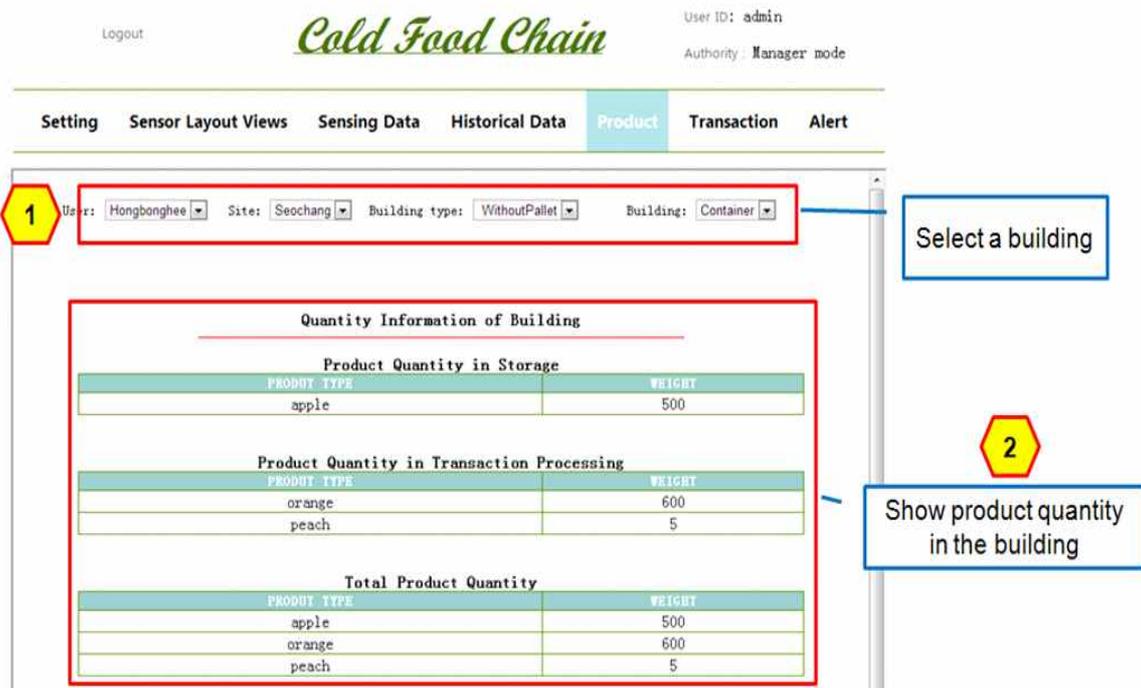


그림 3-364. 지점별 적재 재고량 표현 인터페이스

사용자가 제품의 운송 정보를 정의하고 운송 상태를 확인하여 운송 관리가 가능하도록 인터페이스를 정의한다.

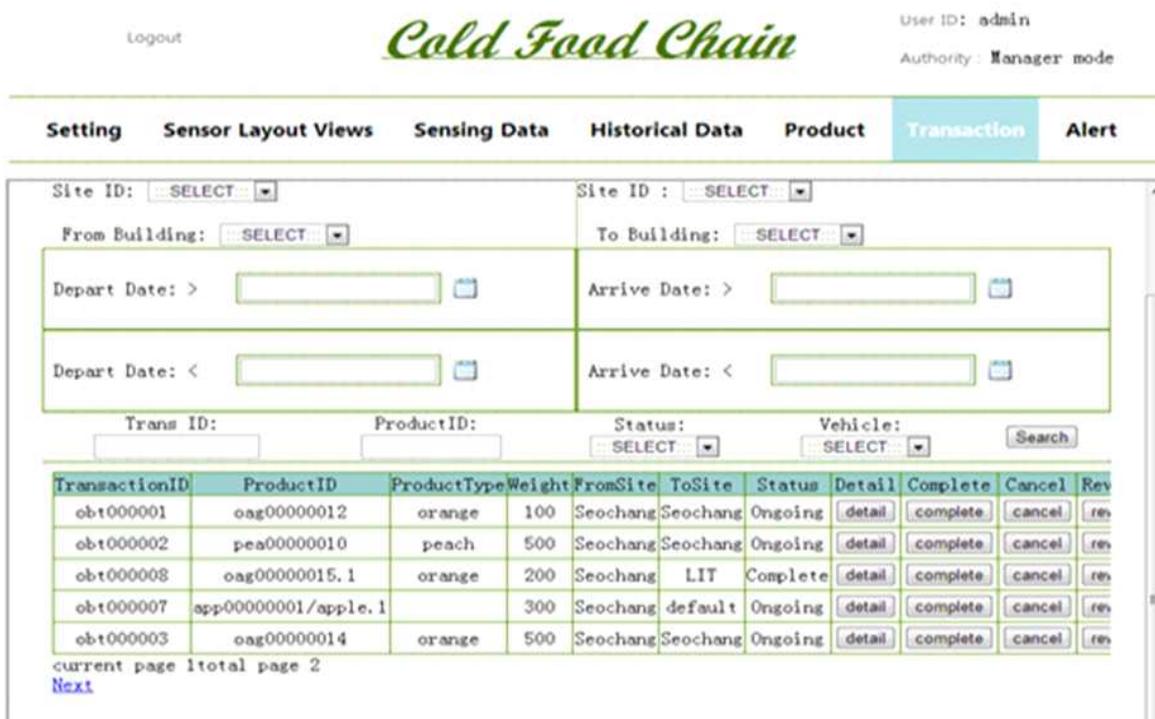


그림 3-365. 제품의 운송 관리를 위한 인터페이스

사용자가 등록한 제품에 대하여 운송 위치 정보를 확인할 수 있도록 인터페이스를 정의한다.



그림 3-366. 제품의 운송 위치 정보 표현을 위한 인터페이스

(2) 유통 중인 식품의 품질 관리

(가) 대상 환경

개발 할 모델의 대상 환경은 아래 그림 3-367과 같이 온도의 변화가 심한 유통 환경이다. 온도 변화가 심한 유통 환경에서 식품의 품질이 떨어지는 시간은 빨라질 수밖에 없다.

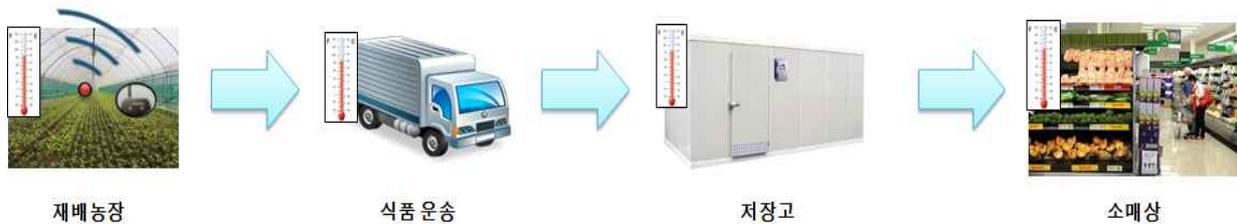


그림 3-367. 식품 유통 환경

(나) 필요성

식품의 품질은 식품의 수분손실과 밀접한 관련이 있다. 온도 변화가 심한 유통환경에서 시간이 지남에 따라 식품의 수분은 계속 손실되며 즉, 식품의 품질이 계속해서 떨어진다는 의미이다. 누구나 품질이 좋은 식품을 원하기 마련인데, 이런 환경에서 식품의 품질 상태 정

보는 가장 중요한 요소이다. 기존에 유통환경에서 식품의 품질 예측에 대한 연구는 많이 진행되어왔다. 그 중 신뢰성이 높은 모형으로 아레니우스, K-NN 모형이 있다. 아레니우스 모형의 경우 온도 정보에 의존하여 식품의 품질을 예측하는 모형인데, 실험을 통한 정확도를 평가한 결과 수분 함량이 많은 청과류 식품 같은 경우에는 시간이 지남에 따라 식품 품질 예측 결과의 정확성이 떨어지는 경향을 보였다. 이러한 기존 모형의 한계점을 보완하기 위하여 아레니우스 모형 기반에 시간에 따른 무게 감소율을 고려하는 모형을 제안한다.

(다) 기존 아레니우스 모형과 K-NN 모형의 정확도 평가

① 아레니우스 모형

토마토, 파프리카, 오렌지의 무게 감소율을 산출한 결과는 아래와 같으며, 아레니우스 모형 예측 결과 평균 오차는 각 0.06, 0.025, 0.045로 산출되었다.

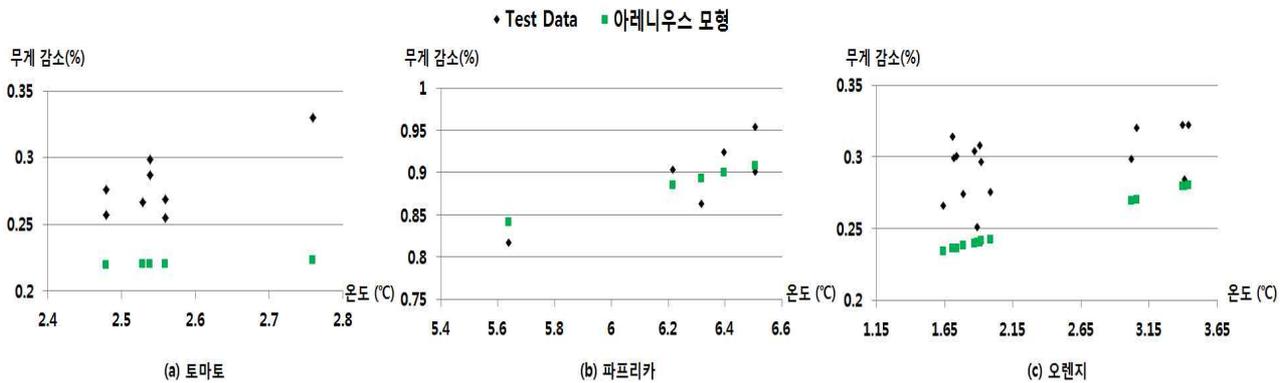


그림 3-368. 아레니우스 모형 평가 결과

② K-NN 모형

K 값이 1, 2, 3일 때 토마토, 파프리카, 오렌지의 무게 감소율을 산출한 결과, 토마토, 파프리카는 1일 때, 오렌지는 3일 때 오차가 가장 적었으며, 결과는 아래와 같다. 각각의 평균 오차는 0.051, 0.056, 0.033으로 산출되었다.

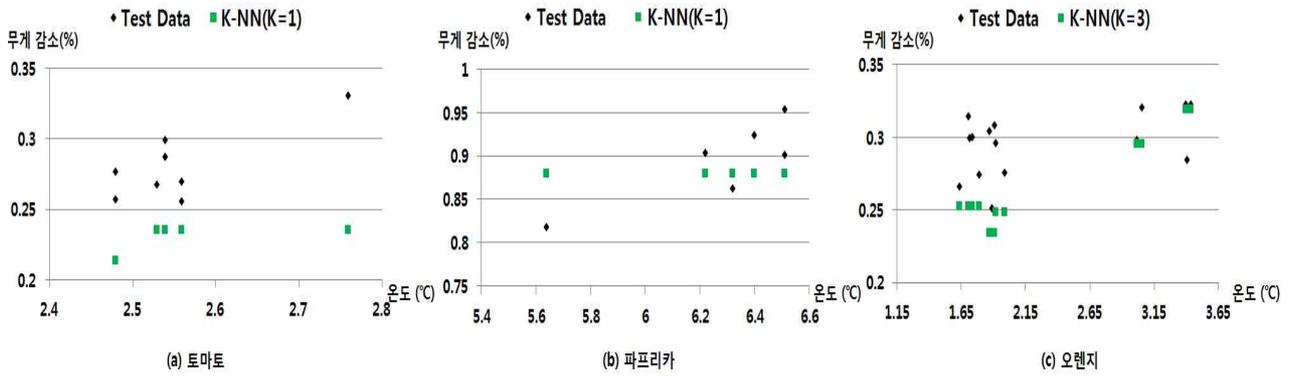


그림 3-369. K-NN 모형 평가 결과

(라) 모형 개선

품질 예측 모형의 정확성을 더 높이기 위해 기존 아레니우스 모형에 온도 및 시간에 따른 무게 감소율을 추가로 고려하여 기존의 모형을 개선하였다. 아래 그림 3-370은 개선된 무게 감소 속도 계산 소스 코드이다. 실측 실험을 통한 모형의 평균 오차는 가장 적었으며 아래의 계산 방법을 이용한 무게 감소속도 결과는 정확성이 더 높았다.

```

float sumRecord = 0.0f;
float sumWDL = 0.0f;
float sumK = 0.0f;
float lastRecord = 0.0f;
float lastWDL = 0.0f;
float lastK = 0.0f;
for (int i = 0; i < sampleK.size(); i++) {
    float[] record = sampleK.get(i);
    float WDL= (float) (A*Math.exp(result1/record[0])) + B*record[2];
    float k= (float) (A*Math.exp(result1/record[0])) ;
    System.out.printf(" %.3f \t\t%.3f \t\t%.3f\n",record[1] , WDL, k);
    sumRecord += record[1];
    sumWDL += WDL;
    sumK += k;
    lastRecord = record[1];
    lastWDL = WDL;
    lastK = k;
}

```

그림 3-370. 개선된 무게 감소 속도 계산 소스 코드

제 5 절 제 4 협동과제 : 농산물 수확량 및 유통량 모니터링 시스템 개발

1. 관련 자료 분석내용

가. 무선센서네트워크 구축을 위한 고려사항

1. 개발 요구사항 분석

센서노드 수는 30대 미만 혹은 100대 이상을 요구하며 통신 거리는 30M 이내, 500M 내 외 또는 1KM 이상의 거리를 만족해야 한다. 또한, 통신 데이터는 1Kbps 미만, 250Kbps 미만, 1Mbps 미만, 10Mbps 이상이며, 통신 횟수는 분, 시간, 일 기준으로 통신을 한다. 통신 방식은 단방향과 쌍방향 두 가지 경우이며, 통신 환경은 실내외, 강우량, 강설량, 외부온습도, 수증기발생, 상습침수, 등의 환경을 가진다. 마지막으로 전원 공급은 상시전원과 1차전지, 2차전지를 요구한다.

2. 주파수 선택

사용가능한 주파수는 지역별 사용가능한 주파수를 선택하고, 무선규격에 적합한 주파수는 전파법상 사용가능한 주파수를 선택한다. 사용 용도에 맞는 주파수는 무선조정용, 산업용, 일반제어용, 안전시스템용, 데이터전송용, 무전기용 주파수가 있다. 무선조정용 및 안전시스템용 특정소출력무선기기는 무선 조정용 또는 안전시스템용 무선규격으로 데이터 전송용으로도 사용이 가능하나 혼선의 가능성이 있다. 데이터 전송용 특정 소출력무선기기는 데이터 전송을 목적으로 하는 주파수 밴드로 혼선을 방지하기 위한 송신시간제한장치와 반송파감지장치를 구비하는 규정이 있다.

| 장치명(용도) | | 주파수(MHz) | 전파형식 | 공중선전력 | 점유 주파수 대폭 |
|---------------------------|-------------------------|--|--------------------------------|--------|-----------|
| 무선 조정용 무선 기기 | 산업용(무선충장비, 크레인 등) | 173.6250 173.6375 173.6500 173.6625 173.6750 173.6875 173.7000 173.7125 173.7250 173.7375 173.7500 173.7625 173.7750 173.7875 | F(G)1D F(G)2D | 10mW이하 | 8.5kHz 이하 |
| | | 447.8625 447.8750 447.8875 447.9000 447.9125 447.9250 447.9375 447.9500 447.9625 447.9750 447.9875 | F(G)1D F(G)2D | 10mW이하 | 8.5kHz 이하 |
| | 일반용(자동문 제어, 자동차 시동장치 등) | 173.0250 173.0375 173.0500 173.0625 173.0750 173.0875 173.1000 173.1125 173.1250 173.1375 173.1500 173.1625 173.1750 173.1875 173.2000 173.2125 173.2250 173.2375 173.2500 173.2625 173.2750 | A1D A2D F(G)1D F(G)2D | 5mW 이하 | 8.5kHz 이하 |
| | | 447.6000 447.6125 447.6250 447.6375 447.6500 447.6625 447.6750 447.6875 447.7000 447.7125 447.7250 447.7375 447.7500 447.7625 447.7750 447.7875 447.8000 447.8125 447.8250 447.8375 447.8500 447.8625 447.8750 447.8875 447.9000 | A1D A2D F(G)1D F(G)2D | 5mW 이하 | 8.5kHz 이하 |
| | | 311.0125 311.0250 311.0375 311.0500 311.0625 311.0750 311.0875 311.1000 311.1125 311.1250 | A1D A2D F(G)1D F(G)2D | 5mW 이하 | 8.5kHz 이하 |
| 안전시스템(도난, 화재경보장치 등)용 무선기기 | | 447.2625 447.2750 447.2875 447.3000 447.3125 447.3250 447.3375 447.3500 447.3625 447.3750 447.3875 447.4000 447.4125 447.4250 447.4375 447.4500 447.4625 447.4750 447.4875 447.5000 447.5125 447.5250 447.5375 447.5500 447.5625 | F(G)1D F(G)2D | 10mW이하 | 8.5kHz 이하 |

그림 3-371. 무선조정용/안전시스템용 무선규격표

| 장치명 (용도) | 주파수(MHz) | 전파형식 | 공중선전력 또는 복사전력 | 점유 주파수 대폭 |
|-------------|---|------------------------------|---------------------|-----------------|
| 데이터 전송 | 219,000(224,000) ^{주1,2)} 219,025(224,025) ^{주2)} 219,050(224,050) ^{주2)} 219,075(224,075) ^{주2)} 219,100(224,100) ^{주2)} 219,125(224,125) ^{주2)} | F(G)1D F(G)2D | 10mW 이하 | 16kHz 이하 |
| | 424,7000 ^{주1)} 424,7125 424,7250 424,7375 424,7500 424,7625 424,7750 424,7875 424,8000 424,8125 424,8250 424,8375 424,8500 424,8625 424,8750 424,8875 424,9000 424,9125 424,9250 424,9375 424,9500 | F(G)1D F(G)2D | 10mW 이하 | 8.5kHz 이하 |
| | 433,795 ~ 434,045 ^{주3)} | A1D, A2D F(G)1D F(G)2D | 5mW 이하 | 250kHz 이하 |

주1) 219,000(224,000) MHz 및 424,7000 MHz는 채널제어용 주파수이고 나머지 주파수는 통신용 주파수임

주2) 괄호안의 주파수는 복신 또는 반복신인 경우 송신(또는 수신) 주파수에 대응하는 수신(또는 송신) 주파수임.

주3) 자동차의 타이어 공기압 경보 장치와 무선 도어 개폐 장치에 한함

그림 3-372. 데이터전송용 허용 주파수 규격

송신시간제한장치 전파를 발사하기 시작한 시간으로부터 40 초 이내에 그 전파의 발사를 정지하고 1 초의 휴지시간을 경과한 후가 아니면 다음 송신이 불가능 해야 한다. 채널제어용 주파수의 송신시간 제한은 전파발사를 시작한 시간으로부터 0.2 초 이내로 해야 한다. 반송과감지장치를 구비하고, 2 μV 이상의 다른 특정소출력무선국의 전파를 수신한 경우에는 그 무선국의 발사전파와 동일주파수(복신방식 및 반복신방식인 것에 대해서는 수신주파수에 대응하는 송신주파수)의 전파를 발사할 수 없어야 한다. 마지막으로, 영상전송용 특정소출력무선기기는 영상전송을 목적으로 하는 주파수 밴드로 2.4GHz 대의 대용량 데이터 전송이 가능하나 주파수 특성상 거리와 장애물 특성이 매우 불리하다.

| 장치명(용도) | 주파수(MHz) | 전파형식 | 공중선전력 | 점유주파수대폭 | 비고 |
|---------|--------------------------------------|--------------------------|---------|----------|----|
| 영상전송 | 2410.0 2430.0 2450.0 2470.0 | A2F F2F A9W F9W | 10mW 이하 | 16MHz 이하 | |

| 용도 | 주파수(MHz) | 전파형식 | 공중선전력 | 비고 |
|----------------|--|------|--------|--|
| 자가용 단거리전용통신 | 5800 (5795 ~ 5805) 5810 (5805 ~ 5815) | A7W | 10mW이하 | <ul style="list-style-type: none"> * "당해 무선설비는 운용 중 전파혼신 가능성이 있음" 이라는 문구를 동 설비의 잘 보이는 곳에 부착할 것 * 제작자 및 설치자는 당해 무선설비가 전파혼신 가능성이 있으므로 인명안전과 관련된 서비스는 할 수 없음을 매뉴얼 등을 통하여 운전자 및 사용자에게 충분히 알릴 것 |

그림 3-373. 영상전송용 허용 주파수 규격

3. 전원 선택

전원 공급원 선택 기준은 상시전원이 가장 유리하고 2차전지는 전체의 소모전류를 고려해야 한다. 그리고 1차전지는 배터리의 교체주기에 따라 다른 용량을 선택한다. 2차전지의 충전 가능 전원은 상시전원, 태양전지, 풍력 등이 있다. 최대 순간 전류소모량을 고려하고 외부 환경 특성 또한 고려해야 한다. 종류로는 리튬이온, 리튬이온폴리머, 니켈카드뮴, 니켈수소, 납축전지가 있다. 리튬이온 전지는 상시 충전에 유리하여 태양전지에 유리하나 저온에는 불리하다. 리튬이온폴리머는 리튬이온 대비 저온특성이 유리하고, 가격은 불리하다. 니켈카드뮴은 가격은 유리하나, 메모리현상 환경유해물질을 발생한다. 니켈수소전지는 리튬이온 대비 저온특성에 유리하나, 에너지밀도에서는 불리하다. 납축전지는 가격에 유리하나, 부피와 환경유해물질을 발생한다. 2차전지 전원 회로는 방전을 고려하여, 완전 방전 되기전 전원을 차단한다. 방전 후에는 시스템 리셋 반복을 방지하도록 한다. 태양전지 충전회로의 태양 전지 용량은 2차전지 용량의 최소 1/5 이상 용량을 선택하거나, 10시간 이내 충전으로 2차전지 완충 가능한 용량이어야 한다. 2차전지 용량은 지역별 일조량에 따라 조정하고, 국내에서는 2주이상 동작을 해야하고, 1일 1A 일 경우 2주 14A/h 2차전지를 적용 한다. 1차전지는 저전력 소자를 선택하고, 최대 순간 전류소모량과 외부 환경 특성을 고려한다. 종류로는 망간, 알칼리망간, 리튬, 리튬코인이 있다. 망간 전지는 가격에 유리하나, 용량은 불리하고, 알칼리망간은 순간 공급전류에 유리하나, 리튬전지 대비 용량에 불리(1.5V)하다. 리튬전지는 알칼리망간 대비 용량에 유리하나(최대 21A/h), 순간 공급전류에는 불리하다. 리튬코인은 소형화에 유리하나, 용량과 순간 공급전류에 불리하다. 1차전지 전원 회로는 도 특성을 고려한 출력 보상회로 설계한다. 1차전지 잔량 체크를 통해 배터리 교환 시기를 예측하고, 저전력 구동 회로로 상시 소모/누설전류 최소화(10uA 이내) 설계를 한다.

가. 접근 방법

농산물 수확량 및 유통량 모니터링 시스템 구축을 위하여 수집기(통신유닛)과 센서태그를 개발 하였다. 무선센서네트워크 구축의 가장 큰 요소인 무선 주파수를 선정하기 위하여 국내에서 환경모니터링분야에 가장 많이 쓰이고 있는 424MHz 대역 주파수를 사용하였다. 환경 분야에서 가장 많이 사용하는 이유는 데이터 전용 주파수 밴드로서 혼선을 방지하기 위한 범규가 제정되어있고, 외부 장애물 특성에 강한 이유이다. 데이터 전송속도가 1.2kbps 로 소용량의 데이터 전송에 적합하고, 전류소모는 기타 ISM 밴드의 2.45GHz 대역 보다 상대적으로 적다. 반면에 424MHz 대역은 국내와 일본에서만 사용할 수 있는 주파수 규격으로 해외 사용 시 433MHz 대역으로 변경이 되어야함으로 424MHz, 433MHz 대역을 동시에 사용할 수 있는 Transceiver IC 를 사용하여 무선센서네트워크 시스템을 설계하였다. 주파수의

변경은 별도의 H/W 세팅 없이 내장 펌웨어에서 변경이 가능하도록 설계하였다.

나. 개발내용

농산물 수확량 및 유통량 모니터링 시스템의 구성은 수집기와 센서태그로 구성되며 센서태그는 유통량 센서태그와 온습도 센서태그로 나누어진다. 수집기의 기능은 센서태그들의 정보를 수집하여 서버로 전송하는 역할을 하며, 수집하는 정보는 센서태그의 ID와 상태정보(과수박스 상태정보/온습도 정보)로 이루어진다. 수집기는 수집된 센서태그 정보와 수집기의 GPS 정보를 실시간으로 서버에 전송한다. 이를 위하여 수집기와 유통량 센서태그, 온습도 센서태그를 개발하고 현장에 적용하는 것을 목적으로 한다.

또한, 수집기의 경우 국내 뿐만 아니라 해외에서도 사용가능한 자동로밍 기능의 WCDMA 를 적용하여 수출용 컨테이너의 온습도 모니터링에 사용할 수 있도록 개발하였다. 수집기의 주요 기능은 국내외에서 사용가능한 WCDMA 적용과 수출 컨테이너 적용 시 장시간 사용할 수 있는 배터리 사용에 맞춰진 저전력 동작이다.

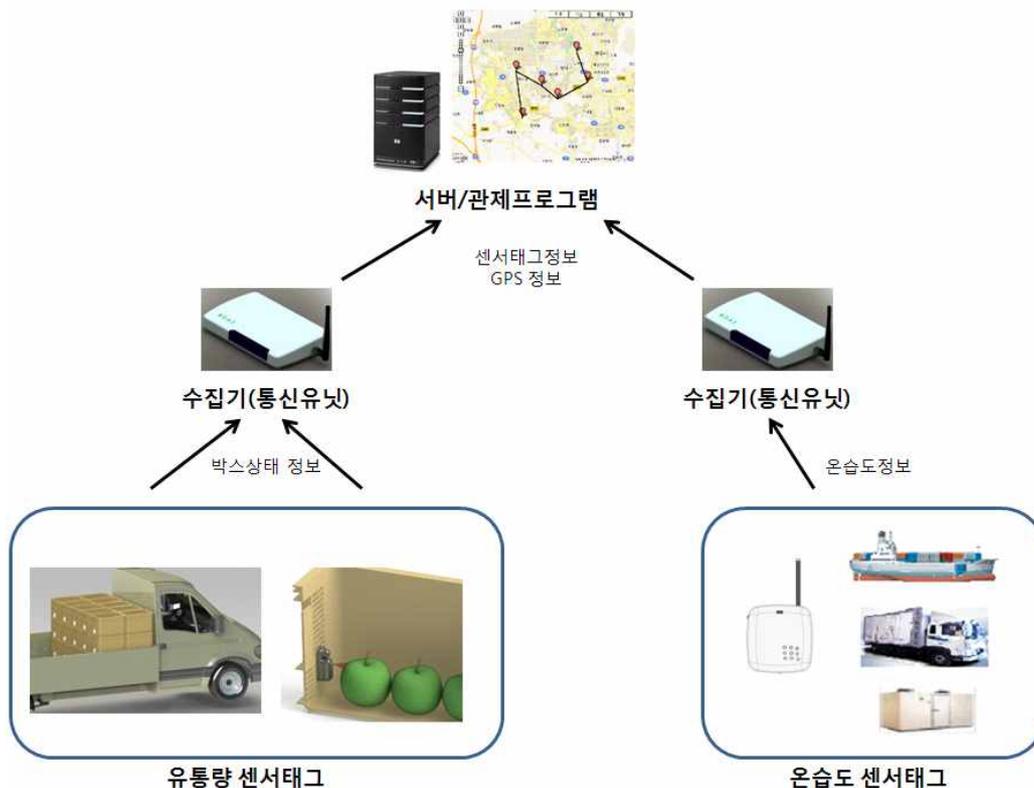


그림 3-374. 시스템 형상

나. 해외 로밍 가능 WCDMA/스마트폰연동 수집기 개발

(1) 국외 로밍이 가능한 WCDMA 수집기

(가) 개발 목표

국내 환경에서 사용가능한 WCDMA 내장형 수집기를 개발하였다. 수집기에 저장된 센서 태그 데이터를 WCDMA 를 통하여 주기적으로 전송하여야 하고, MicroSD 카드가 내장되어 외부에서 MicroSD 카드를 통한 데이터 수집 할 수 있어야 한다. 마지막으로 GPS가 내장되어 수집기의 위치와 시간을 파악 할 수 있어야 한다. 또한, 국외 환경에서도 로밍이 사용 가능한 WCDMA 내장형 수집기를 개발하였다. 수집기의 별도 세팅 없이 국외에서 자동 로밍이 가능하고, 국외 SIM 카드 별도 구입 없이 국내 SIM 카드로 외국에서도 사용 가능하다. 그리고, 배터리 적용을 위한 저전력 설계를 하였다.

(나) WCDMA 적용 설계

WCDMA 를 사용하기 위하여 UMTS 주파수 중 2100MHz 주파수대를 선정 하였으며, Band I 주파수 2100MHz 대의 경우 남미를 제외한 대부분의 국가에서 사용 가능 하다. 또한, 아시아 국가 중 일본의 일부지역을 제외한 모든 국가에서 사용 가능 하다.

| Operating band | Frequency band | Common name | UL frequencies UE transmit (MHz) | DL frequencies UE receive (MHz) | UARFCN UL | UARFCN DL |
|----------------|----------------|-------------|----------------------------------|---------------------------------|---|---|
| I | 2100 | IMT | 1920-1980 | 2110-2170 | 9612-9888 | 10562-10838 |
| II | 1900 | PCS | 1850-1910 | 1930-1990 | 9262-9538 additional 12, 37, 62, 87, 112, 137, 162, 187, 212, 237, 262, 287 | 9662-9938 additional 412, 437, 462, 487, 512, 537, 562, 587, 612, 637, 662, 687 |
| III | 1800 | DCS | 1710-1785 | 1805-1880 | 937-1208 | 1162-1513 |
| IV | 1700 | AWS | 1710-1755 | 2110-2155 | 1312-1513 additional 1662, 1687, 1712, 1737, 1762, 1787, 1812, 1837, 1862 | 1537-1738 additional 1887, 1912, 1937, 1962, 1987, 2012, 2037, 2062, 2087 |
| V | 850 | CLR | 824-849 | 869-894 | 4132-4233 additional 782, 787, 807, 812, 837, 862 | 4357-4458 additional 1007, 1012, 1032, 1037, 1062, 1087 |
| VI | 800 | | 830-840 | 875-885 | 4162-4188 additional 812, 837 | 4387-4413 additional 1037, 1062 |
| VII | 2600 | IMT-E | 2500-2570 | 2620-2690 | 2012-2338 additional 2362, 2387, 2412, 2437, 2462, 2487, 2512, 2537, 2562, 2587, 2612, 2637, 2662, 2687 | 2237-2563 additional 2587, 2612, 2637, 2662, 2687, 2712, 2737, 2762, 2787, 2812, 2837, 2862, 2887, 2912 |
| VIII | 900 | | 880-915 | 925-960 | 2712-2863 | 2937-3088 |
| IX | 1700 | | 1749.9-1784.9 | 1844.9-1879.9 | 8762-8912 | 9237-9387 |
| X | 1700 | | 1710-1770 | 2110-2170 | 2887-3163 additional 3187, 3212, 3237, 3262, 3287, 3312, 3337, 3362, 3387, 3412, 3437, 3462 | 3112-3388 additional 3412, 3437, 3462, 3487, 3512, 3537, 3562, 3587, 3612, 3637, 3662, 3687 |

그림 3-375. 국내 UMTS 주파수

| Operating band | Frequency band | Common name | North America | South America | Europe | Asia | Africa | Oceania |
|----------------|----------------|-------------|--|--|--------|--|--------|--|
| I | 2100 | IMT | No | Brazil | Europe | Asia(Malaysia, Etc), Israel (HOT Mobile, Cellcom, Golan Telecom, Pelephone, Orange), India | Africa | Oceania (Optus, Vodafone AU & NZ, Three Mobile AU, 2 ^o and Telecom NZ), INDOSAT Indosat Indonesia |
| II | 1900 | PCS | AT&T, T-Mobile, MetroPCS, Sprint, Bell Mobility, Telcel, Telus, Rogers, SaskTel, MTS Mobility | Chile (Entel), Venezuela (Movinet, Movistar), Colombia (Tigo Colombia) | No | No | No | No |
| III | 1800 | DCS | No | No | Europe | Asia(Malaysia, Etc) | No | Oceania |
| IV | 1700 | AWS | USA (T-Mobile, MetroPCS, Cincinnati Bell Wireless, Big River Broadband), Canada (WIND Mobile, Mobilicity, Videotron) | Chile (VTR Globalcom, Nextel) | No | No | No | No |

그림 3-376. 대륙별 UMTS 주파수

| Operator | Country or territory | Launch date | Frequency (MHz) |
|-------------------------|----------------------|--------------------|---------------------------------|
| Teletalk | Bangladesh | October 2012 | 2100 |
| Batelco | Bahrain | 2006 | 2100 |
| Zain | Bahrain | December 2003 | 2100 |
| Viva | Bahrain | March 2010 | 2100 |
| B-Mobile | Brunei | September 2005 | 2100 |
| Mobitel | Cambodia | October 2006 | 2100 |
| Shinawatra | Cambodia | October 2007 | 2100 |
| China Unicom | China | May 17, 2009 | 2100 |
| 3 | Hong Kong | January 27, 2004 | 900/2100 |
| CSL | Hong Kong | December 2004 | 900/2100 |
| PCCW Mobile | Hong Kong | July 2006 | 2100 |
| Smartone | Hong Kong | December 2004 | 850/2100 |
| Airtel | India | January 24, 2011 | 2100 |
| Aircel | India | February 23, 2011 | 2100 |
| Vodafone | India | JANUARY 31, 2011 | 2100 |
| Idea | India | March 28, 2011 | 2100 |
| BSNL Mobile | India | 2009 | 2100 |
| MTNL DOLPHIN | India | 2008 | 2100 |
| Reliance Communications | India | December 13, 2010 | 2100 |
| Tata DoCoMo | India | November 5, 2010 | 2100 |
| 3 | Indonesia | December 2006 | 2100 |
| Excelcomindo | Indonesia | September 21, 2006 | 2100 |
| Indosat | Indonesia | November 2006 | 2100 |
| Telkomsel | Indonesia | September 14, 2006 | 2100 |
| Cellcom | Israel | 2006 | 850/2100 |
| Golan Telecom | Israel | 2012 | 2100 |
| Hot Mobile | Israel | 2012 | 2100 |
| Orange | Israel | 2007 | 900/2100 |
| Pelephone | Israel | 2009 | 850/2100 |
| I | Laos | October 16, 2009 | 2100 |
| Mobitel | Iraq | 2007 | 2100 |
| E Mobile | Japan | March 2007 | 1700 band IX |
| NTT docomo | Japan | October 1, 2001 | 800(band VI)/1700(band IX)/2100 |
| SoftBank Mobile | Japan | December 2002 | 900/1500(Band XI)/2100 |
| KT | South Korea | December 2003 | 2100 |
| SK Telecom | South Korea | December 2003 | 2100 |

그림 3-377. 아시아 국가별 UMTS 주파수

WM-211 모듈은 WCDMA 외장형 모델로 한국향으로 제작된 모델로서, ZTE 사의 ZM5202 모듈이 내장된 WCDMA 2100MHz 를 지원하는 SKT망 전용 모듈이다. WCDMA 2100MHz 주파수밴드를 사용하는 해외에서도 사용가능하며, 자동로밍을 위한 별도의 S/W 개발이 필요하다.

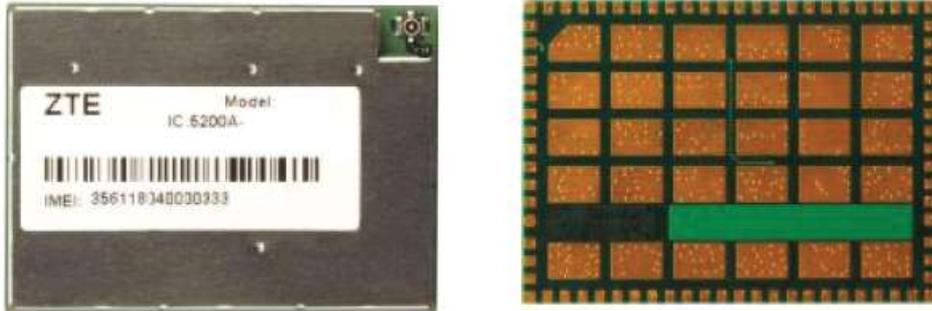


그림 3-378. ZM5202 모듈

WCDMA 모듈에 내장된 ZM5202는 UMTS 850(900)/1900/2100MHz와 GSM/GPRS/EDGE 850/900/1800/1900MHz 주파수 밴드를 지원하여 해외의 대부분 지역에서 사용이 가능하다. 그러나 WM-211은 국내향으로 판매되는 제품으로 UMTS 2100MHz 주파수만 사용이 가능하여 국내와 같은 WCDMA 주파수 대역을 사용하는 일부 해외 지역인 유럽과 아시아에서는 사용이 가능하다. 반면에, 아프리카와 미주 지역은 극히 일부 지역 지원됨으로 사실상 사용이 불가능 하다. 모듈 시험인 WM-211의 해외 자동로밍 기능을 시험하기 위하여 홍콩 현지에서 2회 시험을 완료하였고, 싱가포르 시범사업에 적용하였다. 2100MHz 주파수 밴드를 사용하는 아시아 지역에서 정상적으로 동작하였다. 국내에서는 SKT망을 사용하고, 해외에서는 SKT 자동로밍 기능을 사용할 수 있도록 모듈 S/W 를 최적화 하여 해외의 다수 지역에서 별도의 세팅 없이 데이터 통신이 이루어질 수 있도록 설계 되었다.

시험 결과 홍콩 2회 자체 시험과 싱가포르 2회 시범사업을 통하여 성공적인 모듈 작동을 확인하였고, 수출컨테이너에 적용한 싱가포르 시범사업의 경우 3회에 걸쳐 필리핀/싱가폴 구간과 홍콩/싱가폴 구간으로 적용되어 각 항만에 도착 하였을때 자동 로밍되어 데이터 통신이 정상적으로 이루어졌다. 특히 홍콩/싱가폴 구간의 경우 수집기가 본사로 회수되는 구간까지 약 50일간 배터리가 정상적으로 동작되어 인천공항에서 본사까지 GPS 좌표가 수신 되었다.

(다) MG3732 모듈 적용 설계

MG3732 모듈은 ZTE 사의 UMTS 모듈로써, WM-211에 내장된 ZE5202 모듈 이후에

개발된 개선된 모듈로 현재 ZTE 사에서 주력으로 판매되고 있는 UMTS 모듈이다. MG3732 를 적용한 주된 목적은 2100MHz 주파수 밴드 이외의 지역에 적용하기 위함으로 주된 지역은 미주 지역으로 설계되었다. 뉴욕 1회, 홍콩 1회, 괌 1회로 자체 시험을 진행하였고, 기존의 WM-211의 미주지역 가능 여부를 판단하기 위하여 뉴욕 시험을 진행하였다. 뉴욕시험 결과 WM-211 의 2100MHz 주파수 밴드는 미주지역에서 극히 일부 지역(내륙지방 일부 도시)을 제외하고, 사용할 수 없는 것으로 확인되었다. 특히 수출컨테이너를 적용하기 위한 항만과 대도시에서는 2100MHz 사용이 불가하였다. 이후 홍콩 시험을 통하여 변경된 모델인 MG3732의 다른 주파수대의 통신 시험을 진행하여 성공적으로 통신이 이루어지는 것을 확인하였고, 최종 괌 시험을 통해 통신 미주지역 통신 시험을 완료하였다. 시험장소로 괌을 선택한 사유는 미국령인 괌 지역이 미국/캐나다와 같은 주파수대와 통신 방식을 사용한다. 시험 결과 MG3732 의 자체 시험은 뉴욕, 홍콩, 괌에서 진행하였고, 시범사업으로 싱가포르 2회 수출컨테이너에 적용하여 아시아 지역에서는 WM-211 과 동일한 성능과 동작을 확인하였다. MG3732는 WM-211에서 지원하는 2100MHz 주파수대를 기본으로 지원한다.

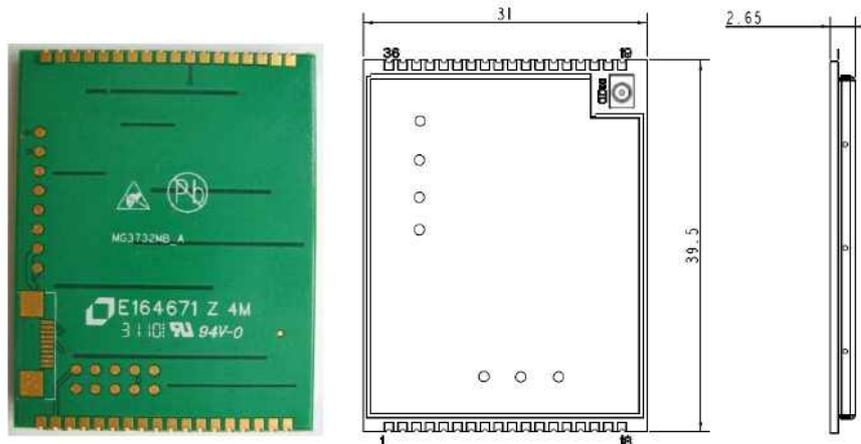


그림 3-379. MG3732 모듈

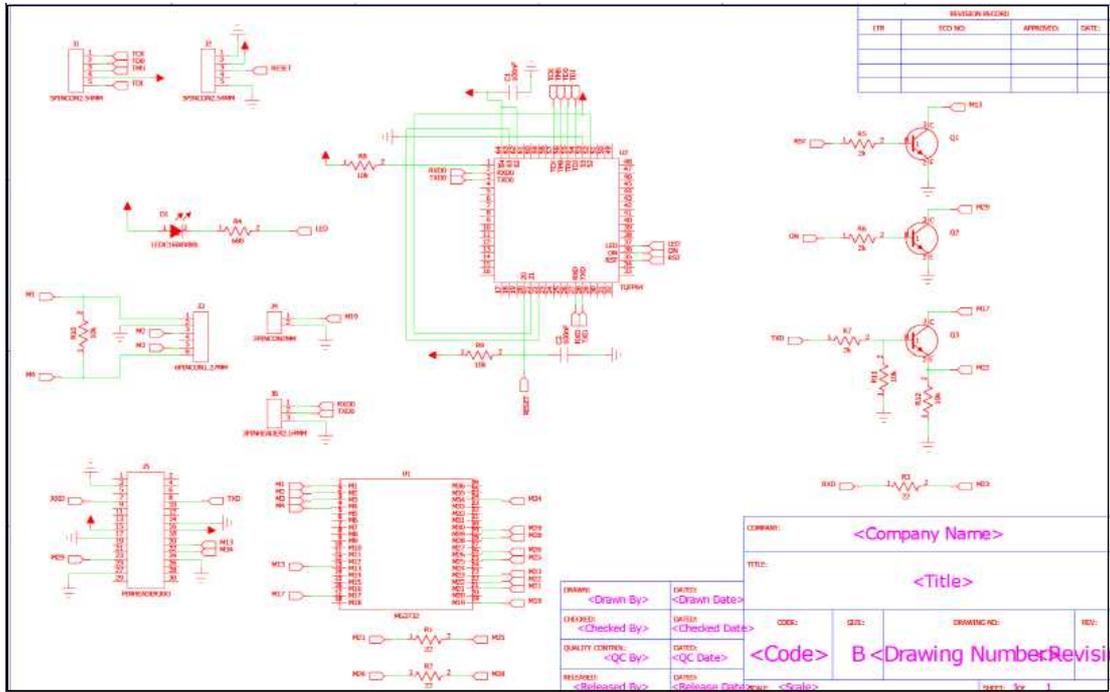


그림 3-380. MG3732 전용 보드 회로

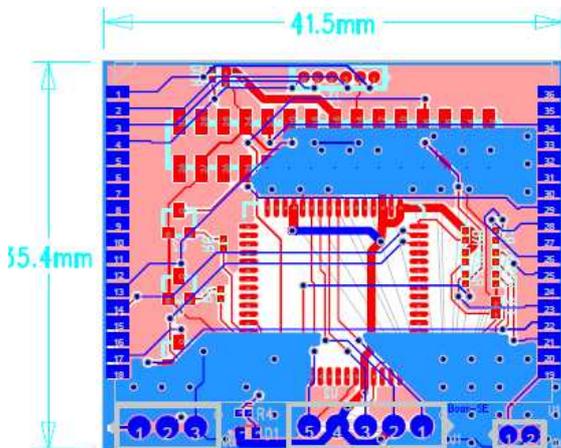


그림 3-381. MG3732 전용 PCB



그림 3-382. MG3732 적용

(라) 기타 수집기 설계

수집기의 전체 구조는 제어부분인 Main CPU, RF CPU 부분과 센서 및 외부 인터페이스로 구성되고, Main CPU 부분은 수집기의 모든 데이터를 처리하고 관리하며, RF CPU 부분은 SRD RF 를 3채널 까지 확장하여 무선 데이터를 처리하고 Main CPU 와 통신한다.

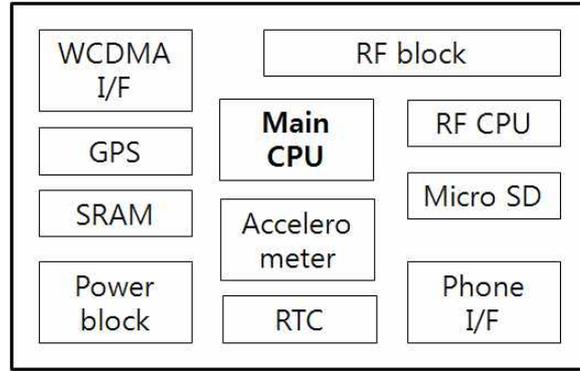


그림 3-383. 수집기 블록도

수집기에 사용한 WCDMA 모뎀은 WM-211으로 외장형 모뎀으로 다양한 산업용 응용기에 고속의 무선데이터 접속을 제공한다. WM-211은 안테나 커넥터, 전원커넥터, 30PIN 보드커넥터를 갖추고 있어 기존의 호스트 시스템에 케이블 연결로 사용이 가능하다. 또한, 30PIN 보드커넥터를 통해 호스트 시스템의 PCB에 장착된다. WM-211 은 ZTE사의 ZM5202 모뎀을 내장하고 있어 내장 SMS 기능을 제공한다.

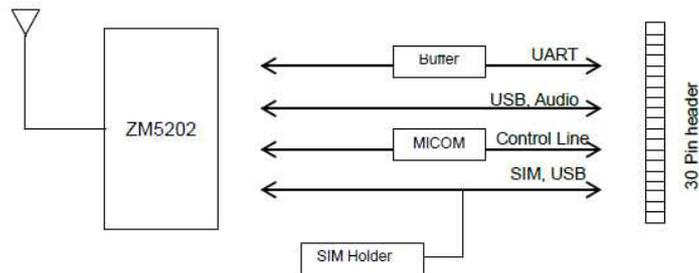


그림 3-384. WCDMA 모뎀 블록도

| 항 목 | 세부항목 | 설명 |
|-------|-------|--------------------------------|
| 기구 | 사이즈 | 46 x 60 x 11 mm |
| | 무게 | 약 47g |
| | 인터페이스 | 30핀 Standard 2mm pitch header |
| 솔루션 | 사용칩셋 | 퀄컴 QSC6240 |
| 베이스밴드 | 프로세서 | ARM926EJ-S |
| | USIM | 1.8V/3.0V SIM Card지원 |
| | 메모리 | 32MB/128MB((SDRAM/NAND) |
| | 시리얼통신 | 1 UART and USB(Modem/AT) |
| | 전원 | DC 5V(±5%) |
| RF | 프로토콜 | WCDMA R4 |
| | 주파수밴드 | WCDMA 2100MHz(FDD1) |
| | 안테나 | U.FL 안테나 커넥터 지원 |
| | 송신전력 | Power Class 3 (+24dBm+1/-3dBm) |
| 온도 | 동작온도 | -20 to 70°C |
| | 저장온도 | -35 to 80°C |
| 주요기능 | 데이터통신 | RAS dial-up 및 TCP/IP |
| | 문자 | SMS 착신 및 발신 |
| | 음성 | 착신 및 발신 |
| 인증 | 국가인증 | KC 인증 |
| | 망인증 | SKT 인증 |

그림 3-385. WCDMA 사양

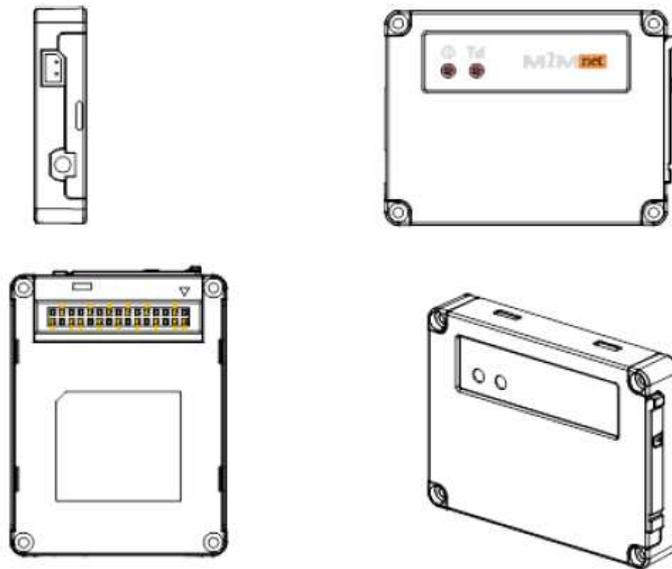


그림 3-386. WCDMA 외관

WM-211은 외부기기와의 인터페이스를 위해 52핀 접속 PAD를 제공한다.

| In/Out | Signal Name | Signal Name | In/Out |
|--------|---------------|-------------|--------|
| I | Audio_In- | 1 | 2 |
| | GROUND | 3 | 4 |
| O | Audio_Out- | 5 | 6 |
| O | UART_RXD | 7 | 8 |
| I | -UART_DTR | 9 | 10 |
| I | -UART_RTS | 11 | 12 |
| O | -UART_RI | 13 | 14 |
| I | Modem_POWER | 15 | 16 |
| | GROUND | 17 | 18 |
| I | -USIM_RST | 19 | 20 |
| OC | RF_Status_LED | 21 | 22 |
| I | Power_on | 23 | 24 |
| I/O | USIM_DATA | 25 | 26 |
| | GROUND | 27 | 28 |
| I/O | USB_DM | 29 | 30 |

그림 3-387. 핀맵

WM-211 핀 정보 내역은 다음과 같다.

| Pin | Signal Name | Type | Group | Description |
|-------------------------------|---------------|-------|-------|---|
| Power Control | | | | |
| 20 | -Reset | PU | 2.8V | Modem reset |
| 21 | RF_Status_LED | OC | 2.8V | Signal indicator, Register for 3G network |
| 22 | Modem_Active | DO | 2.8V | Modem power-on status indicator |
| 23 | Power_on | PU | 2.8V | Power-on/Power-off PIN |
| Audio Pins | | | | |
| 1 | Audio_In- | AI | | Differential Audio input (-) |
| 2 | Audio_In+ | AI | | Differential Audio input (+) |
| 5 | Audio_Out- | AO | | Differential Audio output (-) |
| 4 | Audio_Out+ | AO | | Differential Audio output (+) |
| UART Signal | | | | |
| 7 | UART_RXD | DO | 2.8V | Receive data from the Modem the HOST |
| 8 | UART_TXD | DI | 2.8V | Transmit data from the HOST to the Modem |
| 12 | -UART_CTS | DO | 2.8V | Clear to send |
| 11 | -UART_RTS | DI | 2.8V | Request to send |
| 10 | -UART_DSR | DO | 2.8V | Data set Ready |
| 9 | -UART_DTR | DI | 2.8V | Data Terminal Ready |
| 6 | -UART_DCD | DO | 2.8V | Data Carrier Detect |
| 13 | -UART_RI | DO | 2.8V | Ring Indication |
| USIM Card Signal Group | | | | |
| 18 | USIM_VCC | P | | USIM card power signal |
| 19 | -USIM_RESET | DO | | USIM card reset signal |
| 25 | USIM_Data | BI | | USIM card data signal |
| 26 | USIM_Clock | DO | | USIM card clock signal |
| USB Interface | | | | |
| 28 | USB_VBUS | P | | USB_VBUS power |
| 29 | USB_DM | AI/AO | | USB data minus |
| 30 | USB_DP | AI/AO | | USB data plus |
| Power Supply | | | | |
| 15 | Modem_POWER | P | 5V | Modem power |
| 16 | Modem_POWER | P | 5V | Modem power |
| 3 | GROUND | P | | GROUND |
| 14 | GROUND | P | | GROUND |
| 17 | GROUND | P | | GROUND |
| 24 | GROUND | P | | GROUND |
| 27 | GROUND | P | | GROUND |

DI : Digital Input DO : Digital Output BI : Bi-directional OC : Open Collector Output
 AI : Analog Input AO : Analog Output PU : Internal Pull-Up PD : Internal Pull-Down
 P : Power & Ground

그림 3-388. 핀정보 상세

UART(RS-232)신호들은 모뎀(DCE)의 UART과 인터페이스 하기 위한 신호들로 모뎀(DCE)과 호스트(DTE)는 이 신호 라인을 통해서 AT커맨드 등의 데이터를 주고받는다.

| Pin No. | Signal Name | Signal Description | Direction |
|---------|-------------|---------------------|---------------|
| 7 | UART_RXD | Receive Data | HOST <- MODEM |
| 8 | UART_TXD | Transmit Data | HOST -> MODEM |
| 12 | -UART_RTS | Request to send | HOST -> MODEM |
| 11 | -UART_CTS | Clear to send | HOST <- MODEM |
| 10 | -UART_DTR | Data terminal ready | HOST -> MODEM |
| 9 | -UART_DSR | Data set ready | HOST <- MODEM |
| 6 | -UART_DCD | Data Carrier Detect | HOST <- MODEM |
| 13 | -UART_RI | Ring Indicator | HOST <- MODEM |

그림 3-389. UART Signals

Reset은 모뎀(DCE)의 외부 리셋입력 신호이다. 이 신호는 호스트(DTE)의 리셋 신호를 연결하거나 혹은 HOST CPU의 GPIO핀을 이용하여 필요에 따라 컨트롤한다. 모뎀의 전원이 off되지 않고 DTE의 전원이 off된 경우에 -Reset 신호가 low 상태를 가지게 되면 모뎀을 reset하게 되어 power off registration과 같은 모뎀 동작에 문제가 발생할 수 있으므로 주의해야 한다.

| Pin | Signal Name | Description |
|-----|---------------|---|
| 20 | -Reset | Modem reset |
| 21 | RF_Status_LED | Signal indicator interface, Register for 3G network |
| 22 | Modem_Active | Modem power-on status indicator |
| 23 | Power_on | Power-on/Power-off PIN |

그림 3-390. 기타 신호

POWER_ON은 모뎀(DCE)의 전원 on/off를 컨트롤한다. 이 신호는 10Kohm 저항을 통해 모뎀의 내부 전원 중 하나인 +2.8V에 pull-up 되어 있어서 모뎀의 입력전원 +5V를 가하면 모뎀의 전원이 즉시 ON되도록 설계되어 있다. 모뎀의 POWER_ON 핀은 내부에서 Pull-up 되어 있기 때문에 호스트 시스템에서 POWER_ON핀을 제어하여 모뎀의 전원을 ON/OFF하려면 이 핀을 직접 제어하기 보다는 그림 3-391과 같이 Transistor를 open collector 방식으로 연결하여 제어한다. 이것은 POWER_ON핀의 Pull-up 전압과 호스트 시스템에서 오는 ON/OFF 제어 신호의 전압 레벨 차이로 인하여 발생할 수 있는 누설 전류를 방지하기 위함이다. 수집기의 전력소모를 최소화 하기 위하여 아래와 같이 WCDMA 모뎀의 전원을 효율

적으로 제어한다.

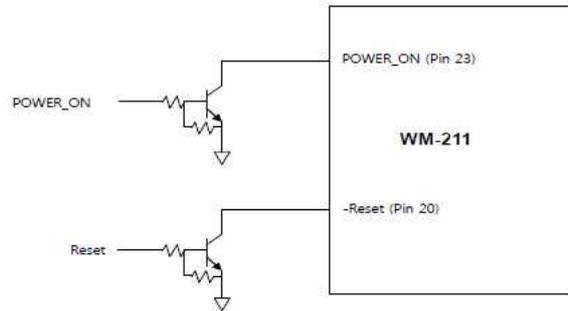


그림 3-391. WCDMA 전원제어회로

Modem_Active은 모뎀(DCE)의 리셋과 Boot Sequence가 성공적으로 끝난 경우 'HIGH' Active신호를 출력한다. 그리고 POWER_ON핀을 이용하여 모뎀전원을 OFF 시키면 모뎀은 power off registration을 한 후 모뎀(DCE)의 전원이 실제로 OFF되면 즉시 'LOW'를 출력한다. 이는 Modem 의 정상상태를 알려줌으로써 데이터라인을 통해 들어오는 garbage data의 유입을 막기 위해서 이다. Active신호를 사용하지 않을 경우 Application(Host)는 이에 충분한 delay time을 주거나 garbage filtering에 대한 대비를 해 주어야 한다. RF_Status_LED 는 모뎀의 현재 상태를 가리키며 모뎀상태에 따른 LED 동작은 아래와 같다.

- LED Off : No service.
- LED Blinking : Idle(Ready)
- LED On : Call (Connect)

아래 그림 3-392와 같이 외부에 별도 LED를 연결할 수 있다.

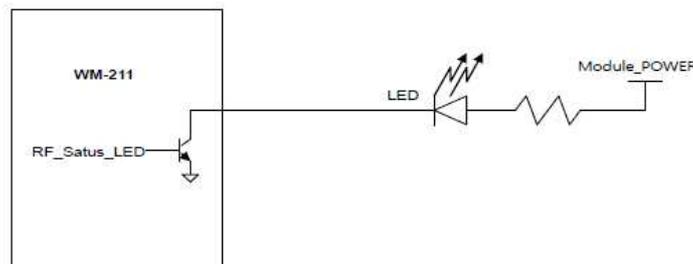


그림 3-392. 외부LED 연결

| Signal Name | Signal Description | Min. | Typ. | Max. |
|-------------|--------------------|-------|------|------|
| VCC | Power supply input | 4.8 V | 5V | 5.2V |
| GND | Ground | - | 0V | - |

그림 3-393. 전원

스마트폰 적용 설계를 통해 스마트폰과 연결되어 수집기 데이터를 전송한다. 연결은 RS-232 통신을 사용하여 스마트폰의 Micro USB 케이블로 연결된다.



그림 3-394. 수집기와 스마트폰 결선

SRD RF 설계는 424MHz Narrow Band 주파수를 사용하여 설계하였다. 블록도는 아래와 같이 CC1020 RF Transceiver IC 를 적용한 모듈을 사용하였다. RF 블록도와 기본 사양은 아래와 같다.

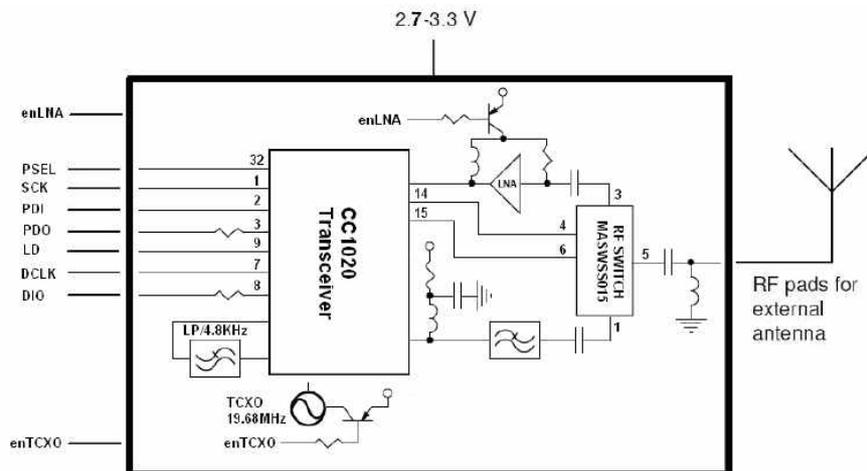


그림 3-395. RF 블록도

| Parameter | Min | Max | Units |
|----------------------------|-------|-----------|-------------------|
| Supply voltage, VCC | - 0.3 | 3.6 | V |
| Voltage on any pin | - 0.3 | VCC+0.5 V | V |
| RF Input Power | | 10 | dBm |
| Storage temperature | -50 | 125 | °C |
| Operating temperature | - 30 | 85 | °C |
| ESD(HBM EIA/JESD22-A114-A) | | ±3 | kV , ANT terminal |

그림 3-396. RF 기본사양

| Pin | Name | I/O | Description |
|-----|--------|-----|--|
| 1 | VCC | - | Supply voltage input(2.7 ~ 3.3V, typically 3.0V) |
| 2 | NC | - | No connection |
| 3 | GND | - | System ground |
| 4 | PSEL | I | Programming chip select, active low, Internal pull-up resistor |
| 5 | SCK | I | Programming clock for SPI interface |
| 6 | PDI | I | Programming data input for SPI interface |
| 7 | PDO | O | Programming data output for SPI interface |
| 8 | DIO | I/O | Data input in transmit mode, data output in receive mode |
| 9 | LD | O | PLL lock indicator, active low |
| 10 | DCLK | I | Clock for data in both receive and transmit |
| 11 | enLNA | I | LNA enable in receive mode, active low |
| 12 | enTCXO | I | TCXO enable in both receive and transmit mode, active low |
| 13 | GND | - | System ground |
| 14 | GND | - | System ground |
| 15 | GND | - | System ground |
| 16 | ANT | I/O | RF I/O connection to antenna, 50 Ohm |
| 17 | GND | - | System ground |
| 18 | GND | - | System ground |
| 19 | GND | - | System ground |
| 20 | GND | - | System ground |
| 21 | GND | - | System ground |

그림 3-397. 핀 정보

전원부 설계는 저전력 전력소모를 고려하여, Main CPU에서 각 블록의 전원을 개별적으로 제어한다. 전력소모가 큰 GPS, WCDMA, SRD RF에 별도의 정전압 Regulator 를 적용하여 필요시에만 전원을 ON 하여 사용한다. WCDMA 의 경우 WCDMA 내에 전원을 제어하는 외부 제어 신호와 Sleep mode가 별도로 내장되어있으나, WCDMA 모뎀 전체 전원을 제어하는 전원부를 추가로 설계하였다. 외부 전원 입력은 DC 6V~12V 을 사용하고, Main CPU 에 외부 전원 입력을 모니터링하기 위하여 ADC 입력을 사용한다.

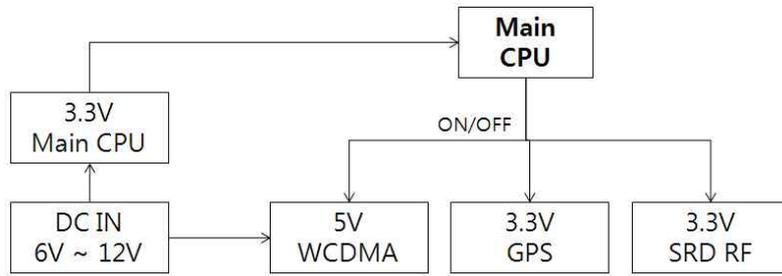


그림 3-398. 전원부 블록도

GPS 모듈은 동작전압 3.3V, 동작전류 25mA 이내이고, 수신감도 -165dBm 의 성능을 갖는다. 안테나는 내장용과 외장용을 동시에 사용할 수 있도록 설계되어 수신 환경이 열악한 지역에서는 외장용 안테나를 사용하여 외부로 돌출시킬 수 있다.

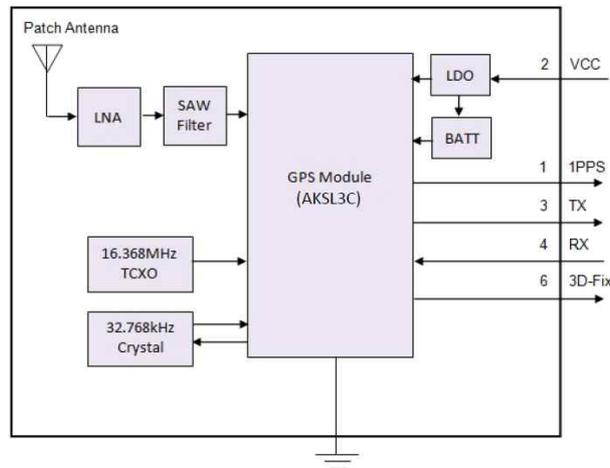


그림 3-399. GPS 모듈 블록도

데이터 저장용 Micro SD 카드 인터페이스를 설계하였다. Main CPU 간 데이터 통신은 SPI 통신 방식을 사용하고 회로와 소켓은 아래와 같다.

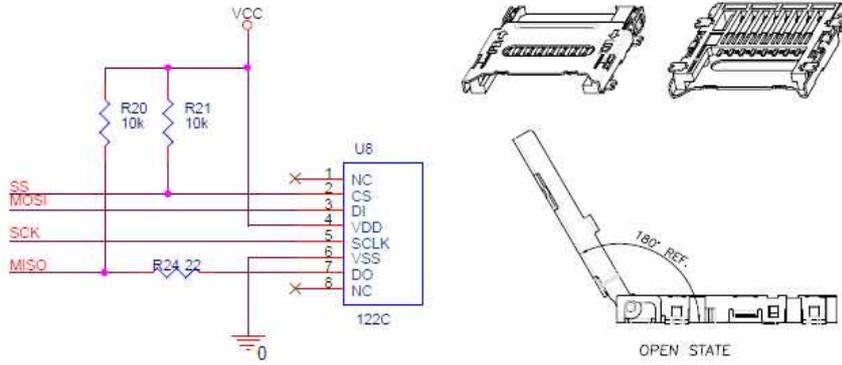


그림 3-400. Micro SD 회로와 소켓

가속도 센서를 설계하였다. 수집기의 이동시 발생하는 충격을 감지하고, 저장하기 위하여 가속도 센서를 적용하였다. 가속도 센서 데이터는 Main CPU 의 ADC 입력으로 수집되어 모니터링 한다. 가속도 센서는 ANALOG DEVICES 사의 ADXL311 모델을 사용하였고, 400uA 의 저전력 소모가 특징이다. 센서의 출력은 2축 Analog 출력으로 $\pm 2g$ 까지 측정 가능하다.

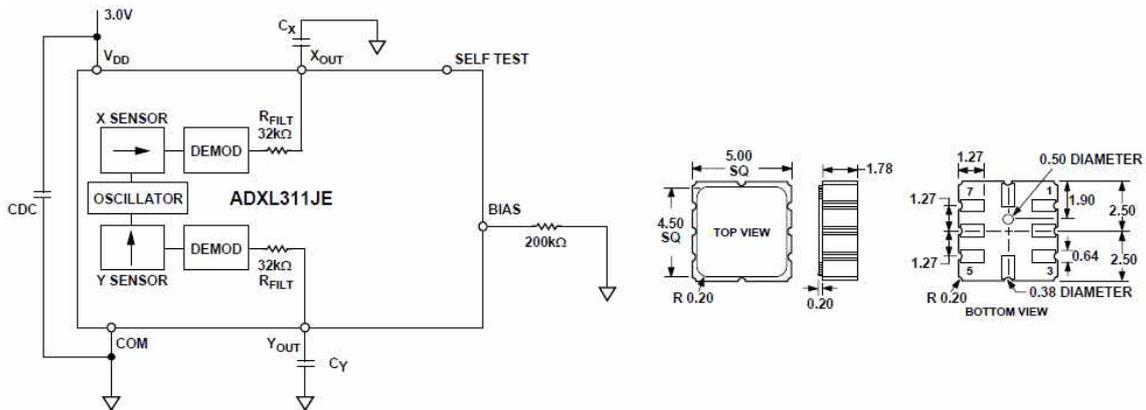


그림 3-401. 블록도와 센서형상

Main CPU의 데이터 메모리를 확장하기 위하여 외부 SRAM 메모리를 설계하였다. Main CPU의 데이터 메모리는 크게 내부 데이터 메모리로서의 SRAM, 외부 데이터 메모리 SRAM 그리고 내부 EEPROM으로 구성되어있는데, EEPROM은 별도의 레지스터를 통하여 특별한 방식으로 액세스 하며 나머지는 모두 64K의 데이터 메모리 액세스용 어드레스 0X0000~0XFFF 번지에 맵핑되어 있다. 수집기는 32K SRAM 메모리를 적용하였고, 메모리 맵과 결선은 아래와 같다.

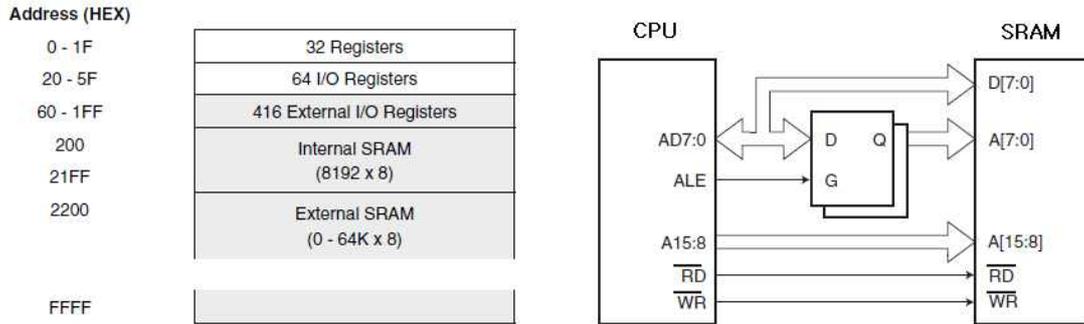


그림 3-402. 데이터 메모리맵과 결선

수집기 프로세서 로직을 설계하였다. Main CPU 는 JTAG 프로그램이 가능하도록 하는 JTAG 포트와 외부 크리스탈, 전원포트를 가지고 있다. 또한, RS-232 USART 통신기능과 SPI/TWI 통신 기능을 가지고 있으며 Main CPU 의 주요 핀 기능은 아래와 같다.

U2 (MAIN CPU)

| 분류 | 핀번호 | 포트 | 핀이름 | 설명 | 방향 | 기능 |
|-----------|----------|----------|-----------|------------------------|-----|---------------------|
| DEBUG | 2 | PE0 | RXD0 | Debug | I | J6 번연결 |
| | 3 | PE1 | TXD0 | Debug | O | J6 번연결 |
| WCDMA | 45 | PD2 | RXD1 | WCDMA DATA | I | J5 번연결 |
| | 46 | PD3 | TXD1 | WCDMA DATA | O | J5 번연결 |
| | 49 | PD6 | WC-ACT | WCDMA ACTIVE | I | ACTIVE "HIGH" |
| | 48 | PD5 | WC-ON | WCDMA POWER ON | O | POWER OFF "HIGH" |
| | 47 | PD4 | WC-RST | WCDMA RESET | O | MEDEM RESET "HIGH" |
| | 82 | PK7 | P01EN | WCDMA/RTC POWER ENABLE | O | REGULATOR ON "HIGH" |
| GPS | 12 | PH0 | RXD2 | GPS DATA | I | J4 번연결 |
| | 13 | PH1 | TXD2 | GPS DATA | O | J4 번연결 |
| | 14 | PH2 | 1PPS | Time mark | I | |
| RF | 83 | PK6 | P02EN | GPS POWER ENABLE | O | REGULATOR ON "HIGH" |
| | 63 | PJ0 | RXD3 | RF MODULE DATA | I | |
| | 64 | PJ1 | TXD3 | RF MODULE DATA | O | |
| DS1307 | 84 | PK5 | P03EN | RF POWER ENABLE | O | REGULATOR ON "HIGH" |
| | 43 | PD0 | SCL | SCL | O | |
| | 44 | PD1 | SDA | SDA | I/O | |
| ADXL311 | 6 | PE4/INT4 | RTCOUT | RTC ALARM | I | |
| | 82 | PK7 | P01EN | WCDMA/RTC POWER ENABLE | O | REGULATOR ON "HIGH" |
| | 95 | PF1/ADC1 | XOUT | X축 가속도 | I | ANALOG SIGNAL |
| MICRO SD | 96 | PF2/ADC2 | YOUT | Y축 가속도 | I | ANALOG SIGNAL |
| | 19 | PB0/SS | SS | | O | |
| | 20 | PB1/SCK | SCK | | O | |
| | 21 | PB2/MOSI | MOSI | | O | |
| LED | 22 | PB3/MISO | MISO | | I | |
| | 89 | PK0 | LED1 | LED | O | ACTIVE "HIGH" |
| SRAM | 88 | PK1 | LED2 | LED | O | ACTIVE "HIGH" |
| | 78~81 | PA0~PA7 | AD0~AD7 | DATA/ADDRESS | I/O | |
| | 53~60 | PC0~PC7 | A8~A15 | ADDRESS | O | |
| POWER ADC | 51,52,70 | | WR,RD,ALE | O | | |
| JTAG | 97 | PF0/ADC0 | POWER | MAIN POWER LEVEL | I | ANALOG SIGNAL |
| | 90~93 | PF7~PF4 | TCK~TDI | JTAG I/F | I/O | J2연결 |

그림 3-403. Main CPU 핀정보

SRD RF CPU는 JTAG, RS-232 USART, SPI 통신기능을 주로 사용하도록 설계하였다.
SRD RF CPU의 주요 핀 기능은 아래와 같다.

U9 (RF CPU)

| 분류 | 핀번호 | 포트 | 핀이름 | 설명 | 방향 | 기능 |
|--------------------|-------|----------|---------|-------------|-----|--------------------|
| MAIN CPU /DEBUG | 2 | PE0/RXD0 | TXD3 | MAIN CPU TX | O | U2 번연결 |
| | 3 | PE1/TXD0 | RXD3 | MAIN CPU RX | I | U2 번연결, J7 DEBUG연결 |
| RF MODULE 1 | 45 | PD2 | RFRXD1 | RF MODULE1 | I | J11 번연결 |
| | 46 | PD3 | RFTXD1 | RF MODULE1 | O | J11 번연결 |
| RF MODULE 2 | 12 | PH0 | RFXD2 | RF MODULE2 | I | J10 번연결 |
| | 13 | PH1 | RFTXD2 | RF MODULE2 | O | J10 번연결 |
| RF MODULE 3 | 63 | PJ0 | RFRXD3 | RF MODULE3 | I | J9 번연결 |
| | 64 | PJ1 | RFTXD3 | RF MODULE3 | O | J9 번연결 |
| LED | 89 | PK0 | LED5 | LED | O | ACTIVE "HIGH" |
| JTAG | 90~93 | PF7~PF4 | TCK~TDI | JTAG I/F | I/O | J8연결 |

그림 3-404. RF CPU 핀정보

수집기와 내부 모듈 간 통신 및 DEBUG를 하여 아래와 같은 I/F가 적용되었다.

외부 I/F

| 항목 | 내용 | 핀정보 |
|-------|----------------|------|
| DEBUG | MAIN CPU | J6 |
| | RF CPU | J7 |
| WCDMA | WCDMA | J5 |
| GPS | GPS | J4 |
| RF | MODULE 1 | J11 |
| | MODULE 2 | J10 |
| | MODULE 3 | J9 |
| LED | MAIN CPU | LED1 |
| | MAIN CPU | LED2 |
| | MAIN POWER ON | LED3 |
| | WCDMA | LED4 |
| | RF CPU | LED5 |
| SW | MAIN CPU RESET | SW1 |
| | RF CPU RESET | SW2 |

그림 3-405. 수집기 I/F 정보

수집기 제작 결과물인 케이스 설계 및 제작을 하였다.



그림 3-406. 3D 설계

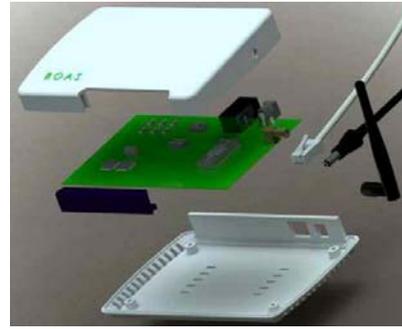


그림 3-407. 케이스 분해도

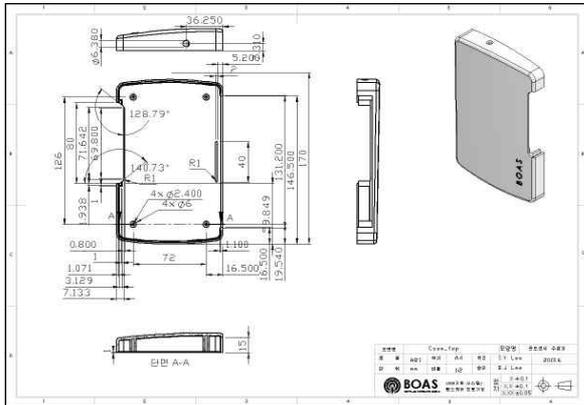


그림 3-408. 상판 2D 도면

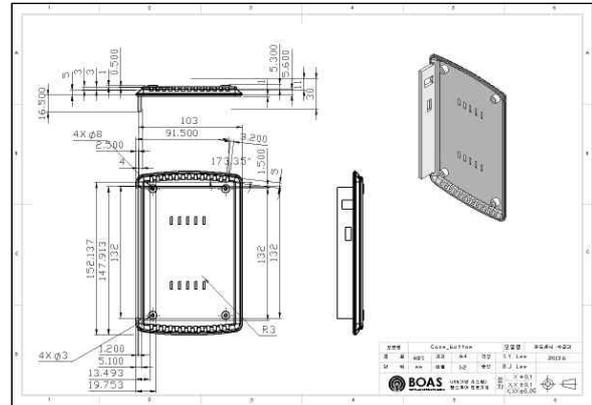


그림 3-409. 하판 2D 도면



그림 3-410. 수집기 케이스 제작

회로 설계 및 PCB 설계는 다음 그림 3-411과 같다.

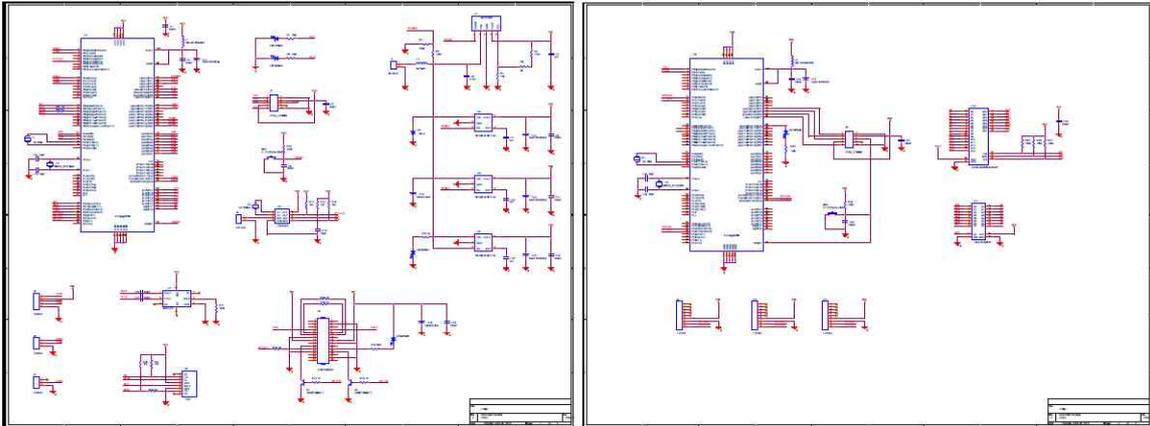


그림 3-411. 수집기 회로설계

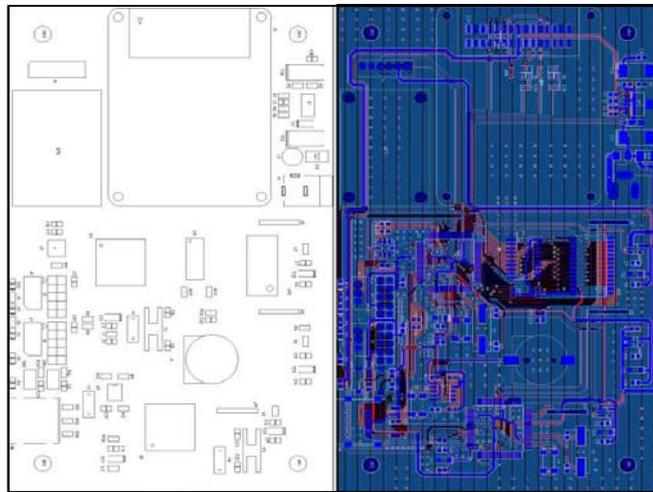


그림 3-412. 수집기 PCB 설계

PCB 제작후 완성된 수집기는 다음그림 3-414과 같이 제작되었다.



그림 3-413. PCB 제작/부품조립



그림 3-414. 제품 조립

(2) 수집기 S/W 개발

(가) 개발 목표

배터리 운용을 위한 저전력 통신 프로토콜을 구현하고, 저전력 운용을 위한 수집기 서버 간 통신 프로토콜 구현하고, 센서태그와 단방향 송수신을 위한 슬립 알고리즘 적용한다. 자동 해외 로밍을 위한 모뎀 드라이버를 구현하고, 데이터 보관 및 신뢰성 확보를 위한 파일 시스템을 적용한다.

(나) 설계 내용

수집기는 센서 태그로부터 데이터를 수신하여 저장하고 서버로 데이터를 전송하고, SD메모리, RTC, GPS, RF모듈, 가속도센서, WCDMA모듈, 스마트폰등에 대한 드라이버 블록과 시스템의 원활한 동작과 스케줄링을 담당하는 시스템 매니저 블록, 시스템 전체의 통신을 관리하는 통신 블록, 데이터의 저장을 관리하는 데이터 블록으로 구성된다.

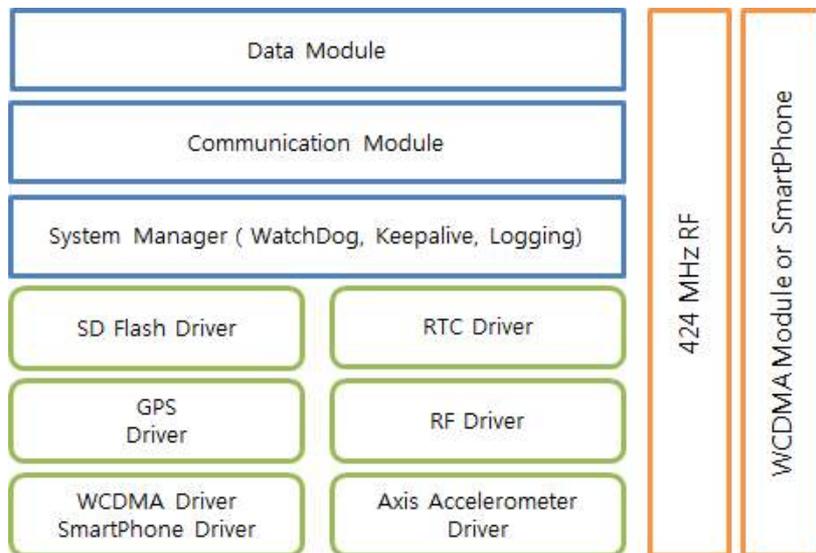


그림 3-415. 수집기 S/W 블록

수집기는 센서 태그로부터 데이터를 수신하여 저장하고 서버와 TCP 통신을 수행한다. 프로토콜은 지정된 시간마다 수집기가 데이터를 업로드하는 방식과 요청시마다 업로드하는 방식으로 구성되며, 요청하는 방식은 SMS 메시지를 통한 방식으로 한다. 메시지의 구조는 아래와 같으며 메시지는 Message Header, Message Body, CheckSum으로 구성된다.

| | | |
|----------------|--------------|----------|
| Message Header | Message Body | checksum |
| 4 bytes | 0~N bytes | 1 byte |

Checksum은 checksum 부분을 제외한 header와 body를 바이트 단위로 합산하여 캐리 버리고 1byte 값을 사용한다. 메시지 헤더는 아래와 같으며 Seq#는 메시지 일련번호로 0x00 ~ 0xFF값을 가지며 0x00부터 시작하여 새로운 메시지를 생성할 때 마다 +1씩 증가한다. 0xFF가 되면 다음은 0x00으로 순환한다. 응답 메시지는 받은 메시지와 동일한 일련번호를 사용한다. Length 부분은 메시지의 총 길이로 Header와 Body를 포함하는 총 바이트 수를 의미 한다. checksum은 포함하지 않으며 0x0000~0xFFFF사이의 값을 갖는다.

| Message Type | Seq# | Length |
|--------------|--------|---------|
| 1 byte | 1 byte | 2 bytes |

메시지의 종류는 아래 표와 같이 총 6개로 구성된다.

| 서버 -> 코디네이터 | | |
|---------------|----------|--|
| 메시지 종류 | HEX CODE | 내용 |
| TYPE_REQ_DATA | 0x01 | 코디네이터에 연결된 단말기 정보 요청 |
| TYPE_REQ_INFO | 0x02 | 코디네이터에 설정된 정보 요청(시간, 위치, 단말기 정보 개수, 데이터 업로드 주기, 배터리) |
| TYPE_SET_INFO | 0x03 | 코디네이터의 정보 설정(데이터 업로드 주기) |

| 코디네이터 -> 서버 | | |
|------------------|----------|------------------------|
| 메시지 종류 | HEX CODE | 내용 |
| TYPE_RSP_CONNECT | 0x11 | 서버에 연결 확인 메시지 전송 |
| TYPE_RSP_INFO | 0x12 | 서버가 요청한 정보를 전송 |
| TYPE_RSP_DATA | 0x13 | 연결된 단말기들의 데이터를 서버로 업로드 |

수집기 호출과 응답(TYPE_RSP_CONNECT)

SMS메시지 : “APLTS_” + (HEX ID)
 Ex) 코디네이터 0x0101을 깨우는 경우 “APLTS_0101” 을 SMS내용으로 전송

| Message Type | Seq# | Length | Message Body | check sum |
|------------------|--------|---------|----------------|-----------|
| TYPE_RSP_CONNECT | Seq# | Length | Coordinator ID | check sum |
| 1 byte | 1 byte | 2 bytes | 2bytes | 1byte |
| 예제 | | | | |
| 0x11 | 0x01 | 0x0006 | 0x0101 | 0x1A |

수집기 정보 요청 및 응답

서버에서 수집기에 TYPE_REQ_INFO 메시지를 보내는 경우 수집기는 TYPE_RSP_INFO 메시지의 형태로 수집기의 정보를 서버로 전송한다. 전송하는 정보는 수집기의 시간, 위치, 단말기 정보 개수, 데이터 업로드 주기, 배터리 정보이다.

| Message Type | Seq# | Length | Message Body | check sum |
|---------------|--------|---------|----------------|-----------|
| TYPE_REQ_INFO | Seq# | Length | Coordinator ID | check sum |
| 1 byte | 1 byte | 2 bytes | 2bytes | 1byte |
| 예제 | | | | |
| 0x02 | 0x01 | 0x0006 | 0x0101 | 0x0B |

| Message Type | Seq# | Length | Message Body | | | | | | | check sum |
|---------------|--------|---------|----------------|------------------|---------|---------------|--------------|---------------|---------|-----------|
| TYPE_RSP_INFO | Seq# | Length | Coordinator ID | Datetime | Device# | Upload Period | Latitude | Longitude | Battery | check sum |
| 1 byte | 1 byte | 2 bytes | 2 bytes | 7 bytes | 2 bytes | 2 bytes | 10 bytes | 11 bytes | 1 byte | 1 byte |
| 예제 | | | | | | | | | | |
| 0x12 | 0x01 | 0x0006 | 0x0101 | 0x20130507221310 | 0x07 | 0x0130 | '-39.175724' | '+125.252995' | 0xFF | |

서버에서 수집기의 정보를 읽어 업로드 주기를 변경할 수 있다. 수집기는 서버로부터 TYPE_SET_INFO 메시지를 수신하여 데이터 업로드 주기를 설정하고 설정된 주기마다 수집된 단말기 정보를 업로드한다. 일반적인 경우는 설정된 주기마다 업로드 되는 방식으로 사용하며 특수한 경우에는 서버의 SMS요청으로 수집기의 접속을 유도하고 데이터 업로드를 요청한다.

| Message Type | Seq# | Length | Message Body | | check sum |
|---------------|--------|---------|----------------|---------------|-----------|
| TYPE_SET_INFO | Seq# | Length | Coordinator ID | Upload Period | check sum |
| 1 byte | 1 byte | 2 bytes | 2 bytes | 2 bytes | 1byte |
| 예제 | | | | | |
| 0x03 | 0x01 | 0x0006 | 0x0101 | 0x0130 | 0x3D |

단말기 정보 요청 및 응답

수집기로부터 명시적으로 데이터 요청메시지(TYPE_REQ_DATA)를 수신하는 경우에 수집기에 연결된 단말기의 정보를 전송한다. 추가적으로 센서 단말기의 기능이 확장되는 경우에 데이터를 업로드하기 위한 확장 필드를 제공한다.

| Message Type | Seq# | Length | Message Body | check sum |
|---------------|--------|---------|----------------|-----------|
| TYPE_REQ_DATA | Seq# | Length | Coordinator ID | check sum |
| 1 byte | 1 byte | 2 bytes | 2bytes | 1byte |
| 예제 | | | | |
| 0x01 | 0x01 | 0x0006 | 0x0101 | 0x0A |

| Message Type | Seq# | Length |
|---------------|--------|---------|
| TYPE_RSP_DATA | Seq# | Length |
| 1 byte | 1 byte | 2 bytes |
| 예제 | | |
| 0x13 | 0x01 | 0x0006 |

| Message Body | | | | | | | check sum |
|----------------|--------------|------------------|------------------|----------------|------------------|------|-----------|
| Coordinator ID | Device Count | Device ID | Datetime | Ext Type | Ext Data | ---- | check sum |
| 2 bytes | 1 byte | 7 bytes | 7 bytes | 1 byte | 2 bytes | ---- | 1 byte |
| 예제 | | | | | | | |
| 0x0101 | 0x02 | 0x20130506000001 | 0x20130507221310 | Reserved(0x00) | Reserved(0x0000) | ---- | |

나. 유통량 모니터링 센서태그 개발

(1) 유통량 센서태그 케이스 개발

다양한 과수 포장용기에 적합한 센서 태그 디자인 개발과 저전력 송수신 알고리즘 개발, context aware 센서 태그 활성화 기술 및 내용량 파악 기술 개발한다.

(가) 개발 목표

다양한 용기에 부착 가능한 센서 태그 디자인을 설계한다. 규격화되지 않은 과수 용기에 사용가능한 디자인 설계를 하고, 과수내부에 부착하여 과수 박스의 적재에 불편함이 없도록 해야한다. 마지막으로, 센서 태그가 쉽게 박스에서 분리되거나 파손되지 않아야 한다. context aware 센서 태그 활성화기술을 개발한다. 과수 박스의 이동을 감지하여 데이터를 송

신하고, 과수 박스의 이동이 없어도 하루 수차례이상 주기적으로 데이터를 송신해야 한다. 마지막으로, 과수 박스 내용물 유무 파악기술을 개발한다. 과수 박스의 내용물 유무를 파악하고, 정상적인 적재 상태를 파악 한 후, 정상적인 적재상태이고, 내용물이 있을 때만 데이터를 전송한다.

(나) 케이스 설계

다양한 용기에 부착 가능한 센서 태그 디자인을 설계한다. 규격화되지 않은 과수 용기에 부착하기 위하여 하드텍 방식을 적용한다. 하드텍 방식은 강철 핀으로 결합되어 임의로 탈부착이 불가하며, 플라스틱 과수박스, 종이박스, 비닐, 천 등 다양한 재질의 용기에 사용한다.

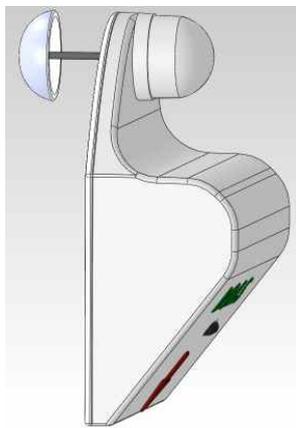


그림 3-416. 태그



그림 3-417. 탈착용 하드텍 제거기

박스 적재에 불편함이 없는 센서 태그 디자인은 박스 적재 시 파손 또는 박스간 간섭을 최소화 할 수 있도록 센서 태그를 박스 내부에 부착 해야 하고, 박스 외부에는 센서 태그 부착용 핀만 돌출 되어 박스간 간섭을 최소화 한다. context aware 를 위한 센서 태그 디자인은 정상적인 박스 적재 상태를 감지 하기위하여 센서 태그 또한, 방향성을 갖도록 설계 하며, 이를 감지하기 위하여 센서 태그는 아래 그림 3-418과 같이 세워져 있는 상태로 전면의 화살표 방향이 아래쪽을 향한다. 아래쪽을 향하기 위하여 최대한 박스 바닥에 부착되어 하드텍 핀을 기준으로 센서 태그가 회전하지 않도록 한다. 만약 하드텍 핀이 해제 되었을 때 센서 태그가 자동으로 앞으로 넘어지도록 설계하여 센서 태그 상태를 감지하도록 설계한다. 박스내부의 내용물 파악하기 위한 센서 태그 디자인은 박스내부의 내용물을 파악하기 위하여 센서 태그에 적외선 감지 센서를 내장한다. 감지 센서의 감지 거리는 5cm 이고, 감지 거리 내에 과수 또는 내용물이 있을 경우 반사되는 적외선을 분석하여 내용물 유무를 판단하는데, 센서는 중앙 하단에 위치해야 한다.



그림 3-418. 내용물 감지 범위

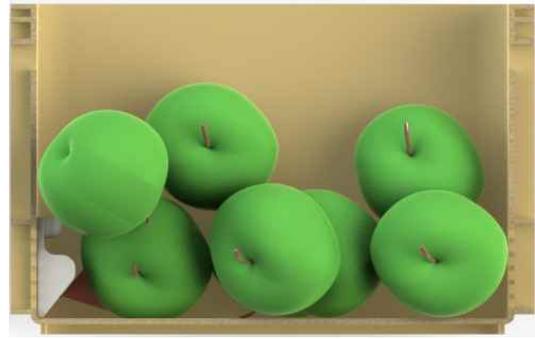


그림 3-419. 내용물 정상 감지

센서 태그의 탈부착 방법은 하드택 방식으로, 하드택 제거기로만 관리자가 탈착 할 수 있다. 센서 태그의 부착은 하드택 핀만 삽입하면 손쉽게 부착 가능하다. 박스 적재에 불편함이 없는 센서 태그 디자인은 박스 적재 시 파손 또는 박스간 간섭을 최소화 할 수 있도록 센서 태그를 박스 내부에 부착하고, 박스 외부에는 센서 태그 부착용 핀만 돌출 되어 박스 간 간섭을 최소화 하였다.

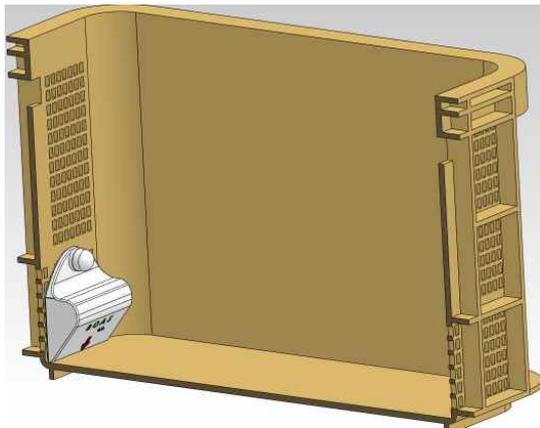


그림 3-420. 센서 태그 부착 예

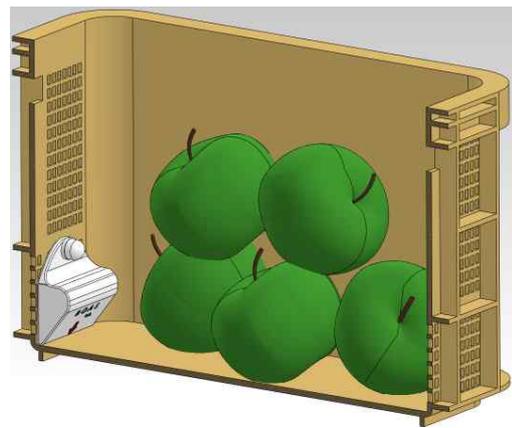


그림 3-421. 과수 박스 적용

(다) 케이스 제작

1차 설계는 원통형 센서태그의 설계를 목표로하였다. 여러 종류의 과수박스에 적용할 수 있도록 하고, 쉽게 탈부착이 가능하도록 설계한다. 케이스 1차 설계는 과수박스 내부에 삽입하는 형태로 설계되었고, 안테나 부분이 케이스 안에 내장된 형태의 센서태그이다.

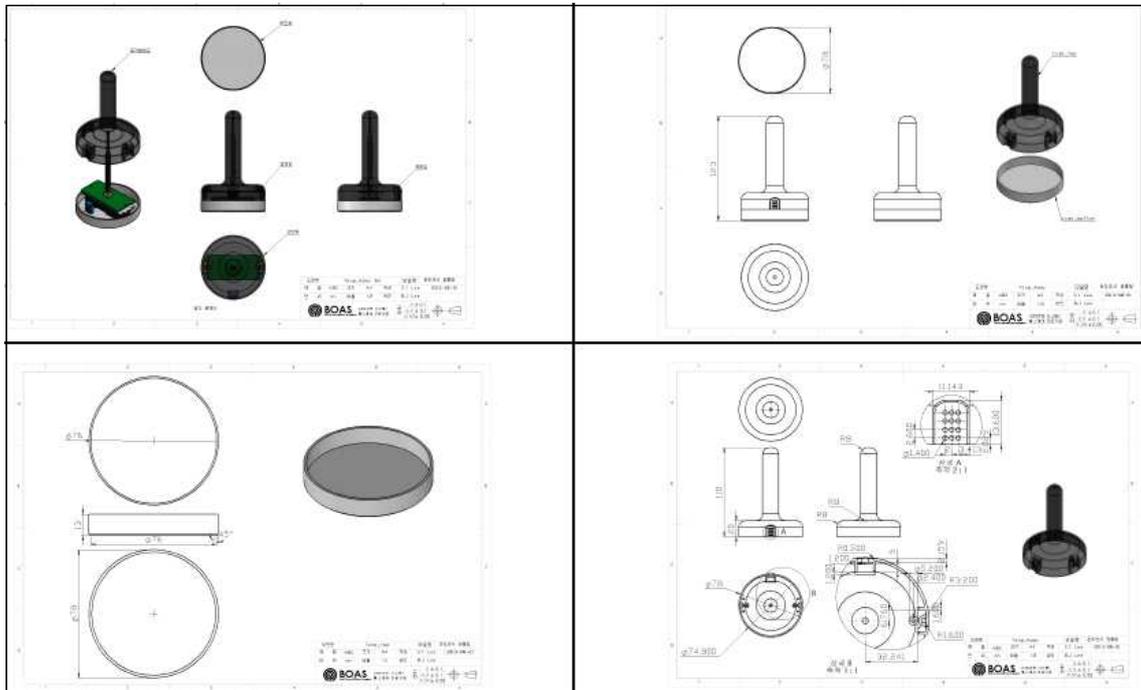


그림 3-422. 원통형 센서태그 2D 도면



그림 3-423. 원통형 센서태그

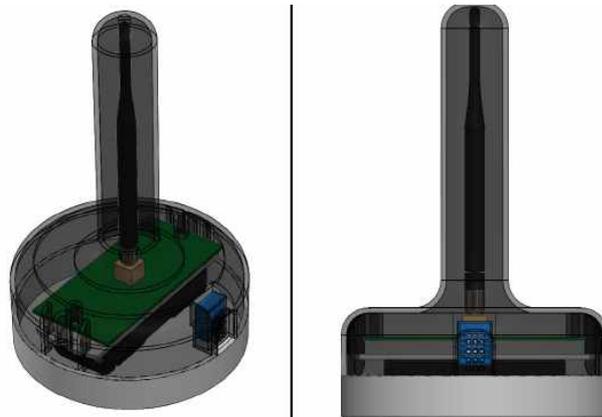


그림 3-424. 원통형 센서태그 상세도

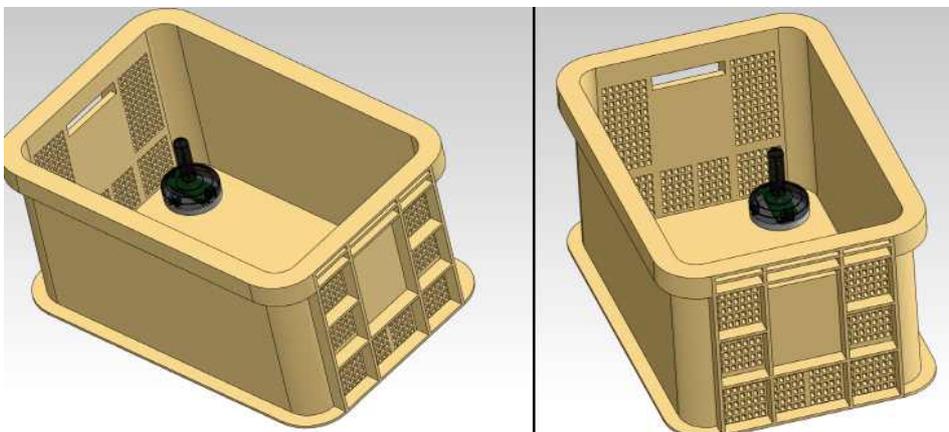


그림 3-425. 원통형 센서태그 적용 예시

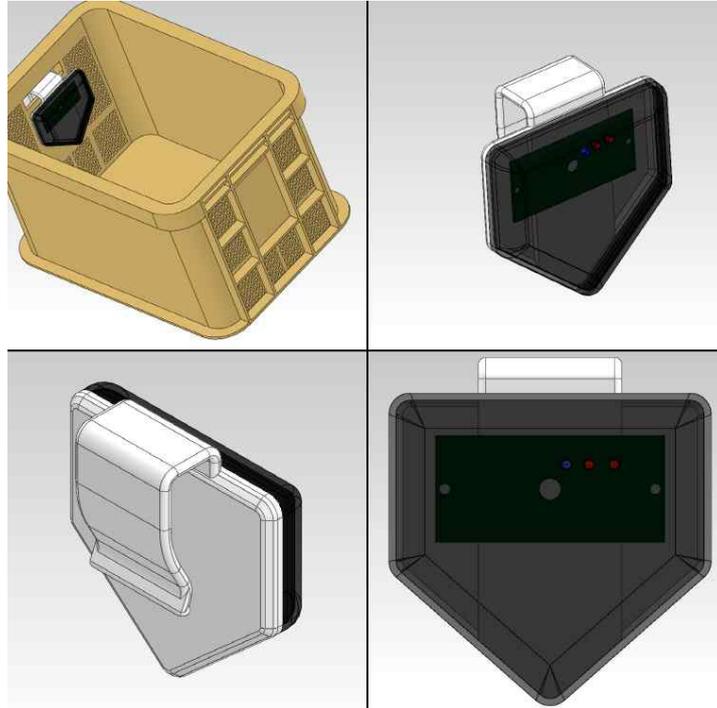


그림 3-427. 클립형태의 센서태그와 적용 예

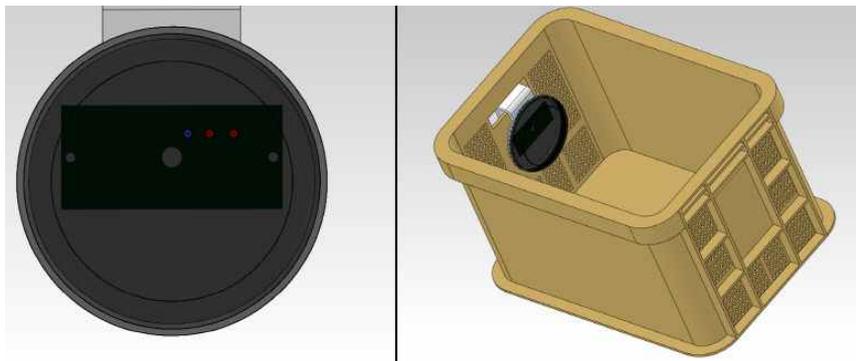


그림 3-428. 원형모양의 클립형태 센서태그

센서태그의 모양은 다양한 형태가 가능하고, 둥근모양과 5각형 모양으로 설계되었다. 부착은 과수박스 손잡이에 부착하고, 과수박스 안쪽 또는 바깥쪽을 향하여 부착할 수 있다. 검토 및 보완사항으로써, 클립형 센서태그 형태는 농산물에 영향을 주지 않고, 쉽게 탈부착 할 수 있으며, 외부에서 장착여부를 쉽게 알 수 있는 장점이 있으나, 손잡이가 달린 특정한 과수박스에서만 적용이 가능하다는 단점이 있다. 다양한 형태의 과수박스에 적용하기 위하여 좀 더 보완된 센서태그 형상의 설계가 요구되었다. 3차 설계는 하드택 접시형 센서태그 설계 목표하였다. 2차 설계안의 문제점을 보완하여 여러 종류의 과수박스에 적용 가능하고, 농산물에 상처를 주지 않은 구조로 설계 한다. 탈부착이 쉽고 박스 안에 센서태그가 고정되어 이동하지 않아야 하고 외부에서 센서태그가 부착되었는지 쉽게 확인되어야 한다. 케이스 설

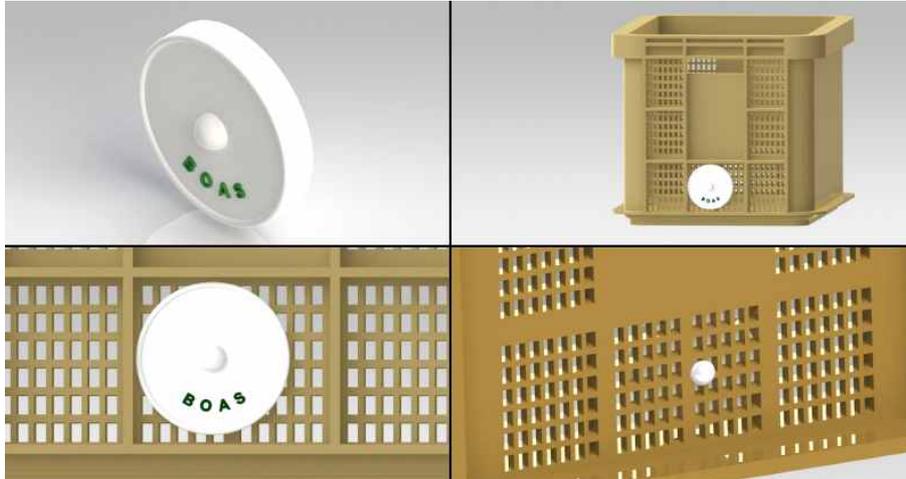


그림 3-431. 접시형 센서태그 적용 예

검토 및 보완 사항으로써 2차 설계된 하드텍 적용 접시형 센서태그는 과수박스 적용에 대한 여러 가지 문제를 해결하였으나, 센서태그 기능상의 요구 사항인 내용물감지/ 박스상태 감지를 적용하기에 부족한 구조로 확인 되었다. 내용물감지/ 박스상태 감지를 적용하기 위해서 둥근 형태가 아닌 방향성을 갖는 모양으로 설계되어야 하고 센서태그가 과수박스 안쪽에 부착되어야 한다. 4차 설계/제작 : 하드텍 삼각 형태의 센서태그 설계 목표 센서태그의 내용물감지/ 박스상태 감지를 위하여 방향성을 갖는 구조와 감지센서의 적용 조건에 맞게 설계한다. 2차 설계안을 토대로 탈부착의 편리성과 하드텍 핀을 적용한 다양한 과수박스 적용이 가능하도록 설계한다. 케이스 설계는 3차 설계안의 문제점을 보완하여 내용물감지를 위한 적외선 감지센서 돌출부를 적용하여 설계하였다. 또한 기존의 설계 대로 하드텍을 적용하여 다양한 재질의 과수박스에 적용이 가능하도록 설계하였으며, 일정한 방향성을 갖는 구조로 설계되었다.

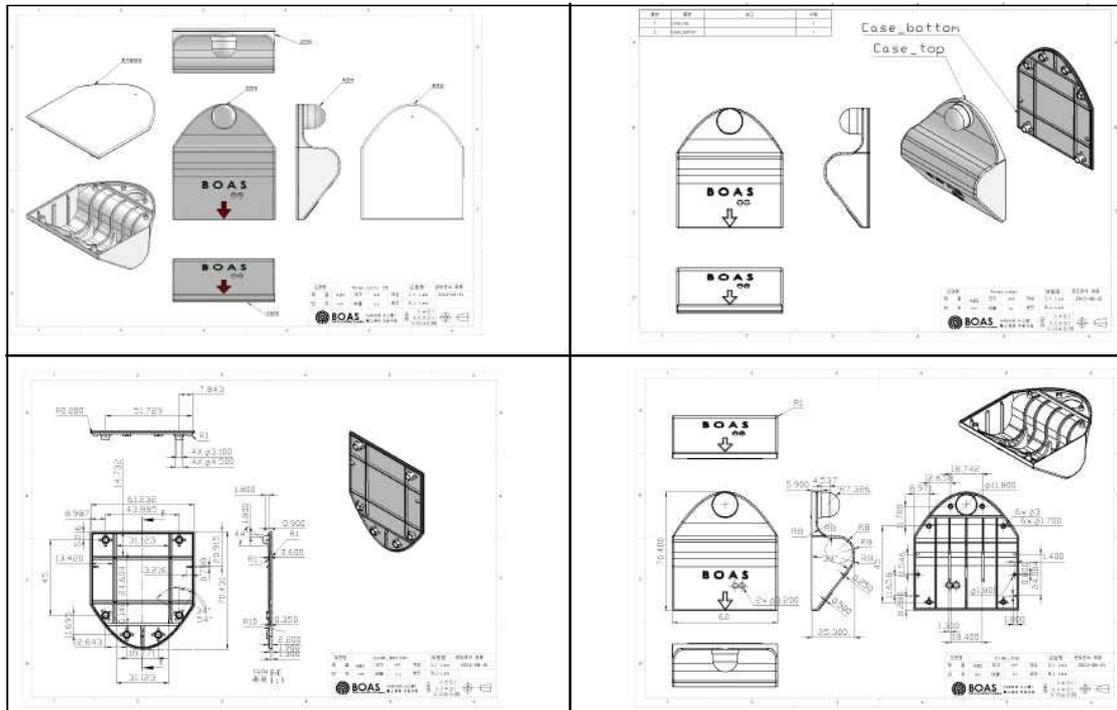


그림 3-432. 삼각형 센서태그 2D 도면

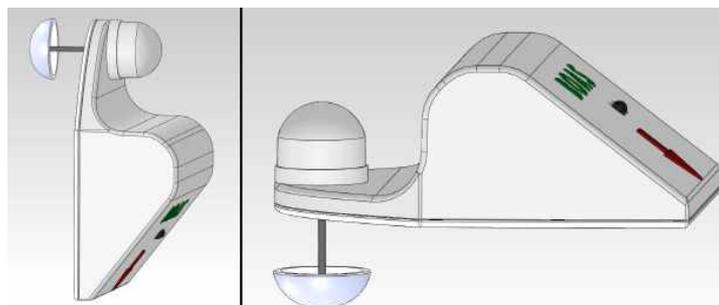


그림 3-433. 삼각형 센서태그

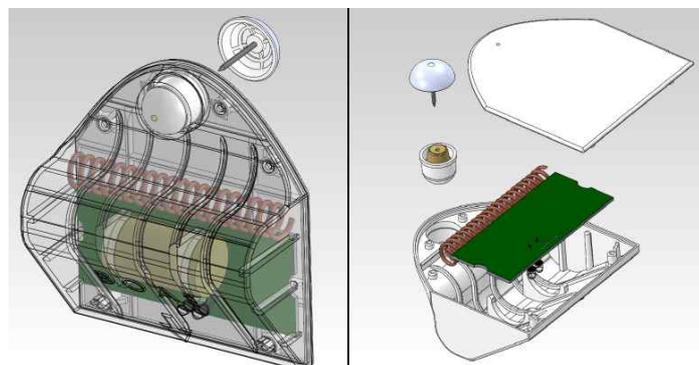


그림 3-434. 상세설계도

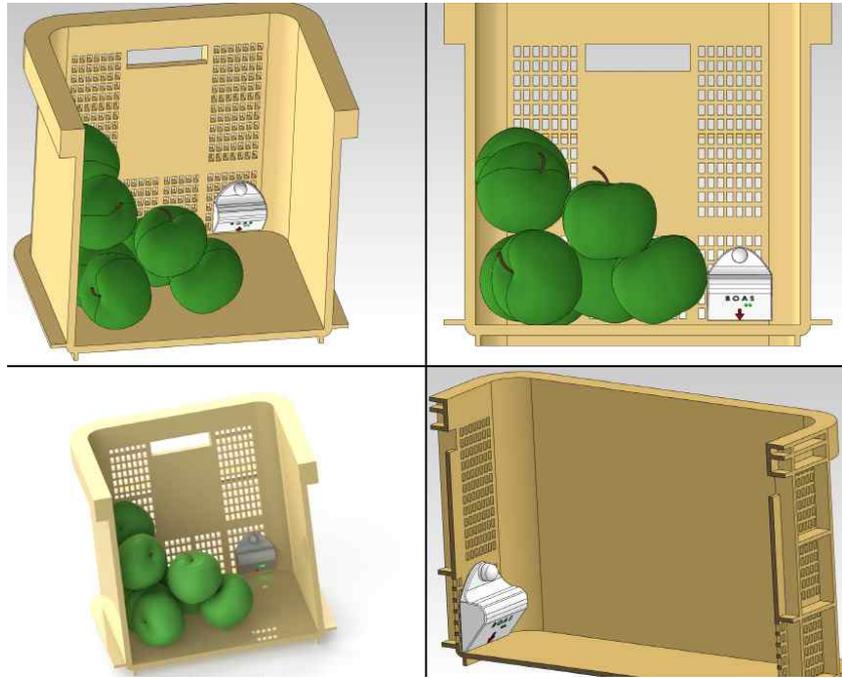


그림 3-435. 삼각형 센서태그 적용 예

내용물 감지를 위한 적외선 센서 돌출부는 송신부/수신부의 3mm 내경으로 최대 10cm 거리의 내용물을 감지 할 수 있도록 한다. 센서 돌출부는 약 60도의 각도로 아래 방향을 향하여 적외선이 조사될 수 있도록 한다. 조사된 적외선은 가까운 거리에 물체가 있을때, 반사되어 수신부로 수신된 후 이를 감지한다.

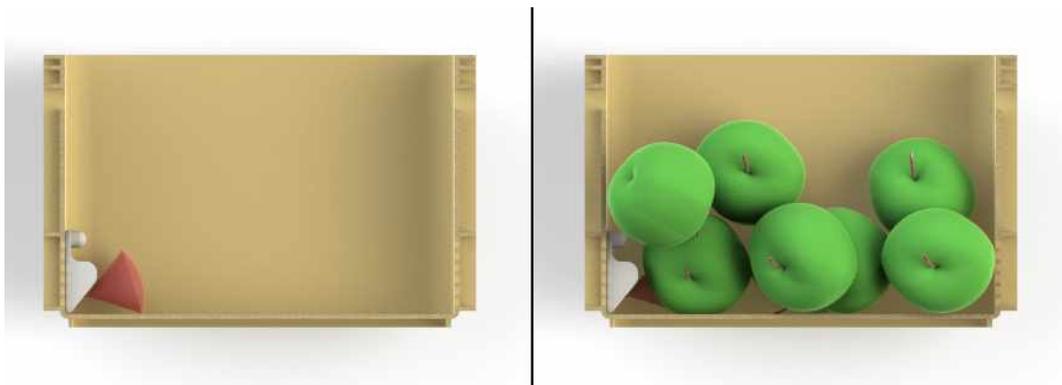


그림 3-436. 센서태그의 내용물 감지

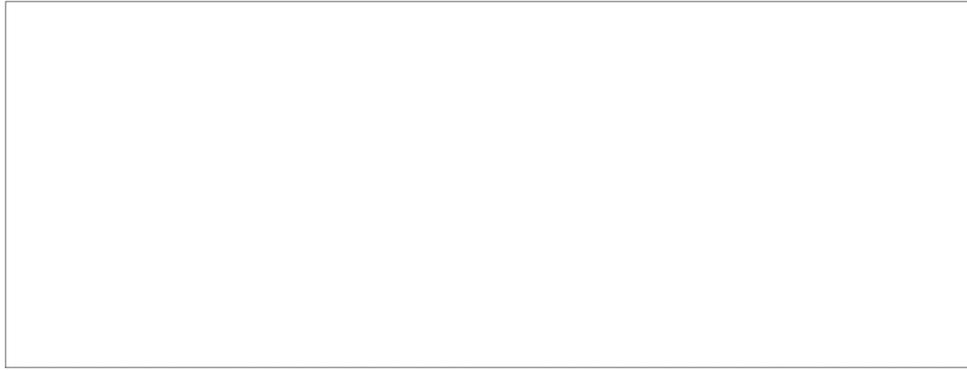


그림 3-437. 케이스 제작 실물

시험 및 보완사항으로써 기존 설계의 센서태그 케이스 요구사항을 대부분 만족하였으나, 내용물감지와 박스상태 감지에 있어서 여러 가지 오동작의 원인을 제공하는 것으로 확인되었다. 시험한 과수박스의 재질은 플라스틱 재질로서, 센서태그 장착시 센서태그가 좌우로 움직임이 발생하여 박스의 적재상태 오감지를 유발하는 현상이 발생하였다. 센서태그가 좌우로 움직일 경우에 기준 각도 이상의 움직임이 감지되어 과수박스가 옆으로 누워져 적재된 것으로 센서태그가 인식하는 문제가 발생한다.

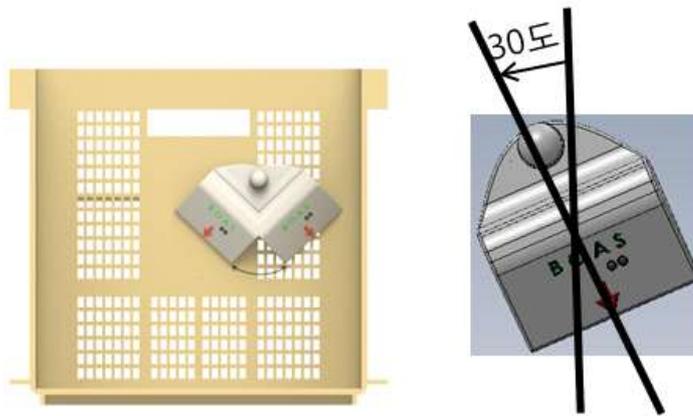


그림 3-438. 센서태그 좌우 흔들림

또한, 내용물을 감지하기 위한 적외선 감지 부분도 센서태그의 장착 위치에 따라 오감지하는 현상이 발생하였다. 센서태그의 부착 위치가 바닥에 있을 경우 센서가 바닥을 감지하여 내용물이 있는 것으로 판단하는 경우가 발생하였다.

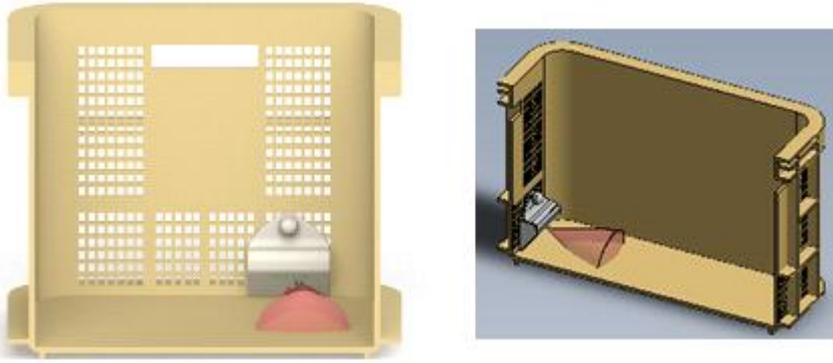


그림 3-439. 내용물 오감지

위와 같은 내용물 오감지의 원인은 센서태그 케이스의 적외선 센서 돌출부가 아랫방향으로 향하여서 발생하는 문제이다. 센서태그 케이스의 적외선 센서 돌출부를 수정이 필요하다. 5차 최종 센서태그 설계/제작을 하였다. 설계 목표는 기존 설계안 들의 문제점을 보완하여 최종 제작 형태의 센서태그를 설계한다. 다양한 과수박스와 탈부착 편리성을 기본으로, 센서태그의 기본 기능인 내용물감지와 박스상태 감지기능을 만족하는 센서태그 케이스를 설계한다. 케이스 설계는 설계된 센서태그의 기본 형태는 센서태그 내부 내용물을 최대한 소형화하여 작은 크기로 설계되었고, 외부 돌출부를 원형의 형태로 곡선으로 설계하였다.

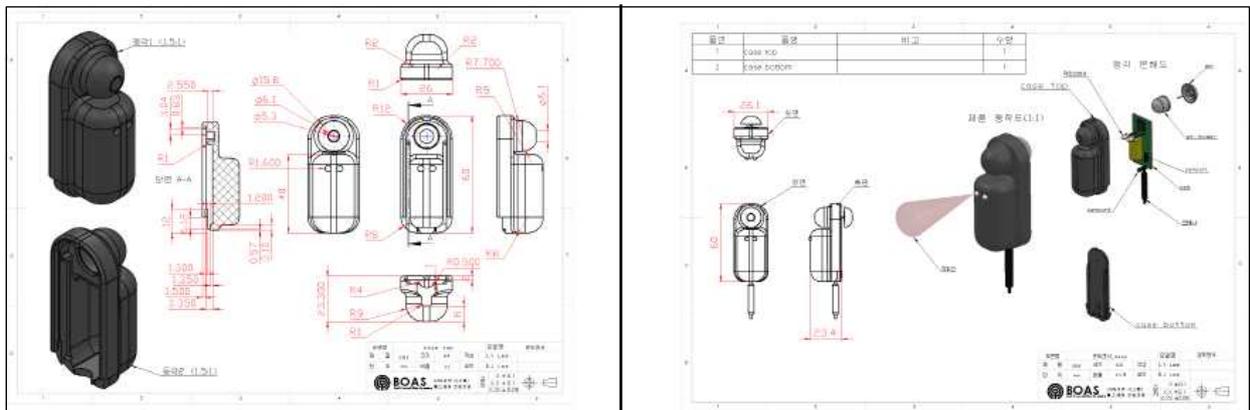


그림 3-440. 최종 센서태그 2D 도면

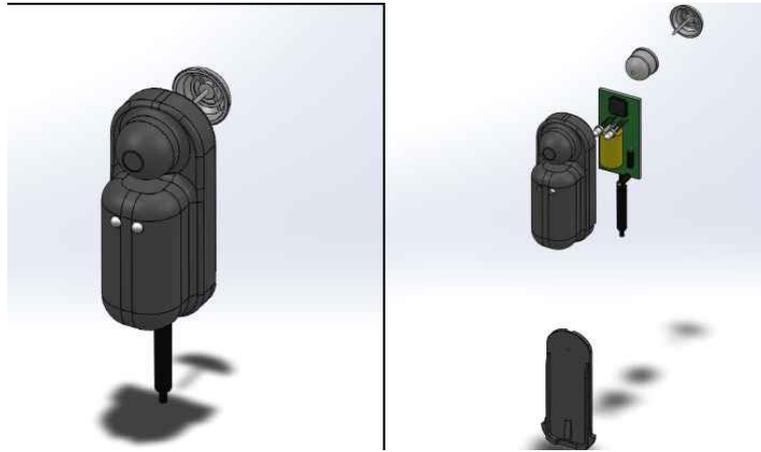


그림 3-441. 최종 센서태그 형상

안테나는 코일안테나 형태로 외부로 돌출되어 통신 성공률을 높였고, 전면에 적외선 송수신 센서를 위치시켜 직선으로 적외선을 조사하도록 설계되었다. 4차 설계에서 문제되었던 과수박스 재질에 따른 센서태그 흔들림 문제를 해결하기 위하여 센서태그와 과수박스 접촉 부분에 고무를 삽입하여 센서태그가 흔들리는 문제를 최소화 하였다. 고무패드를 적용함으로써 과수박스의 재질과 박스의 두께에 대한 문제점을 해결하였다.

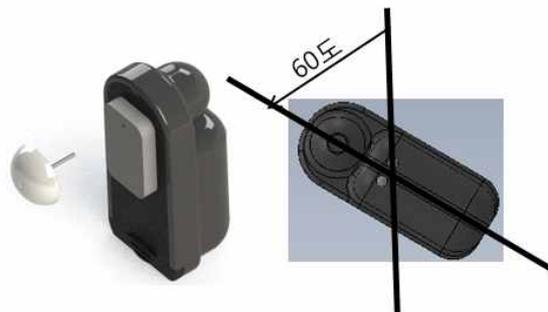


그림 3-442. 센서태그의 고무패드 적용

기존 설계안의 문제점이었던 적외선 조사 각도를 해결하기 위하여 센서태그 케이스 전면 에 적외선 센서를 위치시켜 바닥을 감지하는 오감지를 방지하였다. 고무패드가 부착되어 다양한 재질과 두께의 과수박스에 적용 가능하게 되었고, 센서태그의 좌우 흔들림과 내용물 오감지율을 현저히 감소시킬 수 있게 되었다. 과수용으로 많이 쓰이는 플라스틱 박스에 기본 적용하여 수차례 현장 시험을 진행하였으며, 종이 박스에서도 내부적으로 시험을 진행하였다.

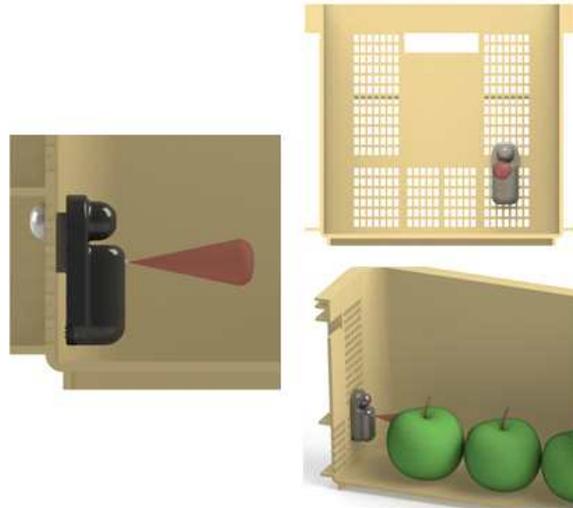


그림 3-443. 최종 센서태그 형상

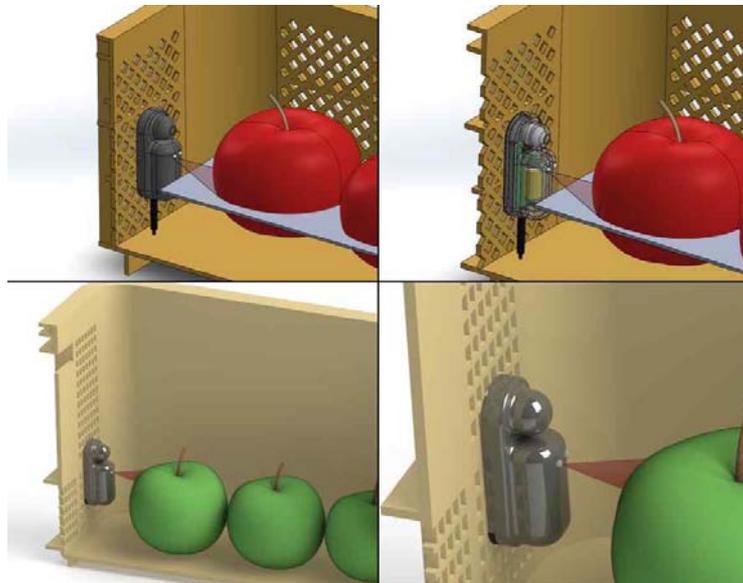


그림 3-444. 과수박스 적용 예시

최종 케이스를 제작하여 현장 시험과 시범사업을 진행하였다. 내부시험으로 종이박스에 부착하여 내용물 감지와 박스상태 감지를 동시에 시험진행 하였다.



그림 3-445. 종이박스 적용 시험



그림 3-446. 최종 센서태그 농가시험

시험 및 보완사항으로서 센서태그 케이스의 다양한 요구사항에 맞춰 제작된 최종 센서태그는 다수의 시험을 거쳐 박스 부착과 운용에 적합한 것으로 확인되었다. 그러나 적외선 센서 방식을 사용한 결과 외부 환경에 의한 오감지가 발생하였고, 박스상태 감지는 빈박스가 과수박스에 세로로 적재 되었을 때, 내용물이 있는 것을 감지되는 현상이 발생하였다. 이를 보완하기 위한 방법으로 가이드적용 스위치식, 적외선식 케이스를 설계하였다. 기존의 문제점인 적외선 센서 방식의 환경요소 오감지를 해결하는 방안으로 스위치 점점식과 가이드 적외선 방식의 설계는 다음과 같다.

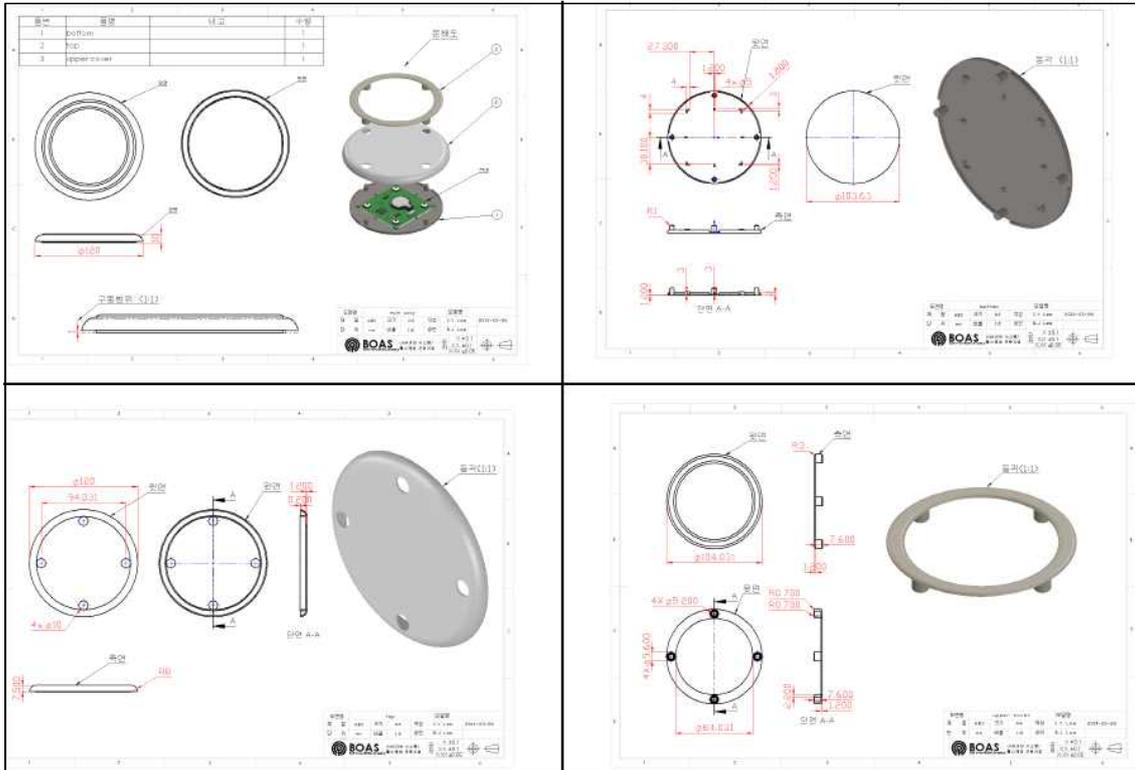


그림 3-447. 가이드 스위치식 센서태그 2D 도면

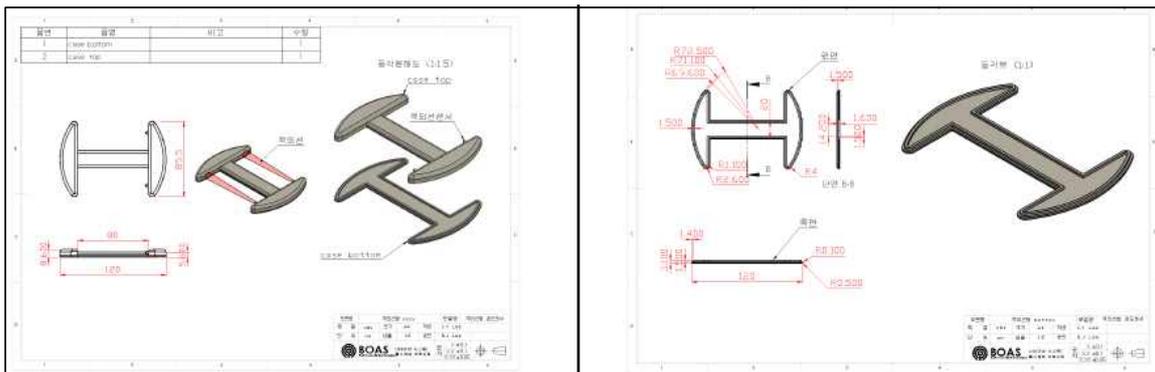


그림 3-448. 가이드 적외선식 센서태그 2D 도면

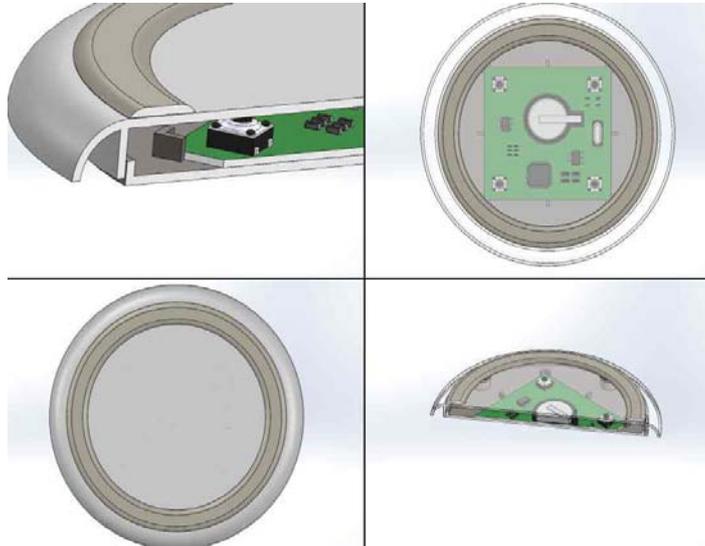


그림 3-449. 스위치 접점식 센서태그 형상

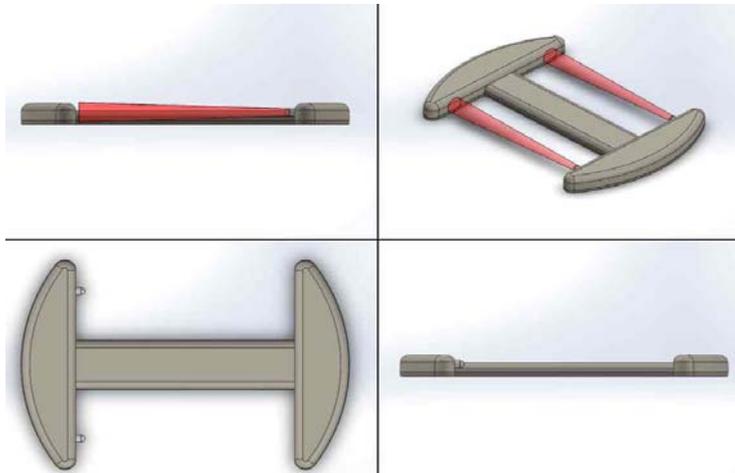


그림 3-450. 적외선식 가이드 센서태그 형상

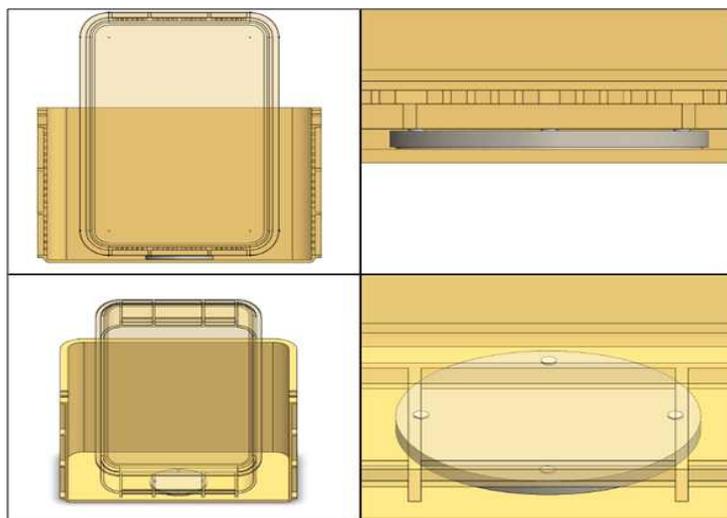


그림 3-451. 빈박스 적용시 센서태그 가이드

실제 가이드 방식을 검증하기 위하여 PR 제작을 진행하였고, 시험결과 가이드 적용 빈박스 적용시 오감지율을 상당부분 줄일 수 있는 것으로 확인되었고, 이러한 물리적인 방법들을 정리하여 특허 출원을 진행하였다.

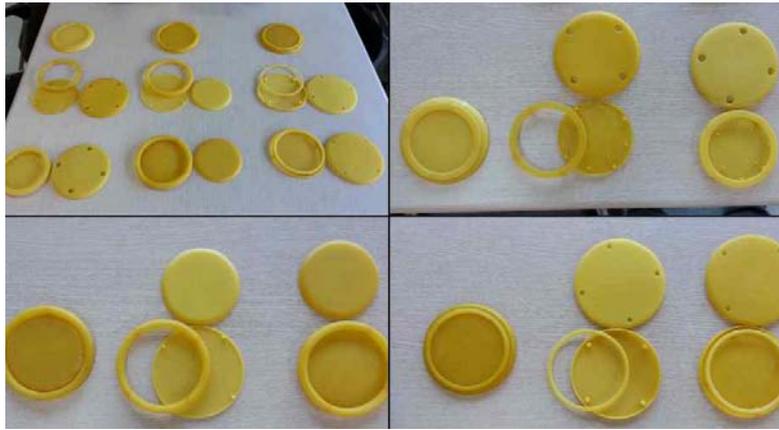


그림 3-452. 가이드 방식 센서태그 RP제작

(2) 유통량 센서태그 H/W 개발

(가) 개발 목표

최소 1년 이상 동작을 목표로 저전력 운용 설계가 필요하다. 저전력 운용을 위하여 최소한의 운용 전류소모 설계로, 박스의 이동 및 움직임이 감지될 때만, 활성화되어 기타 센서태그의 감지센서들을 동작시키는 방식으로 설계가 요구된다. 과수박스의 상태와 내용물 감지 외에 주기적인 통신을 유지하기 위하여, 일 1회 이상 통신 대기 상태를 유지할 수 있는 외부 알람과 최소전력 설계를 한다. 또한, 과수박스의 내용물을 감지하기 위한 설계로, 내용물의 유무를 판단할 수 있는 센서와 감지 방식을 사용한다. 과수박스의 적재상태가 정상이 아니거나, 움직임이 없을 경우 내용물 감지 센서는 비활성화 되어 최소의 전력소모를 유지하도록 설계한다. context aware 설계를 통해 과수박스가 정상적으로 적재되어있는 지를 판단하기 위한 센서와 감지방법을 선택하고, 과수박스가 과수를 보관하기 위한 최소한의 정상상태인지를 판단한다.

(나) 유통량 센서태그 H/W 설계

저전력 운용 방법으로서 센서 태그의 전력 소모를 최소화 하기 위하여 불필요한 데이터 송신을 줄이는데, 이를 만족하기 위해 센서 태그에서 과수 박스의 상태를 판단한다. 과수 박스 상태를 판단하는 요소는 과수 박스의 적재상태, 내용물 유무, 박스의 이동 및 저장 상태이다. 과수 박스의 적재상태와 내용물 유무의 판단 이유는 정상적인 과수가 담겨져 있는 과

수 박스만을 선별하여 데이터를 송신하기 위함이고, 박스의 이동 및 저장 상태의 판단 이유는 박스의 이동시 짧은 간격으로 데이터를 송신하여 유통량 파악이 신속하게 이루어지게 하고, 박스가 보관 상태일 경우 최소한의 통신을 하여 저전력 소모를 하게 한다. 움직임 감지 방법은 센서 태그가 부착된 과수 박스가 이동 또는 적재 중 일 때와 적재 후 보관 중 일 때를 판단하여 불필요한 데이터 전송을 방지한다. 과수 박스의 이동 상태를 감지하기 위한 방법으로 센서 태그에 적용된 움직임 감지방법을 사용하며, 감지방법은 센서 태그에 내장된 고감도 충격센서를 사용하여 상/하/좌/우 방향으로 일정한 속도로 움직이거나 충격을 받을 경우 활성화 되어 움직임을 판단한다. 박스상태 감지 방법은 센서 태그가 부착된 과수 박스가 정상적인 적재 상태 인지를 판단하여 불필요한 데이터 전송을 방지한다. 정상적인 적재 상태를 감지하기 위한 방법으로 센서 태그에 적용된 틸팅 상태 감지 방법을 사용하는데, 틸팅 상태 감지 방법은 센서 태그의 전면 화살표 방향이 지면을 향할 때와 지면을 향하지 않을 때를 구분하여 지면을 향할 때만 과수 박스가 정상적인 적재 또는 적재 대기 상태임을 판단한다.



그림 3-453. 박스 적재상태 정상

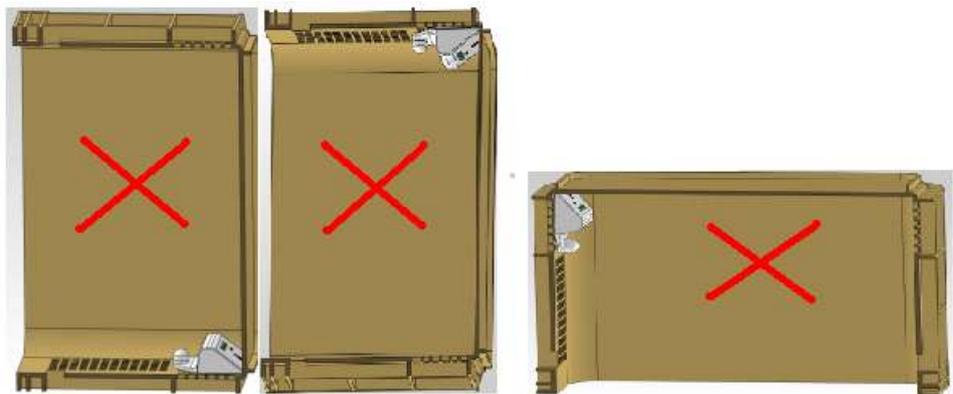


그림 3-454. 박스 적재상태 불량

내용물 감지 방법은 적외선 감지 센서를 사용하여 적외선이 반사되는 신호를 분석하여 내용물 유무를 판단한다. 센서 태그에 적용된 적외선 센서 감지 거리는 5cm 로 필요에 따라 조절 할 수 있게 설계되었다. 무선통신 방식인 SRD RF 설계는 424MHz Narrow Band 주파수를 사용하여 설계하였다. 블록도는 아래와 같이 CC1020 RF Transceiver IC 를 적용한 모듈을 사용하였다. RF 블록도와 기본 사양은 아래와 같다.

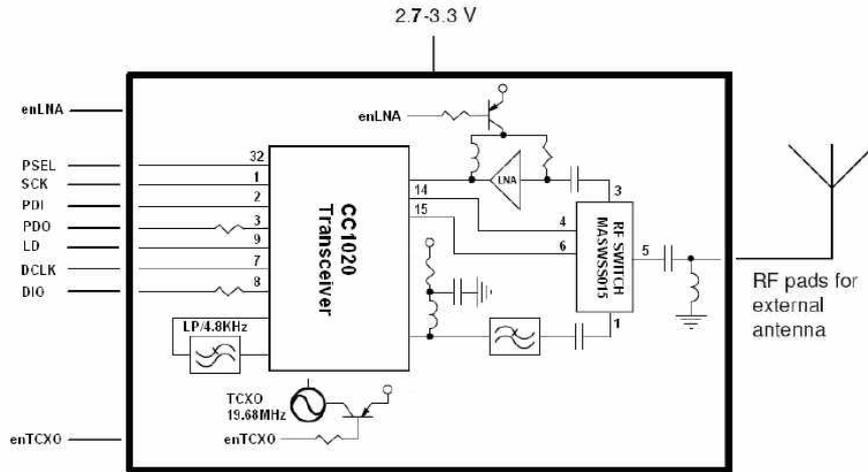


그림 3-455. RF 블록도

| Parameter | Min | Max | Units |
|----------------------------|-------|-----------|-------------------|
| Supply voltage, VCC | - 0.3 | 3.6 | V |
| Voltage on any pin | - 0.3 | VCC+0.5 V | V |
| RF Input Power | | 10 | dBm |
| Storage temperature | -50 | 125 | °C |
| Operating temperature | - 30 | 85 | °C |
| ESD(HBM EIA/JESD22-A114-A) | | ±3 | kV , ANT terminal |

그림 3-456. RF 기본사양

| Pin | Name | I/O | Description |
|-----|--------|-----|--|
| 1 | VCC | - | Supply voltage input(2.7 ~ 3.3V, typically 3.0V) |
| 2 | NC | - | No connection |
| 3 | GND | - | System ground |
| 4 | PSEL | I | Programming chip select, active low, Internal pull-up resistor |
| 5 | SCK | I | Programming clock for SPI interface |
| 6 | PDI | I | Programming data input for SPI interface |
| 7 | PDO | O | Programming data output for SPI interface |
| 8 | DIO | I/O | Data input in transmit mode, data output in receive mode |
| 9 | LD | O | PLL lock indicator, active low |
| 10 | DCLK | I | Clock for data in both receive and transmit |
| 11 | enLNA | I | LNA enable in receive mode, active low |
| 12 | enTCXO | I | TCXO enable in both receive and transmit mode, active low |
| 13 | GND | - | System ground |
| 14 | GND | - | System ground |
| 15 | GND | - | System ground |
| 16 | ANT | I/O | RF I/O connection to antenna, 50 Ohm |
| 17 | GND | - | System ground |
| 18 | GND | - | System ground |
| 19 | GND | - | System ground |
| 20 | GND | - | System ground |
| 21 | GND | - | System ground |

그림 3-457. 핀정보

센서태그에 적용된 424MHz 무선 IC 는 다양한 Narrowband 에 사용 가능하며, 저전력 동작을 제공한다. 최고 10dBm 송신 출력이 가능하며 2.3~3.6V의 동작 전압을 갖는다. Main CPU간 통신은 4-wire serial 통신방식을 사용하며 무선 데이터는 별도의 DIO, DCLK 으로 통신을 한다. 각 레지스터 세팅과 동작은 4-wire 통신을 사용한다.

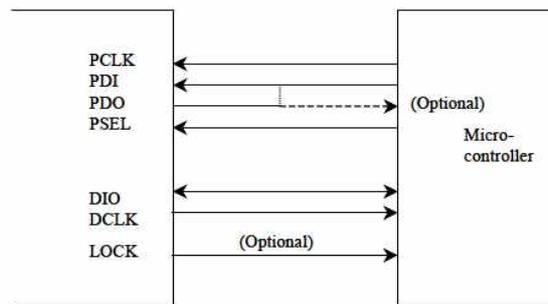


그림 3-458. CPU 간 통신

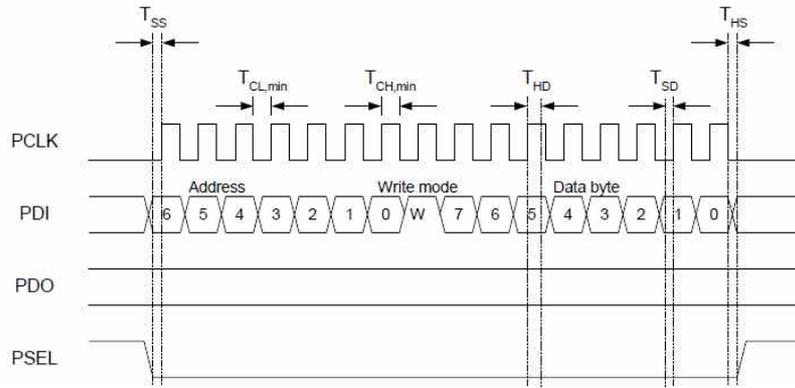


그림 3-459. 레지스터 세팅

센서태그에 적용된 424MHz 무선 IC는 정밀한 RSSI(Received Signal Strength Indicator)를 제공하며 이 RSSI 값을 취득하여 무선 환경을 분석하고, 무선 장치간 거리를 예측할 수 있다.

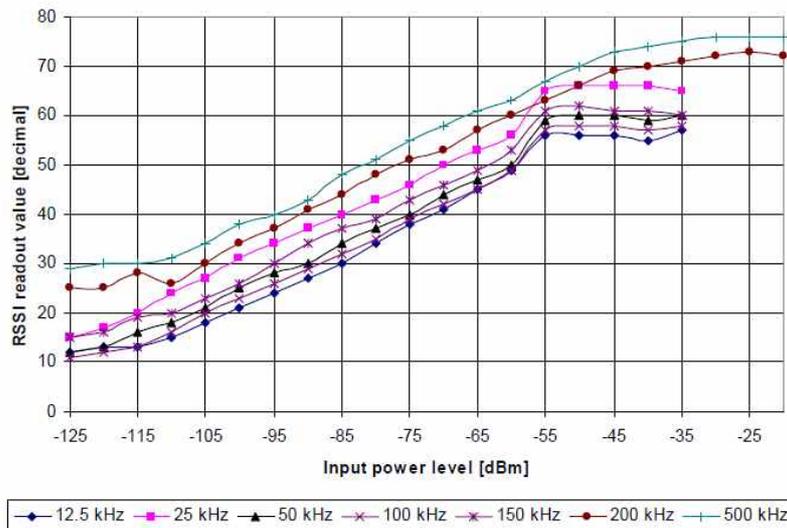


그림 3-460. RSSI 기준 측정값

(다) 유통량 센서태그 H/W 제작

1차 제작인 회로를 설계하였다. 센서태그 회로설계는 저전력 동작을 기본으로 전원관리의 효율성을 우선으로 설계되었고, 센서운용과 무선통신관련 회로가 주요 설계요소가 된다. 전원부 설계는 3.6V 1차 전지를 사용함으로 전원 방전 알람 기능이 내장되어 배터리 교체 시기를 예측할 수 있도록 설계되었었고, 센서 감지 회로는 적외선 송수신기의 측정값 비교와 자세인식을 위한 기울기 센서들 간의 기울기 값을 읽을 수 있도록 설계되었다.

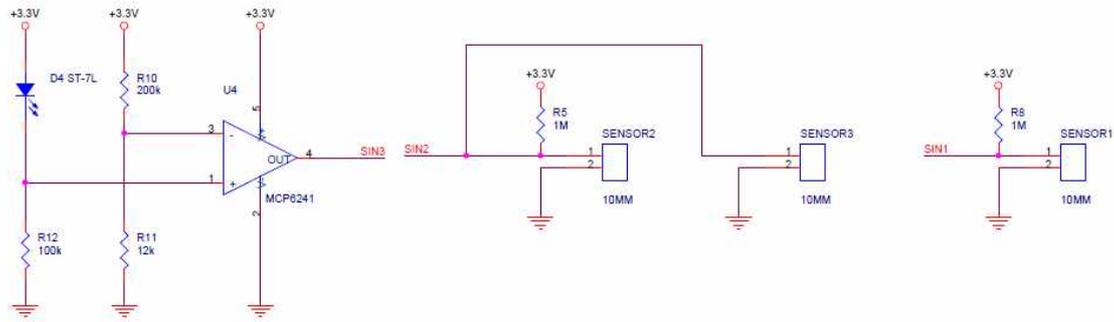


그림 3-461. 센서 감지회로

외부 기기간 무선통신은 424MHz 주파수대역을 사용하였으며, 최소한의 전류소모를 위해 센서감지가 완료됐을 때 통신을 수행하고, 센서감지가 되지 않았을 경우 최소 1일 1회 이상 통신 할 수 있도록 설계하였다. PCB 설계를 진행하였다. PCB 설계의 핵심은 소형화로 MCU는 가장 작은 QFN 타입으로 설계. 기타 IC도 최소 크기부품으로 설계하였고, 수동소자도 1005 크기로 설계하였다. PCB Layer 층은 초기 2층 구조로 설계 진행하여 FR4 2층 두께 10mm 로 설계하였다.

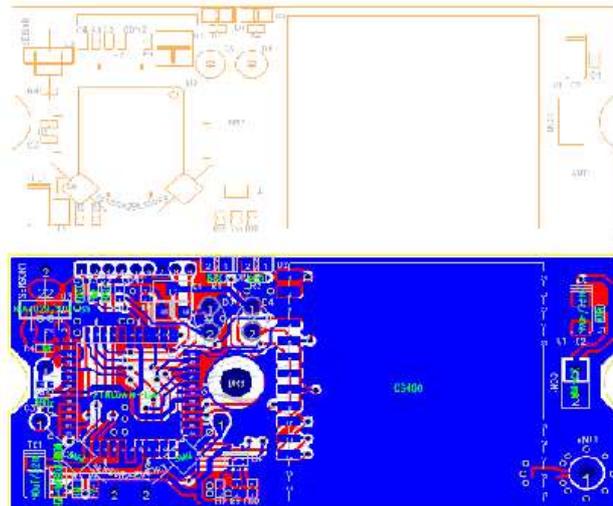


그림 3-462. 1차 센서태그 PCB 설계

PCB 제작을 통한 제작을 하였다. PCB 제작의 핵심은 생산의 용이성 및 양산시 불량률을 최소화해 있다. PCB는 배열 구조로 제작되어 제작의 편이성을 높였다. 각 공정의 단계는 배열 단위로 진행되었다. 소형화로 인한 PCB 배선 간격 및 MCU PAD 간 불량률 고려한 육안 검사 후 진행되었다.



그림 3-463. 1차 센서태그 PCB

조립은 MCU 부품 패키지 타입이 BOTTOM GROUND 인 QFN 으로 SMT 조립을 진행하였고, 소형화로 인한 MCU 와 각 부품들 간의 간격이 좁아서 부품 실장에 유의하여 진행하였다. MCU 의 경우 PAD 의 면적이 적음으로 인하여 초기 불량률이 다수 발생하였으나, SMT 공정 후 후처리를 통하여 불량률을 감소시켰다.



그림 3-464. 1차 센서태그 PCB 부품조립

제품 시험단계로 전원 입력, 접지, 신호입력으로 구분된 외부 커넥터에 연결하여 외부 프로그램 다운로드 용 헤더핀 실장 후 MCU 프로그램인 JTAG 을 이용하여 전체 외부 커넥터 간격은 헤더 최소 크기인 1.27mm 로 제작하여 조립 후, 2차에 걸친 불량 검사 실시 하였다.



그림 3-465. 1차 센서태그 제작 실물

2차 제작 회로 설계를 통해 1차 회로를 기준으로 센서들의 소자값과 무선통신 부분의 성능 개선을 위한 소자들을 중심으로 설계되었다. 2차 제작의 주요한 개선사항은 센서태그의 케이스 형상 변화에 있다. PCB 설계의 중요사항은 1차 센서태그보다 더 작아진 공간에 부품을 효율적으로 배치하고 무선관련 부품의 간섭을 최소화하는데 중점을 두었다.

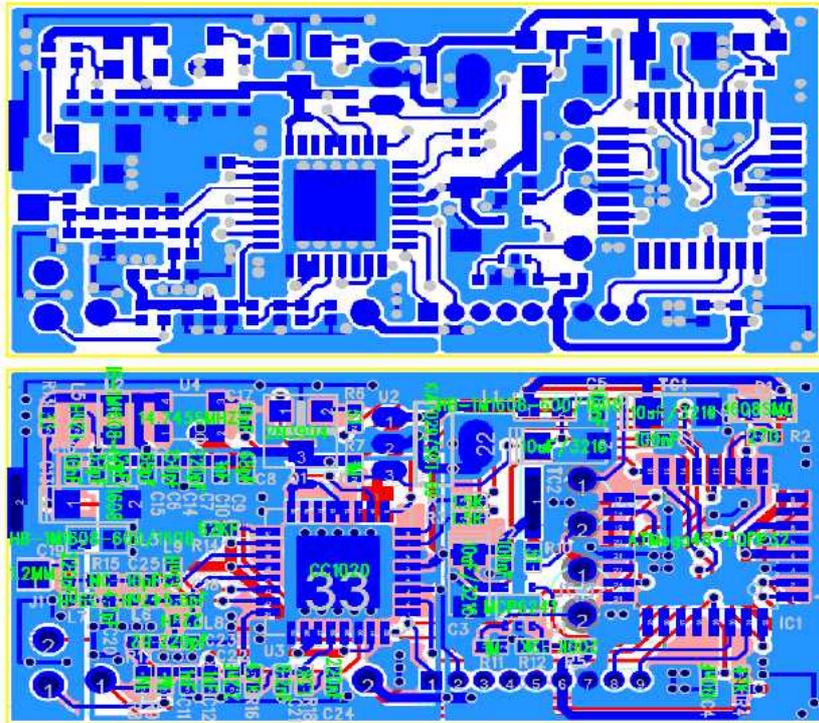


그림 3-466. 2차 센서태그 PCB 설계

1차 센서태그에 비해 훨씬 복잡한 배선과 집적된 공간 활용으로 설계하였으며, 무선 간섭을 피하기 위하여 안테나를 센서태그 케이스 외부에 돌출시키는 방법을 선택하였다. 2차 PCB 제작은 1,000대 기준으로 제작되어 조립과 제작을 배열 방식으로 진행되었으며, SMT 공정을 통해 SMD 부품을 조립하였다. PCB 제작과 조립 후 무선 시험을 전수 실시하였으

며, S/W 다운로드와 시험을 단계적으로 실시하였다.

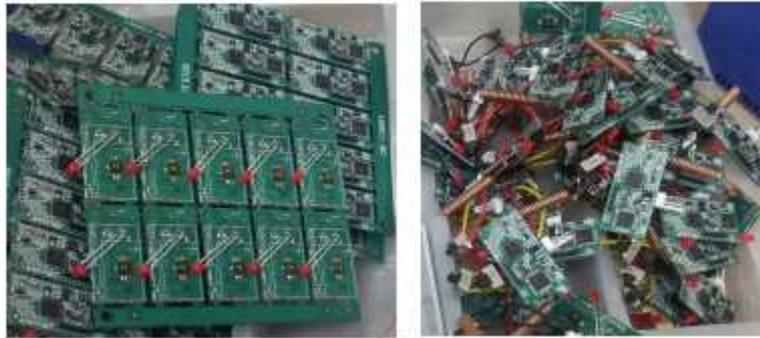


그림 3-467. 2차 센서태그 PCB와 부품조립

대량의 센서태그를 생산함에 있어서 체계적인 시험 절차가 필요로 한다. 물리적인 조립이 끝난 후 기능별 시험과 프로그램 다운로드를 진행하였다. 프로그램 실행 순서로, 전원이 인가되면 펌웨어 초기화가 수행되어 각 port별 지정된 IO와 UART, Timer 등을 초기화 한다. 그리고 데이터 저장용 메모리로 할당된 buffer를 초기화 한다. 시스템이 안정화 되면 각 port를 설정하고 데이터를 읽어 들인다. 센서데이터가 AD컨버터를 통해서 정상적으로 들어 오고 안정화된 범위안에 들어오면 할당된 buffer에 저장하면서 UART를 통해서 데이터를 전송한다.

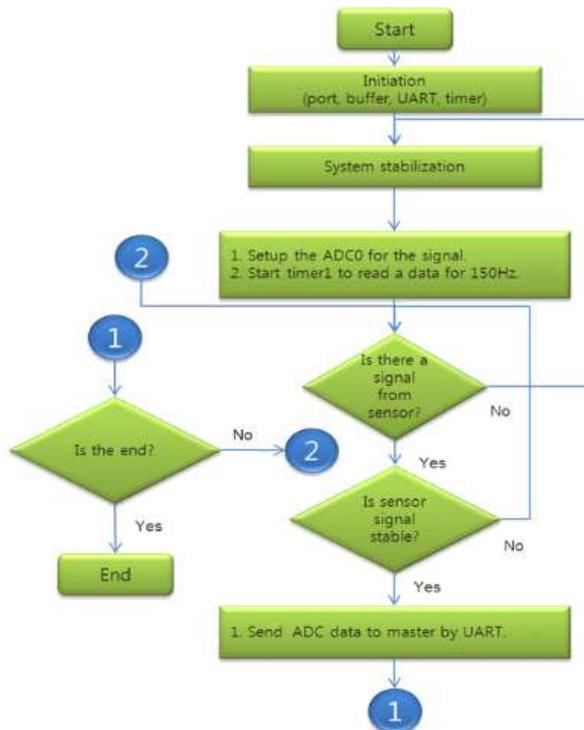


그림 3-468. 센서태그 펌웨어 동작순서도

펌웨어가 다운로드 된 센서태그를 시험하기 위한 방법으로 JTAG 과 UART 를 사용하였다. 센서태그에 JTAG을 연결하고 프로젝트를 로딩한다. 구현한 프로그램이 정상 구동되는지 확인하고 오류가 발생하는 경우 각각의 IO 및 레지스터의 상태를 확인하여 디버깅 한다. 디버깅이 진행되는 동안 단말기가 UART 로 전송한 데이터가 정상적으로 업로드 되는지 확인한다.

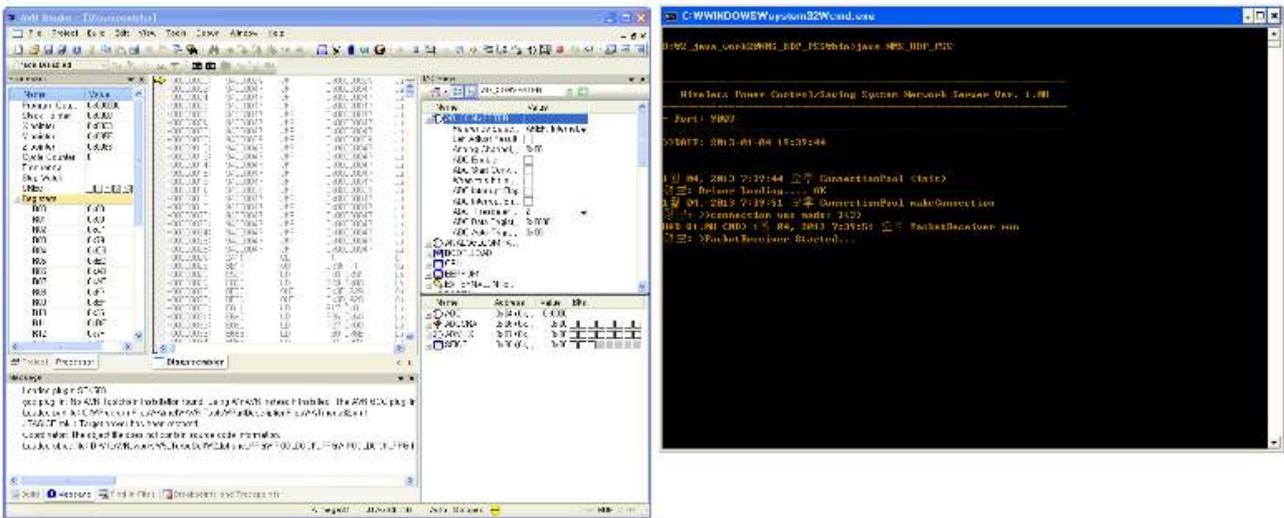


그림 3-469. 디버깅 화면

(3) 유통량 센서태그 S/W 개발

(가) 개발 목표

무선 충돌 회피를 위한 시간 지연 알고리즘 개발하였다. 424MHz FSK 통신 방식은 동시에 여러 센서 태그들이 통신을 시작하면 충돌이 발생하여 통신이 불가능한 특성이 있으므로 태그들의 통신시점이 최대한 겹치지 않도록 잘 분배하게 한다. 수집기 동기화 Beacon 알고리즘 적용 수집기에서 정기적으로 Beacon 신호를 송신하여 Beacon신호를 받은 센서 태그들은 수집기의 형식 정보를 활용하여 통신 지연 시간을 조율한다. Beacon 신호에 수집기의 타입은 이동형, 고정형의 형식으로 전송되며 각각의 형식에 맞춰서 지연 시간을 조정한다.

(나) 유통량 센서태그 S/W 개발 및 적용

무선충돌 회피를 위한 시간지연 알고리즘 개발하였다. FSK 통신을 사용하는 경우 아래 그림 3-470과 같이 센서 태그들이 동시에 데이터 통신을 수행하면 충돌이 발생하여 데이터 송수신을 할 수 없게 된다. 따라서 적절하게 시간 분배를 하는 형식의 시분할 방식이 필요 하지만 센서 태그들의 저전력을 위해서 전체 네트워크를 동기식으로 운영 하는데는 무리가 있다.

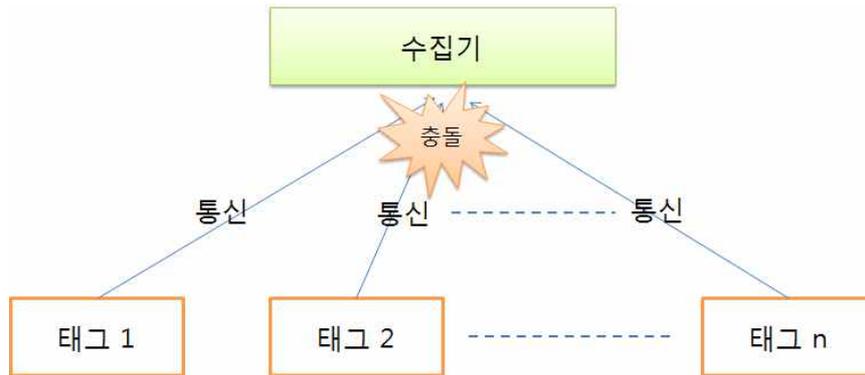


그림 3-470. 센서 태그 데이터 통신 충돌 발생 상황

대부분의 경우 센서 태그에서 진동이 감지되면 바로 송수신을 하게 하더라도 충돌이 많이 발생하지 않아서 연속으로 2~3회 데이터 통신을 하도록하면 통신하는데 큰 무리는 없겠지만 센서 태그의 수량이 많아질수록 통신을 하지 못하는 태그의 수가 지수승으로 증가한다. 따라서 적절하게 시간을 배분하고 정확하지 않더라도 최대한 분산할 수 있도록 한다면 통신 실패의 확률이 적어진다. 센서 태그의 동작 상태는 아래 그림 3-471과 같다. 대부분의 시간은 Sleep 상태로 저전력 상태이며 이동중 진동(1)이 발생하면 Wakeup상태로 전환되며 내용물이 있는지 확인 후(2) 없으면 다시 sleep 상태로 전환되고 있으면 태그의 key 값을 기준으로 back-off 시간을 설정한 후에(3) sleep으로 전환되고 time-out이 발생하면(4) 그 즉시 wakeup 하고 통신 상태(5)로 진입한다. 데이터 통신 후에 다음 wakeup 시간을 설정(6)하고 sleep으로 진입한다.

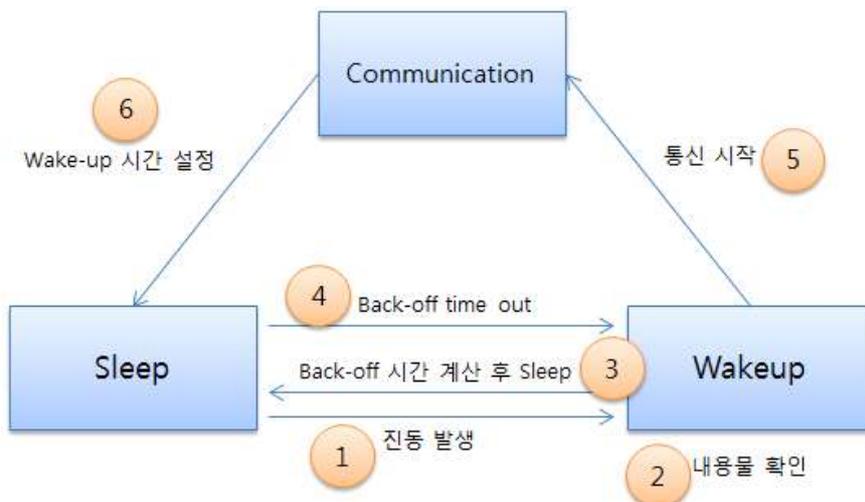


그림 3-471. 센서 태그 상태 변이도

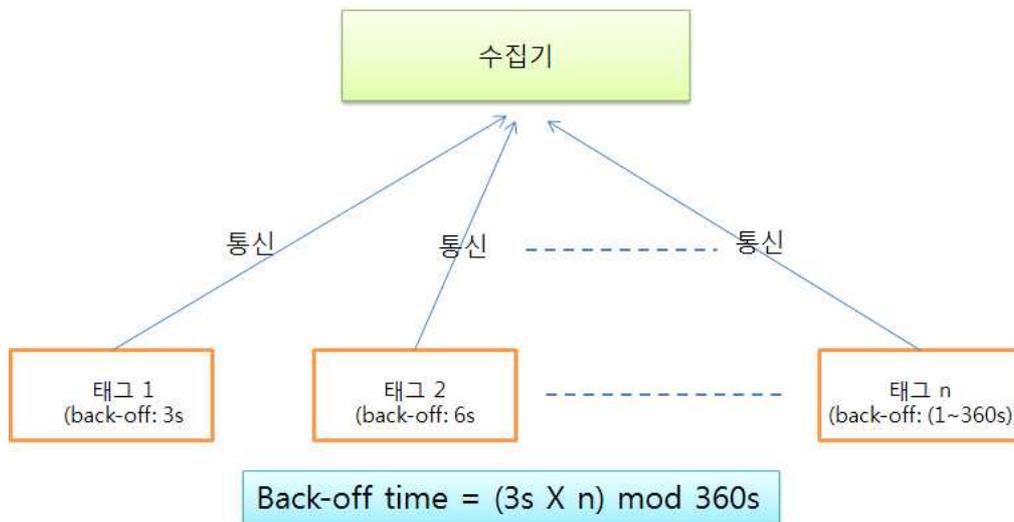


그림 3-472. 센서 태그 노드의 back-off 시간 계산

수집기 동기화 Beacon 알고리즘을 개발하였다. 이동 중의 상황에서는 통신을 짧게 하여 데이터의 전송을 빈번하게 하여 상태 정보의 업데이트 주기를 짧게 하여 서버에서 센터 태그의 정보 갱신을 좀 더 자주 할 수 있게 하고 저장 중인 경우에는 업데이트 주기를 느리게 하여 센서 태그의 전력 사용량을 줄일 수 있도록 한다. 구현 방법으로는 수집기가 설치된 위치에 따라서 고정형, 이동형으로 설정을 해주면 태그들에게 수집기 형식을 알려주어 back-off 시간의 범위를 조정한다. 이동 중인 경우에는 앞에서 설명한대로 3분간 3회 통신후 1시간당 통신하는 방식으로 변경되고 고정형 수집기로부터 beacon을 받은 경우에는 그 시간의 좀 더 늘려서 통신 회수를 절약하도록 한다.



그림 3-473. 센터 태그의 상태 변경 상황

저전력운용 알고리즘을 개발하였다. 박스 내에 내용물이 감지되며 진동이 있을 경우 짧은 간격으로 데이터를 송신하며 그 뒤로 내용물은 감지되나 진동이 감지되지 않을 경우 저장

상태로 판단하여 데이터 전송 주기를 길게 하여 통신회수를 줄인다.



태그에서 내용물이 감지된 상태에서 진동이 발생하면 태그에 저장된 키값으로 back-off 시간을 계산하고 바로 sleep으로 진입후 back-off 시간이 되면 wake-up 해서 데이터를 송신하고 다시 최초 이벤트 발생시간 기준으로 3분이 지나면 같은 작업을 반복한다. 위의 그림과 같이 3번을 통신한 뒤에는 30분 뒤에 한번 통신하고 그 뒤로는 매 시간마다 반복하며 하루가 지나면 1일 1회 통신모드로 진입하여 배터리를 절약한다.

다. 온습도 모니터링 센서태그 개발

(1) 온습도 센서태그 케이스 개발

온습도용 센서태그 전용으로 별도의 케이스가 적용 되었고, 온습도 센서 공간 확보와 배터리 용량을 고려하여 기존 유통량 센서대비 2.5배 크기의 케이스가 설계되었다. 온습도 측정을 위한 외부 환기 구멍이 적용 되어 전면의 오른쪽 하단에 적용 되었다.



그림 3-474. 온습도 센서태그 케이스

(2) 온습도 센서태그 H/W 개발

온습도 센서태그 H/W 는 기존 유통량 센서 기반으로 제작 되었으며, 온습도 센서를 추

가한 형태로 케이스만 별도 제작하여 개발하였다. 적용된 온습도 센서는 습도 $\pm 3\%$, 온도 ± 0.5 도의 오차와 0~100% 습도와 -40~80도 온도 측정 범위를 갖는다. 기본 통신 방식은 자체 시리얼 통신방식을 사용하며, 보정된 온습도 데이터를 전송한다.

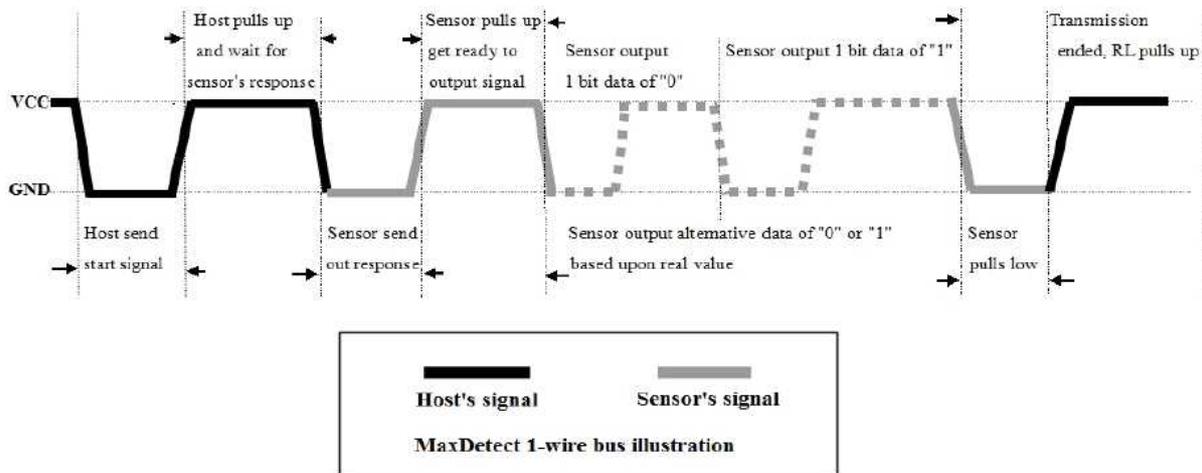


그림 3-475. 온습도 센서 데이터 전송

(3) 온습도 센서태그 S/W 개발

(가) 개발 목표

배터리 소모량을 줄이기 위한 단방향 통신인 RTC 알람 인터럽트를 이용하여 sleep 상태에서 정해진 간격마다 깨어나 통신한다. 온습도 데이터 안정화를 위한 간헐적 평균값 취득을 하여야 한다. 온습도 센서의 오차와 화이트노이즈 데이터를 제거하기 위한 평균값을 계산하여 수집기로 전송한다. 일정시간 계속 깨어있는 상태로 평균값을 취득하는 방식보다 10ms단위로 10회 평균값을 1분간 3회 수행하여 각 값을 평균하여 전송한다.

(나) 온습도 센서태그 S/W 개발 및 적용

배터리 소모량을 줄이기 위해 단방향 통신을한다. 온습도 센서태그 논리 블록은 아래 그림 3-476와 같다. 온습도 데이터를 읽기위한 센서 드라이버와 sleep과wakeup을 제어하기 위한 RTC 드라이버와 스케줄러로 구성된다. 통신을 하기 위한 RF 드라이버와 통신 모듈이 한 블록을 구성한다.

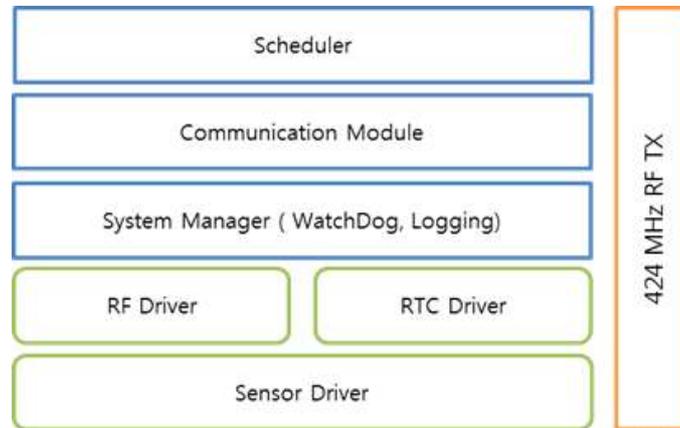


그림 3-476. 온습도 센서 태그 SW 논리 블록

센서 태그는 평균 10:1의 비율로 sleep과 wakeup상태를 유지하여 장기간 약 2달 이상의 유통과정에서 배터리 교체없이 사용할 수 있도록 소모 전류를 제어한다. 배터리 전원이 인가된 후에는 초기화를 거치고 RTC에 통신 시간 간격을 설정한 후에 sleep상태로 진입한다.

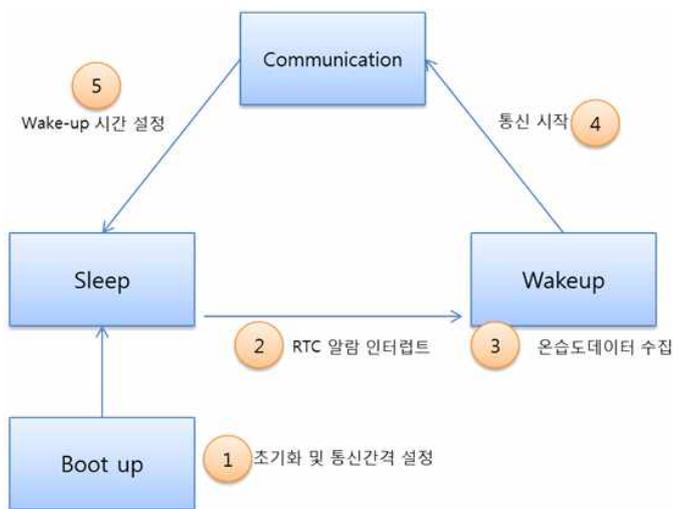


그림 3-477. 온습도 센서 태그 상태도

설정된 시간 간격 후에 RTC인터럽트에 의해 wakeup 상태로 진입하며 wakeup 상태에서 온습도 데이터를 수집한 후에 통신 상태로 진입하여 단방향 통신을 수행하고 RTC알람 시간 설정 후 저전력 sleep모드로 진입한다.

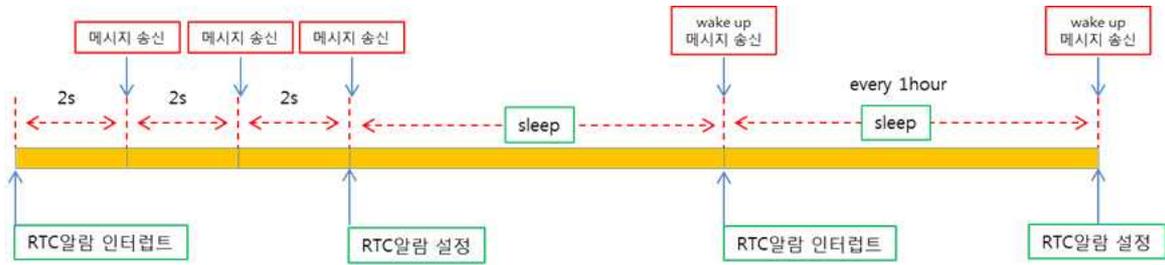


그림 3-478. 단방향 통신 시퀀스

온습도 센서태그는 그림 3-478과 같이 sleep과 wakeup을 반복하며 주기적으로 RTC알람으로 깨어나서 데이터를 수회 송신하고 sleep으로 진입한다. backoff 시간은 물류센서와 동일하게 계산된다.

온습도 데이터 안정화를 위한 간헐적인 평균값을 취든한다. 온습도 센서의 오차와 화이트 노이즈 데이터를 제거하기 위해서는 일정 기간 데이터를 수회 읽어서 평균값을 취하는 방식이 유용하다. 따라서 RTC알람에 의해 wakeup 상태로 진입하여 데이터를 읽을 때 온습도를 10회 읽어 들여 threshold를 넘어서는 값을 제외한 나머지 값들을 평균하고 같은 작업을 10ms 간격으로 3회 실시하여 최종 데이터를 확정하여 수집기로 무선 전송한다.

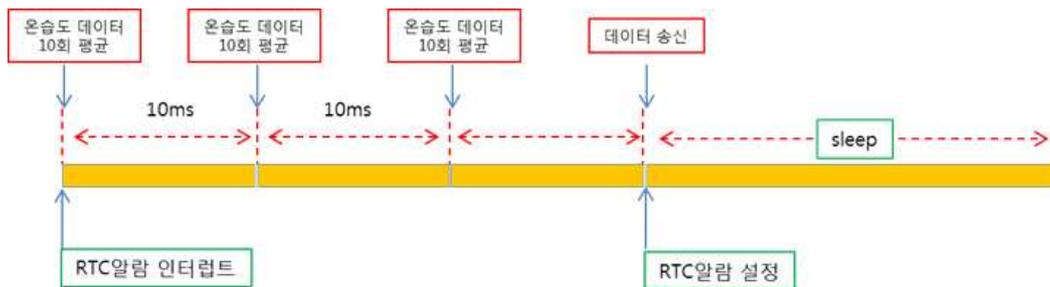


그림 3-479. 데이터 수집 시퀀스

2. 연구결과/실험결과

가. 유통량 모니터링 시스템

(1) 시험 내용 요약

총 4차에 걸쳐 현장 유통량 시험을 진행하였다. 복숭아 1회, 사과 3회 수확과 저장 과정 중에 실시하였다. 1차 100대, 2차 200대, 3차 200대 4차 200대 시험을 진행하였다. 유통량 센서태그 실내 시험결과 200대 기준 초기 센서불량 3개로 불량률 0.15%로 전수 실내 시험을 실시하였다.



그림 3-480. 유통량 센서태그 내부시험

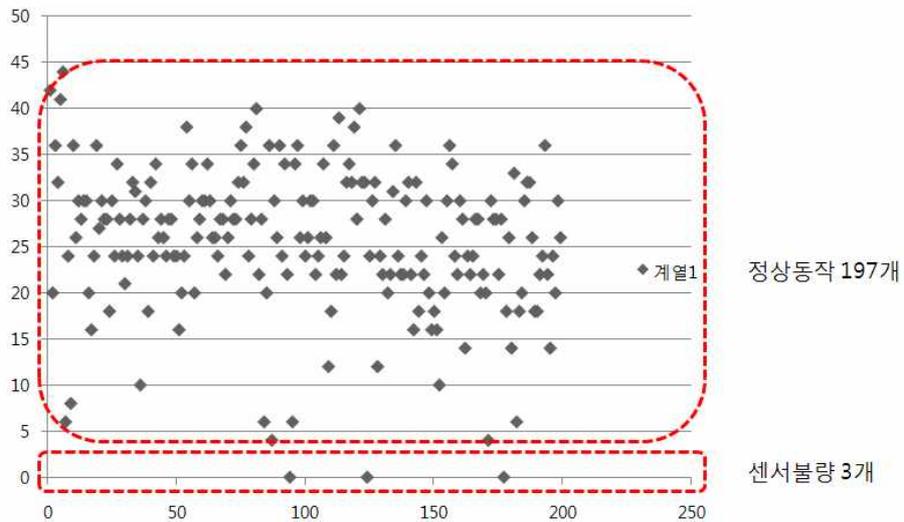


그림 3-481. 유통량 센서 실내 동작 시험

(2) 1차 시험

충주 매현리 농가에서 복숭아를 대상으로 진행하였으며, 100대의 유통량 센서를 부착하여 진행하였다. 센서태그는 삼각형의 하드택 방식을 사용하였고, 센서태그 케이스 특성상 감지센서 오감지가 발생하여 2차 시험 이후에는 개선된 센서태그 케이스를 사용하여 시험하였다.



그림 3-482. 1차 시험 수집기



그림 3-483. 1차 시험 센서태그

(3) 2차~4차 시험

충주 농가에서 사과 수확기에 맞춰 4대의 수집기와 총 600대 이상의 센서태그를 투입하여 2~4차 시험을 진행하였다.



그림 3-484. 과수원에 설치된 수집기



그림 3-485. 센서태그 과수원 설치



그림 3-486. 창고 적재 중인 과수박스

유통량 센서 2차시험결과 85% 이상의 유통량을 확인하였다. 3차 이후의 시험결과 시험 중 장시간 거꾸로 위치하지 않은 센서태그의 경우 93%의 감지율을 확인하였다. 센서가 장시간 거꾸로 위치했을 때, 센서동작이 멈추는 현상이 발생하여 4차 시험부터는 개선된 센서태그를 적용하였다.

농산물유통량 시범사업 결과표

- 1.장소 : 충주 매현리 농가
- 2.일시 : 2013년도 10월 27~29일 3일간
- 3.사용 제품 : 수집기 2대, 더미태그 193대
- 4.결과 요약

27일 :
 28일 : 창고 입고 박스 84개, 수신확인 박스 74개
 29일 : 창고 입고 박스 51개, 수신확인 박스 43개
 29일 최종 창고 입고박스 192개, 수신확인 박스 164개
 (28일,29일 계속 로그를 저장하지 않아서 수신 확인이 빠진 것도 있을 수 있습니다.)

| 박스번호 | 2013년10월28일매현리 | | 2013년10월29일매현리 | | 29일 저녁 수신확인 박스번호 | 비고 |
|------|----------------|-----------|----------------|-----------|------------------|-----|
| | 창고입고 박스번호 | 수신확인 박스번호 | 창고입고 박스번호 | 수신확인 박스번호 | | |
| 1 | 1 | 1 | | | 1 | |
| 2 | | | | | | 시험용 |
| 3 | 1 | 1 | | | 1 | |
| 4 | 1 | | | | | |
| 5 | 1 | 1 | | | 1 | |
| 6 | 1 | 1 | | | 1 | |
| 7 | 1 | 1 | | | 1 | |
| 8 | | | | | 1 | |
| 9 | | | | | 1 | |
| 10 | | | 1 | | | |
| 11 | 1 | 1 | | | 1 | |
| 12 | 1 | 1 | | | 1 | |
| 13 | | | 1 | 1 | 1 | |
| 14 | 1 | 1 | | | 1 | |
| 15 | | | 1 | 1 | 1 | |
| 16 | | | 1 | 1 | 1 | |
| 17 | | | | | 1 | |

| 박스번호 | 2013년10월28일매현리 | | 2013년10월29일매현리 | | 29일 저녁 수신확인 박스번호 | 비고 |
|------|----------------|-----------|----------------|-----------|------------------|----|
| | 창고입고 박스번호 | 수신확인 박스번호 | 창고입고 박스번호 | 수신확인 박스번호 | | |
| 101 | 1 | 1 | | | 1 | |
| 102 | 1 | 1 | | | 1 | |
| 103 | 1 | 1 | | | 1 | |
| 104 | 1 | 1 | | | 1 | |
| 105 | 1 | 1 | | | 1 | |
| 106 | | | 1 | 1 | 1 | |
| 107 | | | 1 | 1 | 1 | |
| 108 | | | | | | |
| 109 | | | 1 | 1 | 1 | |
| 110 | | | | | | |
| 111 | | | 1 | 1 | 1 | |
| 112 | | | | | | |
| 113 | 1 | | | | | |
| 114 | | | 1 | | | |
| 115 | | | 1 | 1 | 1 | |
| 116 | | | | | 1 | |
| 117 | 1 | 1 | | | 1 | |

그림 3-487. 유통량 시험 결과표

| 더미태그 1차 현장테스트 작업 로그 | | | |
|---------------------|--------|-----|--------|
| 작업일자 | | | |
| 1일 | 2일 | | 3일 |
| 통자 | 만일기 번호 | 통자 | 만일기 번호 |
| | | | 10 |
| | | 3 | 13 |
| | | 5 | 15 |
| | | 24 | 18 |
| | | 25 | 18 |
| | | 22 | 22 |
| | | 33 | 27 |
| | | 46 | 30 |
| | | 48 | 31 |
| | | 50 | 34 |
| | | 51 | 38 |
| | | 52 | 38 |
| | | 53 | 38 |
| | | 76 | 57 |
| | | 82 | 64 |
| | | 83 | 111 |
| | | 99 | 113 |
| | | 102 | 136 |
| | | 117 | 140 |
| | | 123 | 141 |
| | | 139 | 146 |
| | | 147 | 151 |
| | | 148 | 170 |
| | | 149 | 171 |
| | | 159 | 192 |
| | | 179 | 197 |
| | | 187 | 199 |
| | | 1 | 20 |
| | | 4 | 34 |
| | | 6 | 37 |
| | | 12 | 44 |
| | | 14 | 50 |
| | | 21 | 62 |
| | | 23 | 64 |
| | | 36 | 69 |
| | | 33 | 71 |
| | | 56 | 84 |
| | | 63 | 88 |
| | | 89 | 90 |
| | | 97 | 95 |
| | | 103 | 106 |
| | | 104 | 107 |
| | | 108 | 109 |
| | | 123 | 114 |
| | | 124 | 114 |
| | | 125 | 114 |
| | | 126 | 114 |
| | | 127 | 114 |
| | | 128 | 114 |
| | | 129 | 114 |
| | | 130 | 114 |
| | | 131 | 114 |
| | | 132 | 114 |
| | | 133 | 114 |
| | | 134 | 114 |
| | | 135 | 114 |
| | | 136 | 114 |
| | | 137 | 114 |
| | | 138 | 114 |
| | | 139 | 114 |
| | | 140 | 114 |
| | | 141 | 114 |
| | | 142 | 114 |
| | | 143 | 114 |
| | | 144 | 114 |
| | | 145 | 114 |
| | | 146 | 114 |
| | | 147 | 114 |
| | | 148 | 114 |
| | | 149 | 114 |
| | | 150 | 114 |
| | | 151 | 114 |
| | | 152 | 114 |
| | | 153 | 114 |
| | | 154 | 114 |
| | | 155 | 114 |
| | | 156 | 114 |
| | | 157 | 114 |
| | | 158 | 114 |
| | | 159 | 114 |
| | | 160 | 114 |
| | | 161 | 114 |
| | | 162 | 114 |
| | | 163 | 114 |
| | | 164 | 114 |
| | | 165 | 114 |
| | | 166 | 114 |
| | | 167 | 114 |
| | | 168 | 114 |
| | | 169 | 114 |
| | | 170 | 114 |
| | | 171 | 114 |
| | | 172 | 114 |
| | | 173 | 114 |
| | | 174 | 114 |
| | | 175 | 114 |
| | | 176 | 114 |
| | | 177 | 114 |
| | | 178 | 114 |
| | | 179 | 114 |
| | | 180 | 114 |
| | | 181 | 114 |
| | | 182 | 114 |
| | | 183 | 114 |
| | | 184 | 114 |
| | | 185 | 114 |
| | | 186 | 114 |
| | | 187 | 114 |
| | | 188 | 114 |
| | | 189 | 114 |
| | | 190 | 114 |
| | | 191 | 114 |
| | | 192 | 114 |
| | | 193 | 114 |
| | | 194 | 114 |
| | | 195 | 114 |
| | | 196 | 114 |
| | | 197 | 114 |
| | | 198 | 114 |
| | | 199 | 114 |
| | | 200 | 114 |
| | | 201 | 114 |
| | | 202 | 114 |
| | | 203 | 114 |
| | | 204 | 114 |
| | | 205 | 114 |
| | | 206 | 114 |
| | | 207 | 114 |
| | | 208 | 114 |
| | | 209 | 114 |
| | | 210 | 114 |
| | | 211 | 114 |
| | | 212 | 114 |
| | | 213 | 114 |
| | | 214 | 114 |
| | | 215 | 114 |
| | | 216 | 114 |
| | | 217 | 114 |
| | | 218 | 114 |
| | | 219 | 114 |
| | | 220 | 114 |
| | | 221 | 114 |
| | | 222 | 114 |
| | | 223 | 114 |
| | | 224 | 114 |
| | | 225 | 114 |
| | | 226 | 114 |
| | | 227 | 114 |
| | | 228 | 114 |
| | | 229 | 114 |
| | | 230 | 114 |
| | | 231 | 114 |
| | | 232 | 114 |
| | | 233 | 114 |
| | | 234 | 114 |
| | | 235 | 114 |
| | | 236 | 114 |
| | | 237 | 114 |
| | | 238 | 114 |
| | | 239 | 114 |
| | | 240 | 114 |
| | | 241 | 114 |
| | | 242 | 114 |
| | | 243 | 114 |
| | | 244 | 114 |
| | | 245 | 114 |
| | | 246 | 114 |
| | | 247 | 114 |
| | | 248 | 114 |
| | | 249 | 114 |
| | | 250 | 114 |
| | | 251 | 114 |
| | | 252 | 114 |
| | | 253 | 114 |
| | | 254 | 114 |
| | | 255 | 114 |
| | | 256 | 114 |
| | | 257 | 114 |
| | | 258 | 114 |
| | | 259 | 114 |
| | | 260 | 114 |
| | | 261 | 114 |
| | | 262 | 114 |
| | | 263 | 114 |
| | | 264 | 114 |
| | | 265 | 114 |
| | | 266 | 114 |
| | | 267 | 114 |
| | | 268 | 114 |
| | | 269 | 114 |
| | | 270 | 114 |
| | | 271 | 114 |
| | | 272 | 114 |
| | | 273 | 114 |
| | | 274 | 114 |
| | | 275 | 114 |
| | | 276 | 114 |
| | | 277 | 114 |
| | | 278 | 114 |
| | | 279 | 114 |
| | | 280 | 114 |
| | | 281 | 114 |
| | | 282 | 114 |
| | | 283 | 114 |
| | | 284 | 114 |
| | | 285 | 114 |
| | | 286 | 114 |
| | | 287 | 114 |
| | | 288 | 114 |
| | | 289 | 114 |
| | | 290 | 114 |
| | | 291 | 114 |
| | | 292 | 114 |
| | | 293 | 114 |
| | | 294 | 114 |
| | | 295 | 114 |
| | | 296 | 114 |
| | | 297 | 114 |
| | | 298 | 114 |
| | | 299 | 114 |
| | | 300 | 114 |
| | | 301 | 114 |
| | | 302 | 114 |
| | | 303 | 114 |
| | | 304 | 114 |
| | | 305 | 114 |
| | | 306 | 114 |
| | | 307 | 114 |
| | | 308 | 114 |
| | | 309 | 114 |
| | | 310 | 114 |
| | | 311 | 114 |
| | | 312 | 114 |
| | | 313 | 114 |
| | | 314 | 114 |
| | | 315 | 114 |
| | | 316 | 114 |
| | | 317 | 114 |
| | | 318 | 114 |
| | | 319 | 114 |
| | | 320 | 114 |
| | | 321 | 114 |
| | | 322 | 114 |
| | | 323 | 114 |
| | | 324 | 114 |
| | | 325 | 114 |
| | | 326 | 114 |
| | | 327 | 114 |
| | | 328 | 114 |
| | | 329 | 114 |
| | | 330 | 114 |
| | | 331 | 114 |
| | | 332 | 114 |
| | | 333 | 114 |
| | | 334 | 114 |
| | | 335 | 114 |
| | | 336 | 114 |
| | | 337 | 114 |
| | | 338 | 114 |
| | | 339 | 114 |
| | | 340 | 114 |
| | | 341 | 114 |
| | | 342 | 114 |
| | | 343 | 114 |
| | | 344 | 114 |
| | | 345 | 114 |
| | | 346 | 114 |
| | | 347 | 114 |
| | | 348 | 114 |
| | | 349 | 114 |
| | | 350 | 114 |
| | | 351 | 114 |
| | | 352 | 114 |
| | | 353 | 114 |
| | | 354 | 114 |
| | | 355 | 114 |
| | | 356 | 114 |
| | | 357 | 114 |
| | | 358 | 114 |
| | | 359 | 114 |
| | | 360 | 114 |
| | | 361 | 114 |
| | | 362 | 114 |
| | | 363 | 114 |
| | | 364 | 114 |
| | | 365 | 114 |
| | | 366 | 114 |
| | | 367 | 114 |
| | | 368 | 114 |
| | | 369 | 114 |
| | | 370 | 114 |
| | | 371 | 114 |
| | | 372 | 114 |
| | | 373 | 114 |
| | | 374 | 114 |
| | | 375 | 114 |
| | | 376 | 114 |
| | | 377 | 114 |
| | | 378 | 114 |
| | | 379 | 114 |
| | | 380 | 114 |
| | | 381 | 114 |
| | | 382 | 114 |
| | | 383 | 114 |
| | | 384 | 114 |
| | | 385 | 114 |
| | | 386 | 114 |
| | | 387 | 114 |
| | | 388 | 114 |
| | | 389 | 114 |
| | | 390 | 114 |
| | | 391 | 114 |
| | | 392 | 114 |
| | | 393 | 114 |
| | | 394 | 114 |
| | | 395 | 114 |
| | | 396 | 114 |
| | | 397 | 114 |
| | | 398 | 114 |
| | | 399 | 114 |
| | | 400 | 114 |
| | | 401 | 114 |
| | | 402 | 114 |
| | | 403 | 114 |
| | | 404 | 114 |
| | | 405 | 114 |
| | | 406 | 114 |
| | | 407 | 114 |
| | | 408 | 114 |
| | | 409 | 114 |
| | | 410 | 114 |
| | | 411 | 114 |
| | | 412 | 114 |
| | | 413 | 114 |
| | | 414 | 114 |
| | | 415 | 114 |
| | | 416 | 114 |
| | | 417 | 114 |
| | | 418 | 114 |
| | | 419 | 114 |
| | | 420 | 114 |
| | | 421 | 114 |
| | | 422 | 114 |
| | | 423 | 114 |
| | | 424 | 114 |
| | | 425 | 114 |
| | | 426 | 114 |
| | </ | | |

나. 해외수출 온습도 모니터링 시스템

(1) 시험 내용

(가) 온습도 시험

온도 정확도를 시험하기 위하여 자체 온습도 챔버시험을 진행하였다. 시험 결과 $\pm 5\%$ 의 오차 범위내 측정 결과를 얻었다.



그림 3-489. 온습도 챔버 시험

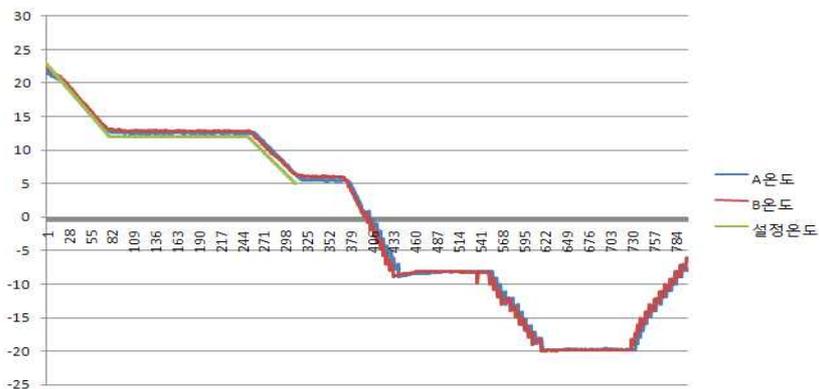


그림 3-490. 온습도 챔버 시험

(나) 해외 로밍 시험

해외 자동로밍 시험을 위해 홍콩 2회, 뉴욕 1회, 괌 1회의 자체 해외 시험을 실시 하였다. 홍콩 2회 시험은 아시아, 유럽 지역의 자동로밍 시험으로 2100MHz 주파수 밴드를 지원하는 지역의 해외 자동로밍을 목적으로 하였다. 뉴욕과 괌 시험은 미주 지역을 목적으로 시험하였고, 최종적으로 괌 시험을 통해 아시아, 유럽 및 미주지역의 시험을 완료하였다.

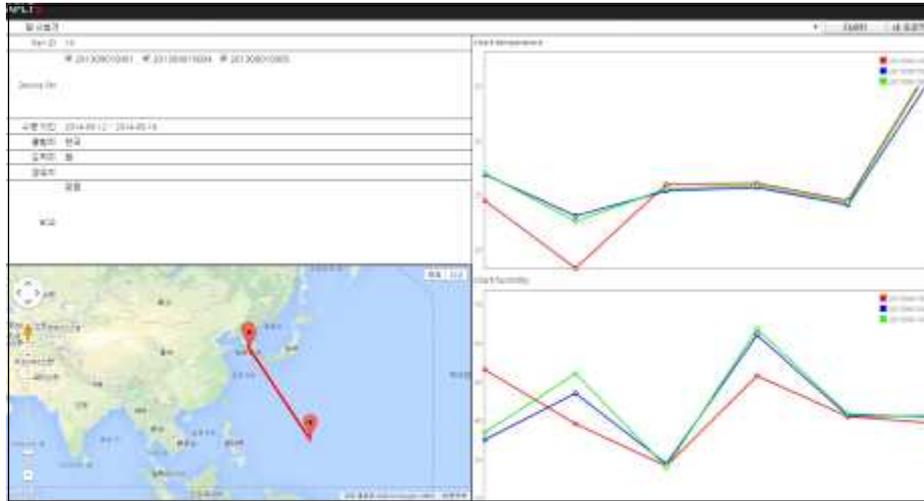


그림 3-491. 팜 시험

(2) 현장적용 시험

(가) 사과 창고 시험

충주 농가의 사과 창고 현장 시험으로 수집기 1대, 온습도 센서태그 50대를 설치 시험하였다. 13년도 12월에 사과 저온저장고에 설치되어 3개월 이상 온습도 모니터링에 적용하였다.



그림 3-492. 온습도 센서태그 현장설치

(나) 수출 컨테이너 시험

해외 수출 컨테이너에 적용하여 항만 도착 시 자동로밍 되어 누적된 온습도 데이터와 GPS 정보를 전송하였다. 싱가포르의 경우 경유지인 홍콩과 필리핀 항만에서 누적 데이터를 전송하였다. 각 수출 건마다 수집기 2대, 온습도 센서태그 10대씩 적용하여 진행하였다.



그림 3-493. 수출용 컨테이너 적용 온습도 센서태그와 수집기



그림 3-494. 온습도 센서태그의 수출용 컨테이너 적용

온습도 센서태그의 부착위치는 컨테이너 내부 상측에 일정한 간격으로 설치하여 적용하였다. 온습도 데이터와 GPS 데이터의 수신 여부를 확인하기 위하여 자체 서버의 시험용 S/W를 이용하여 GPS 데이터와 온습도 데이터를 검증 하였다.

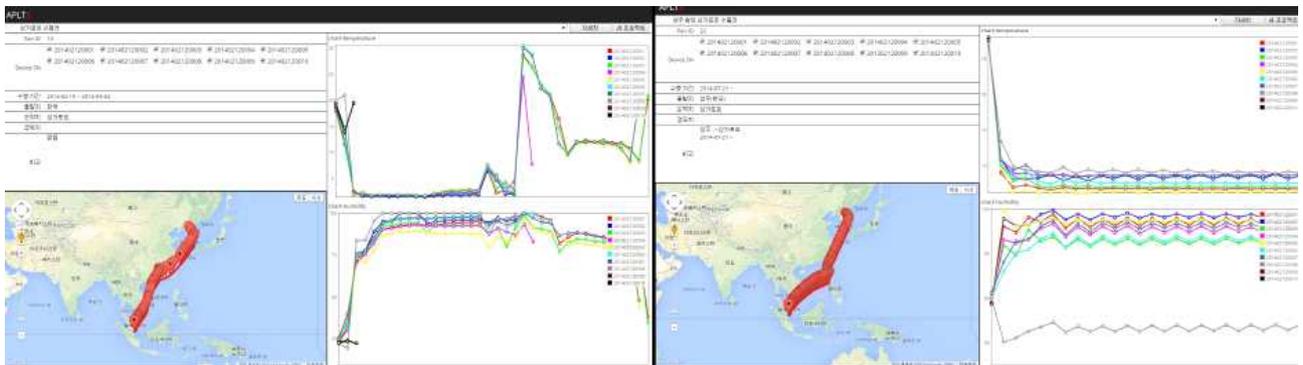


그림 3-495. 자체 시험용 화면

| no | panid | deviceSN | comstime | temperature | humidity | no | panid | deviceSN | comstime | temperature | humidity |
|-------|-------|--------------|---------------------|-------------|----------|----|-------|--------------|---------------------|-------------|----------|
| 10962 | 32 | 201402120001 | 2014-07-21 09:41:28 | 27.8 | 59.7 | 42 | 19 | 201402120002 | 2014-02-15 05:29:59 | 17.1 | 24.7 |
| 10963 | 32 | 201402120002 | 2014-07-21 09:41:31 | 27.6 | 59.3 | 41 | 19 | 201402120001 | 2014-02-15 05:29:40 | 17 | 25.4 |
| 10964 | 32 | 201402120003 | 2014-07-21 09:41:33 | 27.6 | 59.1 | 40 | 19 | 201402120010 | 2014-02-15 05:15:08 | 18 | 23.8 |
| 10965 | 32 | 201402120004 | 2014-07-21 09:42:02 | 27.7 | 58 | 39 | 19 | 201402120009 | 2014-02-15 05:14:54 | 17.8 | 24.1 |
| 10966 | 32 | 201402120005 | 2014-07-21 09:42:17 | 27.3 | 59.2 | 38 | 19 | 201402120008 | 2014-02-15 05:14:42 | 18.2 | 23.8 |
| 10967 | 32 | 201402120006 | 2014-07-21 09:42:28 | 27.8 | 60.2 | 37 | 19 | 201402120007 | 2014-02-15 05:14:28 | 18.2 | 24.1 |
| 10968 | 32 | 201402120007 | 2014-07-21 09:42:37 | 27.4 | 62.3 | 36 | 19 | 201402120006 | 2014-02-15 05:14:14 | 18.2 | 24.7 |
| 10969 | 32 | 201402120008 | 2014-07-21 09:42:42 | 27.1 | 60.3 | 35 | 19 | 201402120005 | 2014-02-15 05:14:00 | 17.8 | 23.4 |
| 10970 | 32 | 201402120009 | 2014-07-21 09:43:02 | 27.7 | 58 | 34 | 19 | 201402120004 | 2014-02-15 05:13:48 | 17.4 | 24.8 |
| 10971 | 32 | 201402120010 | 2014-07-21 09:43:19 | 28 | 57.3 | 33 | 19 | 201402120003 | 2014-02-15 05:13:38 | 17.2 | 25.4 |
| 10972 | 32 | 201402120001 | 2014-07-21 09:57:53 | 27.4 | 59.4 | 32 | 19 | 201402120002 | 2014-02-15 05:13:28 | 17.4 | 24.8 |
| 10973 | 32 | 201402120002 | 2014-07-21 09:57:57 | 27.2 | 58.9 | 31 | 19 | 201402120001 | 2014-02-15 05:13:12 | 17.3 | 25.8 |
| 10974 | 32 | 201402120003 | 2014-07-21 09:58:02 | 26.9 | 58.3 | 30 | 19 | 201402120010 | 2014-02-15 05:00:39 | 18.5 | 23.7 |
| 10975 | 32 | 201402120004 | 2014-07-21 09:56:31 | 27.2 | 57.9 | 29 | 19 | 201402120009 | 2014-02-15 05:00:26 | 18.2 | 23.8 |
| 10976 | 32 | 201402120005 | 2014-07-21 09:56:45 | 26.8 | 58.5 | 28 | 19 | 201402120008 | 2014-02-15 05:00:14 | 18.5 | 23.8 |
| 10977 | 32 | 201402120006 | 2014-07-21 09:56:56 | 27.4 | 59.9 | 27 | 19 | 201402120007 | 2014-02-15 05:00:00 | 18.5 | 24.1 |
| 10978 | 32 | 201402120007 | 2014-07-21 09:57:05 | 26.9 | 62.1 | 26 | 19 | 201402120006 | 2014-02-15 04:59:46 | 18.7 | 24.3 |
| 10979 | 32 | 201402120008 | 2014-07-21 09:57:16 | 26.9 | 59.6 | 25 | 19 | 201402120005 | 2014-02-15 04:59:32 | 18.2 | 23.8 |

그림 3-496. 온습도 자체 시험용 서버 데이터

| no | panid | comstime | latitude | longitude | no | panid | comstime | latitude | longitude |
|-----|-------|---------------------|-----------|------------|-----|-------|---------------------|-----------|------------|
| 304 | 32 | 2014-07-21 15:00:10 | 3546.0535 | 12843.8230 | 106 | 19 | 2014-02-21 06:02:13 | 1703.6350 | 11111.3242 |
| 306 | 32 | 2014-07-21 17:22:22 | 3506.4270 | 12904.8150 | 107 | 19 | 2014-02-21 06:18:04 | 1659.2948 | 11109.3760 |
| 307 | 32 | 2014-07-21 19:10:11 | 3506.3918 | 12904.8110 | 108 | 19 | 2014-02-21 07:52:36 | 1632.1488 | 11100.6611 |
| 305 | 32 | 2014-07-21 15:36:24 | 3525.0979 | 12847.4820 | 109 | 19 | 2014-02-21 09:38:14 | 1601.0552 | 11052.1924 |
| 310 | 32 | 2014-07-21 22:56:45 | 3506.3987 | 12904.8140 | 110 | 19 | 2014-02-21 09:53:53 | 1556.4370 | 11051.0488 |
| 312 | 32 | 2014-07-22 00:01:35 | 3506.3899 | 12904.8560 | 111 | 19 | 2014-02-21 11:39:35 | 1525.5963 | 11043.7275 |
| 316 | 32 | 2014-07-22 05:35:22 | 3506.4094 | 12904.8220 | 112 | 19 | 2014-02-21 11:55:22 | 1521.0497 | 11042.5752 |
| 303 | 32 | 2014-07-21 14:39:38 | 3554.2244 | 12833.5250 | 113 | 19 | 2014-02-21 12:14:40 | 1515.5270 | 11041.0498 |
| 313 | 32 | 2014-07-22 01:48:04 | 3506.4016 | 12904.8340 | 114 | 19 | 2014-02-21 14:00:41 | 1445.0162 | 11032.7451 |
| 309 | 32 | 2014-07-21 21:11:14 | 3506.4067 | 12904.8250 | 115 | 19 | 2014-02-21 14:17:37 | 1440.1156 | 11031.4082 |
| 311 | 32 | 2014-07-21 23:12:22 | 3506.4063 | 12904.8190 | 116 | 19 | 2014-02-21 16:03:41 | 1409.1760 | 11022.4541 |
| 314 | 32 | 2014-07-22 03:34:09 | 3506.3982 | 12904.8190 | 117 | 19 | 2014-02-21 16:19:28 | 1404.4960 | 11021.0918 |
| 315 | 32 | 2014-07-22 05:19:46 | 3506.4048 | 12904.8250 | 118 | 19 | 2014-02-21 20:23:59 | 1249.3708 | 11001.6475 |
| 318 | 32 | 2014-07-22 07:27:27 | 3506.4031 | 12904.8140 | 119 | 19 | 2014-02-21 22:09:22 | 1216.5325 | 10953.7881 |
| 308 | 32 | 2014-07-21 20:55:47 | 3506.3923 | 12904.8190 | 120 | 19 | 2014-02-21 22:24:58 | 1211.5415 | 10952.7520 |
| 317 | 32 | 2014-07-22 07:08:39 | 3506.3967 | 12904.8110 | 121 | 19 | 2014-02-22 00:10:38 | 1136.9762 | 10944.6914 |
| 319 | 32 | 2014-07-22 09:13:05 | 3506.4238 | 12904.8210 | 122 | 19 | 2014-02-22 00:26:18 | 1131.5814 | 10943.6963 |
| 320 | 32 | 2014-07-22 09:31:51 | 3506.3831 | 12904.8160 | 123 | 19 | 2014-02-22 02:11:40 | 1056.0367 | 10935.2236 |

그림 3-497. GPS 자체 시험용 서버 데이터

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

제 1절 연도별 연구 목표 및 목표 달성도

1. 1차년도 (2011. 8. 19 ~ 2012. 8. 18)

| 세부과제명 | 세부연구목표 | 달성도 (%) | 비고 |
|---|---|---------|---|
| 제1세부과제 클라우드 기반의 농산물 유통 데이터 관리 시스템 및 응용 서비스 개발 | <ul style="list-style-type: none"> 클라우드 유통 데이터 관리 및 마이닝 시스템 설계 및 평가 | 100 | <ul style="list-style-type: none"> 하이브리드 클라우드 데이터 저장 시스템 설계 Hadoop 기반의 센서 데이터 색인 기술 설계 및 평가 MapReduce 기반의 센서 데이터 클러스터링 기술 설계 하이브리드 클라우드 데이터 마이닝 기술 설계 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 유통기한 예측, 출하시기 결정 모델 수립 및 평가 | 100 | <ul style="list-style-type: none"> 익일별 사과도매가격예측모델 개발 출하시기 의사결정 시스템 개발 일별 사과도매가격 예측모델 예측력 검증. 평균 10% 정도의 오차율 보임 사과도매가격 일주일 예측모델 과정 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 시범 사업 설계 및 운용결과 분석 | 100 | <ul style="list-style-type: none"> 시범사업에 필요한 서버 및 클라이언트 소프트웨어 개발 |
| 1협동과제 농산물 저장·유통 실태조사 및 시스템 상용화 검증 | <ul style="list-style-type: none"> 농산물 저장 및 유통기술 실태조사 | 100 | <ul style="list-style-type: none"> 지역별 사과 APC별 수확후 관리 방법 및 환경조사 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 작목별 저장 및 유통과정에서의 품질인자 도출 | 100 | <ul style="list-style-type: none"> 사과의 다양한 저장 및 유통환경 하에서 품질 특성 조사 |
| 제2협동과제 농산물 유통 관리를 위한 센서 노드 및 통신 시스템 개발 | <ul style="list-style-type: none"> APC 농산물 품질 모니터링을 위한 무선센서 태그 개발 | 100 | <ul style="list-style-type: none"> 무선 센서 태그 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 회로도 작성 및 1차 PCB 제작 - 외관 디자인 확정 및 기구 도면 작성 - RF 관련 시험 및 성능 개선 - Mock-up 제작 - 센서 I/F 개발(온/습도, CO2) - 초 저 전력 통신 프로토콜 작성 - APC 적용 가능한 무선 센서 태그 프로그램 완성 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 센서 태그들을 관제하기위한 무선허브 개발 | 100 | <ul style="list-style-type: none"> 무선 허브 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 회로도 작성 및 1차 PCB 제작 - 외관 디자인 확정 및 기구 도면 작성 - RF 관련 시험 및 성능 개선 - Moch-up 제작 - 무선 허브 프로그램 완성 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 센싱 데이터를 서버로 전송하기 위한 W-CDMA용 통신유닛 개발 | 100 | <ul style="list-style-type: none"> WCDMA I/F 한 Communication unit 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 회로도 작성 및 1차 PCB제작 - 기구 도면 작성 및 Mock-up 제작 - WCDMA I/F 완성 - 하드웨어 완성 - 프로그램 완성 |
| 3협동과제 센서 미들웨어 개발 | <ul style="list-style-type: none"> 센서 디바이스의 데이터 읽기 기능 | 100 | <ul style="list-style-type: none"> 센서 디바이스가 온도, 습도 등의 데이터를 읽어오는 기능을 구현 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 센서 데이터를 처리하는 미들웨어의 어댑터 모듈 개발 | 100 | <ul style="list-style-type: none"> 센서 미들웨어에서 센서 데이터를 처리하기 위한 어댑터 설계 및 구현 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 센서 미들웨어의 센서 스트림 데이터 처리기 개발 | 100 | <ul style="list-style-type: none"> 센서 스트림 처리기 미들웨어의 설계 및 구현 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 센서 미들웨어의 GPS 데이터 처리 모듈 개발 | 100 | <ul style="list-style-type: none"> 센서와 바인딩된 통신유닛(CU)의 GPS 데이터를 처리하는 센서 미들웨어의 모듈 설계 및 구현 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 센서 미들웨어와 통신유닛 간의 데이터 수신 테스트 | 100 | <ul style="list-style-type: none"> 센서데이터와 통신유닛에서 발생한 GPS 데이터를 처리하는 센서 미들웨어의 데이터 수신 테스트를 수행 |

2. 2차년도 (2012. 8. 19 ~ 2013. 8. 18)

| 세부과제명 | 세부연구목표 | 달성도 (%) | 비고 |
|--|--|---------|--|
| 제1세부과제 클라우드 기반의 농산물 유통 데이터 관리 시스템 및 응용서비스 개발 | <ul style="list-style-type: none"> 클라우드 유통 데이터 관리 및 마이닝 시스템 설계 및 평가 | 100 | <ul style="list-style-type: none"> 12 물리노드를 이용한 Hadoop 클러스터 구축 Hadoop 기반의 유통환경 센싱 데이터 저장을 위한 하이브리드 저장시스템 개발 RHive와 Mahout을 기반으로 하는 유통데이터 마이닝 시스템 개발 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 유통기한 예측, 출하시기 결정 시스템 구현 및 평가 | 100 | <ul style="list-style-type: none"> 사과 및 배의 가격을 예측하는 모델 개발 PC 및 스마트 기기용 출하시기 예측 시스템 개발 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 시범 사업 운용 및 결과 분석 | 100 | <ul style="list-style-type: none"> 시범사업을 위한 웹기반 농산물 유통 모니터링 시스템과 안드로이드 기반의 스마트기기를 위한 앱을 개발 참여를 싱가포르까지 운송하는 과정을 각 세부 및 협동과정에서 개발한 무선 센서 네트워크 시스템과 모니터링 SW를 이용해 모니터링하고 결과를 분석함 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 농산물 유통 환경 모니터링 및 유통량 모니터링 시스템의 업무 프로세스 연구 및 정보시스템 아키텍처 설계 유통환경에 적합한 포장용기 및 센서태그 규격에 대한 연구 | 100 | <ul style="list-style-type: none"> 농수산물의 유통환경과 유통량을 모니터링하는 시스템의 워크플로우 수립 농산물 모니터링에 적합한 용기 및 센서 규격 정의 |
| 제1협동과제 농산물 저장·유통 실태조사 및 시스템 상용화 검증 | <ul style="list-style-type: none"> 농산물 저장 및 유통기술 실태조사 | 100 | <ul style="list-style-type: none"> 배 품목 저장 및 유통기술실태조사 지역별 배 APC별 공정, 시설 운영 형태 실태조사 배 저장 및 유통시 품질저하 주요원인 파악 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 작목별 저장 및 유통과정에서의 품질인자 도출 | 100 | <ul style="list-style-type: none"> 배 품목의 저장 및 유통 환경에 따른 품질 특성 조사 배 품질 결정요인 구명 환경과 품질간의 상관관계, 환경에 따른 품질변화 예측식 작성 |
| 제2협동과제 농산물 유통 관리를 위한 센서 노드 및 통신 시스템 개발 | <ul style="list-style-type: none"> 1차년도 시작중 완료에 이어서 농산물 유통 품질 모니터링을 위한 무선 센서태그 고도화 작업개발완료 신뢰성 확보를 위한 실증시험 | 100 | <ul style="list-style-type: none"> 무선 센서 태그 고도화 및 신뢰성 확보를 위한 실제 운용 실증 시험 대량의 센서태그 운용을 통한 신뢰성 검증 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 메쉬 통신을 지원하는 무선 라우터 개발 완료 신뢰성 확보를 위한 실증 시험 위주 진행 | 100 | <ul style="list-style-type: none"> 무선 라우터 고도화 개발 허브 간 메쉬 네트워크 통신 프로토콜 완성 신뢰성 확보를 위한 실증 시험 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 통신 유닛 고도화 개발 신뢰성 확보를 위한 실증 위주 진행 및 개선 작업 | 100 | <ul style="list-style-type: none"> LAN, WiFi CDMA I/F한 Communication unit 개발 및 국내 통신사 품질 테스트 사전 성능 시험 및 신뢰성 시험 |
| 제3협동과제 센서 미들웨어 개발 | <ul style="list-style-type: none"> 대용량 데이터 처리를 위한 관련 연구 분석 | 100 | <ul style="list-style-type: none"> 분산컴퓨팅을 지원하는 맵리듀스 프로그래밍 모델 분석 대용량 데이터 스트림 처리 환경을 위한 Query Index 기법 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 부하분산 알고리즘 개발 | 100 | <ul style="list-style-type: none"> 실시간 대용량 데이터 생성 시 부하 분산 기법 연구 |

| | | | |
|---|---|-----|--|
| | | | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 분산 센서 스트림 데이터 입력 시스템 개발 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 질의 색인 기술 알고리즘 개선 | 100 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 센서 스트림 데이터를 처리하기 위한 질의 색인 기술 요구사항 ▪ 연속질의 정의 및 스트림 데이터 처리 과정 ▪ 확장성을 고려한 개선된 연속질의에 대한 색인 기술 ▪ 중복 센서 스트림 데이터 제거 기술 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 스트림 데이터 처리를 위한 센서 미들웨어 테스트 | 100 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 센서 스트림 데이터 처리를 위한 연속질의 제어 화면 인터페이스 ▪ 연속질의 기능 확인 및 검증 테스트 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 센서 미들웨어 고도화 | 100 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 대량의 스트림 데이터 처리를 위해 개선된 센서 미들웨어 아키텍처 ▪ BRM을 고려한 DB schema 및 테이블 관계 변경 |
| 제4협동과제 농산물 수확량 및 유통량 모니터링 시스템 개발 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 생산량 및 유통량 모니터링을 위한 저전력의 context aware센서 네트워크 시스템 개발 | 100 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 다양한 과수 포장용기에 적합한 센서 태그 디자인 개발 ▪ 저 전력 송수신 알고리즘 개발 ▪ context aware 센서 태그 활성화 기술 및 내용량 파악 기술 개발 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 무선 충돌 회피형 송수신 알고리즘 개발 | 100 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 이동시 진동에 의한 랜덤 지연 알고리즘 적용 ▪ 수집기 동기화 Beacon 알고리즘 적용 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 스마트폰 기반 센서 네트워크 연동 기술 개발 | 100 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 스마트폰과 연동하여 실시간 데이터 전송 및 위치 파악 기능 ▪ 적재된 무선 태그 정보 실시간 전송 기능 |

3. 2차년도 (2013. 8. 19 ~ 2014. 8. 18)

| 세부과제명 | 세부연구목표 | 달성도 (%) | 비고 |
|--|---|---------|---|
| 제1세부과제 클라우드 기반의 농산물 유통 데이터 관리 시스템 및 응용서비스 개발 | <ul style="list-style-type: none"> 클라우드 데이터 저장 관리 시스템 기반 유통 모니터링 시스템 통합 및 테스트 - 웹기반 유통모니터링 시스템 고도화 - 모바일 유통 모니터링 시스템 유통기한 예측 서비스 App 개발 (IOS 및 Android Ver.) - 모바일 유통 모니터링 시스템 스마트TV 앱 개발 | 100 | <ul style="list-style-type: none"> 타 기관의 개발 기술과 통합하여 모니터링 시스템 개발 웹, IOS, 안드로이드, 스마트 TV 등 가능한 모든 장치를 지원하도록 함 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 클라우드 데이터 저장 관리 시스템 기반 유통기한 예측 서비스 통합 구현 및 테스트 - 웹기반 유통기한 예측 서비스 고도화 - 모바일 (IOS 및 Android Ver.) 및 스마트폰 앱 개발 및 검증 | 100 | <ul style="list-style-type: none"> 1협동에서 개발한 중량감소 예측식을 유통환경에 적합하게 재 정립 유통환경중 온/습도로 인한 중량감소를 예측하여 판매 우선순위를 추천하도록 함 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 클라우드 데이터 저장 관리 시스템 기반 농산물 가격 예측 서비스 통합 구현 및 테스트 - 웹기반 농산물 가격 예측 서비스 고도화 - 모바일 (IOS 및 Android Ver.) 및 스마트폰 앱 개발 및 검증 | 100 | <ul style="list-style-type: none"> 1, 2차년도 개발한 가격 예측 모델 개선 안드로이드, IOS |
| | <ul style="list-style-type: none"> 통합된 시스템을 통해 시범사업 수행후 검증 - APC 중심의 농가 생산량 모니터링 및 유통량 모니터링 시범 서비스 - 장거리 유통 과정 모니터링 시범 서비스 | 100 | <ul style="list-style-type: none"> 5차례의 현장 실험 및 5차례의 시범사업을 수행하여 개발한 시스템을 검증함 |
| 제1협동과제 농산물 저장·유통 실태조사 및 시스템 상용화 검증 | <ul style="list-style-type: none"> 농산물 저장 및 유통기술 실태조사 - 복숭아, 포도 APC 수확후 관리 시설 및 품질관리 실태 조사 - 품목 및 지역별 배 APC별 공정, 시설 운영 형태실태조사 | 100 | <ul style="list-style-type: none"> 복숭아, 포도 수확후 품질관리 및 설비 실태 조사. 온습도 환경 모니터링 투입 가능성 및 효과 창출 예측 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 개발 실시간 환경 모니터링 프로그램 현장 적용을 통한 실증성 검증 - 딸기 동남아 수출시 환경 모니터링 시스템 및 수확후관리기술 현장 적용 - 참외 싱가포르 선박수출시 환경 모니터링 시스템 및 수확후관리기술 현장 적용 - 국내 사과 저장 중 온습도 환경 모니터링 시스템 현장 적용 | 100 | <ul style="list-style-type: none"> 품목별 수출국별 개발 환경모니터링 시스템 투입, 편리성 및 현장 적용성, 효과 검정 |
| 제2협동과제 모니터링 시범서비스 | <ul style="list-style-type: none"> 저온저장고 품질 모니터링을 위한 시범서비스 설치 | 100 | 목표 하였던 시범서비스 현재 운용중 |
| 제3협동과제 센서 미들웨어 개발 | <ul style="list-style-type: none"> 센서 미들웨어 통합 및 안정화 | 90 | 연구 과제 종료 후 지속 연구 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 모니터링 / 알람 경보를 위한 조건 검사 기술 | 100 | |
| | <ul style="list-style-type: none"> 물동량 검증 테스트 | 95 | 연구 과제 종료 후 지속 연구 |

| | | | |
|---|---|-----|--|
| 제4협동과제 농산물 수확량 및 유통량 모니터링 시스템 개발 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 저전력의 context aware 센서 네트워크 시스템 고도화 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 개발된 센서 태그의 현장 적용 시험 - 배터리 운용 및 저전력 알고리즘 최적화 - context aware 센서 태그 활성화 기술 및 내용량 파악 기술 시험 및 안정화 | 100 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 센서 태그 디자인 고도화 ▪ 대량 노드 현장 시험 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 무선 충돌 회피형 송수신 알고리즘 고도화 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 진동에 의한 랜덤 지연 알고리즘 고도화 및 대량 노드 시험 | 100 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 알고리즘 고도화 및 적용 ▪ 대량 노드 무선 연동 현장 적용 시험 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ▪ WCDMA 모듈 및 스마트폰 기반 센서 네트워크 게이트웨이 기술 고도화 및 현장 적용 <ul style="list-style-type: none"> - WCDMA 및 GPRS (2100MHz) 가능 지역에서 WCDMA 모듈 및 스마트폰 적용가능한 게이트웨이 기술 고도화 및 현장 적용 - 연결된 무선 센서 태그 정보의 저전력 전송 알고리즘 적용 및 현장 적용 | 100 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 수출 컨테이너 적용 현장 시험 ▪ 아시아/유럽/미주 버전 현장시험 및 고도화 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 센서 태그 기능 확장을 위한 알고리즘 개발 및 적용 <ul style="list-style-type: none"> - 센서 태그에 외부 센서 적용하여 태그 기능 확장 - 저전력 양방향 통신 알고리즘 적용 능동 제어 기능 | 100 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 양방향 저전력 무선 통신 알고리즘 개발 및 적용 ▪ 표준I/O를 정의하여 외부 확장 기능 개발 및 적용 |

제 2 절 연구결과의 관련 분야 기술발전에서의 기여도

1. 농산물 시장 유통 실태조사 및 시스템 상용화 검증

원예작물의 수확후 저장 및 유통 중 발생하는 손실에 대한 다양한 보고가 있으나, 이를 저장 및 유통 중 품질 예측과 제어를 위한 프로그램 개발에 대한 보고는 많지 않다. 국내에는 유선 센서를 기반으로 사과, 배, 포도에 대한 온도와 습도 환경을 모니터링하고 품질을 예측하는 프로그램이 특허 등록되어 있다. 과거에는 유선센서 이었으나 현재는 무선 센서로 전환, 저장 및 유통시 적용에 편리한 구조, 수출시 선박운송 동안 실시간 모니터링을 위한 데이터 송수신 방법 개선, 보다 정밀한 품질 변화 예측식 작성 등을 포함하여 개발한 프로그램을 국내 저장 및 선박 수출시 투입하여 검증하였다. 그 결과 농산물 수출시 품질 저하로 인한 클레임 발생을 사전에 방지할 수 있었고, 클레임이 발생했을 때 그 원인 및 발생 장소를 명확히 파악할 수 있어 클레임에 대한 책임소재를 분명히 할 수 있었다.

2. 센서 미들웨어 개발

농산물을 대상으로 하는 센서 데이터의 대용량 처리 시스템 유통망의 상용화가 이루어지지 않았으나 본 과제에서 개발한 센서 미들웨어를 이용하여 대용량 데이터 스트림을 처리할 수 있을 것이며, 농산물의 실시간 이력을 관리하여 제공함으로써 유통 과정 중 발생하는 농산물 유실 및 손상으로 인한 경제적 손실을 막을 수 있으며 소비자에게 보다 안전한 농산물 유통이 가능하다.

3. 농산물 수확량 및 유통량 모니터링 시스템 개발

국내 무선센서네트워크 기술의 활용은 농업과 유통분야에서 전반적으로 활용되고 있는 분야이다. 그러나 농업에서 사용되고 있는 센서네트워크는 상시전원 기반의 소규모 네트워크가 구성된 단순 시설제어 및 모니터의 용도로 사용되며, 대부분 소규모 업체 위주의 규모로 이루어져 있다. 배터리 기반의 대규모 센서노드를 구축하는 사례는 농업분야에서도 점차적으로 증가할 것으로 여겨진다.

본 연구 과제를 통하여 유통량 및 온습도 모니터링의 기반이 되는 무선센서네트워크 기술의 고도화와 글로벌로밍 기능의 WCDMA 기반 수집기의 개발은 다양한 분야의 활용을 가능하게 하고 있다. 특히 위치 인식을 목적으로 하는 물류, 수출, 학술 분야에 사용이 가능하다. 소형화된 모듈의 경우 철새의 실시간 이동경로 추적기에도 사용 가능하다. 특히, 철새 위치 추적기는 최근 AI 예방 차원에서 농림부와 협의 중으로 5월말 철새 이동시에 장작하여 실시간으로 철새의 이동경로와 시기 등을 예측할 수 있다. 국내와 해외 통신사 모두사용 가능하고 온라인 해외 판매도 가능하다.

현재까지 국내 SKT, KT, CHINA MOBILE 시험이 완료된 상태이다. 국내 출시된 WCDMA 모뎀은 국내 통신사만 사용가능하고, 해외 로밍 서비스는 제공하지 않는다. 또한, 소형화와 장시간 배터리 사용을 실현할 경우 다양한 분야의 적용이 가능하다. 예로, 철새 위치추적기의 경우 국내에 체류하고 있을 때 전송주기를 1일로 설정, 철새가 러시아로 이동한 후에는 10일로 설정, 국내로 다시 돌아오는 시기에는 다시 1일로 설정하여 배터리 수명을 효율적으로 관리할 수 있다. 글로벌로밍 위치추적이 필요한 수출 컨테이너 적용 시에도 고가의 제품이나, 온습도 등 특정한 관리상태가 필요한 농산물 등에 적용이 적합하다.

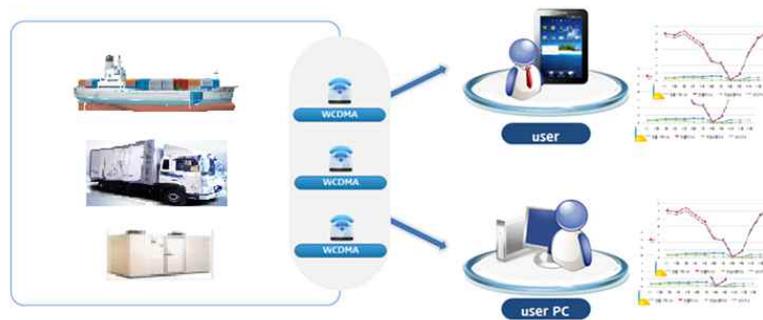


그림 4-1. 신선도 유지를 위한 농산물 수출모니터링

재해예방과 학술목적의 경우 철새 이동경로와 실시간 위치 파악을 위한 위치추적기로 활용 가능하고, 기타 희귀 동식물에 적용 가능하다. 개인 사용을 목적으로 할 경우 사냥견/애완견 소형 위치추적기에도 가능하며 장시간 배터리 사용과 양방향 통신으로 사냥견/애완견 목줄에 부착 가능한 위치추적기 모델이 가능하다. 사냥견/애완견 위치추적기는 외국 시장에서 수요가 높으며 개발 완료 후 인터넷 온라인 판매로 진행할 예정이다.



그림 4-2. 소형화 모듈 형상

온습도 모니터링 분야의 경우 축사/온실/저온저장고 등의 수요가 점차적으로 증가하고 있는 추세이며, 특히 제주 감귤농가의 요구로 인해 온습도 모니터링으로 특성화된 상품을 계획 중에 있다.

제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획

제 1 절 실용화·산업화 성과 계획

| 구분 | 기술실시(이전) | 상품화 | 기타 |
|-------------------|---------------------------------|-----|----|
| 활용계획 (건수 및 금액) | 3 (‘14~15년 실용화재단 협업 진행 중) | 7 | |

1. 상품화 계획

- 2014년 경기도 친환경 급식 유통 모니터링 사업에 공급 활용
- 2014년 하반기 경북 친환경 급식 유통 사업에 공급 활용 계획
- 공사 중인 2차 경기도 친환경 급식 유통센터(이천 소재)에 공급 예정
- Tesco 매장 저온 저장고 관리 사업 수출 확정
- 대만 신선 식품 공급 유통망에 적용 수출 상담 진행 중
- 온습도 모니터링 제품군 2건을 상품화 계획
 - 2015년 초부터 판매할 계획으로 현재 제품 수요 조사 및 영업 대리점 협의 중
 - 제품화 내용은 온실용 온습도 모니터링 장치와 혈액은행 온도 모니터링 장치로 모두 WCDMA 기반의 실시간 알람 전송 및 양방향 제어 기능을 갖는다. 온실용 온습도 모니터링 장치의 경우 설치 예상도와 형상은 다음과 같다.

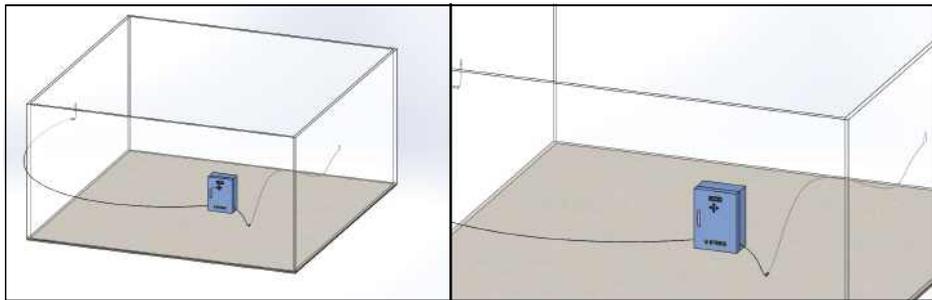


그림 5-1. 설치 예상도

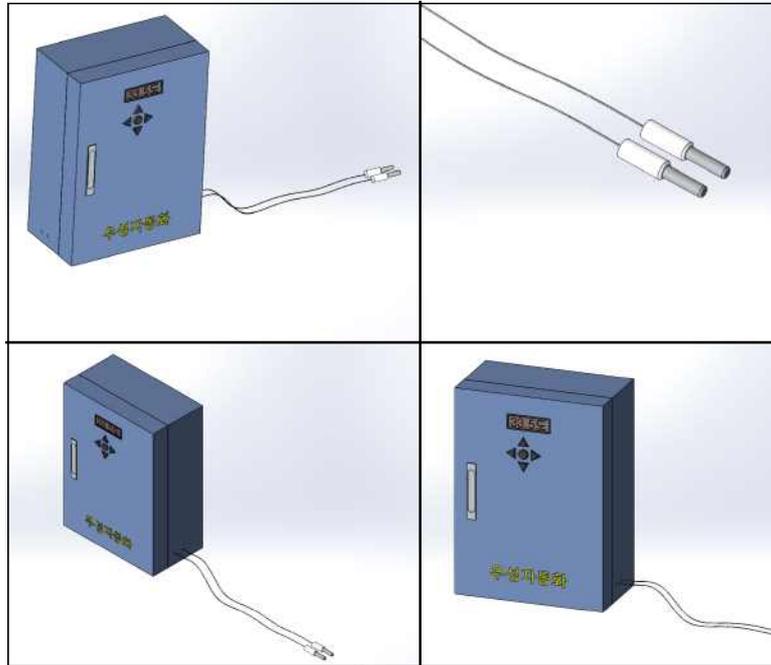


그림 5-2. 케이스 모델링

- 혈액은행 온도 모니터링 장치는 병원 및 실험실의 인체자원 및 혈액 냉동고에 대한 상시 온도변화 모니터링 장치로 저장장비의 외부 및 내부의 오류로 인한 자원의 손실을 방지하는데 목적이 있다.
- 온도 모니터링 장치를 활용하여 원격에서 저장장비에 대한 환경설정(온도, 사용자 인가 및 보안, SMS 전송 등), 각 저장장비에 대한 실시간 온도 모니터링, 예외 및 고장 상황에 대한 메시지 송수신을 제공하여 자원 관리자가 실시간 대응이 가능하게 함으로써 인체자원 저장장비의 전원의 미공급이나 장비고장 등으로 인한 인체자원의 품질저하가 우려되는 비상사태에 대해 신속히 대응 가능하여 국가적으로 소중한 자원에 대해 안전한 관리가 가능하다.

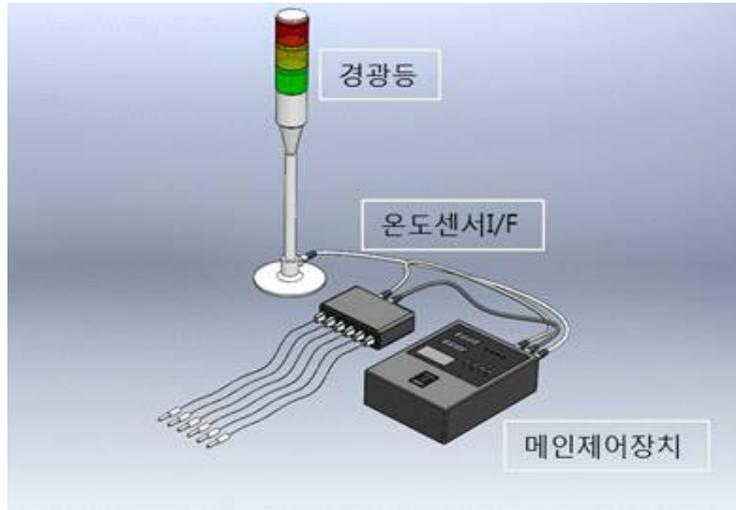


그림 5-3. 온도 모니터링 장치 형상

제 2 절 교육·지도·홍보 등 기술확산 계획

| 구분 | 정책자료 | 교육지도 | 언론홍보 | 기타 |
|--------------|---|------|------|----|
| 활용계획 (건수) | 1 (11월 사단법인한국정보기술학회 기술워크숍 및 정책세미나 발표 예정) | 6 | | |

센서 미들웨어 개발 과제 수행간 대용량 센서 스트림 데이터 처리 방법, 센서 미들웨어 개발 및 고도화, 부하 분산 알고리즘, 질의 색인 기술 알고리즘, 데이터베이스 스키마 구성, 이기종 리더 지원 어댑터 개발, 가상 테스트 환경 구축, 보관·유통 상태의 식품 신선도 모니터링 모델 개발 등 다양한 연구 활동을 통하여 대용량 센서 스트림 데이터 미들웨어 개발 분야에 대한 기술을 습득하였으며 해당분야의 전문가를 양성하였다. 총 박사 과정 3명, 석사 과정 10명이 과제에 참여하였고 현재까지 석사 6명의 인재를 배출하였으며 연구 활동을 통해 습득한 다양한 경험 및 기술을 기반으로 삼성전자, LG CNS, 한진중공업, 한국마스터 등에 취직하였다. 연구 활동에 참여하였지만 아직 졸업하지 않은 박사 과정 3명, 석사 과정 4명 또한 연구 활동을 통해 얻은 경험 및 기술을 바탕으로 관련분야의 취직, 논문 작성 등을 통하여 기술 발전에 밑거름이 될 것으로 생각된다.

제 3 절 특허, 품종, 논문 등 지식재산권 확보계획

| 구분 | 특허 | | 신품종 | | | | 유전자원 등록 | 논문 | | 기타 |
|--------------|----|----|--------------|--------------------|------|----|------------|-----|------|----|
| | 출원 | 등록 | 품종명칭 명칭등록 | 품종생산 수입판매 신고 | 품종보호 | | | SCI | 비SCI | |
| | | | | | 출원 | 등록 | | | | |
| 확보계획 (건수) | 2 | 1 | | | | | | 2 | 2 | |

본 과제 기술의 근거로 2건의 특허 추가 출원과 2건의 KC 인증을 계획 중에 있다. 특허는 WCDMA 기반 배터리 저전력 운용 기술과 글로벌 자동로밍 시 현지 통신사 자동검색 및 저전력 접속 방법을 출원 예정이며, KC인증은 수집기와 센서태그의 상품화를 위한 인증을 진행할 예정이다.

제 4 절 추가연구 및 타연구에 활용 계획

1. 농산물 시장 유통 실태조사 및 시스템 상용화 검증분야

본 과제수행을 통해 농산물 수송중 품질관리를 위한 물류환경 모니터링 시스템이 개발되어 있지만 농산물의 품질을 좌우하는 인자로 온습도 뿐만아니라 이산화탄소, 에틸렌 가스 농도 등의 다양한 요인에 의해서도 품질이 변화되기 때문에 온습도 로거 외에도 다양한 센서와 연계 가능한 시스템 개발에 대한 연구가 필요하다.

현재 해외 수출과정 중 물류환경을 모니터링하는 기술은 단순한 데이터 수거형태의 단방향 통신으로 문제 발생시 제어할 수 있는 기능이 없어 단순 원인규명 자료로와 활용되고 있으나 향후 양방향 통신이 가능해질 경우 물류환경에 맞춰 수출농산물의 품질관리가 원활하게 이루어져 고품질 안전 농산물을 수출국에 공급이 가능해진다.

종자(종구) 및 식량작물 수출사업에 확대 적용 예정(GSP사업과 연계 중)이며 종자(종구)의 경우 부피 대비 가격에 매우 높은 품목이며 수출과정 중 온습도 변화로 인해 휴면타파, 발아 등으로 다수의 클레임이 발생하고 있으며 피해액 역시 매우 큰 규모로 발생하고 있다. 대부분 선박운송으로 이루어지는 수출과정에 본 개발 시스템을 활용하여 품질관리 및 클레임 발생시 대응자료로 활용할 예정이며 식량작물의 경우 대부분 국가가 관리하고 있기에 본 시스템의 필요성이 인식될 경우 정책사업으로의 연계도 가능하다.

2. 실시간 대용량 프로그램 처리 센서 미들웨어 구성 분야

센서 데이터를 더 많이 수신하고 모든 데이터를 손실 없이 저장하기 위하여 단일 프로세스 기반의 프로그램에서 실시간 부하분산을 처리 할 수 있는 Storm을 이용하여 프로그램 개선을 실시하여 추가 연구를 하고자 한다. 개선된 센서 미들웨어는 아래와 같은 조건으로 구성될 것이다.

센서 데이터 수신은 Spout에서 실시하고 데이터를 Topology로 전송한다. Topology는 수신 받은 데이터를 각기 역할에 따라 Bolt로 전송하도록 한다. 각 Bolt는 지정된 역할을 수행하여 다음 Bolt로 전송하거나 출력 결과를 도출하도록 한다.

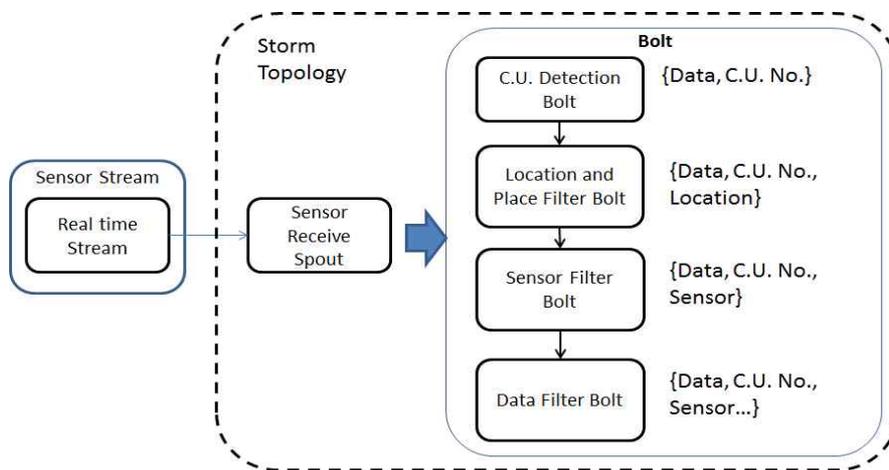


그림 5-4. 추가 연구를 하고자하는 센서 미들웨어 아키텍처

본 과제의 연구를 심화 연구하여 온도 변화가 심한 유통 환경에서 식품의 품질이 떨어지는 시간을 더욱 정확하게 예측 할 수 있는 식 도출 모델 제안을 통하여 농산물 손실을 줄일 수 있을 것이라 판단한다. 시스템 구조 및 역할은 아래와 같이 구성될 것이다.

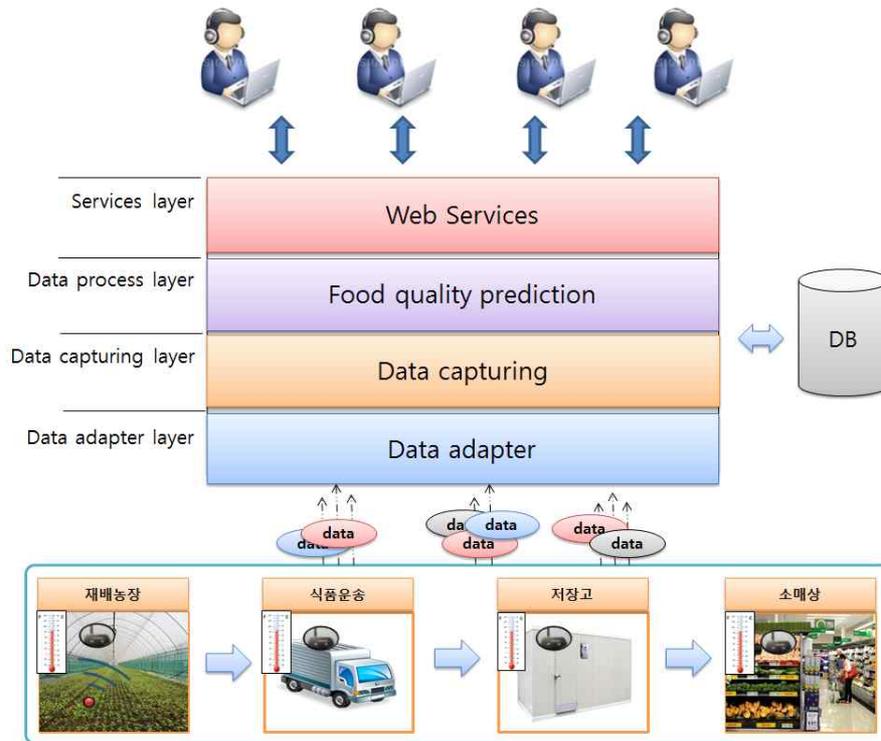


그림 5-5. 식품 품질 관리를 위한 시스템 구조

- 데이터 어댑터 레이어(Data adapter layer) : 데이터 어댑터 레이어의 주요 기능은 유통 환경의 센서 측에서 받은 raw data를 시스템에서 처리할 수 있는 형식으로 변환해주는 역할을 한다.
- 데이터 수집 레이어(Data capturing layer) : 데이터 수집 레이어의 주요기능은 데이터 어댑터 레이어 측에서 변환된 데이터들을 데이터베이스에 저장하는 역할을 한다.
- 데이터 처리 레이어(Data process layer) : 데이터 처리 레이어 측에서는 사용자가 필요한 정보를 처리하여 추출하는 역할을 한다. 이레이어에서 식품의 신선도를 측정할 수 있는 파라미터를 구하여 품질을 예측하는 과정이 이루어 질 것이다.
- 서비스 레이어 (Services layer) : 서비스 레이어 측에서는 웹 서비스를 이용하여 사용자에게 식품의 품질 상태 및 신선도 정보를 제공하는 역할을 한다.

3. 센서 네트워크를 위한 통신 유닛 분야

본 연구 과제를 통하여 개발된 시스템의 확산을 위하여 상품성 있는 보급형 제품의 추가 연구가 필요하다. 수출 컨테이너에 적용할 WCDMA 모듈의 경우 고가의 가격을 형성하고 있어서 일회성으로 사용하기가 어려운 실정이다. 수출 후 회수하지 않는 용도로 개발해야 할 필요성이 있다. 현실성 있는 가격의 통신모듈을 사용하기 위하여 GSM 기반 모듈을 사용하는 방법이 있으며, 해외 수출용 위치 추적 시스템의 판매를 목적으로 GSM 기반 모듈을 향후 개발할 예정이다.

WCDMA 및 GSM 방식은 이동통신망에 연결되지 않는 공해상에서 통신이 불가하다. 현재 개발한 시스템은 이동통신이 가능해지는 영역에 도착할 때 자동으로 로밍을 하여 통신이 안되는 지역에서 수집한 데이터를 보내는 방식을 취하고 있다. 하지만, 실시간적인 데이터 수집을 요구하는 응용에 대응하기 위해서 공해상에서도 통신이 가능하게 하기 위한 위성 통신 기반의 통신 유닛에 대한 연구개발을 진행할 예정이다.

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

저장 및 유통 중 환경 모니터링 시스템은 모바일 및 단말기를 이용하여 과일의 저장 환경을 모니터링 하고, 제어할 수 있는 농산물 저장고의 관리시스템을 구현하고자 하는 것으로, 실시간 모니터링 기술을 기반으로 하여 농산물의 저장환경 및 재고 관리를 효율적으로 수행할 수 있는 무선 센서 네트워크를 구현하고, 농산물 및 과일 저장고에 대한 원격 환경 제어를 수행할 수 있는 시스템이다.

구체적으로는 수확 후 과일이나 야채와 같은 농산물의 저장 및 유통 중 환경정보를 모니터링 함으로써 농산물의 품질이 유지되도록 제어하기 위해 온도, 습도, 이산화탄소나 에틸렌 가스, 휘발성 가스와의 같은 기체의 농도, 과일의 강도, 운반 중 받은 진동 등 여러 가지 환경 요소를 무선으로 센싱하고, 모니터링 결과에 따라 온도 조절, 산소 농도 조절, 이산화탄소 제거, 에틸렌 흡착 등을 무선으로 수행함으로써 과일이나 농산물을 오랫동안 신선한 상태로 유지하고자 하는 목적을 가진다. 한국(KIPO)은 저장 및 유통 중 환경제어시스템 분야에서의 출원이 106건으로 가장 많고, 일본(JPO)은 각 분야에서 모두 출원이 가장 많으나 특히 환경 요인 측정센서 분야에서 전세계에서 가장 특허가 많다.

미국(USPTO)은 일본 및 한국에 비해 특허건수가 적은 편이나, “저장 및 유통 중 환경제어 시스템” 분야에서의 출원이 34건으로 가장 비율이 높은 점으로 볼 때 농산물 저장고의 제어(CONTROL)와 관련된 기술이 발전해 있는 것으로 해석된다. 중국(SIPO)은 중국은 실시간 환경 모니터링 및 제어프로그램 분야에서의 특허출원 32건, 수확 후 품질예측 분야에서 13건으로 아직까지 저장 및 유통 중 과일이나 채소의 품질 보존을 위한 출원에 관심이 높지는 않다. 전반적으로 관련 특허가 많은 편은 아니지만 저장 및 유통 중 실시간 환경 모니터링 분야 및 저장 및 유통 중 환경제어시스템 분야의 특허가 가장 많은 편이어서 앞으로 중국에서도 이 분야의 발전이 빠를 것으로 전망된다.

저장 및 유통 중 실시간 환경 모니터링 프로그램 개발 전체 분야에서 특허가 가장 많은 다출원인으로는 일본 ISEKI & CO LTD사가 25건으로 가장 많고, MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD. 20건, SANYO ELECTRIC, 엘지전자, 대우전자가 18건, MATSUSHITA ELECTRIC WORKS 14건, 대한민국 농촌진흥청 14건, 일본 마츠시다 덴끼 13건, 샤프 11건, 구보다 11건, 한국 순천대학교 10건 등으로 출원인 상위 순위에 올랐으며, 상위 출원인의 특징은 주로 전자회사가 관련이 많다. 『실시간 환경 모니터링 및 제어 프로그램』 분야의 다출원인 분석 결과, 대우전자 및 엘지전자, 순천대학교 산학협력단 등이 가

장 출원이 많은 것으로 나타났는데, 특히 『유통 중 환경제어시스템』 분야에서의 출원이 다수인 것으로 나타나 환경제어와 관련된 기술을 주로 보유하고 있는 것으로 풀이되며, 일본 ISEKE & CO. 및 엘지전자는 환경요인 측정 센서 분야의 특허를 다수 보유하고 있다. 『수확 후 품목별 품질예측 분야에서는 일본 MITSUBISHI HEAVY INDUSTRY 가 가장 많은 특허를 출원하고 있다.

다음은 과제를 통해서 수집한 센서 데이터 처리 관련 핵심 논문 목록들이다.

- H. Bhatt, B. Glover, RFID essentials, O'Reilly, 2006.
- S. Ahson, M. Ilyas, RFID Handbook: Applications, Technology, Security and Privacy, CRC Press, 2008.
- S. Kim, G. Garrison, Understanding users behaviors regarding supply chain technology: Determinants impacting the adoption and implementation of rfid technology in south korea, International Journal of Information Management 30 (5)(2010) 388 - 398.
- 1' T nb nbproduct code, Micro IEEE 21 (6) (2001) 50 - 54.
- EPCglobal, Gs1 epc tag data standard 1.6, <http://www.gs1.org/gsmp/kc/epcglobal/tds> (2011).
- A. S. Martinez-Sala, E. Egea-Lpez, F. Garca-Snchez, J. Garca-Haro, Tracking of returnable packing and transport units with active rfid in the grocery supply chain, Computer in Industry 60 (3) (2009) 161 - 171.
- J.-L. Chen, M.-C. Chen, C.-W. Chen, Y.-C. Chang, Architecture design and performance evaluation of rfid object tracking systems, Computer Communications 30 (9) (2007) 2070 - 2086.
- Y. Gao, D. Yang, W. Ning, Rfid application in tire manufacturing logistics, Advanced Management Science 3 (2010) 109 - 112.
- D. Yue, X. Wu, J. Bai, Rfid application framework for pharmaceutical supply chain, Service Operations and Logistics, and Informatics 1 (2008) 1125 - 1130.
- M. Bustillo, Wal-mart radio tags to track clothing, <http://online.wsj.com/article/SB10001424052748704421304575383213061198090.html> (2010).
- EPCglobal, <http://www.gs1.org/epcglobal/>.
- EPCglobal, The epcglobal architecture framework epcglobal final version 1.4, <http://www.gs1.org/gsmp/kc/epcglobal/architecture/> (2010).
- F. Thiesse, C. Floerkemeier, M. Harrison, F. M. and Christof Roduner, Technology, standards, and real-world deployments of the epc network, IEEE Internet Computing 13 (2) (2009) 36 - 43.

- D. Sundaram, W. Zhou, S. Piramuthu, S. Pienaar, Knowledge-based rfid enabled web service architecture for supply chain management, *Expert Systems with Applications* 37 (12) (2010) 7937 - 7946.
- EPCglobal, The reader protocol standard, version 1.1 (2006).
- EPCglobal, The application level events (ale) specification, version 1.1.1 part i: Core specification, <http://www.gs1.org/gsmp/kc/epcglobal/ale/> (2009).
- EPCglobal, Epc information services (epcis) version 1.0.1 specification, <http://www.gs1.org/gsmp/kc/epcglobal/epcis/> (2007).
- P. L. Fusheng Wang, Shaorong Liu, A temporal rfid data model for querying physical objects, *Pervasive and Mobile Computing* 6 (3) (2010) 382 - 397.
- H. Zhang, J. Kwon, B. Hong, A graph model based simulation tool for generating rfid streaming data, in: *The 13th Asia-Pacific Web Conference, 2011*, pp. 290 - 300.
- T. Nguyen, Y.-K. Lee, B.-S. Jeong, S. Lee, Event query processing in epc information services, in: *Signal-Image Technologies and Internet-Based System, 2007*, pp. 159 - 166.
- D. Guinard, M. Mueller, J. Pasquier-Rocha, Giving rfid a rest: Building a web-enabled epcis, in: *Internet of Things, 2010*, pp. 1 - 8.
- C. Floerkemeier, C. Roduner, M. Lampe, Rfid application development with the accada middleware platform, *Systems Journal* 1 (2) (2007) 82 - 94.

다음은 Continuous Query 관련 핵심 논문 목록들이다.

- Luis, R.G., Loredana, L., Pilar, B., Jose, I.R. A Review of Wireless Sensor Technologies and Applications in Agriculture and Food Industry : State of the Art and Current Trends. In *Sensors*, pages 4728-4750, 2009
- Lakshimi. VR, Vijayakumar.S. Wireless Sensor Network based Alert system for Cold Chain Management. In *International Conference on Modeling Optimization and Computing*, pages 537-543, 2012
- Jaekwan, P., Bonghee, H., Caehonn, B. A Continuous Query Index for Processing Queries on RFID Data Stream. In *13th IEEE International Conference on Embedded and Real-Time Computing Systems and Applications*, pages 138-145, 2007

다음은 식품 신선도 관련 핵심 논문 목록이다.

- Han,Gwan-Soon, “A Study on Situation Analysis and Improvement Strategies for Logistics System of Perishable Foods in Korea”,2010
- KFDA, 식품의 유통기한 설정 실험 가이드라인, 2011
- David Laude, Principles of chemistry-The Arrhenius equation and reaction mechanisms, <http://laude.cm.utexas.edu/courses/ch302/lecture/ln041207.pdf>
- Dr.Jeffrey A.Mack, Chem.142:Physical Chemistry Lecture with Biological Applications, <http://www.csus.edu/indiv/m/mackj/chem142/kinetics.pdf>
- Fujikawa H. Itoh T. “Thermal inactivation analysis of mesophiles using the Arrhenius and z-value models”, [J]. JFood Prot,1998
- Arrhenius equation, http://en.wikipedia.org/wiki/Arrhenius_equation
- 식품미생물학 식품의 변질과 부패, <http://cutylady89.blog.me/116352281>
- 저장기술 및 저장고 환경관리, <http://blog.naver.com/lmh8151?Redirect=Log&logNo=130107617278>
- Barbara D.Klein&Donald F.Rossin, “Data Quality in Linear Regression Models: Effect of Errors in Test Data and Errors in Training Data on Predictive Accuracy” , Informing science ,1999
- Eibe Frank, Yong Wang, Stuart Inglis, Geoffrey Holmes, Lan H. Witten,“Using Model Trees for Classification”, Machine Learning.32, 1998, pp 63-76
- Gonfde Guo, Hui Wang, David Bell, Yaxin Bi, Kieran Greer, “K-NN Model-Based Approach in Classification”,2003
- Aiyong Rong, Renzo Akkerman, Martin Grunow,“An optimization approach for managing fresh food quality throughout the supply chain”,2011
- L.M.M.Tijskens, J.J.Polderdijk, “A Generic Model for Keeping Quality of Vegetable Product During Storage and Distribution”,1996
- L.J.S.Lukasse, J.J.Polderdijk, “Predictive modeling of post-harvest quality evolution in perishables, applied to mushroom”, Journal of Food Engineering , 2003
- Athinoula L. Petrou, Maria Roulia, Konstantinos Tampouris“TheruseoftheArrheniusequationinthestudyofdeteriorationandofcookingoffoods-somescientificandpedagogicaspects”,2002
- 홍윤표, “원예작물 수확후 품질관리론”
- K-nearest neighbors algorithm(Wikipedia), http://en.wikipedia.org/wiki/K-nearest_neighbors_algorithm

상황인식 센서 기술은 단순히 센서 기술을 넘어서 다양한 형태의 입력을 이용하여 사용자 요구를 예측하여 정보를 제공한다. 구글 나우(Google Now) 매일 출근 시간이 되면 출근 시간의 날씨를 제공 해주고 회사까지의 최적의 경로 및 소요 시간등을 미리 알려준다. 2015년도에는 전 세계 스마트폰 사용인구의 40%가 상황인식 센서 기반의 서비스를 제공 받을 것으로 예측된다.[3]

전세계 로밍을 위한 UMTS 주파수 대역은 850MHz, 900MHz, 1700MHz, 1900MHz, 2100MHz을 사용한다. 아프리카지역은 대부분 2100MHz를 사용하고 아메리카 대륙은 다양한 주파수를 사용하지만 주로 850MHz, 1900MHz, 2100MHz를 사용한다. 아시아 지역은 주로 2100MHz를 사용하며 부분적으로 850MHz와 900MHz가 사용되기도 한다. 유럽은 아시아와 유사하며 중동지역도 비슷하다. UMTS에서는 주로 사용하는 주파수가 2100MHz가 많은 것으로 판단된다.[4] 전 세계 로밍 데이터 통신을 하기 위해서는 UMTS가 가장 효과적이며 각 나라별 주파수 사용 현황은 아래와 같다.

가. 아프리카

| Operator | Country | Frequency (MHz) | Band | Launch date |
|---------------------------|--|-----------------|-------|----------------|
| Djezzy |  Algeria | 2100 | 1 | June 2014 |
| Ooredoo |  Algeria | 2100 | 1 | December 2013 |
| Unitel |  Angola | 2100 | 1 | June 2007 |
| Airtel |  Burkina Faso | 2100 | 1 | May 2013 |
| Telmob |  Burkina Faso | 2100 | 1 | May 2013 |
| Mobinil |  Egypt | 2100 | 1 | September 2008 |
| Vodafone |  Egypt | 2100 | 1 | May 2007 |
| Tigo |  Ghana | 2100 | 1 | July 2011 |
| Safaricom |  Kenya | 2100 | 1 | May 2008 |
| Libyana |  Libya | 2100 | 1 | September 2006 |
| Telma |  Madagascar | 2100 | 1 | November 2009 |
| Emtel |  Mauritius | 2100 | 1 | November 2004 |
| Méditel |  Morocco | 2100 | 1 | April 2007 |
| MTC |  Namibia | 2100 | 1 | December 2006 |
| MTN |  Nigeria | 2100 | 1 | December 2007 |
| Airtel |  Rwanda | 2100 | 1 | July 2012 |
| Airtel |  Sierra Leone | 2100 | 1 | February 2012 |
| Vodacom |  South Africa | 2100 | 1 | December 2004 |
| Airtel |  Seychelles | 2100 | 1 | December 2006 |
| Sudani |  Sudan | 2100 | 1 | November 2009 |
| Vodacom |  Tanzania | 2100 | 1 | February 2007 |
| Ooredoo |  Tunisia | 900 / 2100 | 8 / 1 | July 2012 |
| UT Mobile |  Uganda | 2100 | 1 | November 2007 |
| Zamtel |  Zambia | 2100 | 1 | February 2012 |
| Econet |  Zimbabwe | 2100 | 1 | September 2009 |

나. 아시아 주요국

| Operator | Country | Frequency (MHz) | Band | Launch date |
|------------------------------------|--|-------------------|------------|---------------------------------|
| Orange |  Armenia | 900 / 2100 | 8 / 1 | November 2009 |
| Bakcell |  Azerbaijan | 2100 | 1 | November 2011 |
| Teletalk |  Bangladesh | 2100 | 1 | October 2012 |
| Progresif Cellular |  Bhutan | 850 / 2100 | 5 / 1 | May 2008 |
| B-Mobile |  Brunei | 2100 | 1 | September 2005 |
| Shinawatra |  Cambodia | 2100 | 1 | October 2007 |
| China Unicom |  China | 2100 | 1 | October 2009 |
| Geocell |  Georgia | 2100 | 1 | December 2006 |
| csl. |  Hong Kong | 900 / 2100 | 8 / 1 | December 2004 |
| SmarTone |  Hong Kong | 850 / 2100 | 5 / 1 | December 2004 |
| Aircel |  India | 2100 | 1 | February 2011 |
| Airtel |  India | 2100 | 1 | January 2011 |
| BSNL |  India | 2100 | 1 | ? 2009 |
| Tata DoCoMo |  India | 2100 | 1 | November 2010 |
| Vodafone |  India | 2100 | 1 | January 2011 |
| Indosat |  Indonesia | 900 / 2100 | 8 / 1 | November 2006 September 2013 |
| EMOBILE |  Japan | 1700 | 9 | March 2007 |
| NTT DoCoMo |  Japan | 800 / 1700 / 2100 | 19 / 9 / 1 | October 2001 |
| SoftBank |  Japan | 900 / 1500 / 2100 | 8 / 11 / 1 | December 2002 |
| LaoTelecom |  Laos | 2100 | 1 | October 2008 |
| SmarTone |  Macau | 2100 | 1 | July 2010 |
| Maxis |  Malaysia | 900 / 2100 | 8 / 1 | July 2005 |
| FSMTC |  Federated States of Micronesia | 900 | 8 | (?) 2010 |
| G-Mobile |  Mongolia | 2100 | 1 | July 2012 |
| Ooredoo |  Myanmar | 900 / 2100 | 8 / 1 | August 2014 |
| Nepal Telecom |  Nepal | 2100 | 1 | May 2007 |
| Koryolink |  North Korea | 2100 | 1 | December 2008 |
| Zong |  Pakistan | 2100 | 1 | June 2014 |
| PNCC |  Palau | 900 | 8 | (?) 2010 |
| Globe |  Philippines | 900 / 2100 | 8 / 1 | May 2006 |
| SMART |  Philippines | 850 / 2100 | 5 / 1 | May 2006 |
| StarHub |  Singapore | 900 / 2100 | 8 / 1 | April 2005 |
| KT |  South Korea | 2100 | 1 | December 2003 |
| SK Telecom |  South Korea | 2100 | 1 | December 2003 |
| Mobitel |  Sri Lanka | 2100 | 1 | December 2007 |
| VIBO |  Taiwan | 2100 | 1 | December 2005 |
| TT Mobile |  Tajikistan | 2100 | 1 | June 2005 |
| AIS |  Thailand | 900 / 2100 | 8 / 1 | May 2008 / April 2013 |
| DTAC |  Thailand | 850 / 2100 | 5 / 1 | ? / May 2013 |
| Vietnamobile |  Vietnam | 2100 | 1 | December 2011 |

다. 유럽 주요국

| Operator | Country | Frequency (MHz) | Band | Launch date |
|-------------------------------------|--|-----------------|-------|--------------------------|
| Vodafone |  Albania | 2100 | 1 | January 2011 |
| STA |  Andorra | 2100 | 1 | December 2006 |
| T-Mobile |  Austria | 2100 | 1 | December 2003 |
| Velcom |  Belarus | 2100 | 1 | March 2010 |
| Proximus |  Belgium | 900 / 2100 | 8 / 1 | September 2005/July 2008 |
| BH Mobile |  Bosnia and Herzegovina | 2100 | 1 | May 2009 |
| Vivacom |  Bulgaria | 900 / 2100 | 8 / 1 | April 2007 |
| Tele2 |  Croatia | 900 / 2100 | 8 / 1 | (?) 2007 |
| CYTA |  Cyprus | 2100 | 1 | April 2006 |
| O2 |  Czech Republic | 2100 | 1 | December 2005 |
| Telia |  Denmark | 900 / 2100 | 8 / 1 | December 2007 |
| Elisa |  Estonia | 900 / 2100 | 8 / 1 | June 2006 |
| Sonera |  Finland | 900 / 2100 | 8 / 1 | October 2004 |
| SFR |  France | 900 / 2100 | 8 / 1 | June 2004 |
| Telekom |  Germany | 2100 | 1 | May 2004 |
| Gibtel |  Gibraltar | 2100 | 1 | December 2007 |
| Wind |  Greece | 2100 | 1 | January 2004 |
| Wave Telecom |  Guernsey | 2100 | 1 | July 2004 |
| Vodafone |  Hungary | 900 / 2100 | 8 / 1 | June 2006 |
| Siminn |  Iceland | 900 / 2100 | 8 / 1 | September 2007 / (?) |
| Meteor |  Ireland | 2100 | 1 | September 2008 |
| Manx Telecom |  Isle of Man | 2100 | 1 | November 2005 |
| TIM |  Italy | 2100 | 1 | May 2004 |
| Sure |  Jersey | 2100 | 1 | September 2006 |
| IPKO |  Kosovo | 900 / 2100 | 8 / 1 | December 2013 |
| LMT |  Latvia | 900 / 2100 | 8 / 1 | December 2004 |
| mobilkom |  Liechtenstein | 2100 | 1 | March 2007 |
| Bitė |  Lithuania | 2100 | 1 | April 2006 |
| Tango |  Luxembourg | 2100 | 1 | May 2004 |
| Cosmofon |  Macedonia | 2100 | 1 | September 2008 |
| GO |  Malta | 2100 | 1 | April 2007 |
| Moldcell |  Moldova | 2100 | 1 | September 2008 |
| M o n a c o Telecom |  Monaco | 2100 | 1 | June 2006 |
| Telenor |  Montenegro | 2100 | 1 | June 2007 |
| KPN |  Netherlands | 900 / 2100 | 8 / 1 | Q3 2013 / October 2004 |
| KKTCell |  Northern Cyprus | 2100 | 1 | October 2008 |
| Telia |  Norway | 900 / 2100 | 8 / 1 | June 2005 |
| T-Mobile |  Poland | 900 / 2100 | 8 / 1 | April 2005 |
| Vodafone |  Portugal | 900 / 2100 | 8 / 1 | May 2004 |
| Vodafone |  Romania | 900 / 2100 | 8 / 1 | April 2005 / April 2010 |

| Operator | Country | Frequency (MHz) | Band | Launch date |
|----------------------------|--|-----------------|-------|----------------|
| MTS |  Russia | 900 / 2100 | 8 / 1 | May 2008 |
| Prima |  San Marino | 2100 | 1 | August 2007 |
| mt:s |  Serbia | 2100 | 1 | January 2007 |
| Orange |  Slovakia | 900 / 2100 | 8 / 1 | August 2006 |
| Movistar |  Spain | 900 / 2100 | 8 / 1 | May 2004 |
| 3 |  Sweden | 900 / 2100 | 8 / 1 | May 2003 |
| Orange |  Switzerland | 900 / 2100 | 8 / 1 | September 2005 |
| Ukrtelecom |  Ukraine | 2100 | 1 | November 2007 |
| Vodafone |  United Kingdom | 900 / 2100 | 8 / 1 | April 2004 |

라. 중동지역

| Operator | Country | Frequency (MHz) | Band | Launch date |
|-------------------------------|--|-----------------|-------|--------------------------|
| Zain |  Bahrain | 2100 | 1 | December 2003 |
| Golan Telecom |  Israel | 2100 | 1 | May 2012 |
| Orange |  Israel | 900 / 2100 | 8 / 1 | December 2004 |
| Pelephone |  Israel | 850 / 2100 | 5 / 1 | February 2009 |
| Mobitel |  Iraq | 2100 | 1 | (?) 2007 |
| Orange |  Jordan | 2100 | 1 | March 2010 |
| Viva |  Kuwait | 2100 | 1 | January 2009 |
| Alfa |  Lebanon | 2100 | 1 | October 2011 |
| touch |  Lebanon | 2100 | 1 | November 2011 |
| Nawras |  Oman | 900 / 2100 | 8 / 1 | December 2007 / May 2014 |
| Oman Mobile |  Oman | 2100 | 1 | January 2009 |
| Ooredoo |  Qatar | 2100 | 1 | July 2006 |
| Mobily |  Saudi Arabia | 2100 | 1 | June 2006 |
| STC |  Saudi Arabia | 2100 | 1 | June 2006 |
| Zain |  Saudi Arabia | 2100 | 1 | February 2008 |
| Spacotel |  Syria | 2100 | 1 | (?) 2008 |
| Syriatel |  Syria | 2100 | 1 | (?) 2008 |
| Avea |  Turkey | 2100 | 1 | July 2009 |
| Turkcell |  Turkey | 2100 | 1 | July 2009 |
| Vodafone |  Turkey | 2100 | 1 | July 2009 |
| du |  United Arab Emirates | 2100 | 1 | February 2007 |
| Etisalat |  United Arab Emirates | 2100 | 1 | January 2004 |

마. 오세아니아

| Operator | Country | Frequency (MHz) | Band | Launch date |
|--------------------------|---|-----------------|-------|-----------------------|
| Optus |  Australia | 900 / 2100 | 8 / 1 | April 2005 / May 2008 |
| Telstra |  Australia | 850 / 2100 | 5 / 1 | October 2005 |
| Spark |  New Zealand | 850 / 2100 | 5 / 1 | May 2009 |
| Vodafone |  New Zealand | 900 / 2100 | 8 / 1 | August 2005 |

제 7 장 연구시설·장비 현황

| 연구시설·장비명 | 구매금액 (원) | 구매일자 | 연구시설·장비 활용용도 | 설치장소 | 국가과학기술지식정보 시스템 등록번호 |
|--------------------|-------------|------------|--------------|------------------------------|---------------------------|
| Spectrum Analyzer | | | RF측정 및 분석 | ASN | |
| Oscilloscope | | | 스펙트럼신호분석 | ASN | |
| 온습도측정기 | | | 자료측정 | ASN | |
| DC Power Supply | | | 표준전원공급 | ASN | |
| SK 모뎀 USIM 칩 | 10,000 | 2013-01-23 | 연구과제 수행 목적 | 부산대학교 과학기술연구동 1층 테스트센터 | |
| 무선센서태그 ASN-407 | 400,000 | 2013-03-27 | 연구과제 수행 목적 | 부산대학교 과학기술연구동 1층 테스트센터 | |
| 무선센서태그 ASN-405C | 700,000 | 2013-03-27 | 연구과제 수행 목적 | 부산대학교 과학기술연구동 1층 테스트센터 | |
| 통신유닛 | 400,000 | 2013-03-27 | 연구과제 수행 목적 | 부산대학교 과학기술연구동 1층 테스트센터 | |

제 8 장 참고문헌

- [1] 김효미, 김윤두(2014), 농산물도매시장 간 가격의 동태적 분석, 산업경제연구, 27(3), 1011-1032.
- [2] 김태후, 서상택(2011), 저장사과 최적 출하시기 결정 모형 개발 : 시뮬레이션을 결합한 EV 모델을 중심으로, 농업경제연구, 52(1), 29-48.
- [3] 한국방송통신전파진흥원, “상황인식기술및적용사례와향후 전망”, 방송통신기술이슈&전망 제7호, 2013
- [4] 주영선외2명, “CASMAC(상황인식 센서 매체접근제어 프로토콜):USN환경을 위한 에너지 효율적 MAC프로토콜”, 한국통신학회논문지 제34권 11호(네트워크및서비스), 2009, pp.7
- [5] Jaekwan Park, Bonghee Hong, Chaehoon Ban, “A Query Index for Continuous Queries on RFID Streaming Data”, [SCIE] Science in China Series F: Information Sciences, Vol. 51, No. 12, pp.2047-2061, 2008
- [6] 조대수, “대용량 센서 데이터 아카이빙을 위한 색인 분할 기법”, 한국공간정보시스템학회 논문지 제9권 제2호, pp31-43, 2007
- [7] Bigtable: A Distributed Storage System for Structured Data, Fay Chang, Jeffrey Dean, Sanjay Ghemawat, Wilson C. Hsieh, Deborah A. Wallach, Mike Burrows, Tushar Chandra, Andrew Fikes, Robert E. Gruber, ACM Transactions on Computer Systems (TOCS) TOCS, Volume 26 Issue 2, June 2008, Article No. 4
- [8] <http://hbase.apache.org/>
- [9] MapReduce: Simplified Data Processing on Large Clusters, Jeffrey Dean and Sanjay Ghemawat, Communications of the ACM - 50th anniversary issue: 1958 - 2008, Volume 51 Issue 1, January 2008, Pages 107-113
- [10] Building a HighLevel Dataflow System on top of MapReduce: The Pig Experience, Alan F. Gates, Olga Natkovich, Shubham Chopra, Pradeep Kamath, Shravan M. Narayanamurthy, Christopher Olston, Benjamin Reed, Santhosh Srinivasan, Utkarsh Srivastava, VLDB vol2 issue 2 pages 1414-1425 August 2009
- [11] <https://cwiki.apache.org/confluence/display/ZOOKEEPER/Index>
- [12] Spark: Cluster Computing with Working Sets. Matei Zaharia, Mosharaf Chowdhury, Michael J. Franklin, Scott Shenker, Ion Stoica. HotCloud 2010. June 2010.
- [13] <https://storm.incubator.apache.org/>
- [14] Discretized Streams: Fault-Tolerant Streaming Computation at Scale. Matei Zaharia,

- Tathagata Das, Haoyuan Li, Timothy Hunter, Scott Shenker, Ion Stoica. SOSP 2013. November 2013.
- [15] <http://terms.naver.com/entry.nhn?docId=295030&cid=42412&categoryId=42412>
- [16] Bigtable: A Distributed Storage System for Structured Data, Fay Chang, Jeffrey Dean, Sanjay Ghemawat, Wilson C. Hsieh, Deborah A. Wallach, Mike Burrows, Tushar Chandra, Andrew Fikes, Robert E. Gruber, ACM Transactions on Computer Systems (TOCS) TOCS, Volume 26 Issue 2, June 2008, Article No. 4
- [17] <http://hbase.apache.org/>
- [18] MapReduce: Simplified Data Processing on Large Clusters, Jeffrey Dean and Sanjay Ghemawat, Communications of the ACM - 50th anniversary issue: 1958 - 2008, Volume 51 Issue 1, January 2008, Pages 107-113
- [19] Building a HighLevel Dataflow System on top of MapReduce: The Pig Experience, Alan F. Gates, Olga Natkovich, Shubham Chopra, Pradeep Kamath, Shravan M. Narayanamurthy, Christopher Olston, Benjamin Reed, Santhosh Srinivasan, Utkarsh Srivastava, VLDB vol2 issue 2 pages 1414-1425 August 2009
- [20] <https://cwiki.apache.org/confluence/display/ZOOKEEPER/Index>
- [21] Spark: Cluster Computing with Working Sets. Matei Zaharia, Mosharaf Chowdhury, Michael J. Franklin, Scott Shenker, Ion Stoica. HotCloud 2010. June 2010.
- [22] <https://storm.incubator.apache.org/>
- [23] Discretized Streams: Fault-Tolerant Streaming Computation at Scale. Matei Zaharia, Tathagata Das, Haoyuan Li, Timothy Hunter, Scott Shenker, Ion Stoica. SOSP 2013. November 2013.
- [24] <https://github.com/nexr/RHive>
- [25] <https://mahout.apache.org/>
- [26] WCDMA 프로토콜 Rev3.0
- [27] 안성우, 홍봉희, 정동규, “RFID 데이터 스트림에 대한 분산 연속질의 처리 기법”, 대한전자공학회2009년 제46권 4호(7월) CI편, ISSN 1229-6376, pp.1~11, 2009
- [28] 류우석, 홍봉희, 권준호, “RFID 미들웨어 테스트를 위한 RFID 데이터셋의 품질 평가 지표”, 정보과학회논문지 : 소프트웨어 및 응용, 제 39권, 제 11호, pp864-870, 2012
- [29] 조대수, “대용량 센서 데이터 아카이빙을 위한 색인 분할 기법”, 한국공간정보시스템학회 논문지 제9권 제2호, pp31-43, 2007

[별첨 1]

테스트 시료 및 아이디 정보

| 컨트롤유니트 | | | |
|--------|---------------|-------------|----------------|
| No. | 테스트 시료 | 시료 아이디 | 비 고 |
| | ASN407SCCM-CU | 07 00 01 2C | KT:01095475054 |

| 온/습도센서태그 | | | | |
|----------|----------------|-------------|--|--|
| No. | 테스트 시료 | 시료 아이디 | | |
| 1 | ASN407SCCM-TAG | 02 00 09 B6 | | |
| 2 | | 02 00 09 B7 | | |
| 3 | | 02 00 09 B8 | | |
| 4 | | 02 00 09 B9 | | |
| 5 | | 02 00 09 BA | | |
| 6 | | 02 00 09 BB | | |
| 7 | | 02 00 09 BC | | |
| 8 | | 02 00 09 BD | | |
| 9 | | 02 00 09 BE | | |
| 10 | | 02 00 09 BF | | |

테스트 서버 정보

| 테스트 서버 | |
|--------|----------------------------|
| 서버 아이피 | 118.32.191.131 |
| 서버 포트 | 14300 |
| 모니터링 웹 | http://118.32.191.131.8080 |

[별첨 2]

사진 자료

1. 사진 자료



< 4.5톤 냉동탑차 측면 >



< 4.5톤 냉동탑차 정면 >



< 컨트롤유니트 적용 I >



< 컨트롤 유니트 적용 II >



< 냉동탑차 적재부 >



< 냉동탑차내 센서태그 적재 >



< 냉동탑차내 센서태그 적재 >



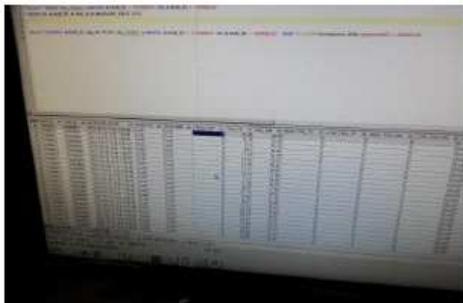
< 냉동탑차 적재부 밀폐 >

[별첨 3]

측정 데이터

| HUB_ID | TAG_ID | MEASURE_DATE | TAG_TP | TAG_HM | TAG_BAT |
|----------|----------|-----------------------|--------|--------|---------|
| 0700012C | 020009BD | 2013-03-28 오후 2:00:00 | 15.34 | 34.91 | 3.15 |
| 0700012C | 020009BC | 2013-03-28 오후 2:00:00 | 15.12 | 36.13 | 3.15 |
| 0700012C | 020009BB | 2013-03-28 오후 2:00:00 | 14.82 | 36.3 | 3.15 |
| 0700012C | 020009BA | 2013-03-28 오후 2:00:00 | 15.7 | 30.46 | 3.15 |
| 0700012C | 020009B9 | 2013-03-28 오후 2:00:00 | 15.48 | 35.35 | 3.15 |
| 0700012C | 020009B8 | 2013-03-28 오후 2:00:00 | 15.04 | 36.28 | 3.15 |
| 0700012C | 020009B7 | 2013-03-28 오후 2:00:00 | 14.57 | 36.86 | 3.2 |
| 0700012C | 020009B6 | 2013-03-28 오후 2:00:00 | 14.6 | 37.22 | 3.15 |
| 0700012C | 020009BF | 2013-03-28 오후 2:00:00 | 15.21 | 35.55 | 3.15 |
| 0700012C | 020009BE | 2013-03-28 오후 2:00:00 | 15.57 | 34.45 | 3.15 |
| 0700012C | 020009BC | 2013-03-28 오후 1:50:00 | 15.76 | 34.58 | 3.15 |
| 0700012C | 020009BB | 2013-03-28 오후 1:50:00 | 15.37 | 34.73 | 3.15 |
| 0700012C | 020009BA | 2013-03-28 오후 1:50:00 | 16.56 | 28.66 | 3.15 |
| 0700012C | 020009BF | 2013-03-28 오후 1:50:00 | 15.86 | 33.98 | 3.15 |
| 0700012C | 020009BE | 2013-03-28 오후 1:50:00 | 16.31 | 32.07 | 3.15 |
| 0700012C | 020009B9 | 2013-03-28 오후 1:50:00 | 16.2 | 33.75 | 3.15 |
| 0700012C | 020009B8 | 2013-03-28 오후 1:50:00 | 15.66 | 34.73 | 3.15 |
| 0700012C | 020009BD | 2013-03-28 오후 1:50:00 | 16.07 | 33.31 | 3.15 |
| 0700012C | 020009B7 | 2013-03-28 오후 1:50:00 | 15.04 | 35.52 | 3.2 |
| 0700012C | 020009B6 | 2013-03-28 오후 1:50:00 | 15.09 | 35.98 | 3.15 |

사진 자료



< 테스트서버 확인 >



< 채소(피망) 상자내 센서태그 적재 >



< 채소(피망) 상자내 센서태그 적재 >



< 채소(피망) 상자내 센서태그 적재 >

측정 데이터

| HUB_ID | TAG_ID | MEASURE_DATE | TAG_TP | TAG_HM | TAG_BAT |
|----------|----------|-----------------------|--------|--------|---------|
| 0700012C | 020009BB | 2013-03-28 오후 2:20:00 | 10.03 | 62.29 | 3.15 |
| 0700012C | 020009BF | 2013-03-28 오후 2:18:00 | 11.36 | 60.57 | 3.15 |
| 0700012C | 020009B6 | 2013-03-28 오후 2:18:00 | 11.01 | 61.77 | 3.15 |
| 0700012C | 020009BE | 2013-03-28 오후 2:18:00 | 12 | 56.81 | 3.15 |
| 0700012C | 020009B8 | 2013-03-28 오후 2:18:00 | 12.13 | 56.22 | 3.15 |
| 0700012C | 020009BD | 2013-03-28 오후 2:18:00 | 11.73 | 57.84 | 3.15 |
| 0700012C | 020009B7 | 2013-03-28 오후 2:18:00 | 11.42 | 58.49 | 3.2 |
| 0700012C | 020009BC | 2013-03-28 오후 2:18:00 | 11.91 | 59.18 | 3.15 |
| 0700012C | 020009B9 | 2013-03-28 오후 2:18:00 | 10.65 | 62.7 | 3.15 |
| 0700012C | 020009BA | 2013-03-28 오후 2:18:00 | 12.08 | 55.26 | 3.15 |
| 0700012C | 020009BB | 2013-03-28 오후 2:10:00 | 15.78 | 34.44 | 3.15 |
| 0700012C | 020009B7 | 2013-03-28 오후 2:08:00 | 14.45 | 41.87 | 3.2 |
| 0700012C | 020009BE | 2013-03-28 오후 2:08:00 | 15.25 | 37.42 | 3.15 |
| 0700012C | 020009BD | 2013-03-28 오후 2:08:00 | 15.04 | 40.99 | 3.15 |
| 0700012C | 020009BA | 2013-03-28 오후 2:08:00 | 15.29 | 34.67 | 3.15 |
| 0700012C | 020009BC | 2013-03-28 오후 2:08:00 | 14.86 | 39.64 | 3.15 |
| 0700012C | 020009B9 | 2013-03-28 오후 2:08:00 | 15.16 | 39.67 | 3.15 |
| 0700012C | 020009B6 | 2013-03-28 오후 2:08:00 | 14.51 | 43.67 | 3.15 |
| 0700012C | 020009BF | 2013-03-28 오후 2:08:00 | 14.93 | 40.33 | 3.15 |
| 0700012C | 020009B8 | 2013-03-28 오후 2:08:00 | 14.82 | 39.43 | 3.15 |

[별첨 4]

사진 자료



< 배소(피망)상자내 적재된 센서태그 위치 이동 >



< 외장형 안테나 연결 >



< 화물칸 밀폐 및 2번 테스트차량 연결 >



< 2번 테스트 차량내 컨트롤유니트 거치 >

측정 데이터

| HUB_ID | TAG_ID | MEASURE_DATE | TAG_TP | TAG_HM | TAG_BAT |
|----------|----------|-----------------------|--------|--------|---------|
| 0700012C | 020009B9 | 2013-03-28 오후 2:48:00 | 7.31 | 83.41 | 3.15 |
| 0700012C | 020009BD | 2013-03-28 오후 2:48:00 | 9.15 | 71.03 | 3.15 |
| 0700012C | 020009B8 | 2013-03-28 오후 2:48:00 | 9.32 | 69.25 | 3.15 |
| 0700012C | 020009B6 | 2013-03-28 오후 2:48:00 | 7.9 | 78.76 | 3.15 |
| 0700012C | 020009BC | 2013-03-28 오후 2:48:00 | 9.21 | 69.97 | 3.15 |
| 0700012C | 020009BE | 2013-03-28 오후 2:48:00 | 8.67 | 74.19 | 3.15 |
| 0700012C | 020009B7 | 2013-03-28 오후 2:48:00 | 8.45 | 75.84 | 3.2 |
| 0700012C | 020009BA | 2013-03-28 오후 2:48:00 | 9.09 | 71 | 3.15 |
| 0700012C | 020009BF | 2013-03-28 오후 2:47:00 | 7.92 | 78.23 | 3.15 |
| 0700012C | 020009BB | 2013-03-28 오후 2:40:00 | 7.96 | 77.52 | 3.15 |
| 0700012C | 020009BC | 2013-03-28 오후 2:38:00 | 9.36 | 68.85 | 3.15 |
| 0700012C | 020009BB | 2013-03-28 오후 2:30:00 | 8.35 | 73.42 | 3.15 |
| 0700012C | 020009B8 | 2013-03-28 오후 2:28:00 | 10.03 | 64.52 | 3.15 |
| 0700012C | 020009B7 | 2013-03-28 오후 2:28:00 | 9.25 | 68.44 | 3.2 |
| 0700012C | 020009BF | 2013-03-28 오후 2:28:00 | 8.82 | 71.58 | 3.15 |
| 0700012C | 020009BD | 2013-03-28 오후 2:28:00 | 9.79 | 66.41 | 3.15 |
| 0700012C | 020009BC | 2013-03-28 오후 2:28:00 | 9.91 | 66.9 | 3.15 |
| 0700012C | 020009B6 | 2013-03-28 오후 2:28:00 | 8.73 | 73.21 | 3.15 |
| 0700012C | 020009BE | 2013-03-28 오후 2:28:00 | 9.68 | 67.03 | 3.15 |
| 0700012C | 020009BA | 2013-03-28 오후 2:28:00 | 9.99 | 64.65 | 3.15 |
| 0700012C | 020009B9 | 2013-03-28 오후 2:28:00 | 8.2 | 75.5 | 3.15 |

[별첨 5]

사진 자료



센서 태그 환경 시험 결과

실험결과

| | | | |
|-----|-------|----------|-----------|
| | 기준 온도 | 센서 태그 온도 | 오차(RMS E) |
| 평균 | 0.60 | 0.38 | 0.36 |
| STD | 0.29 | 0.07 | |

| 시간 (min) | 기준 온도 1(℃) | 센서 태그 온도 (℃) | | | | | | | | | | | | 태그 습도 (%) | | 기준 온도 2(℃) |
|----------|------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|------|------|-----------|------|------------|
| | | Tag 1 (1BF) | Tag 2 (1CF) | Tag 3 (99C) | Tag 4 (99B) | Tag 5 (9A1) | Tag 6 (1C8) | Tag 7 (998) | Tag 8 (1C6) | Tag 9 (1C1) | Tag 10 (9A3) | 평균 | STD | 평균 | STD | |
| 10 | 0.6 | 0.2 | 0.49 | 0.32 | 0.4 | 0.62 | 0.67 | 0.55 | 0.25 | 0.2 | 0.03 | 0.37 | 0.21 | 41.03 | 0.85 | 0.8 |
| 20 | 0.6 | 0.21 | 0.5 | 0.33 | 0.42 | 0.63 | 0.68 | 0.58 | 0.27 | 0.21 | 0.04 | 0.39 | 0.21 | 41.05 | 0.87 | 0.7 |
| 30 | 0.6 | 0.21 | 0.5 | 0.33 | 0.41 | 0.63 | 0.68 | 0.56 | 0.27 | 0.21 | 0.04 | 0.38 | 0.21 | 41.20 | 0.88 | 0.7 |
| 40 | 0.6 | 0.19 | 0.48 | 0.32 | 0.4 | 0.61 | 0.67 | 0.54 | 0.25 | 0.2 | 0.02 | 0.37 | 0.21 | 41.22 | 0.86 | 0.8 |
| 50 | 0.6 | 0.2 | 0.5 | 0.33 | 0.41 | 0.63 | 0.68 | 0.56 | 0.27 | 0.21 | 0.04 | 0.38 | 0.21 | 41.48 | 0.86 | 0.7 |
| 60 | 0.6 | 0.21 | 0.5 | 0.33 | 0.42 | 0.63 | 0.69 | 0.58 | 0.28 | 0.22 | 0.04 | 0.39 | 0.21 | 41.41 | 0.84 | 0.7 |
| 70 | 0.6 | 0.19 | 0.49 | 0.32 | 0.4 | 0.62 | 0.67 | 0.54 | 0.25 | 0.2 | 0.02 | 0.37 | 0.21 | 41.51 | 0.85 | 0.8 |
| 80 | 0.6 | 0.2 | 0.5 | 0.33 | 0.4 | 0.63 | 0.68 | 0.56 | 0.25 | 0.21 | 0.04 | 0.38 | 0.21 | 41.61 | 0.85 | 0.8 |
| 90 | 0.6 | 0.2 | 0.49 | 0.32 | 0.4 | 0.63 | 0.68 | 0.55 | 0.25 | 0.2 | 0.03 | 0.38 | 0.21 | 41.57 | 0.85 | 0.7 |
| 100 | 0.6 | 0.21 | 0.5 | 0.33 | 0.42 | 0.64 | 0.69 | 0.58 | 0.28 | 0.22 | 0.05 | 0.39 | 0.21 | 41.59 | 0.81 | 0.7 |
| 110 | 0.6 | 0.21 | 0.5 | 0.33 | 0.41 | 0.64 | 0.69 | 0.58 | 0.28 | 0.22 | 0.05 | 0.39 | 0.21 | 41.73 | 0.83 | 0.7 |
| 120 | 0.6 | 0.2 | 0.5 | 0.33 | 0.41 | 0.64 | 0.69 | 0.58 | 0.27 | 0.21 | 0.04 | 0.39 | 0.21 | 41.72 | 0.85 | 0.7 |
| 130 | 0.6 | 0.2 | 0.5 | 0.33 | 0.41 | 0.64 | 0.69 | 0.56 | 0.28 | 0.22 | 0.05 | 0.39 | 0.21 | 41.59 | 0.84 | 0.7 |
| 140 | 0.6 | 0.19 | 0.49 | 0.32 | 0.4 | 0.62 | 0.68 | 0.56 | 0.25 | 0.2 | 0.03 | 0.37 | 0.21 | 41.55 | 0.83 | 0.9 |
| 150 | 0.7 | 0.19 | 0.49 | 0.32 | 0.39 | 0.62 | 0.67 | 0.54 | 0.25 | 0.2 | 0.03 | 0.37 | 0.21 | 41.54 | 0.81 | 0.7 |
| 160 | 0.6 | 0.19 | 0.49 | 0.32 | 0.4 | 0.62 | 0.68 | 0.55 | 0.25 | 0.2 | 0.03 | 0.37 | 0.21 | 41.44 | 0.81 | 0.7 |
| 170 | 0.5 | 0.18 | 0.48 | 0.32 | 0.39 | 0.61 | 0.67 | 0.54 | 0.24 | 0.19 | 0.03 | 0.37 | 0.21 | 41.44 | 0.86 | 3.3 |
| 180 | 2.8 | 0.78 | 1.01 | 0.81 | 0.87 | 1.09 | 1.16 | 1.03 | 0.76 | 0.72 | 0.56 | 0.88 | 0.19 | 42.32 | 0.84 | 0.7 |
| 190 | 0.5 | 0.25 | 0.53 | 0.34 | 0.43 | 0.66 | 0.71 | 0.6 | 0.3 | 0.23 | 0.08 | 0.41 | 0.21 | 42.78 | 0.88 | 0.7 |
| 200 | 0.5 | 0.18 | 0.47 | 0.32 | 0.38 | 0.61 | 0.65 | 0.54 | 0.23 | 0.19 | 0.02 | 0.36 | 0.21 | 42.56 | 0.87 | 0.7 |
| 210 | 0.6 | 0.16 | 0.46 | 0.32 | 0.37 | 0.6 | 0.65 | 0.53 | 0.23 | 0.17 | 0 | 0.35 | 0.21 | 42.4 | 0.87 | 0.7 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|-----|
| 220 | 0.5 | 0.17 | 0.47 | 0.32 | 0.38 | 0.6 | 0.66 | 0.53 | 0.23 | 0.18 | 0 | 0.35 | 0.21 | 42.23 | 0.86 | 0.7 |
| 230 | 0.6 | 0.18 | 0.48 | 0.32 | 0.4 | 0.62 | 0.67 | 0.55 | 0.25 | 0.2 | 0.03 | 0.37 | 0.21 | 42.29 | 0.86 | 0.7 |
| 240 | 0.6 | 0.2 | 0.5 | 0.33 | 0.41 | 0.64 | 0.69 | 0.58 | 0.28 | 0.21 | 0.05 | 0.39 | 0.21 | 42.01 | 0.84 | 0.9 |
| 250 | 0.6 | 0.19 | 0.48 | 0.32 | 0.39 | 0.62 | 0.68 | 0.55 | 0.25 | 0.2 | 0.03 | 0.37 | 0.21 | 41.86 | 0.83 | 0.8 |
| 260 | 0.6 | 0.18 | 0.48 | 0.32 | 0.39 | 0.62 | 0.67 | 0.55 | 0.24 | 0.19 | 0.02 | 0.37 | 0.21 | 41.64 | 0.84 | 0.8 |
| 270 | 0.6 | 0.19 | 0.48 | 0.32 | 0.39 | 0.62 | 0.67 | 0.55 | 0.25 | 0.2 | 0.03 | 0.37 | 0.21 | 41.69 | 0.83 | 0.8 |
| 280 | 0.6 | 0.18 | 0.48 | 0.32 | 0.39 | 0.61 | 0.66 | 0.54 | 0.24 | 0.19 | 0.02 | 0.36 | 0.21 | 41.55 | 0.83 | 0.7 |
| 290 | 0.6 | 0.18 | 0.47 | 0.32 | 0.38 | 0.61 | 0.66 | 0.54 | 0.23 | 0.19 | 0.02 | 0.36 | 0.21 | 41.51 | 0.83 | 0.7 |
| 300 | 0.5 | 0.17 | 0.47 | 0.32 | 0.38 | 0.61 | 0.66 | 0.54 | 0.23 | 0.19 | 0.02 | 0.36 | 0.21 | 41.53 | 0.83 | 0.8 |
| 310 | 0.5 | 0.17 | 0.47 | 0.32 | 0.39 | 0.61 | 0.66 | 0.54 | 0.23 | 0.19 | 0.01 | 0.36 | 0.21 | 41.48 | 0.84 | 0.9 |
| 320 | 0.6 | 0.19 | 0.49 | 0.32 | 0.39 | 0.62 | 0.67 | 0.55 | 0.25 | 0.2 | 0.03 | 0.37 | 0.21 | 41.31 | 0.82 | 0.7 |
| 330 | 0.6 | 0.18 | 0.48 | 0.32 | 0.39 | 0.62 | 0.67 | 0.55 | 0.25 | 0.2 | 0.03 | 0.37 | 0.21 | 41.27 | 0.82 | 0.8 |
| 340 | 0.5 | 0.18 | 0.48 | 0.32 | 0.39 | 0.62 | 0.67 | 0.54 | 0.24 | 0.19 | 0.02 | 0.37 | 0.21 | 41.24 | 0.82 | 0.8 |
| 350 | 0.6 | 0.17 | 0.47 | 0.32 | 0.38 | 0.61 | 0.66 | 0.53 | 0.23 | 0.18 | 0.02 | 0.36 | 0.21 | 41.23 | 0.82 | 0.8 |
| 360 | 0.6 | 0.17 | 0.47 | 0.32 | 0.38 | 0.61 | 0.66 | 0.54 | 0.23 | 0.18 | 0 | 0.36 | 0.21 | 41.12 | 0.82 | 0.9 |
| 370 | 0.6 | 0.17 | 0.47 | 0.32 | 0.38 | 0.61 | 0.66 | 0.54 | 0.23 | 0.18 | 0.01 | 0.36 | 0.21 | 40.83 | 0.80 | 0.7 |
| 380 | 0.6 | 0.17 | 0.47 | 0.32 | 0.38 | 0.61 | 0.66 | 0.54 | 0.23 | 0.18 | 0.02 | 0.36 | 0.21 | 40.75 | 0.81 | 0.9 |
| 390 | 0.6 | 0.18 | 0.47 | 0.32 | 0.39 | 0.62 | 0.68 | 0.54 | 0.23 | 0.19 | 0.02 | 0.36 | 0.21 | 40.79 | 0.80 | 0.7 |
| 400 | 0.6 | 0.18 | 0.48 | 0.32 | 0.39 | 0.62 | 0.67 | 0.54 | 0.24 | 0.2 | 0.03 | 0.37 | 0.21 | 40.79 | 0.81 | 0.7 |
| 410 | 0.6 | 0.17 | 0.47 | 0.32 | 0.38 | 0.61 | 0.66 | 0.53 | 0.23 | 0.18 | 0.01 | 0.36 | 0.21 | 40.78 | 0.80 | 0.8 |
| 420 | 0.6 | 0.18 | 0.48 | 0.32 | 0.4 | 0.63 | 0.68 | 0.55 | 0.24 | 0.2 | 0.03 | 0.37 | 0.21 | 40.84 | 0.80 | 0.9 |
| 430 | 0.6 | 0.17 | 0.47 | 0.32 | 0.39 | 0.62 | 0.67 | 0.54 | 0.23 | 0.18 | 0.01 | 0.36 | 0.22 | 40.72 | 0.79 | 0.8 |
| 440 | 0.6 | 0.19 | 0.5 | 0.33 | 0.4 | 0.63 | 0.68 | 0.56 | 0.27 | 0.2 | 0.04 | 0.38 | 0.21 | 40.86 | 0.81 | 0.9 |
| 450 | 0.6 | 0.18 | 0.48 | 0.32 | 0.4 | 0.62 | 0.67 | 0.55 | 0.24 | 0.19 | 0.02 | 0.37 | 0.21 | 40.71 | 0.81 | 0.9 |
| 460 | 0.6 | 0.17 | 0.47 | 0.32 | 0.38 | 0.61 | 0.66 | 0.54 | 0.23 | 0.19 | 0.02 | 0.36 | 0.21 | 40.65 | 0.79 | 0.9 |
| 470 | 0.6 | 0.18 | 0.48 | 0.33 | 0.4 | 0.63 | 0.68 | 0.55 | 0.25 | 0.2 | 0.04 | 0.37 | 0.21 | 40.53 | 0.80 | 0.8 |
| 480 | 0.6 | 0.16 | 0.47 | 0.32 | 0.38 | 0.61 | 0.66 | 0.53 | 0.23 | 0.18 | 0 | 0.35 | 0.21 | 40.47 | 0.80 | 0.8 |
| 490 | 0.6 | 0.17 | 0.47 | 0.32 | 0.38 | 0.61 | 0.66 | 0.53 | 0.23 | 0.18 | 0.01 | 0.36 | 0.21 | 40.40 | 0.80 | 0.7 |
| 500 | 0.6 | 0.17 | 0.47 | 0.32 | 0.38 | 0.62 | 0.66 | 0.54 | 0.23 | 0.19 | 0.01 | 0.36 | 0.21 | 40.42 | 0.80 | 0.9 |
| 510 | 0.6 | 0.19 | 0.49 | 0.33 | 0.4 | 0.63 | 0.68 | 0.56 | 0.25 | 0.21 | 0.04 | 0.38 | 0.21 | 40.41 | 0.80 | 0.8 |
| 520 | 0.5 | 0.17 | 0.47 | 0.32 | 0.38 | 0.61 | 0.66 | 0.53 | 0.24 | 0.18 | 0.01 | 0.36 | 0.21 | 40.43 | 0.78 | 0.7 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|-----|
| 530 | 0.5 | 0.16 | 0.46 | 0.32 | 0.38 | 0.61 | 0.66 | 0.53 | 0.23 | 0.18 | 0.01 | 0.35 | 0.21 | 40.52 | 0.79 | 0.8 |
| 540 | 0.5 | 0.16 | 0.46 | 0.32 | 0.37 | 0.61 | 0.65 | 0.53 | 0.22 | 0.17 | 0 | 0.35 | 0.21 | 40.34 | 0.79 | 0.7 |
| 550 | 0.5 | 0.15 | 0.44 | 0.32 | 0.37 | 0.6 | 0.66 | 0.52 | 0.22 | 0.17 | 0 | 0.35 | 0.21 | 40.44 | 0.78 | 0.8 |
| 560 | 0.6 | 0.16 | 0.47 | 0.32 | 0.38 | 0.61 | 0.66 | 0.53 | 0.23 | 0.18 | 0.01 | 0.36 | 0.21 | 40.49 | 0.80 | 0.8 |
| 570 | 0.6 | 0.16 | 0.47 | 0.32 | 0.38 | 0.61 | 0.66 | 0.53 | 0.23 | 0.18 | 0.01 | 0.36 | 0.21 | 40.45 | 0.79 | 0.8 |
| 580 | 0.5 | 0.17 | 0.47 | 0.32 | 0.39 | 0.62 | 0.67 | 0.54 | 0.23 | 0.18 | 0.02 | 0.36 | 0.21 | 40.36 | 0.80 | 0.7 |
| 590 | 0.5 | 0.16 | 0.47 | 0.32 | 0.38 | 0.61 | 0.67 | 0.54 | 0.23 | 0.18 | 0.01 | 0.36 | 0.22 | 40.39 | 0.80 | 0.9 |
| 600 | 0.6 | 0.16 | 0.47 | 0.32 | 0.39 | 0.62 | 0.67 | 0.53 | 0.23 | 0.18 | 0.01 | 0.36 | 0.22 | 40.29 | 0.80 | 0.8 |

<오차(RMSE)계산>

| Tag 1 (1BF) | Tag 2 (1CF) | Tag 3 (99C) | Tag 4 (99B) | Tag 5 (9A1) | Tag 6 (1C8) | Tag 7 (998) | Tag 8 (1C6) | Tag 9 (1C1) | Tag 10 (9A3) |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| 0.16 | 0.0121 | 0.0784 | 0.04 | 0.0004 | 0.0049 | 0.0025 | 0.1225 | 0.16 | 0.3249 |
| 0.1521 | 0.01 | 0.0729 | 0.0324 | 0.0009 | 0.0064 | 0.0004 | 0.1089 | 0.1521 | 0.3136 |
| 0.1521 | 0.01 | 0.0729 | 0.0361 | 0.0009 | 0.0064 | 0.0016 | 0.1089 | 0.1521 | 0.3136 |
| 0.1681 | 0.0144 | 0.0784 | 0.04 | 0.0001 | 0.0049 | 0.0036 | 0.1225 | 0.16 | 0.3364 |
| 0.16 | 0.01 | 0.0729 | 0.0361 | 0.0009 | 0.0064 | 0.0016 | 0.1089 | 0.1521 | 0.3136 |
| 0.1521 | 0.01 | 0.0729 | 0.0324 | 0.0009 | 0.0081 | 0.0004 | 0.1024 | 0.1444 | 0.3136 |
| 0.1681 | 0.0121 | 0.0784 | 0.04 | 0.0004 | 0.0049 | 0.0036 | 0.1225 | 0.16 | 0.3364 |
| 0.16 | 0.01 | 0.0729 | 0.04 | 0.0009 | 0.0064 | 0.0016 | 0.1225 | 0.1521 | 0.3136 |
| 0.16 | 0.0121 | 0.0784 | 0.04 | 0.0009 | 0.0064 | 0.0025 | 0.1225 | 0.16 | 0.3249 |
| 0.1521 | 0.01 | 0.0729 | 0.0324 | 0.0016 | 0.0081 | 0.0004 | 0.1024 | 0.1444 | 0.3025 |
| 0.1521 | 0.01 | 0.0729 | 0.0361 | 0.0016 | 0.0081 | 0.0004 | 0.1024 | 0.1444 | 0.3025 |
| 0.16 | 0.01 | 0.0729 | 0.0361 | 0.0016 | 0.0081 | 0.0004 | 0.1089 | 0.1521 | 0.3136 |
| 0.16 | 0.01 | 0.0729 | 0.0361 | 0.0016 | 0.0081 | 0.0016 | 0.1024 | 0.1444 | 0.3025 |
| 0.1681 | 0.0121 | 0.0784 | 0.04 | 0.0004 | 0.0064 | 0.0016 | 0.1225 | 0.16 | 0.3249 |
| 0.2601 | 0.0441 | 0.1444 | 0.0961 | 0.0064 | 0.0009 | 0.0256 | 0.2025 | 0.25 | 0.4489 |
| 0.1681 | 0.0121 | 0.0784 | 0.04 | 0.0004 | 0.0064 | 0.0025 | 0.1225 | 0.16 | 0.3249 |
| 0.1024 | 0.0004 | 0.0324 | 0.0121 | 0.0121 | 0.0289 | 0.0016 | 0.0676 | 0.0961 | 0.2209 |
| 4.0804 | 3.2041 | 3.9601 | 3.7249 | 2.9241 | 2.6896 | 3.1329 | 4.1616 | 4.3264 | 5.0176 |
| 0.0625 | 0.0009 | 0.0256 | 0.0049 | 0.0256 | 0.0441 | 0.01 | 0.04 | 0.0729 | 0.1764 |
| 0.1024 | 0.0009 | 0.0324 | 0.0144 | 0.0121 | 0.0225 | 0.0016 | 0.0729 | 0.0961 | 0.2304 |
| 0.1936 | 0.0196 | 0.0784 | 0.0529 | 0 | 0.0025 | 0.0049 | 0.1369 | 0.1849 | 0.36 |
| 0.1089 | 0.0009 | 0.0324 | 0.0144 | 0.01 | 0.0256 | 0.0009 | 0.0729 | 0.1024 | 0.25 |
| 0.1764 | 0.0144 | 0.0784 | 0.04 | 0.0004 | 0.0049 | 0.0025 | 0.1225 | 0.16 | 0.3249 |
| 0.16 | 0.01 | 0.0729 | 0.0361 | 0.0016 | 0.0081 | 0.0004 | 0.1024 | 0.1521 | 0.3025 |

| | | | | | | | | | | | |
|-------------------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|-------------|
| 0.1681 | 0.0144 | 0.0784 | 0.0441 | 0.0004 | 0.0064 | 0.0025 | 0.1225 | 0.16 | 0.3249 | | |
| 0.1764 | 0.0144 | 0.0784 | 0.0441 | 0.0004 | 0.0049 | 0.0025 | 0.1296 | 0.1681 | 0.3364 | | |
| 0.1681 | 0.0144 | 0.0784 | 0.0441 | 0.0004 | 0.0049 | 0.0025 | 0.1225 | 0.16 | 0.3249 | | |
| 0.1764 | 0.0144 | 0.0784 | 0.0441 | 0.0001 | 0.0036 | 0.0036 | 0.1296 | 0.1681 | 0.3364 | | |
| 0.1764 | 0.0169 | 0.0784 | 0.0484 | 0.0001 | 0.0036 | 0.0036 | 0.1369 | 0.1681 | 0.3364 | | |
| 0.1089 | 0.0009 | 0.0324 | 0.0144 | 0.0121 | 0.0256 | 0.0016 | 0.0729 | 0.0961 | 0.2304 | | |
| 0.1089 | 0.0009 | 0.0324 | 0.0121 | 0.0121 | 0.0256 | 0.0016 | 0.0729 | 0.0961 | 0.2401 | | |
| 0.1681 | 0.0121 | 0.0784 | 0.0441 | 0.0004 | 0.0049 | 0.0025 | 0.1225 | 0.16 | 0.3249 | | |
| 0.1764 | 0.0144 | 0.0784 | 0.0441 | 0.0004 | 0.0049 | 0.0025 | 0.1225 | 0.16 | 0.3249 | | |
| 0.1024 | 0.0004 | 0.0324 | 0.0121 | 0.0144 | 0.0289 | 0.0016 | 0.0676 | 0.0961 | 0.2304 | | |
| 0.1849 | 0.0169 | 0.0784 | 0.0484 | 0.0001 | 0.0036 | 0.0049 | 0.1369 | 0.1764 | 0.3364 | | |
| 0.1849 | 0.0169 | 0.0784 | 0.0484 | 0.0001 | 0.0036 | 0.0036 | 0.1369 | 0.1764 | 0.36 | | |
| 0.1849 | 0.0169 | 0.0784 | 0.0484 | 0.0001 | 0.0036 | 0.0036 | 0.1369 | 0.1764 | 0.3481 | | |
| 0.1849 | 0.0169 | 0.0784 | 0.0484 | 0.0001 | 0.0036 | 0.0036 | 0.1369 | 0.1764 | 0.3364 | | |
| 0.1764 | 0.0169 | 0.0784 | 0.0441 | 0.0004 | 0.0064 | 0.0036 | 0.1369 | 0.1681 | 0.3364 | | |
| 0.1764 | 0.0144 | 0.0784 | 0.0441 | 0.0004 | 0.0049 | 0.0036 | 0.1296 | 0.16 | 0.3249 | | |
| 0.1849 | 0.0169 | 0.0784 | 0.0484 | 0.0001 | 0.0036 | 0.0049 | 0.1369 | 0.1764 | 0.3481 | | |
| 0.1764 | 0.0144 | 0.0784 | 0.04 | 0.0009 | 0.0064 | 0.0025 | 0.1296 | 0.16 | 0.3249 | | |
| 0.1849 | 0.0169 | 0.0784 | 0.0441 | 0.0004 | 0.0049 | 0.0036 | 0.1369 | 0.1764 | 0.3481 | | |
| 0.1681 | 0.01 | 0.0729 | 0.04 | 0.0009 | 0.0064 | 0.0016 | 0.1089 | 0.16 | 0.3136 | | |
| 0.1764 | 0.0144 | 0.0784 | 0.04 | 0.0004 | 0.0049 | 0.0025 | 0.1296 | 0.1681 | 0.3364 | | |
| 0.1849 | 0.0169 | 0.0784 | 0.0484 | 0.0001 | 0.0036 | 0.0036 | 0.1369 | 0.1681 | 0.3364 | | |
| 0.1764 | 0.0144 | 0.0729 | 0.04 | 0.0009 | 0.0064 | 0.0025 | 0.1225 | 0.16 | 0.3136 | | |
| 0.1936 | 0.0169 | 0.0784 | 0.0484 | 0.0001 | 0.0036 | 0.0049 | 0.1369 | 0.1764 | 0.36 | | |
| 0.1849 | 0.0169 | 0.0784 | 0.0484 | 0.0001 | 0.0036 | 0.0049 | 0.1369 | 0.1764 | 0.3481 | | |
| 0.1849 | 0.0169 | 0.0784 | 0.0484 | 0.0004 | 0.0036 | 0.0036 | 0.1369 | 0.1681 | 0.3481 | | |
| 0.1681 | 0.0121 | 0.0729 | 0.04 | 0.0009 | 0.0064 | 0.0016 | 0.1225 | 0.1521 | 0.3136 | | |
| 0.1089 | 0.0009 | 0.0324 | 0.0144 | 0.0121 | 0.0256 | 0.0009 | 0.0676 | 0.1024 | 0.2401 | | |
| 0.1156 | 0.0016 | 0.0324 | 0.0144 | 0.0121 | 0.0256 | 0.0009 | 0.0729 | 0.1024 | 0.2401 | | |
| 0.1156 | 0.0016 | 0.0324 | 0.0169 | 0.0121 | 0.0225 | 0.0009 | 0.0784 | 0.1089 | 0.25 | | |
| 0.1225 | 0.0036 | 0.0324 | 0.0169 | 0.01 | 0.0256 | 0.0004 | 0.0784 | 0.1089 | 0.25 | | |
| 0.1936 | 0.0169 | 0.0784 | 0.0484 | 0.0001 | 0.0036 | 0.0049 | 0.1369 | 0.1764 | 0.3481 | | |
| 0.1936 | 0.0169 | 0.0784 | 0.0484 | 0.0001 | 0.0036 | 0.0049 | 0.1369 | 0.1764 | 0.3481 | | |
| 0.1089 | 0.0009 | 0.0324 | 0.0121 | 0.0144 | 0.0289 | 0.0016 | 0.0729 | 0.1024 | 0.2304 | | |
| 0.1156 | 0.1156 | 0.0324 | 0.0144 | 0.0121 | 0.0289 | 0.0016 | 0.0729 | 0.1024 | 0.2401 | | |
| 0.1936 | 0.1936 | 0.0784 | 0.0441 | 0.0004 | 0.0049 | 0.0049 | 0.1369 | 0.1764 | 0.3481 | | |
| 합계 | 13.5135 | 4.1806 | 7.9754 | 5.903 | 3.1264 | 3.2887 | 3.3097 | 10.8839 | 13.2039 | 23.3309 | 평균 |
| 오차 (RM SE) | 0.47 | 0.26 | 0.36 | 0.31 | 0.23 | 0.23 | 0.23 | 0.43 | 0.47 | 0.62 | 0.36 |

10℃ (2013년 3월 20일 오후 4시)

<실험조건>

| | |
|--------|------|
| 온도 | 10도 |
| 측정시간 | 10시간 |
| 측정간격 | 10분 |
| 센서태그 수 | 10개 |

<실험결과>

| | | | |
|-----|-------|---------|-----------|
| | 기준온도 | 센서태그 온도 | 오차 (RMSE) |
| 평균 | 10.70 | 10.28 | 0.40 |
| STD | 0.05 | 0.03 | |

| 시간 (min) | 기준 온도 1(℃) | 센서태그온도 (℃) | | | | | | | | | | 태그습도 (%) | | 기준 온도 2(℃) | | |
|----------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|----------|------|------------|------|------|
| | | Tag 1 (1BF) | Tag 2 (1CF) | Tag 3 (99C) | Tag 4 (99B) | Tag 5 (9A1) | Tag 6 (1C8) | Tag 7 (998) | Tag 8 (1C6) | Tag 9 (1C1) | Tag 10 (9A3) | 평균 | ST D | | 평균 | ST D |
| 10 | 10.7 | 10.02 | 10.22 | 10.19 | 10.39 | 10.66 | 10.71 | 10.52 | 10.16 | 10.17 | 9.9 | 10.29 | 0.27 | 31.58 | 0.76 | 11.2 |
| 20 | 10.7 | 10.03 | 10.23 | 10.21 | 10.4 | 10.66 | 10.72 | 10.53 | 10.17 | 10.17 | 9.92 | 10.30 | 0.27 | 31.62 | 0.77 | 11.3 |
| 30 | 10.7 | 10.01 | 10.22 | 10.19 | 10.39 | 10.66 | 10.71 | 10.52 | 10.16 | 10.17 | 9.9 | 10.29 | 0.27 | 31.56 | 0.78 | 11.2 |
| 40 | 10.6 | 10.04 | 10.23 | 10.2 | 10.41 | 10.67 | 10.72 | 10.54 | 10.17 | 10.18 | 9.9 | 10.31 | 0.27 | 31.41 | 0.77 | 11.3 |
| 50 | 10.7 | 10.03 | 10.23 | 10.2 | 10.4 | 10.67 | 10.72 | 10.53 | 10.17 | 10.18 | 9.91 | 10.30 | 0.27 | 31.45 | 0.78 | 11.3 |
| 60 | 10.7 | 10.03 | 10.23 | 10.2 | 10.4 | 10.66 | 10.72 | 10.52 | 10.17 | 10.17 | 9.91 | 10.30 | 0.27 | 31.31 | 0.78 | 11.3 |
| 70 | 10.6 | 10.01 | 10.2 | 10.18 | 10.38 | 10.66 | 10.7 | 10.51 | 10.15 | 10.16 | 9.87 | 10.28 | 0.27 | 31.39 | 0.77 | 11.2 |
| 80 | 10.7 | 10.03 | 10.22 | 10.2 | 10.4 | 10.66 | 10.7 | 10.52 | 10.16 | 10.17 | 9.9 | 10.30 | 0.27 | 31.31 | 0.77 | 11.2 |
| 90 | 10.7 | 10.04 | 10.23 | 10.21 | 10.41 | 10.66 | 10.72 | 10.54 | 10.18 | 10.19 | 9.91 | 10.31 | 0.27 | 31.33 | 0.78 | 11.3 |
| 100 | 10.7 | 10.04 | 10.23 | 10.2 | 10.41 | 10.67 | 10.72 | 10.54 | 10.17 | 10.18 | 9.91 | 10.31 | 0.27 | 31.30 | 0.77 | 11.3 |
| 110 | 10.7 | 10.04 | 10.23 | 10.2 | 10.41 | 10.66 | 10.72 | 10.53 | 10.17 | 10.18 | 9.91 | 10.31 | 0.27 | 31.71 | 0.77 | 11.2 |
| 120 | 10.7 | 10.03 | 10.23 | 10.2 | 10.4 | 10.66 | 10.72 | 10.53 | 10.16 | 10.17 | 9.9 | 10.30 | 0.27 | 31.40 | 0.79 | 11.3 |
| 130 | 10.7 | 10.04 | 10.24 | 10.21 | 10.41 | 10.66 | 10.72 | 10.54 | 10.18 | 10.19 | 9.92 | 10.31 | 0.26 | 31.36 | 0.77 | 11.3 |
| 140 | 10.7 | 10.16 | 10.36 | 10.32 | 10.52 | 10.79 | 10.86 | 10.67 | 10.31 | 10.33 | 9.98 | 10.4 | 0.28 | 33.0 | 0.73 | 11.2 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-----------|------|-----------|------|------|
| 150 | 10.6 | 10.03 | 10.22 | 10.19 | 10.39 | 10.66 | 10.71 | 10.52 | 10.16 | 10.17 | 9.89 | 10.2 3 | 0.27 | 32.9 1 | 0.73 | 11.1 |
| 160 | 10.7 | 10 | 10.2 | 10.16 | 10.37 | 10.64 | 10.68 | 10.5 | 10.12 | 10.14 | 9.87 | 10.2 9 | 0.27 | 32.5 5 | 0.73 | 11.2 |
| 170 | 10.6 | 10.01 | 10.18 | 10.17 | 10.37 | 10.64 | 10.69 | 10.51 | 10.14 | 10.16 | 9.87 | 10.2 7 | 0.27 | 32.3 1 | 0.75 | 11.2 |
| 180 | 10.6 | 9.98 | 10.2 | 10.16 | 10.36 | 10.63 | 10.68 | 10.49 | 10.11 | 10.14 | 9.85 | 10.2 6 | 0.27 | 32.0 3 | 0.75 | 11.1 |
| 190 | 10.6 | 10.01 | 10.21 | 10.18 | 10.37 | 10.65 | 10.68 | 10.5 | 10.14 | 10.15 | 9.87 | 10.2 8 | 0.27 | 31.8 6 | 0.76 | 11.2 |
| 200 | 10.7 | 10.02 | 10.22 | 10.19 | 10.38 | 10.65 | 10.69 | 10.51 | 10.15 | 10.16 | 9.9 | 10.2 9 | 0.26 | 31.8 3 | 0.76 | 11.3 |
| 210 | 10.6 | 10.02 | 10.18 | 10.19 | 10.39 | 10.66 | 10.7 | 10.52 | 10.16 | 10.16 | 9.9 | 10.2 9 | 0.27 | 31.6 9 | 0.76 | 11.2 |
| 220 | 10.6 | 10 | 10.2 | 10.16 | 10.36 | 10.63 | 10.68 | 10.49 | 10.11 | 10.14 | 9.86 | 10.2 6 | 0.27 | 31.4 9 | 0.78 | 11.2 |
| 230 | 10.7 | 10.02 | 10.22 | 10.19 | 10.39 | 10.66 | 10.71 | 10.53 | 10.16 | 10.17 | 9.89 | 10.2 9 | 0.27 | 31.3 1 | 0.77 | 11.2 |
| 240 | 10.7 | 10.03 | 10.23 | 10.21 | 10.41 | 10.67 | 10.72 | 10.54 | 10.17 | 10.18 | 9.9 | 10.3 1 | 0.27 | 30.7 8 | 0.77 | 11.2 |
| 250 | 10.7 | 10.02 | 10.22 | 10.19 | 10.4 | 10.66 | 10.71 | 10.52 | 10.16 | 10.16 | 9.9 | 10.2 9 | 0.27 | 30.5 4 | 0.76 | 11.3 |
| 260 | 10.7 | 9.98 | 10.19 | 10.16 | 10.37 | 10.65 | 10.69 | 10.5 | 10.12 | 10.14 | 9.86 | 10.2 7 | 0.28 | 30.5 4 | 0.76 | 11.3 |
| 270 | 10.7 | 10.01 | 10.21 | 10.18 | 10.39 | 10.66 | 10.71 | 10.52 | 10.15 | 10.16 | 9.89 | 10.2 9 | 0.27 | 30.4 2 | 0.76 | 11.2 |
| 280 | 10.6 | 10.01 | 10.21 | 10.19 | 10.39 | 10.66 | 10.71 | 10.52 | 10.15 | 10.16 | 9.89 | 10.2 9 | 0.27 | 30.3 0 | 0.75 | 11.3 |
| 290 | 10.7 | 10.02 | 10.22 | 10.19 | 10.39 | 10.66 | 10.71 | 10.52 | 10.15 | 10.16 | 9.9 | 10.2 9 | 0.27 | 30.2 7 | 0.75 | 11.2 |
| 300 | 10.7 | 10 | 10.2 | 10.17 | 10.37 | 10.65 | 10.68 | 10.5 | 10.14 | 10.15 | 9.86 | 10.2 7 | 0.27 | 30.1 9 | 0.74 | 11.3 |
| 310 | 10.6 | 10.02 | 10.22 | 10.2 | 10.4 | 10.66 | 10.72 | 10.52 | 10.16 | 10.17 | 9.9 | 10.3 0 | 0.27 | 30.0 6 | 0.73 | 11.2 |
| 320 | 10.6 | 10 | 10.2 | 10.18 | 10.38 | 10.66 | 10.7 | 10.51 | 10.14 | 10.16 | 9.87 | 10.2 8 | 0.27 | 29.9 6 | 0.74 | 11.2 |
| 330 | 10.7 | 10 | 10.2 | 10.18 | 10.37 | 10.65 | 10.69 | 10.5 | 10.14 | 10.15 | 9.89 | 10.2 8 | 0.27 | 29.9 4 | 0.73 | 11.3 |
| 340 | 10.7 | 9.98 | 10.19 | 10.16 | 10.37 | 10.65 | 10.68 | 10.5 | 10.12 | 10.15 | 9.86 | 10.2 7 | 0.28 | 29.7 9 | 0.73 | 11.3 |
| 350 | 10.7 | 10 | 10.2 | 10.18 | 10.38 | 10.66 | 10.7 | 10.5 | 10.14 | 10.16 | 9.87 | 10.2 8 | 0.27 | 29.7 1 | 0.74 | 11.2 |
| 360 | 10.7 | 10 | 10.2 | 10.17 | 10.37 | 10.65 | 10.7 | 10.5 | 10.12 | 10.15 | 9.87 | 10.2 7 | 0.27 | 29.7 8 | 0.74 | 11.2 |
| 370 | 10.6 | 9.98 | 10.18 | 10.16 | 10.37 | 10.64 | 10.69 | 10.5 | 10.12 | 10.14 | 9.87 | 10.2 7 | 0.27 | 29.6 4 | 0.73 | 11.3 |
| 380 | 10.7 | 9.97 | 10.18 | 10.16 | 10.37 | 10.65 | 10.68 | 10.49 | 10.12 | 10.14 | 9.86 | 10.2 6 | 0.28 | 29.6 6 | 0.74 | 11.2 |
| 390 | 10.6 | 9.96 | 10.18 | 10.15 | 10.36 | 10.64 | 10.68 | 10.49 | 10.11 | 10.12 | 9.85 | 10.2 5 | 0.28 | 29.5 9 | 0.73 | 11.2 |
| 400 | 10.6 | 9.97 | 10.18 | 10.16 | 10.36 | 10.64 | 10.68 | 10.49 | 10.11 | 10.14 | 9.86 | 10.2 6 | 0.28 | 29.5 8 | 0.72 | 11.3 |
| 410 | 10.7 | 9.98 | 10.19 | 10.17 | 10.37 | 10.65 | 10.68 | 10.5 | 10.12 | 10.15 | 9.87 | 10.2 7 | 0.27 | 29.5 0 | 0.73 | 11.2 |
| 420 | 10.7 | 9.98 | 10.19 | 10.16 | 10.37 | 10.65 | 10.69 | 10.5 | 10.14 | 10.14 | 9.86 | 10.2 7 | 0.28 | 29.4 0 | 0.73 | 11.2 |
| 430 | 10.6 | 10 | 10.21 | 10.18 | 10.38 | 10.66 | 10.7 | 10.51 | 10.14 | 10.16 | 9.87 | 10.2 8 | 0.27 | 29.4 2 | 0.73 | 11.2 |
| 440 | 10.7 | 9.98 | 10.19 | 10.16 | 10.37 | 10.65 | 10.69 | 10.5 | 10.12 | 10.14 | 9.86 | 10.2 7 | 0.28 | 29.2 7 | 0.74 | 11.3 |
| 450 | 10.6 | 9.97 | 10.18 | 10.15 | 10.35 | 10.63 | 10.68 | 10.48 | 10.11 | 10.12 | 9.85 | 10.2 5 | 0.28 | 29.3 4 | 0.74 | 11.2 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|-------|------|------|
| 460 | 10.6 | 9.97 | 10.18 | 10.15 | 10.36 | 10.64 | 10.68 | 10.49 | 10.11 | 10.12 | 9.85 | 10.26 | 0.28 | 29.24 | 0.73 | 11.2 |
| 470 | 10.6 | 9.96 | 10.18 | 10.15 | 10.35 | 10.63 | 10.68 | 10.48 | 10.1 | 10.12 | 9.84 | 10.25 | 0.28 | 29.19 | 0.73 | 11.2 |
| 480 | 10.7 | 9.97 | 10.19 | 10.17 | 10.37 | 10.65 | 10.69 | 10.5 | 10.12 | 10.14 | 9.86 | 10.27 | 0.28 | 29.14 | 0.73 | 11.2 |
| 490 | 10.7 | 10 | 10.2 | 10.17 | 10.37 | 10.66 | 10.68 | 10.5 | 10.14 | 10.15 | 9.87 | 10.27 | 0.27 | 29.06 | 0.72 | 11.2 |
| 500 | 10.6 | 9.98 | 10.19 | 10.17 | 10.37 | 10.65 | 10.69 | 10.5 | 10.12 | 10.14 | 9.86 | 10.27 | 0.28 | 29.04 | 0.72 | 11.2 |
| 510 | 10.6 | 10.01 | 10.21 | 10.19 | 10.39 | 10.66 | 10.72 | 10.52 | 10.15 | 10.16 | 9.89 | 10.29 | 0.27 | 28.91 | 0.73 | 11.3 |
| 520 | 10.7 | 10 | 10.2 | 10.18 | 10.38 | 10.66 | 10.7 | 10.51 | 10.14 | 10.15 | 9.87 | 10.28 | 0.28 | 28.89 | 0.72 | 11.2 |
| 530 | 10.6 | 9.97 | 10.18 | 10.17 | 10.37 | 10.65 | 10.68 | 10.49 | 10.12 | 10.14 | 9.86 | 10.26 | 0.28 | 28.89 | 0.73 | 11.2 |
| 540 | 10.7 | 9.98 | 10.19 | 10.17 | 10.37 | 10.65 | 10.7 | 10.5 | 10.12 | 10.14 | 9.87 | 10.27 | 0.28 | 28.72 | 0.73 | 11.2 |
| 550 | 10.7 | 10 | 10.19 | 10.17 | 10.37 | 10.66 | 10.7 | 10.5 | 10.14 | 10.15 | 9.87 | 10.28 | 0.27 | 28.73 | 0.73 | 11.3 |
| 560 | 10.7 | 9.98 | 10.2 | 10.17 | 10.38 | 10.66 | 10.7 | 10.5 | 10.14 | 10.15 | 9.87 | 10.28 | 0.28 | 28.69 | 0.72 | 11.3 |
| 570 | 10.6 | 9.98 | 10.19 | 10.16 | 10.37 | 10.65 | 10.69 | 10.5 | 10.11 | 10.14 | 9.86 | 10.27 | 0.28 | 28.61 | 0.72 | 11.2 |
| 580 | 10.6 | 9.96 | 10.18 | 10.15 | 10.35 | 10.64 | 10.68 | 10.48 | 10.11 | 10.12 | 9.84 | 10.25 | 0.28 | 28.55 | 0.72 | 11.2 |
| 590 | 10.6 | 9.96 | 10.18 | 10.15 | 10.35 | 10.63 | 10.68 | 10.48 | 10.1 | 10.12 | 9.85 | 10.25 | 0.28 | 28.52 | 0.71 | 11.2 |
| 600 | 10.6 | 9.96 | 10.18 | 10.15 | 10.36 | 10.64 | 10.68 | 10.49 | 10.11 | 10.12 | 9.85 | 10.25 | 0.28 | 28.53 | 0.72 | 11.2 |

<오차(RMSE)계산>

| Tag 1 (1BF) | Tag 2 (1CF) | Tag 3 (99C) | Tag 4 (99B) | Tag 5 (9A1) | Tag 6 (1C8) | Tag 7 (998) | Tag 8 (1C6) | Tag 9 (1C1) | Tag 10 (9A3) |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| 0.4624 | 0.2304 | 0.2601 | 0.0961 | 0.0016 | 0.0001 | 0.0324 | 0.2916 | 0.2809 | 0.64 |
| 0.4489 | 0.2209 | 0.2401 | 0.09 | 0.0016 | 0.0004 | 0.0289 | 0.2809 | 0.2809 | 0.6084 |
| 0.4761 | 0.2304 | 0.2601 | 0.0961 | 0.0016 | 0.0001 | 0.0324 | 0.2916 | 0.2809 | 0.64 |
| 0.3136 | 0.1369 | 0.16 | 0.0361 | 0.0049 | 0.0144 | 0.0036 | 0.1849 | 0.1764 | 0.49 |
| 0.4489 | 0.2209 | 0.25 | 0.09 | 0.0009 | 0.0004 | 0.0289 | 0.2809 | 0.2704 | 0.6241 |
| 0.4489 | 0.2209 | 0.25 | 0.09 | 0.0016 | 0.0004 | 0.0324 | 0.2809 | 0.2809 | 0.6241 |
| 0.3481 | 0.16 | 0.1764 | 0.0484 | 0.0036 | 0.01 | 0.0081 | 0.2025 | 0.1936 | 0.5329 |
| 0.4489 | 0.2304 | 0.25 | 0.09 | 0.0016 | 0 | 0.0324 | 0.2916 | 0.2809 | 0.64 |
| 0.4356 | 0.2209 | 0.2401 | 0.0841 | 0.0016 | 0.0004 | 0.0256 | 0.2704 | 0.2601 | 0.6241 |
| 0.4356 | 0.2209 | 0.25 | 0.0841 | 0.0009 | 0.0004 | 0.0256 | 0.2809 | 0.2704 | 0.6241 |
| 0.4356 | 0.2209 | 0.25 | 0.0841 | 0.0016 | 0.0004 | 0.0289 | 0.2809 | 0.2704 | 0.6241 |
| 0.4489 | 0.2209 | 0.25 | 0.09 | 0.0016 | 0.0004 | 0.0289 | 0.2916 | 0.2809 | 0.64 |
| 0.4356 | 0.2116 | 0.2401 | 0.0841 | 0.0016 | 0.0004 | 0.0256 | 0.2704 | 0.2601 | 0.6084 |
| 0.2916 | 0.1156 | 0.1444 | 0.0324 | 0.0081 | 0.0256 | 0.0009 | 0.1521 | 0.1369 | 0.5184 |
| 0.3249 | 0.1444 | 0.1681 | 0.0441 | 0.0036 | 0.0121 | 0.0064 | 0.1936 | 0.1849 | 0.5041 |

| | | | | | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0.49 | 0.25 | 0.2916 | 0.1089 | 0.0036 | 0.0004 | 0.04 | 0.3364 | 0.3136 | 0.6889 |
| 0.3481 | 0.1764 | 0.1849 | 0.0529 | 0.0016 | 0.0081 | 0.0081 | 0.2116 | 0.1936 | 0.5329 |
| 0.3844 | 0.16 | 0.1936 | 0.0576 | 0.0009 | 0.0064 | 0.0121 | 0.2401 | 0.2116 | 0.5625 |
| 0.3481 | 0.1521 | 0.1764 | 0.0529 | 0.0025 | 0.0064 | 0.01 | 0.2116 | 0.2025 | 0.5329 |
| 0.4624 | 0.2304 | 0.2601 | 0.1024 | 0.0025 | 1E-04 | 0.0361 | 0.3025 | 0.2916 | 0.64 |
| 0.3364 | 0.1764 | 0.1681 | 0.0441 | 0.0036 | 0.01 | 0.0064 | 0.1936 | 0.1936 | 0.49 |
| 0.36 | 0.16 | 0.1936 | 0.0576 | 0.0009 | 0.0064 | 0.0121 | 0.2401 | 0.2116 | 0.5476 |
| 0.4624 | 0.2304 | 0.2601 | 0.0961 | 0.0016 | 0.0001 | 0.0289 | 0.2916 | 0.2809 | 0.6561 |
| 0.4489 | 0.2209 | 0.2401 | 0.0841 | 0.0009 | 0.0004 | 0.0256 | 0.2809 | 0.2704 | 0.64 |
| 0.4624 | 0.2304 | 0.2601 | 0.09 | 0.0016 | 0.0001 | 0.0324 | 0.2916 | 0.2916 | 0.64 |
| 0.5184 | 0.2601 | 0.2916 | 0.1089 | 0.0025 | 1E-04 | 0.04 | 0.3364 | 0.3136 | 0.7056 |
| 0.4761 | 0.2401 | 0.2704 | 0.0961 | 0.0016 | 0.0001 | 0.0324 | 0.3025 | 0.2916 | 0.6561 |
| 0.3481 | 0.1521 | 0.1681 | 0.0441 | 0.0036 | 0.0121 | 0.0064 | 0.2025 | 0.1936 | 0.5041 |
| 0.4624 | 0.2304 | 0.2601 | 0.0961 | 0.0016 | 0.0001 | 0.0324 | 0.3025 | 0.2916 | 0.64 |
| 0.49 | 0.25 | 0.2809 | 0.1089 | 0.0025 | 0.0004 | 0.04 | 0.3136 | 0.3025 | 0.7056 |
| 0.3364 | 0.1444 | 0.16 | 0.04 | 0.0036 | 0.0144 | 0.0064 | 0.1936 | 0.1849 | 0.49 |
| 0.36 | 0.16 | 0.1764 | 0.0484 | 0.0036 | 0.01 | 0.0081 | 0.2116 | 0.1936 | 0.5329 |
| 0.49 | 0.25 | 0.2704 | 0.1089 | 0.0025 | 1E-04 | 0.04 | 0.3136 | 0.3025 | 0.6561 |
| 0.5184 | 0.2601 | 0.2916 | 0.1089 | 0.0025 | 0.0004 | 0.04 | 0.3364 | 0.3025 | 0.7056 |
| 0.49 | 0.25 | 0.2704 | 0.1024 | 0.0016 | 0 | 0.04 | 0.3136 | 0.2916 | 0.6889 |
| 0.49 | 0.25 | 0.2809 | 0.1089 | 0.0025 | 0 | 0.04 | 0.3364 | 0.3025 | 0.6889 |
| 0.3844 | 0.1764 | 0.1936 | 0.0529 | 0.0016 | 0.0081 | 0.01 | 0.2304 | 0.2116 | 0.5329 |
| 0.5329 | 0.2704 | 0.2916 | 0.1089 | 0.0025 | 0.0004 | 0.0441 | 0.3364 | 0.3136 | 0.7056 |
| 0.4096 | 0.1764 | 0.2025 | 0.0576 | 0.0016 | 0.0064 | 0.0121 | 0.2401 | 0.2304 | 0.5625 |
| 0.3969 | 0.1764 | 0.1936 | 0.0576 | 0.0016 | 0.0064 | 0.0121 | 0.2401 | 0.2116 | 0.5476 |
| 0.5184 | 0.2601 | 0.2809 | 0.1089 | 0.0025 | 0.0004 | 0.04 | 0.3364 | 0.3025 | 0.6889 |
| 0.5184 | 0.2601 | 0.2916 | 0.1089 | 0.0025 | 1E-04 | 0.04 | 0.3136 | 0.3136 | 0.7056 |
| 0.36 | 0.1521 | 0.1764 | 0.0484 | 0.0036 | 0.01 | 0.0081 | 0.2116 | 0.1936 | 0.5329 |
| 0.5184 | 0.2601 | 0.2916 | 0.1089 | 0.0025 | 1E-04 | 0.04 | 0.3364 | 0.3136 | 0.7056 |
| 0.3969 | 0.1764 | 0.2025 | 0.0625 | 0.0009 | 0.0064 | 0.0144 | 0.2401 | 0.2304 | 0.5625 |
| 0.3969 | 0.1764 | 0.2025 | 0.0576 | 0.0016 | 0.0064 | 0.0121 | 0.2401 | 0.2304 | 0.5625 |
| 0.4096 | 0.1764 | 0.2025 | 0.0625 | 0.0009 | 0.0064 | 0.0144 | 0.25 | 0.2304 | 0.5776 |
| 0.5329 | 0.2601 | 0.2809 | 0.1089 | 0.0025 | 1E-04 | 0.04 | 0.3364 | 0.3136 | 0.7056 |
| 0.49 | 0.25 | 0.2809 | 0.1089 | 0.0016 | 0.0004 | 0.04 | 0.3136 | 0.3025 | 0.6889 |
| 0.3844 | 0.1681 | 0.1849 | 0.0529 | 0.0025 | 0.0081 | 0.01 | 0.2304 | 0.2116 | 0.5476 |
| 0.3481 | 0.1521 | 0.1681 | 0.0441 | 0.0036 | 0.0144 | 0.0064 | 0.2025 | 0.1936 | 0.5041 |
| 0.49 | 0.25 | 0.2704 | 0.1024 | 0.0016 | 0 | 0.0361 | 0.3136 | 0.3025 | 0.6889 |
| 0.3969 | 0.1764 | 0.1849 | 0.0529 | 0.0025 | 0.0064 | 0.0121 | 0.2304 | 0.2116 | 0.5476 |
| 0.5184 | 0.2601 | 0.2809 | 0.1089 | 0.0025 | 0 | 0.04 | 0.3364 | 0.3136 | 0.6889 |
| 0.49 | 0.2601 | 0.2809 | 0.1089 | 0.0016 | 0 | 0.04 | 0.3136 | 0.3025 | 0.6889 |
| 0.5184 | 0.25 | 0.2809 | 0.1024 | 0.0016 | 0 | 0.04 | 0.3136 | 0.3025 | 0.6889 |
| 0.3844 | 0.1681 | 0.1936 | 0.0529 | 0.0025 | 0.0081 | 0.01 | 0.2401 | 0.2116 | 0.5476 |

| | | | | | | | | | | | |
|----------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------------|
| 합계 | 25.91 | 12.892 | 13.882 | 4.7183 | 0.1326 | 0.2494 | 1.4412 | 16.143 | 15.278 | 36.531 | 평균 0.40 |
| 오차 RMS E | 0.66 | 0.46 | 0.48 | 0.28 | 0.05 | 0.06 | 0.15 | 5 | 6 | 2 | |

실험 온도: 20℃ (2013년 3월 19일 오후 3시)

<실험조건>.

| | |
|-------|------|
| 온도 | 20도 |
| 측정시간 | 10시간 |
| 측정간격 | 10분 |
| 센서태그수 | 10개 |

<실험결과>

| | | | |
|-----|-------|------------|--------------|
| | 기준온도 | 센서태그 온도 | 오차 (RMSE) |
| 평균 | 20.45 | 20.58 | 0.18 |
| STD | 0.05 | 0.04 | |

| 시간 (min) | 기준온도 1(℃) | 센서태그온도 (℃) | | | | | | | | | | 태그습도 (%) | | | |
|-------------|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|----------|------|-------|------|
| | | Tag 1 (1C1) | Tag 2 (1CF) | Tag 3 (99C) | Tag 4 (99B) | Tag 5 (1C8) | Tag 6 (9A1) | Tag 7 (998) | Tag 8 (1C6) | Tag 9 (1BF) | Tag 10 (9A3) | 평균 | STD | 평균 | STD |
| 10 | 20.5 | 20.69 | 20.77 | 20.66 | 20.71 | 20.61 | 20.74 | 20.54 | 20.38 | 20.43 | 20.44 | 20.60 | 0.14 | 23.74 | 0.55 |
| 20 | 20.5 | 20.68 | 20.74 | 20.65 | 20.69 | 20.58 | 20.73 | 20.53 | 20.38 | 20.42 | 20.43 | 20.58 | 0.14 | 23.66 | 0.55 |
| 30 | 20.4 | 20.69 | 20.77 | 20.67 | 20.71 | 20.61 | 20.76 | 20.54 | 20.39 | 20.43 | 20.44 | 20.60 | 0.14 | 23.64 | 0.54 |
| 40 | 20.5 | 20.69 | 20.76 | 20.67 | 20.71 | 20.62 | 20.74 | 20.55 | 20.38 | 20.43 | 20.44 | 20.60 | 0.14 | 23.59 | 0.54 |
| 50 | 20.4 | 20.68 | 20.74 | 20.66 | 20.7 | 20.61 | 20.73 | 20.53 | 20.38 | 20.42 | 20.43 | 20.59 | 0.14 | 23.57 | 0.55 |
| 60 | 20.4 | 20.69 | 20.76 | 20.66 | 20.7 | 20.61 | 20.73 | 20.54 | 20.39 | 20.42 | 20.43 | 20.59 | 0.14 | 23.47 | 0.54 |
| 70 | 20.4 | 20.68 | 20.74 | 20.65 | 20.69 | 20.58 | 20.73 | 20.52 | 20.38 | 20.42 | 20.43 | 20.58 | 0.14 | 23.44 | 0.56 |
| 80 | 20.5 | 20.7 | 20.78 | 20.68 | 20.71 | 20.63 | 20.77 | 20.56 | 20.41 | 20.44 | 20.44 | 20.61 | 0.14 | 23.42 | 0.55 |
| 90 | 20.5 | 20.68 | 20.74 | 20.66 | 20.7 | 20.59 | 20.74 | 20.54 | 20.39 | 20.42 | 20.43 | 20.59 | 0.14 | 23.34 | 0.56 |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|-----------|------|-----------|------|
| 100 | 20.5 | 20.7 | 20.77 | 20.67 | 20.71 | 20.62 | 20.74 | 20.55 | 20.39 | 20.44 | 20.4 4 | 20.6 0 | 0.14 | 23.2 7 | 0.55 |
| 110 | 20.4 | 20.66 | 20.73 | 20.64 | 20.67 | 20.58 | 20.72 | 20.52 | 20.37 | 20.41 | 20.4 2 | 20.5 7 | 0.13 | 23.2 1 | 0.55 |
| 120 | 20.4 | 20.67 | 20.74 | 20.65 | 20.69 | 20.59 | 20.73 | 20.53 | 20.38 | 20.41 | 20.4 3 | 20.5 8 | 0.14 | 23.2 8 | 0.54 |
| 130 | 20.5 | 20.69 | 20.77 | 20.67 | 20.71 | 20.62 | 20.76 | 20.55 | 20.39 | 20.43 | 20.4 4 | 20.6 0 | 0.14 | 23.2 3 | 0.56 |
| 140 | 20.5 | 20.7 | 20.77 | 20.68 | 20.71 | 20.62 | 20.77 | 20.55 | 20.39 | 20.43 | 20.4 4 | 20.6 1 | 0.14 | 23.1 0 | 0.56 |
| 150 | 20.5 | 20.7 | 20.77 | 20.67 | 20.71 | 20.62 | 20.74 | 20.55 | 20.38 | 20.42 | 20.4 4 | 20.6 0 | 0.14 | 23.0 9 | 0.55 |
| 160 | 20.4 | 20.66 | 20.73 | 20.64 | 20.68 | 20.58 | 20.72 | 20.52 | 20.36 | 20.4 | 20.4 1 | 20.5 7 | 0.14 | 23.1 3 | 0.53 |
| 170 | 20.5 | 20.67 | 20.73 | 20.64 | 20.68 | 20.58 | 20.72 | 20.52 | 20.37 | 20.41 | 20.4 2 | 20.5 7 | 0.14 | 23.1 5 | 0.54 |
| 180 | 20.5 | 20.67 | 20.74 | 20.65 | 20.69 | 20.59 | 20.73 | 20.53 | 20.38 | 20.42 | 20.4 2 | 20.5 8 | 0.14 | 23.1 4 | 0.54 |
| 190 | 20.4 | 20.69 | 20.76 | 20.66 | 20.71 | 20.61 | 20.74 | 20.54 | 20.39 | 20.42 | 20.4 3 | 20.6 0 | 0.14 | 22.9 8 | 0.54 |
| 200 | 20.5 | 20.69 | 20.77 | 20.66 | 20.71 | 20.59 | 20.74 | 20.54 | 20.39 | 20.42 | 20.4 4 | 20.6 0 | 0.14 | 22.9 4 | 0.54 |
| 210 | 20.5 | 20.68 | 20.76 | 20.66 | 20.7 | 20.59 | 20.73 | 20.54 | 20.39 | 20.42 | 20.4 3 | 20.5 9 | 0.14 | 22.9 0 | 0.54 |
| 220 | 20.4 | 20.96 | 21.04 | 20.92 | 20.95 | 20.89 | 21 | 20.86 | 20.69 | 20.72 | 20.7 2 | 20.8 8 | 0.12 | 24.9 0 | 0.52 |
| 230 | 20.4 | 20.65 | 20.72 | 20.63 | 20.67 | 20.59 | 20.71 | 20.53 | 20.38 | 20.42 | 20.4 2 | 20.5 7 | 0.13 | 24.7 1 | 0.53 |
| 240 | 20.4 | 20.62 | 20.69 | 20.59 | 20.63 | 20.55 | 20.68 | 20.48 | 20.34 | 20.38 | 20.3 8 | 20.5 3 | 0.13 | 24.5 3 | 0.52 |
| 250 | 20.4 | 20.63 | 20.7 | 20.62 | 20.65 | 20.56 | 20.69 | 20.49 | 20.34 | 20.38 | 20.3 9 | 20.5 5 | 0.14 | 24.2 4 | 0.53 |
| 260 | 20.5 | 20.65 | 20.72 | 20.63 | 20.66 | 20.56 | 20.71 | 20.5 | 20.36 | 20.4 | 20.4 6 | 20.5 6 | 0.14 | 23.6 5 | 0.54 |
| 270 | 20.4 | 20.66 | 20.73 | 20.64 | 20.67 | 20.57 | 20.71 | 20.51 | 20.36 | 20.4 | 20.4 1 | 20.5 7 | 0.14 | 23.4 7 | 0.54 |
| 280 | 20.4 | 20.67 | 20.73 | 20.64 | 20.68 | 20.58 | 20.72 | 20.52 | 20.37 | 20.41 | 20.4 2 | 20.5 7 | 0.14 | 23.4 6 | 0.53 |
| 290 | 20.5 | 20.67 | 20.73 | 20.64 | 20.68 | 20.58 | 20.72 | 20.51 | 20.37 | 20.41 | 20.4 2 | 20.5 7 | 0.14 | 23.3 7 | 0.55 |
| 300 | 20.4 | 20.68 | 20.76 | 20.65 | 20.69 | 20.59 | 20.73 | 20.53 | 20.38 | 20.42 | 20.4 3 | 20.5 9 | 0.14 | 23.3 1 | 0.55 |
| 310 | 20.4 | 20.67 | 20.73 | 20.64 | 20.68 | 20.58 | 20.72 | 20.52 | 20.37 | 20.42 | 20.4 2 | 20.5 8 | 0.13 | 23.3 0 | 0.55 |
| 320 | 20.4 | 20.68 | 20.74 | 20.66 | 20.69 | 20.59 | 20.73 | 20.54 | 20.38 | 20.42 | 20.4 3 | 20.5 9 | 0.14 | 23.4 0 | 0.54 |
| 330 | 20.5 | 20.67 | 20.74 | 20.65 | 20.69 | 20.58 | 20.72 | 20.53 | 20.37 | 20.42 | 20.4 3 | 20.5 8 | 0.14 | 23.4 0 | 0.55 |
| 340 | 20.4 | 20.65 | 20.73 | 20.64 | 20.68 | 20.57 | 20.72 | 20.52 | 20.36 | 20.39 | 20.4 1 | 20.5 7 | 0.14 | 23.3 5 | 0.54 |
| 350 | 20.4 | 20.67 | 20.73 | 20.64 | 20.68 | 20.57 | 20.72 | 20.52 | 20.36 | 20.41 | 20.4 2 | 20.5 7 | 0.14 | 23.3 3 | 0.54 |
| 360 | 20.5 | 20.66 | 20.73 | 20.64 | 20.67 | 20.57 | 20.71 | 20.52 | 20.36 | 20.4 | 20.4 1 | 20.5 7 | 0.14 | 23.3 4 | 0.55 |
| 370 | 20.5 | 20.67 | 20.73 | 20.64 | 20.68 | 20.57 | 20.72 | 20.52 | 20.36 | 20.4 | 20.4 2 | 20.5 7 | 0.14 | 23.3 1 | 0.54 |
| 380 | 20.4 | 20.66 | 20.73 | 20.64 | 20.67 | 20.57 | 20.71 | 20.51 | 20.36 | 20.4 | 20.4 1 | 20.5 7 | 0.14 | 23.3 2 | 0.55 |
| 390 | 20.5 | 20.66 | 20.73 | 20.64 | 20.68 | 20.57 | 20.72 | 20.52 | 20.37 | 20.4 | 20.4 1 | 20.5 7 | 0.14 | 23.2 9 | 0.56 |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|
| 400 | 20.4 | 20.68 | 20.76 | 20.66 | 20.7 | 20.61 | 20.74 | 20.54 | 20.39 | 20.42 | 20.44 | 20.59 | 0.14 | 23.40 | 0.55 |
| 410 | 20.4 | 20.68 | 20.74 | 20.65 | 20.69 | 20.59 | 20.73 | 20.53 | 20.38 | 20.41 | 20.43 | 20.58 | 0.14 | 23.50 | 0.54 |
| 420 | 20.5 | 20.66 | 20.73 | 20.64 | 20.67 | 20.57 | 20.72 | 20.52 | 20.36 | 20.4 | 20.42 | 20.57 | 0.14 | 23.49 | 0.53 |
| 430 | 20.5 | 20.67 | 20.73 | 20.65 | 20.68 | 20.58 | 20.72 | 20.53 | 20.36 | 20.4 | 20.42 | 20.57 | 0.14 | 23.52 | 0.55 |
| 440 | 20.4 | 20.67 | 20.74 | 20.64 | 20.68 | 20.59 | 20.72 | 20.53 | 20.38 | 20.41 | 20.42 | 20.58 | 0.13 | 23.73 | 0.54 |
| 450 | 20.4 | 20.65 | 20.71 | 20.63 | 20.66 | 20.56 | 20.7 | 20.51 | 20.35 | 20.39 | 20.46 | 20.56 | 0.14 | 23.46 | 0.53 |
| 460 | 20.5 | 20.67 | 20.73 | 20.64 | 20.68 | 20.58 | 20.72 | 20.52 | 20.37 | 20.4 | 20.42 | 20.57 | 0.14 | 23.49 | 0.55 |
| 470 | 20.4 | 20.66 | 20.73 | 20.64 | 20.68 | 20.57 | 20.71 | 20.52 | 20.36 | 20.4 | 20.41 | 20.57 | 0.14 | 23.71 | 0.54 |
| 480 | 20.4 | 20.65 | 20.71 | 20.62 | 20.66 | 20.56 | 20.7 | 20.51 | 20.35 | 20.38 | 20.45 | 20.55 | 0.14 | 23.69 | 0.54 |
| 490 | 20.4 | 20.66 | 20.72 | 20.64 | 20.67 | 20.57 | 20.71 | 20.51 | 20.36 | 20.39 | 20.41 | 20.56 | 0.14 | 23.70 | 0.54 |
| 500 | 20.4 | 20.67 | 20.74 | 20.65 | 20.69 | 20.57 | 20.72 | 20.52 | 20.36 | 20.4 | 20.42 | 20.57 | 0.14 | 23.56 | 0.54 |
| 510 | 20.5 | 20.68 | 20.76 | 20.66 | 20.69 | 20.59 | 20.73 | 20.53 | 20.38 | 20.4 | 20.43 | 20.59 | 0.14 | 23.49 | 0.53 |
| 520 | 20.4 | 20.67 | 20.73 | 20.64 | 20.67 | 20.58 | 20.71 | 20.52 | 20.36 | 20.4 | 20.42 | 20.57 | 0.14 | 23.46 | 0.53 |
| 530 | 20.5 | 20.67 | 20.73 | 20.64 | 20.68 | 20.57 | 20.72 | 20.52 | 20.36 | 20.4 | 20.42 | 20.57 | 0.14 | 23.47 | 0.55 |
| 540 | 20.4 | 20.67 | 20.73 | 20.64 | 20.68 | 20.57 | 20.72 | 20.52 | 20.36 | 20.4 | 20.42 | 20.57 | 0.14 | 23.34 | 0.55 |
| 550 | 20.4 | 20.68 | 20.74 | 20.65 | 20.69 | 20.58 | 20.73 | 20.53 | 20.37 | 20.41 | 20.42 | 20.58 | 0.14 | 23.19 | 0.58 |
| 560 | 20.5 | 20.67 | 20.74 | 20.65 | 20.69 | 20.58 | 20.72 | 20.53 | 20.37 | 20.41 | 20.42 | 20.58 | 0.14 | 23.63 | 0.54 |
| 570 | 20.5 | 20.66 | 20.73 | 20.64 | 20.67 | 20.57 | 20.71 | 20.51 | 20.36 | 20.39 | 20.41 | 20.57 | 0.14 | 23.62 | 0.54 |
| 580 | 20.4 | 20.66 | 20.73 | 20.64 | 20.68 | 20.58 | 20.72 | 20.52 | 20.36 | 20.4 | 20.41 | 20.57 | 0.14 | 23.41 | 0.55 |
| 590 | 20.4 | 20.65 | 20.72 | 20.64 | 20.67 | 20.56 | 20.71 | 20.51 | 20.36 | 20.39 | 20.41 | 20.56 | 0.14 | 23.24 | 0.55 |
| 600 | 20.5 | 20.68 | 20.74 | 20.66 | 20.71 | 20.59 | 20.74 | 20.54 | 20.38 | 20.41 | 20.43 | 20.59 | 0.14 | 23.07 | 0.57 |

<오차(RMSE) 계산>

| Tag 1 (1C1) | Tag 2 (1CF) | Tag 3 (99C) | Tag 4 (99B) | Tag 5 (1C8) | Tag 6 (9A1) | Tag 7 (998) | Tag 8 (1C6) | Tag 9 (1BF) | Tag 10 (9A3) |
|----------------|--------------------|----------------|----------------|----------------|--------------------|----------------|----------------|--------------------|---------------------|
| 0.0361 | 0.0729 | 0.0256 | 0.0441 | 0.0121 | 0.0576 | 0.0016 | 0.0144 | 0.0049 | 0.0036 |
| 0.0324 | 0.0576 | 0.0225 | 0.0361 | 0.0064 | 0.0529 | 0.0009 | 0.0144 | 0.0064 | 0.0049 |
| 0.0841 | 0.1369 | 0.0729 | 0.0961 | 0.0441 | 0.1296 | 0.0196 | 1E-04 | 0.0009 | 0.0016 |
| 0.0361 | 0.0676 | 0.0289 | 0.0441 | 0.0144 | 0.0576 | 0.0025 | 0.0144 | 0.0049 | 0.0036 |
| 0.0784 | 0.1156 | 0.0676 | 0.09 | 0.0441 | 0.1089 | 0.0169 | 0.0004 | 0.0004 | 0.0009 |
| 0.0841 | 0.1296 | 0.0676 | 0.09 | 0.0441 | 0.1089 | 0.0196 | 1E-04 | 0.0004 | 0.0009 |
| 0.0784 | 0.1156 | 0.0625 | 0.0841 | 0.0324 | 0.1089 | 0.0144 | 0.0004 | 0.0004 | 0.0009 |
| 0.04 | 0.0784 | 0.0324 | 0.0441 | 0.0169 | 0.0729 | 0.0036 | 0.0081 | 0.0036 | 0.0016 |
| 0.0324 | 0.0576 | 0.0256 | 0.04 | 0.0081 | 0.0576 | 0.0016 | 0.0121 | 0.0064 | 0.0049 |
| 0.04 | 0.0729 | 0.0289 | 0.0441 | 0.0144 | 0.0576 | 0.0025 | 0.0121 | 0.0036 | 0.0036 |
| 0.0676 | 0.1089 | 0.0576 | 0.0729 | 0.0324 | 0.1024 | 0.0144 | 0.0009 | 0.0001 | 0.0004 |
| 0.0729 | 0.1156 | 0.0625 | 0.0841 | 0.0361 | 0.1089 | 0.0169 | 0.0004 | 0.0001 | 0.0009 |
| 0.0361 | 0.0729 | 0.0289 | 0.0441 | 0.0144 | 0.0676 | 0.0025 | 0.0121 | 0.0049 | 0.0036 |
| 0.04 | 0.0729 | 0.0324 | 0.0441 | 0.0144 | 0.0729 | 0.0025 | 0.0121 | 0.0049 | 0.0036 |
| 0.04 | 0.0729 | 0.0289 | 0.0441 | 0.0144 | 0.0576 | 0.0025 | 0.0144 | 0.0064 | 0.0036 |
| 0.0676 | 0.1089 | 0.0576 | 0.0784 | 0.0324 | 0.1024 | 0.0144 | 0.0016 | 0 | 0.0001 |
| 0.0289 | 0.0529 | 0.0196 | 0.0324 | 0.0064 | 0.0484 | 0.0004 | 0.0169 | 0.0081 | 0.0064 |
| 0.0289 | 0.0576 | 0.0225 | 0.0361 | 0.0081 | 0.0529 | 0.0009 | 0.0144 | 0.0064 | 0.0064 |
| 0.0841 | 0.1296 | 0.0676 | 0.0961 | 0.0441 | 0.1156 | 0.0196 | 1E-04 | 0.0004 | 0.0009 |
| 0.0361 | 0.0729 | 0.0256 | 0.0441 | 0.0081 | 0.0576 | 0.0016 | 0.0121 | 0.0064 | 0.0036 |
| 0.0324 | 0.0676 | 0.0256 | 0.04 | 0.0081 | 0.0529 | 0.0016 | 0.0121 | 0.0064 | 0.0049 |
| 0.3136 | 0.4096 | 0.2704 | 0.3025 | 0.2401 | 0.36 | 0.2116 | 0.0841 | 0.1024 | 0.1024 |
| 0.0625 | 0.1024 | 0.0529 | 0.0729 | 0.0361 | 0.0961 | 0.0169 | 0.0004 | 0.0004 | 0.0004 |
| 0.0484 | 0.0841 | 0.0361 | 0.0529 | 0.0225 | 0.0784 | 0.0064 | 0.0036 | 0.0004 | 0.0004 |
| 0.0529 | 0.09 | 0.0484 | 0.0625 | 0.0256 | 0.0841 | 0.0081 | 0.0036 | 0.0004 | 1E-04 |
| 0.0225 | 0.0484 | 0.0169 | 0.0256 | 0.0036 | 0.0441 | 0 | 0.0196 | 0.01 | 0.01 |
| 0.0676 | 0.1089 | 0.0576 | 0.0729 | 0.0289 | 0.0961 | 0.0121 | 0.0016 | 0 | 0.0001 |
| 0.0729 | 0.1089 | 0.0576 | 0.0784 | 0.0324 | 0.1024 | 0.0144 | 0.0009 | 0.0001 | 0.0004 |
| 0.0289 | 0.0529 | 0.0196 | 0.0324 | 0.0064 | 0.0484 | 0.0001 | 0.0169 | 0.0081 | 0.0064 |
| 0.0784 | 0.1296 | 0.0625 | 0.0841 | 0.0361 | 0.1089 | 0.0169 | 0.0004 | 0.0004 | 0.0009 |
| 0.0729 | 0.1089 | 0.0576 | 0.0784 | 0.0324 | 0.1024 | 0.0144 | 0.0009 | 0.0004 | 0.0004 |
| 0.0784 | 0.1156 | 0.0676 | 0.0841 | 0.0361 | 0.1089 | 0.0196 | 0.0004 | 0.0004 | 0.0009 |
| 0.0289 | 0.0576 | 0.0225 | 0.0361 | 0.0064 | 0.0484 | 0.0009 | 0.0169 | 0.0064 | 0.0049 |
| 0.0625 | 0.1089 | 0.0576 | 0.0784 | 0.0289 | 0.1024 | 0.0144 | 0.0016 | 1E-04 | 0.0001 |
| 0.0729 | 0.1089 | 0.0576 | 0.0784 | 0.0289 | 0.1024 | 0.0144 | 0.0016 | 0.0001 | 0.0004 |
| 0.0256 | 0.0529 | 0.0196 | 0.0289 | 0.0049 | 0.0441 | 0.0004 | 0.0196 | 0.01 | 0.0081 |

| | | | | | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0.0289 | 0.0529 | 0.0196 | 0.0324 | 0.0049 | 0.0484 | 0.0004 | 0.0196 | 0.01 | 0.0064 |
| 0.0676 | 0.1089 | 0.0576 | 0.0729 | 0.0289 | 0.0961 | 0.0121 | 0.0016 | 0 | 0.0001 |
| 0.0256 | 0.0529 | 0.0196 | 0.0324 | 0.0049 | 0.0484 | 0.0004 | 0.0169 | 0.01 | 0.0081 |
| 0.0784 | 0.1296 | 0.0676 | 0.09 | 0.0441 | 0.1156 | 0.0196 | 1E-04 | 0.0004 | 0.0016 |
| 0.0784 | 0.1156 | 0.0625 | 0.0841 | 0.0361 | 0.1089 | 0.0169 | 0.0004 | 0.0001 | 0.0009 |
| 0.0256 | 0.0529 | 0.0196 | 0.0289 | 0.0049 | 0.0484 | 0.0004 | 0.0196 | 0.01 | 0.0064 |
| 0.0289 | 0.0529 | 0.0225 | 0.0324 | 0.0064 | 0.0484 | 0.0009 | 0.0196 | 0.01 | 0.0064 |
| 0.0729 | 0.1156 | 0.0576 | 0.0784 | 0.0361 | 0.1024 | 0.0169 | 0.0004 | 0.0001 | 0.0004 |
| 0.0625 | 0.0961 | 0.0529 | 0.0676 | 0.0256 | 0.09 | 0.0121 | 0.0025 | 1E-04 | 0 |
| 0.0289 | 0.0529 | 0.0196 | 0.0324 | 0.0064 | 0.0484 | 0.0004 | 0.0169 | 0.01 | 0.0064 |
| 0.0676 | 0.1089 | 0.0576 | 0.0784 | 0.0289 | 0.0961 | 0.0144 | 0.0016 | 0 | 0.0001 |
| 0.0625 | 0.0961 | 0.0484 | 0.0676 | 0.0256 | 0.09 | 0.0121 | 0.0025 | 0.0004 | 0 |
| 0.0676 | 0.1024 | 0.0576 | 0.0729 | 0.0289 | 0.0961 | 0.0121 | 0.0016 | 1E-04 | 0.0001 |
| 0.0729 | 0.1156 | 0.0625 | 0.0841 | 0.0289 | 0.1024 | 0.0144 | 0.0016 | 0 | 0.0004 |
| 0.0324 | 0.0676 | 0.0256 | 0.0361 | 0.0081 | 0.0529 | 0.0009 | 0.0144 | 0.01 | 0.0049 |
| 0.0729 | 0.1089 | 0.0576 | 0.0729 | 0.0324 | 0.0961 | 0.0144 | 0.0016 | 0 | 0.0004 |
| 0.0289 | 0.0529 | 0.0196 | 0.0324 | 0.0049 | 0.0484 | 0.0004 | 0.0196 | 0.01 | 0.0064 |
| 0.0729 | 0.1089 | 0.0576 | 0.0784 | 0.0289 | 0.1024 | 0.0144 | 0.0016 | 0 | 0.0004 |
| 0.0784 | 0.1156 | 0.0625 | 0.0841 | 0.0324 | 0.1089 | 0.0169 | 0.0009 | 0.0001 | 0.0004 |
| 0.0289 | 0.0576 | 0.0225 | 0.0361 | 0.0064 | 0.0484 | 0.0009 | 0.0169 | 0.0081 | 0.0064 |
| 0.0256 | 0.0529 | 0.0196 | 0.0289 | 0.0049 | 0.0441 | 0.0001 | 0.0196 | 0.0121 | 0.0081 |
| 0.0676 | 0.1089 | 0.0576 | 0.0784 | 0.0324 | 0.1024 | 0.0144 | 0.0016 | 0 | 0.0001 |
| 0.0625 | 0.1024 | 0.0576 | 0.0729 | 0.0256 | 0.0961 | 0.0121 | 0.0016 | 1E-04 | 0.0001 |
| 0.0324 | 0.0576 | 0.0256 | 0.0441 | 0.0081 | 0.0576 | 0.0016 | 0.0144 | 0.0081 | 0.0049 |
| 3.4363 | 5.6116 | 2.7988 | 3.8164 | 1.5199 | 5.0757 | 0.7203 | 0.5428 | 0.3153 | 0.2662 |
| 0.24 | 0.31 | 0.22 | 0.25 | 0.16 | 0.29 | 0.11 | 0.10 | 0.07 | 0.07 |

오차(RMS
E)

평균
0.1
8

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 u-IT 기반의 스마트 농축산물 유통 및 저장관리 시스템사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 u-IT 기반의 스마트 농축산물 유통 및 저장관리 시스템사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.
