

별 간 등 록 번 호

11-15410000-000515-01

양돈 환경 최적화를 위한 다중 센서  
기반의 통합 자가진단 및  
조절 시스템 개발

(Development of Integrated Control and  
Self-diagnosis System Based  
on Multi-sensor for Optimizing  
of Pig Keeping Environment)

농림수산식품자료실



0004562

(영)탐라유통

농림수산식품부

# 제 출 문

농림수산식품부 장관 귀하

이 보고서를 “양돈 환경 최적화를 위한 다중 센서 기반의 통합 자가진단 및 조절 시스템 개발” 과제의 보고서로 제출합니다.

2010년 7월 일

주관연구기관명 : 영농조합법인탐라유통

주관연구책임자 : 최 병 남

연 구 원 : 김 용 성

연 구 원 : 김 동 희

협동연구기관명 : 제주대학교

협동연구책임자 : 김 도 현

협동연구기관명 : 아라커뮤니케이션즈

협동연구책임자 : 박 경 배

협동연구기관명 : 함컨설팅

협동연구책임자 : 함 영 화

# 요 약 문

## I. 제 목

양돈 환경 최적화를 위한 다중 센서 기반의 통합 자가진단 및 조절 시스템 개발

## II. 연구개발의 목적 및 필요성

일반적인 양돈장의 돈사에서 단일(온도)센서정보에 의존하여 환경을 제어함으로써 사육 돼지의 적정한 환경유지에 문제점을 보유하고 있으므로, 본 연구에서는 양돈장의 육성(이유 자돈-자돈 중심으로)사에서 다중(온도, 습도, 풍속, 유해가스)환경센서를 통한 정보의 실시간 분석과 환경정보와 생산성적을 연계 분석하여 농장 자체적으로 문제점 진단과 최적화된 환경 제어 방안(수준)을 제공하는 시스템의 논리개발과 제어시스템 개발을 목적으로 한다.

양돈장의 현장 컨설팅 사례에서 환경개선 및 효율적인 환경제어를 활용함으로써 성적개선 실증사례가 다수 보고되고 있다. 그럼에도 불구하고 양돈장에서 빠르게 접목하거나 활용하지 못하는 이유는 지속적이고 신속한 돈사의 환경정보를 수집할 수 없고 수집된 환경 정보를 분석하여 문제예측과 개선방안을 도출하는 전문지식이 부족하기 때문이다.

환경관련 컨설턴트의 조언에 따라 개선하는 농장의 경우에도 지속적으로 컨설턴트로부터 필요할 때 조언을 얻기가 쉽지 않으며, 환경 컨설턴트도 일시적인 측정정보를 통한 조언 보다는 연속적인 정보와 생산성적이 함께 연계된 자료를 통하여 컨설팅 하는 것이 효과적이다.

## III. 연구개발 내용 및 범위

- 1) 양돈장의 다중환경센서 정보와 생산성에 대한 정보의 연계 분석
- 2) 양돈장의 다중환경센서 정보의 실시간 진단을 통한 문제점 도출 및 개선방안 제시 자가진

## 단 프로그램 개발

- 3) 양돈장의 자가진단 산출 개선방안에 따른 환경제어 프로그램 개발

## IV. 연구개발결과

- 1) 다중환경 센서에 의한 환경정보의 모니터링 시스템 개발
- 2) 다중환경 센서 정보의 적정성 자가진단 시스템 개발
- 3) 다중환경 측정정보의 문제도출시 제어를 위한 권장기준 제시 시스템 개발

## V. 연구성과 및 성과활용 계획

본 연구 사업을 통하여 얻은 연구성과는 다중환경 모니터링을 통한 돈사 환경관리가 온도에 의존하는 기존방식 보다는 돼지의 생산성을 높일 수 있도록 관리가 가능하다는 것을 입증하였다. 다중환경 측정정보의 효율적인 분석과 적정환경 도출을 위한 알고리즘을 개발하여 축산의 문제점과 수준을 계산할 수 있는 시스템을 개발하였다.

이러한 시스템은 현장에서 컨트롤러와 함께 접목되어 운영되면 많은 농장의 생산성 개선과 에너지 효율적인 관리가 가능할 것으로 보인다.

향후 추가연구를 필요로 하는 부분은 다양한 현장에서의 경우를 추가하여 알고리즘과 제어수준 도출의 정교화를 시킬 필요가 있으며 이를 통하여 상업화가 가능할 것으로 판단된다.

## SUMMARY

Recently, the RFID, GPA, sensor network technology is emerging as an aspect of digital convergence trends which is being rapidly evolving in the intelligent society. The technological feasibility for the various ubiquitous services is researching in numerous industries, but, in the agricultural field, the market of ubiquitous application service, technology adoption and commercialization have been delayed. In the agricultural field, the ubiquitous technologies could lead to huge change in the conventional surroundings such as growth environment of livestock, crop cultivation and harvest. In this report, we develop an integrated control and self-diagnosis system based on multi-sensor for optimizing of pig keeping environment. This system is consisted multiple sensors to collect information from physical phenomenon such as luminance, humidity, temperature, wind speed, and gas. And, this system support to control the electric fan, ventilation fan, warm air circulator, etc.

# CONTENTS

Chapter 1 Introduction of Research and Development Project . . . . .	1
Chapter 2 Survey of Technique Development . . . . .	3
2.1 Domestic Technique . . . . .	3
2.2 Foreign Technique . . . . .	5
2.3 Abstract of Technique . . . . .	10
Chapter 3 Contents and Result of Project . . . . .	12
3.1 Algorithm of Control and Self-diagnosis System Based on Multi-sensor for Optimizing . . . . .	12
3.2 Program Design of Control and Self-diagnosis in Pig Farms . . . . .	17
3.3 Program Implementation of Control and Self-diagnosis in Pig Farms	22
3.4 DataBase Design for Real-time Monitoring in Pig Farms . . . . .	28
3.5 Application Design for Monitoring in Pig Farms . . . . .	32
3.6 Application Implementation for Monitoring in Pig Farms . . . . .	38
3.7 Keeping Test for Monitoring in Pig Farms . . . . .	45
3.8 Development of Control System for Real-time Monitoring . . . . .	56
Chapter 4 Attainment of Goal and Contribution . . . . .	93
Chapter 5 Result and Application Plan of Research . . . . .	95
Chapter 6 Collection Foreign Information . . . . .	96
Chapter 7 Reference . . . . .	97

# 목 차

제 1 장 연구개발과제의 개요 . . . . .	1
제 2 장 국내외 기술개발 현황 . . . . .	3
제 1 절 국외 기술 개발 현황 . . . . .	3
제 2 절 국외 기술 개발 현황 . . . . .	5
제 3 절 국내·외의 기술 개발 요약 . . . . .	10
제 3 장 연구개발 수행 내용 및 결과 . . . . .	12
제 1 절 다중 센싱 정보 기반의 양돈 환경 자가진단 및 조절 알고리즘 . . . . .	12
제 2 절 양돈 환경 자가진단 및 조절 프로그램 설계 . . . . .	17
제 3 절 양돈 환경 자가진단 및 조절 프로그램 구현 . . . . .	22
제 4 절 양돈 환경 실시간 모니터링을 위한 데이터베이스 구축 . . . . .	28
제 5 절 실시간 양돈 환경 모니터링 응용 설계 . . . . .	32
제 6 절 실시간 양돈 환경 모니터링 응용 구현 . . . . .	38
제 7 절 양돈 환경 모니터링을 통한 돼지사양시험 . . . . .	45
제 8 절 양돈 환경 모니터링을 통한 자가진단 시스템 개발 . . . . .	56
제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도 . . . . .	93
제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획 . . . . .	95
제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보 . . . . .	96
제 7 장 참고문헌 . . . . .	97

# 제 1 장 연구개발과제의 개요

## (1) 경제적-산업적 중요성

양돈장 다중환경센서 관리시스템을 통하여 국가적인 차원에서 국내 양돈장의 축사시설에 대한 신축보다는 기존시설의 효율적인 모델링을 실시하여 활용할 수 있도록 하는 것이 필요하며, 돈사의 모델링 방안 도출 및 모델링 추진 효과를 정확하게 모니터링 함으로서 축사개선 투자비용을 효율적으로 활용할 수 있다.

양돈장 다중환경센서 관리시스템을 활용하여 소모성 질병 및 호흡기 질병이 감소할 경우, 항생제 투여량의 감소를 통한 안전한 축산물 생산에 기여하고 농장의 생산비 절감을 이룰 수 있다.

현재 양돈현장에서는 환경관리 부족과 부적합 환경시설 운영에 따라, 연구개발대상 기술의 경제적-산업적 중요성 및 연구개발의 필요성

라 비용의 중복투자과 역효과가 발생하는 사례가 상당수 발생하고 있어 양돈장 다중환경센서 관리시스템을 활용하여 양돈장의 폐사율의 감소, 성장지연 해소, 일당증체 개선 등의 효과를 통해 농장의 생산성 향상과 경쟁력 확보에 중요한 역할을 할 수 있다.

## (2) 연구개발의 필요성

최근 국내 양돈장의 소모성질병 및 호흡기 질병 발생에 따른 폐사와 성장지연의 문제가 심각한 수준으로 다양한 수의적인 대책을 통하여 개선하고자 노력하고 있으나, 개선의 결과는 농장별로 많은 차이를 보이고 있다. 질병치료에 의한 개선의 노력은 농장의 근원적인 발병원인을 제거하고 관리하지 못하여 재발하는 경우가 빈번히 발생하고 있다. 사양관리 개선을 통한 사육 흐름의 체계화와 환경제어를 통한 환경의 최적화를 실시 할 경우, 양돈장의 성적이 개선되고 지속적으로 효과를 얻고 있다.

국내 양돈산업은 소고기 수입개방, 한미 FTA 체결, 생산자재 가격의 상승, 소모성 질병 등 많은 어려움에 직면하고 있어, 생산성의 향상을 통한 원가절감과 경쟁력 강화가 필수적이다.

양돈장의 현장 컨설팅 사례에서 환경개선 및 효율적인 환경제어를 활용함으로써 성적개선 실증사례가 다수 보고되고 있다. 그럼에도 불구하고 양돈장에서 빠르게 접목하거나 활용하지



못하는 이유는 지속적이고 신속한 돈사의 환경정보를 수집할 수 없고 수집된 환경정보를 분석하여 문제예측과 개선방안을 도출하는 전문지식이 부족하기 때문이다.

환경관련 컨설턴트의 조언에 따라 개선하는 농장의 경우에도 지속적으로 컨설턴트로부터 필요할 때 조언을 얻기가 쉽지 않으며, 환경 컨설턴트도 일시적인 측정정보를 통한 조언 보다는 연속적인 정보와 생산성적이 함께 연계된 자료를 통하여 컨설팅 하는 것이 효과적이다.

이러한 환경 컨설턴트의 역할에 해당하는 상당부분의 기능을 양돈장 다중환경 센서 시스템에 구축함으로써 양돈장의 효율적인 운영에 효과적이며 현장적용의 편의성을 가질 수 있다.

## 제 2 장 국내외 기술개발 현황

### 제 1 절 국외 기술개발 현황

세계에서는 사양관리 전산개발업체, 환경제어 시설업체 및 계열화 기업체를 중심으로 단편적이던 환경제어 시설과 제어항목을 다양화하는 시도가 이루어지고 있으며, 환경관리 시설의 복합적인 제어장비를 개발하여 농장에 접목하고 있다. 농장 및 돈사의 환경정보를 중앙에서 모니터링 하여 관리하는 시스템을 개발하여 적용하고 있다.

다양한 환경시설을 제어하고 있으나, 다중센서정보에 의하여 자동조절 되기보다는 온도, 풍속과의 연관식을 조사하여 환경제어 시설간에 환기팬의 가동량과 입기구의 개폐간에 연계 적용이 되도록 제어하고 있다.

그러나 양돈장의 돼지 생산성적을 반영하여 다중환경 센서정보를 활용하는 변경하고 설정하는 것은 관리자의 역할로 자동화 되지 못하고 있다.

미국은 NCO/NITRD(National Coordination Office for Networking and Information Technology Research and Development)을 통해 ICT 프로젝트를 추진 중에 있다. 2009년에 High End Computing Infrastructure & Applications 등 8개 분야에 3,548백만 달러를 투입할 것이며, Cyber Security and Information Assurance, Large Scale Networking, Software Design and Productivity 등 3개 분야에서 assured access, jamming-resistant, robust, secure, dynamic, mobile을 만족하는 센서 네트워크 기술 개발을 요구하고 있다. MIT와 UCC, P&G 등 현재 75개 협력사가 공동으로 참여하는 'Auto-ID' 프로젝트를 통해 'Smart Tag'를 각종 상품에 부착하여 사물을 지능화하고 사물 간 또는 기업 및 소비자와의 커뮤니케이션을 통해 자동화된 공급망 관리시스템(SCM) 개발하였으며, 특히 MIT MediaLab은 '생각하는 사물'프로젝트의 범위를 확장하여 '인간의 중요한 가치 향상을 위해서 컴퓨터 능력을 활용하는 것'으로 비전을 변경하고 29개 세부 프로젝트 과제를 진행하고 있다. 미국 국립과학재단(NSF)은 새로운 센서의 개념 및 디자인 개발과 센서 네트워크 환경에 초점을 맞추어 연구개발을 추진 중에 있으며, UCLA CENS(Center for Embedded Networked Sensing)의 임베디드형 센서 네트워크의 기술 개발과 응용분야 연구에 자금을 지원하고 있다. 지원하고 있는 과제에는 "Integrated Smart-Sensor Networking Aqueous Environment", "Architectures and Design Methodologies for Secure Low-Power Embedded Systems", "Toward a Petabyte Storage Infrastructure", "Ad Hoc Wireless Networks Utilizing Multi-Rate and Power-Save Capabilities", "MAC Protocols Specific for Sensor Networks", "Technologies for Sensor-based Wireless of Toys for Smart Developmental Problem-solving Environment", "Collaborative Information

Processing of Distributed Sensor Networks for Manufacturing Quality Improvement”, “Intelligent Sensor Motes for Vertical Seismic Arrays”, “A Simulation-based Test Bed for Networked Sensors in Surface Transportation Systems”, “A Real-Time National GPS Network for Atmospheric Research”, “Ocean Observing System Infrastructure”, “Secure Data Distribution and Access in Large Sensor Networks”, “Network Support for Distributed Sensing Applications”, “Distributed Learning in Sensor Networks”, “Water security Network: Sensors and Control” 등이 있으며, 혁신적인 아키텍처, 알고리즘, 프로토콜, 센서 네트워크 프로그래밍, 하드웨어/소프트웨어, 프라이버시/시큐리티, 무선 네트워크 프로그램, 네트워크 관리, 구조, 미들웨어 등을 연구하고 있다. 국방부고등연구계획국(DARPA)은 NIST와 함께 대학연구소와 민간기업에 Connectionless 센서 네트워크의 에너지소비 최소화, Edge Network의 상황-인지 프로토콜 기술, 100 Tbps 대역폭 이상의 자동 데이터 라우트 등의 유비쿼터스 컴퓨팅 프로젝트에 연구를 지원하고 있으며, 확장기능정보기반(SII: Scalable Information Infrastructure) 프로젝트를 추진하고 있다. NIST는 상호운영과 통합을 위한 센서 인터페이싱과 네트워킹, 사이버 안보, Ad-hoc 무선 센서 네트워크의 보안에 대한 연구개발을 추진 중에 있다.

유럽의 IST에서는 Pervasive, Trusted, Cognitive, Environmental Sustainable WSN 관련 FP7 ICT 프로젝트를 추진하고 있으며, 2007~2013년에 걸쳐 2,021백만 Euro를 ‘The network of the future’, ‘Cognitive systems, interaction, robotics’, ‘Networked embedded and control systems’, ‘ICT for cooperative systems’, ‘Accessible and inclusive ICT’ 등 31개 연구 분야에 투입할 예정이다. 그리고 로봇, 인공지능 시스템과 센서 네트워크 연동, 객체간 자발적 협동을 위한 WSN, 대규모 분산 복잡계 제어를 위한 WSN, zero-accident 지능형 자동차를 위한 WSN, 환경 관리 및 에너지 관리를 위한 WSN 연구 과제를 수행 중에 있다. Ubiquitous Communication, Ubiquitous Computing, Intelligent Interface 기술이 통합된 Ambient Intelligence 기술 연구는 FP6에서 Networked Home Environment를 위한 Amigo 프로젝트를 수행하였고, FP7에서 보다 실제적인 Ambient Assisted Living 프로젝트를 수행하고 있다. ITS에서는 ETPs(European Technology Platform)을 구축하여 유럽 각국의 전문기관, 연구소, 기업들이 참여하여 연구 투자확대와 기술선도를 목적으로 Artemis(Advanced Research and Technology for Embedded Intelligence and Systems), eMobility, ENIAC(European Nanoelectronics Initiative Advisory Council), EUROP, ISI, NESSI, NEM(Networked and Electronic Media), Photonics21 등을 형성하고 있다.

일본은 e-Japan II 전략을 통한 유비쿼터스 환경실현을 목표로, 차세대 IT기반 네트워크 기반 확보의 일환으로 센서와 소자기술을 활용한 유비쿼터스 컴퓨팅 기술개발 전략을 추진하고

있으며, 특히 2008년까지 범아시아권의 IPv6 등 유비쿼터스 네트워크 환경 구축을 추진하고 있다. 일본 총무성을 중심으로 센서네트워크 관련 기술개발 및 비즈니스 모델을 개발 중이며, 센서 네트워크의 요소기술을 센서노드, 네트워크, 상위 응용으로 크게 분류하고 이와 관련한 기술개발 정책에 대한 로드맵을 마련하여 추진하고 있으며, 일본 총무성에서는 센서 네트워크 기술이 사회의 안전·안심, 생활에서의 쾌적성·여유의 향상, 생산·업무의 효율화 등에 이바지하는 것으로 보고 안전·안심, 쾌적·여유·오락, 최적·효율의 3가지 축을 중심으로 응용서비스 분야를 13개로 분류하고 이와 관련한 기술과제를 진행 중에 있다.

## 제 2 절 국내 기술개발 현황

국내에서 양돈장의 시설 및 제어개념은 사료자동급이, 자동급수, 자동분뇨처리 등에 대한 자동화 시설이 주를 이루고 있으며, 환경제어 분야는 환기팬, 보온 등에 대한 자동화 시설이 보편적인 상황이다. 현장에서는 환경제어를 위한 항목으로 온도를 변수로 활용하고 있는 수준이며, 연구수준에서는 돈사면적, 환기방식, 환기팬의 가동량에 따라 온도, 습도, 풍속, 가스의 수치가 어떻게 변화되는지에 대한 연구가 이루어지고 있다.



그림 2.1 제주도의 u-IT 신기술 기반 양돈 HACCP 시스템

온도, 습도, 풍속, 가스 등의 다중환경센서 정보에 의하여 환기제어 방식, 환기팬의 가동량, 보온등의 가동여부, 입기구의 개폐여부를 조절하여 환경을 제어하고, 제어결과에 따른 생산성적(육성성적)의 변화상황을 수집하여 양돈농가가 직접 자가진단을 할 수 있는 시스템 개발에

대한 연구는 이루어지고 있지 않은 상황이다.

제주특별자치도 주관으로 아시어나IDT와 신세계아이앤씨, CS, 인포마인드, 나인웍스 컨소시엄은 u-IT 신기술 기반 양돈 HACCP 시스템 구축 프로젝트를 수행하였다. 질병예방을 위한 생산단계 성장환경(온도, 습도, 암모니아등) 모니터링, 위해요소관리(CCP) 및 RFID를 이용한 모돈 개체관리와 생산 이력관리를 중점으로 시행하고 양돈 농가로부터 도축장, 가공공장, 백화점, FCG 인증전문식당 등 소비자에 이르는 모든 단계에 RFID 시스템을 구축하여 소비자가 안심하고 먹을 수 있는 식품 공급 시스템을 구축하였다.

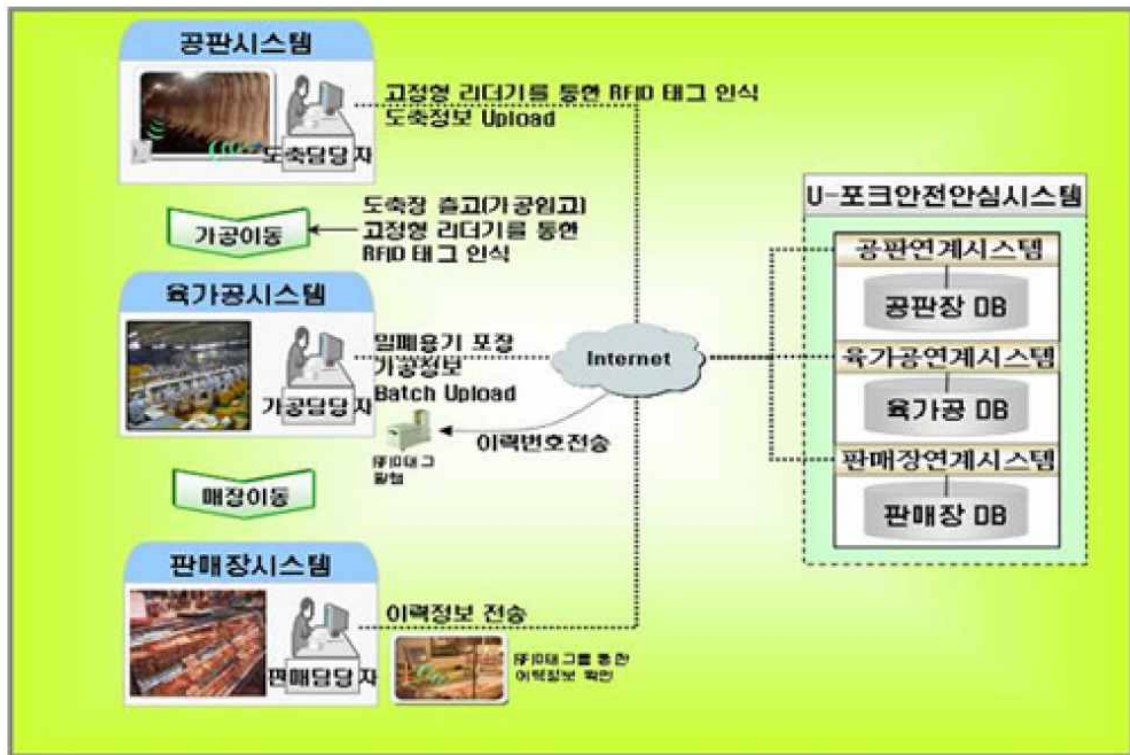


그림 2.2 이지팜의 u-포크 안전/안심 시스템

이 사업은 이지팜과 다운컨소시엄이 사업을 수행했으며, 소비자가 안심하고 먹거리를 구매할 수 있도록 돼지 사육, 질병/방역 관리, 도축~판매 등 전과정의 돼지고기 생산이력정보 관리를 통하여 안전한 돈육(저항생제)을 제공하는데 목적을 두고 있다. 돈사 환경제어, 양돈 사양관리 시스템, 도축추적정보/육가공 추적정보 시스템, 이력정보 시스템을 구축했다.

환경적인 특성으로 인해 돈사 습도가 30% 이하로 떨어지면 공기가 건조해 돼지들이 호흡기 질병을 유발하는 사례가 빈번하게 발생하므로 이를 방지하기 위해 USN, 인터넷 CCTV 등을 통해 온도, 이산화탄소 등을 실시간 측정, 긴급상황 발생시(13도 이하, 4,000ppm이상) SMS 서비스를 제공하도록 시스템을 설계했다.

양돈 사양관리 시스템은 돼지 귀에 RFID 태그를 부착해 개체 사료 섭취량, 체중정보 관리와 RF형사료 자동 급이기를 도입하여, 갑작스런 체중변화또는 사료급여량의 변화를 통해 질병을 조기 진단해 관리할 수 있다. 도축 추적정보/육가공 추적정보 시스템을 구축해 농장출하 돼지 단위와 도축장의 도축번호와 연계된 정보와 가공정보를 u-포크 안전/안심 시스템에 전송토록 했다. 소비자는 판매장의 RFID 리더기를 통해 이력정보 현장조회가 가능하고, 별도로 인터넷을 이용하여 이력정보를 조회함으로써 돈육의 상세 이력정보를 확인할 수 있다.



그림 2.3 이지팜의 양돈 이력정보 시스템

이 사업은 경상남도와 부경양돈농협을 중심으로 실시되었다. USN, CCTV를 활용하여 돼지 축사의 온·습도, 이산화탄소, 산소농도 등의 측정 및 돈사 상황을 모니터링하고, 환풍기 제어 등을 통해 최적의 돈사 환경을 조성하고, RFID 기술을 활용한 돼지 개체의 사료(횃수, 량)와 음수(횃수, 량), 체중 정보 등을 활용한 질병예찰 및 균일돈의 성장관리 시스템을 구축하는데 목적을 두고 있다.

돼지를 RFID 리더기가 부착된 선별기에 통과시켜 체중을 측정하여, 체중별로 무거운 칸과 가벼운 칸으로 선별한 후 돼지 개체에 RFID 태그를 부착하여 사육하며, 실시간으로 돼지의 체중정보를 측정하여 서버로 전송하고, 이 데이터를 바탕으로 균일돈 사육을 실시한다. 출하 가능한 검정 돈을 육안으로 선별할 경우, 정확한 체중별 선별이 불가능해 표준 대비 과체중이나 미달체중의 돼지 개체가 선별되는 경우가 많았다.



그림 2.4 경상남도 u-포크 균일돈 성장관리 시스템

유비쿼터스 농업환경에서의 돈사 통합관리 시스템에 대한 연구가 순천대학교에서 있었다. 이 시스템에서는 돈사에는 USN 환경 센서들로 구성한다. 이 센서들은 돈사 내부의 USN 센서 게이트웨이를 포함하여 환경제어장치들과 함께 무선 네트워크를 형성하게 된다. 이 센서들은 각각 온도, 습도, 조도, 암모니아 가스의 정도를 감지하며 일정 주기로 센서에서 검출한 측정치를 돈사 관리 장치로 전송한다. 또한 돈사 관리 장치의 통제로 센서와 연결된 환경제어장치를 조절함으로써 돈사 내부의 생육 환경을 쾌적하게 조절한다.

돈사 내부의 24시간 영상 감시를 위하여 IP 기반의 감시 카메라를 설치하였다. 이 카메라는 24시간 돈사 내부를 감시하고 녹화함으로써 도난이나 사고 등의 발생 시 원인규명을 위해 사용되거나, 현재 돈사 상태를 실시간으로 확인하기 위하여 사용한다. 촬영된 영상은 돈사 관리 서버로 전송되고 돈사 ID 및 카메라 번호 등으로 분류되어 데이터베이스에 저장된다.

돈사로부터 전달되는 스트림 형태의 환경측정 데이터는 parsing되어 데이터베이스에 저장된다. 동시에 해당 돈사를 관리하는 관리자에게 전송되어 관리자가 환경변화를 실시간으로 인지할 수 있다. 돈사의 환경상태를 보정하는 과정은 2가지로 나뉜다. 첫 번째는 지정된 환경 기준 데이터를 기준으로 자동으로 시스템에서 환경상태를 제어하는 것이고, 두 번째는 관리자의 필요에 따라 직접 시스템을 제어하는 것이다.

u-돈사 통합관리 시스템의 축사 환경 제어 의사결정 방식은 다음과 같이 구성된다. 첫째, 매일 정해진 데이터를 측정하여 수집하고 둘째, 예상치 못한 이상 동작을 수집하는 부분과 셋째,

시행착오 수정 접근 방식을 통한 제어기기 의사결정을 지원해 주는 부분으로 구성된다. 이는 관리자의 제어 패턴을 학습하였다가 환경 기준 데이터에 피드백시켜 향후 자동 환경상태 제어 모드에 적용하는 것이다.

구분	20분전	10분전	현재
온도	30.7	29.6	28.1
습도	80%	78%	75%
조도	554	553	554
약취	3.5	3.2	3.3

그림 2.5 순천대학교 유비쿼터스 농업환경에서의 돈사 통합관리 시스템



### 제 3 절 국내·외의 기술 개발 요약

연구수행 기관	기술 개발의 내용	연구개발성과의 활용현황
(주)씨엠	임베디드 기반의 센서네트워크를 이용한 산불감시 모니터링 시스템	무선 센서 네트워크를 이용하여 산불을 감시하여 적절하게 대처하는 데 활용되고 있음.
순천대학교 u-농업 IT 응용 연구센터	센서 노드를 이용한 토양관리 u-농업 응용 기술 연구	무선 센서 네트워크 기술을 비닐 하우스, 농장 등에 적용하여 토양과 생태를 지속적으로 감시하여 농작물의 생산성을 향상하는 데 활용되고 있음.
클락슨 대학(Clarkson University)의 케롭 자노얀(Kerop Janoyan) 교수 연구팀	뉴욕 주내에 있는 교량들의 안전 점검을 위한 무선 센서 기반의 교량 모니터링 시스템 구축	교량에서 센서 네트워크를 구축하여 차량에 따른 교량의 부하를 측정하여 교량 안전을 보장하는 데 활용되고 있음.
삼성SDS	집중 호우 시 수위를 관리하고 수질센서를 설치, 오염물질 유입을 미리 감지	강, 하천 등에 센서 네트워크를 구축하여 유량과 오염도를 측정하여 하천의 생태계를 효과적으로 보존하는 데 활용함.
한국정보사회진흥원 ( USN 기반의 제주 연안 해양환경 정보 수집 시스템 구축 )	제주도 해안의 부표에 센서노드를 설치하여 해안가에 센서 네트워크를 구축하고, 온도, 염분 등의 해양 상황 정보를 수집하여 모니터링함.	제주도 해안에 무선 센서 네트워크를 구축하여 해양 생태계를 감시하여 양식이나 해양의 오염도를 감시하는 활용되고 있음.
마이크로소프트 사 (센서맵)	무선 센서 네트워크 기반의 센싱 정보와 교통정보, 지역 정보, 환경 정보 등을 모니터링함.	도로 주위에 센서 네트워크를 구축하여 교통 부하를 측정하여 트래픽 분산에 활용하고 더불어 도로 상태를 감시하여 안전한 운전을 지원하는 데 활용되고 있음.
제주대학교와 한국정보통신대학교 ( KOREN망을 활용한 전국적 규모의 USN 망구축 및 응용기술 연구)	KOREN 기반의 무선 센서 네트워크를 한라산과 제주대학교에 구축하여 온도, 풍량, 습도 등의 정보를 수집하고, 센서 네트워크 기반의 IPv4와 IPv6 연동, 내구성이 강한 센서 노드, 센서 네트워크 관리 등의 기술을 연구함.	한라산을 비롯한 산에서 태풍, 산불, 지진 등의 재난이 발생할 경우 대처하는 데 활용됨.
제주도와 한국정보사회진흥원 ( u-Fishfarm 사업)	무선 센서 네트워크를 낚치 양식장에 적용하여 양식장의 온도, 광, 염도 등의 상황 정보를 수집하고 모니터링함.	양식 어류를 효과적으로 증식하는 데 활용되고 있음.

연구수행 기관	선행연구내용	선행연구결과
애니인포넷	한국돼지사양표준 프로그램전산화 ( 농촌진흥청 )	한국돼지사양표준 전산 프로그램 개발
애니인포넷	돼지환경변수에 따른 성장추정 프로그램 전산화 ( (주)선진 )	돼지성장 추정진단 프로그램 개발
애니인포넷	양돈장 환기 자가진단 프로그램 전산화 ( 농협중앙회 )	양돈장 환기 자가진단 프로그램 개발
영농조합법인 탐라유통	감귤먹인 돼지고기 생산 시험 ( 제주대학교 )	감귤먹인 돼지고기 생산성적 실험 자료 작성
제주대학교	KOREN망을 활용한 전국적 규모의 USN 망구축 및 응용기술 연구	KOREN 기반의 무선 센서 네트워크를 한라산과 제주대학교에 구축하여 온도, 풍량, 습도 등의 정보를 수집하고, 센서 네트워크 기반의 IPv4와 IPv6 연동, 내구성이 강한 센서 노드, 센서 네트워크 관리 등의 기술을 연구함.

## 제 3 장 연구개발 수행 내용 및 결과

### 제 1 절 다중 센싱 정보 기반의 양돈 환경 자가진단 및 조절 알고리즘

양돈장에서 환경을 자가 진단하기 위해서는 다중 센서 네트워크에서 얻어진 센싱 데이터를 토대로 양돈 실시간 환경 정보를 도출하고, 생산 정보에서 획득한 적절한 기준 정보를 바탕으로 양돈 환경 상태를 진단하거나 판단한다. 더불어 양돈장 환경 정보와 자가진단 결과를 토대로 적합한 환경이 될 수 있도록 조절이 요구된다. 본 절에서는 양돈 환경 자가 진단과 조절 알고리즘을 개발하고, 이들 프로그램을 설계하고 구현한다.

#### 1. 다중 센싱 정보 기반의 양돈 환경 자가진단 알고리즘

수집된 다중 센싱 데이터 기반의 양돈 환경 자가 진단을 수행하기 위해서는 알고리즘이 필요하다. 그림 3.1에서 양돈 환경 자가 진단 알고리즘의 순서도를 보여주고 있다. 양돈 환경 자가 진단 알고리즘은 먼저 사용자가 자가진단을 하기 위해서 필요한 각 센서별 허용 가능한 기준값을 입력한다. 이를 토대로 사용자가 입력한 센서 기준값과 가동률의 증감 값을 토대로 실제 수집된 센싱 데이터 값과 비교하여 정상유무를 판단한다. 수집된 센싱 데이터는 데이터베이스로부터 읽어 순차적으로 처리하기 위해 큐에 저장하고, 센서 종류 별로 각 데이터별로 큐에서 읽어 처리한다.

양돈 환경 자가 진단 알고리즘에서는 센서 종류에 따라서 환경을 조절하는 판단 기준이 달라지는데, 온도, 습도, 조도, 암모니아, 이산화탄소, 가스 등의 다중 센서로부터 획득한 데이터는 양돈 환경 상태를 파악하는 데 사용되는 데 특히 환풍기의 조절을 위한 자가 진단에 이용된다. 또한 그 이외에 풍량, 풍속, 산소 등의 다중 센서로부터 얻어진 데이터는 창문 개폐기를 조절하여 환경을 조성할 수 있다. 환경 자가 진단 알고리즘은 큐에서 읽은 현재 센싱 데이터 값과 사용자가 입력한 기준값을 비교하여 허용 범위 내에 있는지를 판단하여 기준값 이상의 센싱 데이터를 발견할 경우 비정상임을 감지하여 이벤트를 발생한다. 마지막 센싱 데이터를 읽을 때까지 알고리즘이 수행되어 종료한다.

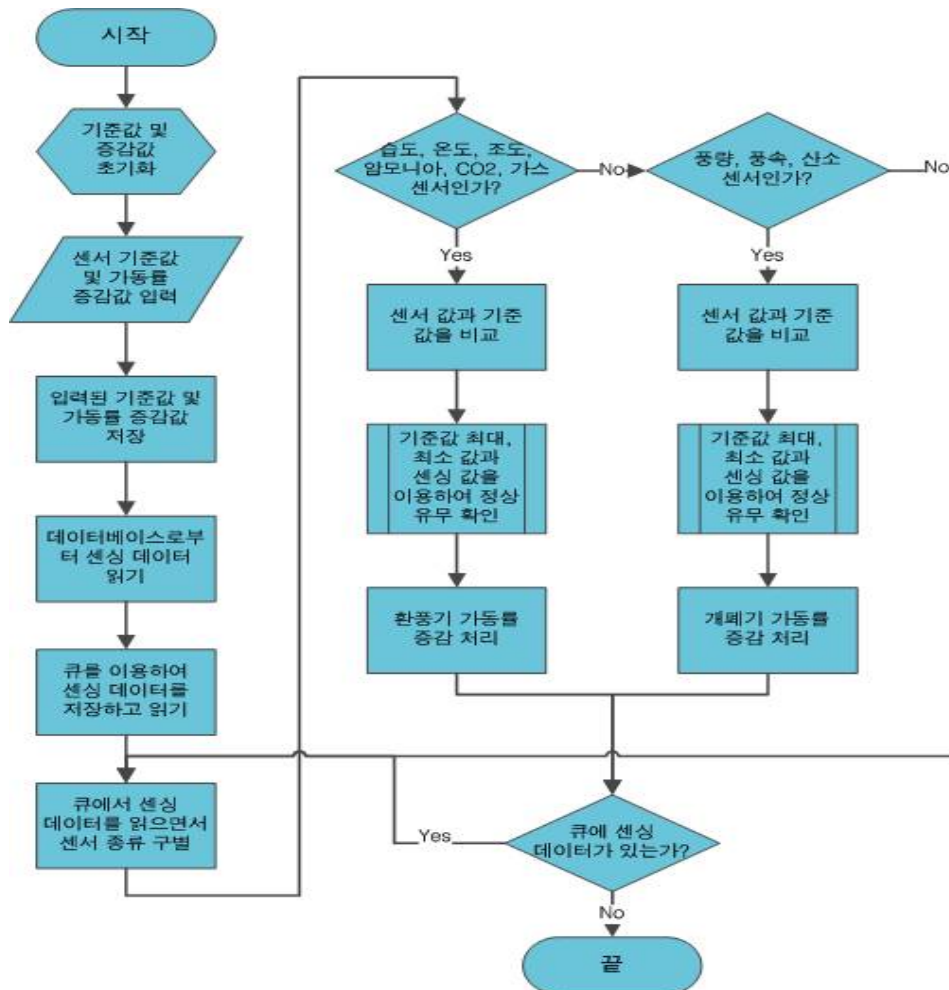


그림 3.1 다중 센싱 정보 기반의 양돈 환경 자가 진단 순서도

## 2. 다중 센싱 정보 기반의 양돈 환경 조절 알고리즘

양돈 환경에서 다양한 센싱 정보를 기반으로 최적의 환경을 제공하기 위해 환경 조절 알고리즘이 요구되며, 그림 3.2는 양돈 환경 조절 알고리즘의 순서도를 보여주고 있다. 양돈 환경 조절 알고리즘은 환경 자가진단 알고리즘에서 수행한 결과를 토대로 센싱 데이터 중에 사용자가 미리 설정한 기준치 최소 값과 최대 값을 비교하여 정상적이지 않은 센싱 데이터를 검출한다. 예를 들어 온도가 급격하게 오르거나 낮을 경우, 이산화탄소량이 많아 질 경우 등의 양돈사에 환경이 변화할 경우 적당한 환경으로 맞춰주기 위해서 가동률의 정도를 판단하여 그 결과를 사용자에게 알려 양돈사가 적당한 환경을 유지 할 수 있도록 한다. 그림 3.2에서 보는 바와 같이 먼저 센싱 데이터를 받아오면서, 기준치 최소값과 최대값, 초기 설정 가동률 값과 현재 가동률 값, 사용자가 설정한 가동률 증가 변화값 등을 함수 인자로 받아서 현재 센싱 데이터 값이 기준치의 최대값보다 클 때와 최소값보다 작을 때, 또 그 중간값일 때로 3가지 경우로 나누어서 처리를 한다. 또한 현재의 센싱된 값이 기준치의 최대값보다 크면서 이전 값과 비교

하여 이전 값보다 클 경우에는 현재 가동되는 범위보다 더 큰 값으로 동작시킬 필요가 있다고 판단하여 현재 가동률의 값을 미리 설정한 증가 가변치 만큼 증가시킨다.

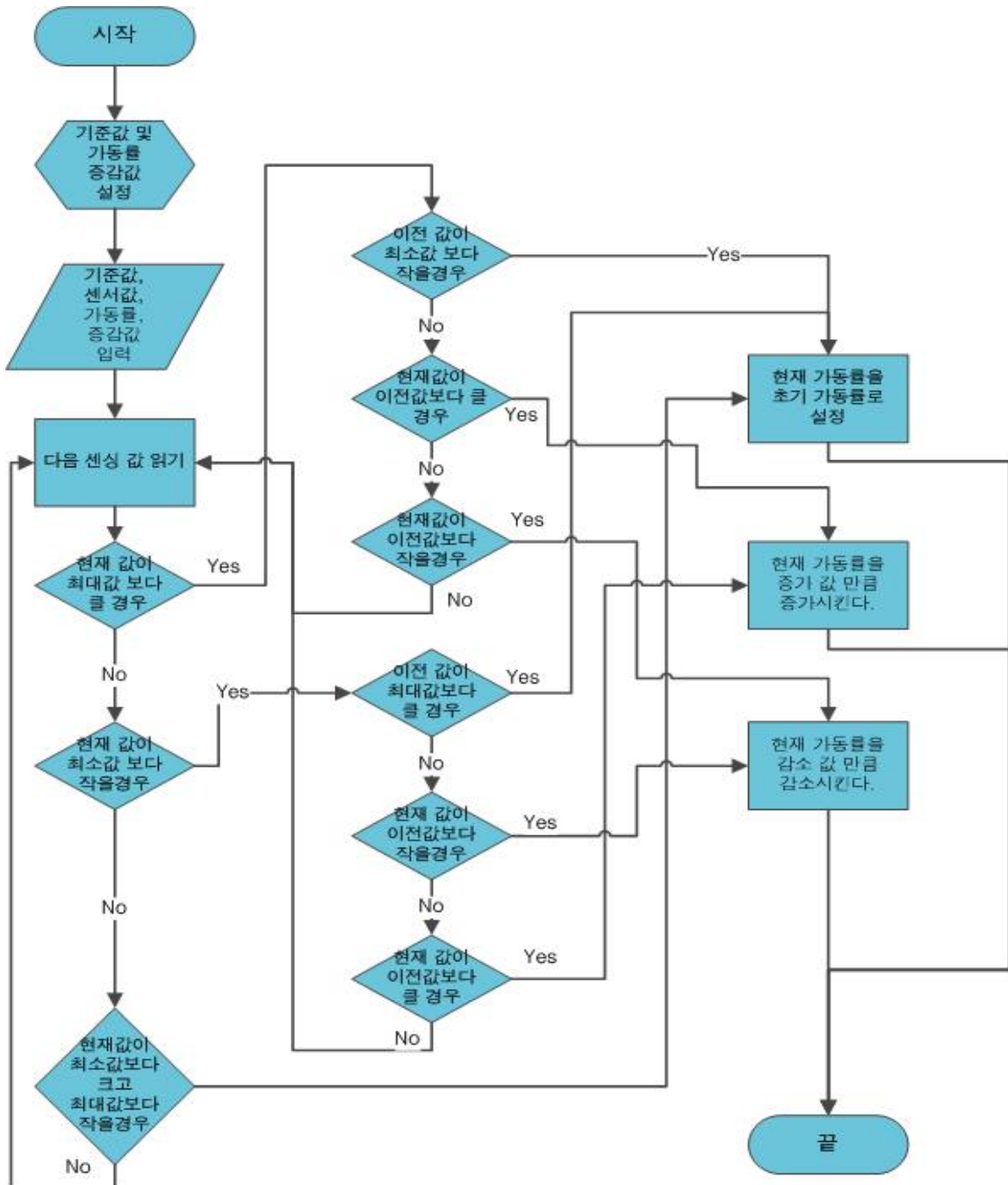


그림 3.2 양돈 환경 조절 알고리즘 순서도

그리고 이전 값보다 작을 경우에는 그 반대로 가변치 만큼 현재 가동률에서 감소시키게 된다. 마찬가지로 추출된 센싱 데이터 값이 기준치의 최소값보다 작을 경우에도 이전 데이터와 비교를 하여 양돈사의 환경 조절을 위한 현재 가동률을 판단한다. 기준치의 최대 값과 최소 값으로 분리하고 이중으로 이전 값과도 비교함으로써 현재 가동률이 급격히 변화하는 것을 방지

하고, 조금 더 정확하게 제어 장치 조절률을 판단하도록 한다.

```
센싱 데이터에 따른 제어 장치 조절 함수( )
{
    If ( 습도, 온도, 조도, 암모니아, CO2, 가스 센서일 때 )
        양돈 환경 조절 함수 1(기준값 최대, 기준값 최소, 현재 센서
        값, 이전 센서값, 현재 가동률, 초기 가동률, 증감값);
    Else If ( 풍량, 풍속, 산소 센서일 때 )
        양돈 환경 2 조절 함수 2(기준값 최대, 기준값 최소, 현재
        센서값, 이전 센서값, 현재 가동률, 초기 가동률, 증감값);
}
```

그림 3.3 센싱 데이터에 따른 제어 장치 조절 알고리즘의 의사 코드

양돈 환경 조절 함수(기준값 최대, 기준값 최소, 현재 센서값, 이전 센서  
값, 현재 가동률, 초기 가동률, 증감값)

```
{  
    If ( 현재 값이 최대 값 보다 클 때 )  
    If ( 이전 값이 최소 값 보다 작고, 현재 값이 최대 값 보다 클 때 )  
        현재 가동률 = 초기 가동률  
    If ( 현재 값이 이전 값보다 클 때 )  
        현재 가동률 + 증가 값  
    If ( 현재 값이 이전 값보다 작을 때 )  
        현재 가동률 - 감소 값  
  
    If ( 현재 값이 최소 값 보다 작을 때 )  
    If ( 이전 값이 최대 값 보다 크고, 현재 값이 최소 값 보다 작을  
때)  
        현재 가동률 = 초기 가동률  
    If ( 현재 값이 이전 값 보다 작을 때 )  
        현재 가동률 - 감소 값  
    If ( 현재 값이 이전 값 보다 클 때 )  
        현재 가동률 + 증가 값  
  
    If ( 현재 값이 최소 값 보다 크고, 최대 값 보다 작을 때 )  
        현재 가동률 = 초기 가동률  
}
```

그림 3.4 기준값과 현재 센서값, 이전 센서값에 따른 양돈 환경 조절 의사코드

## 제 2 절 양돈 환경 자가진단 및 조절 프로그램 설계

본 절에서는 제안된 양돈 환경 자가 진단 및 조절 알고리즘을 바탕으로 프로그램을 설계한다. 먼저 센싱 데이터를 수신하고, 양돈 환경 자가 진단을 위한 정상 범위를 설정한다. 그리고 양돈 환경 조절을 위해 센싱 데이터를 처리한다.

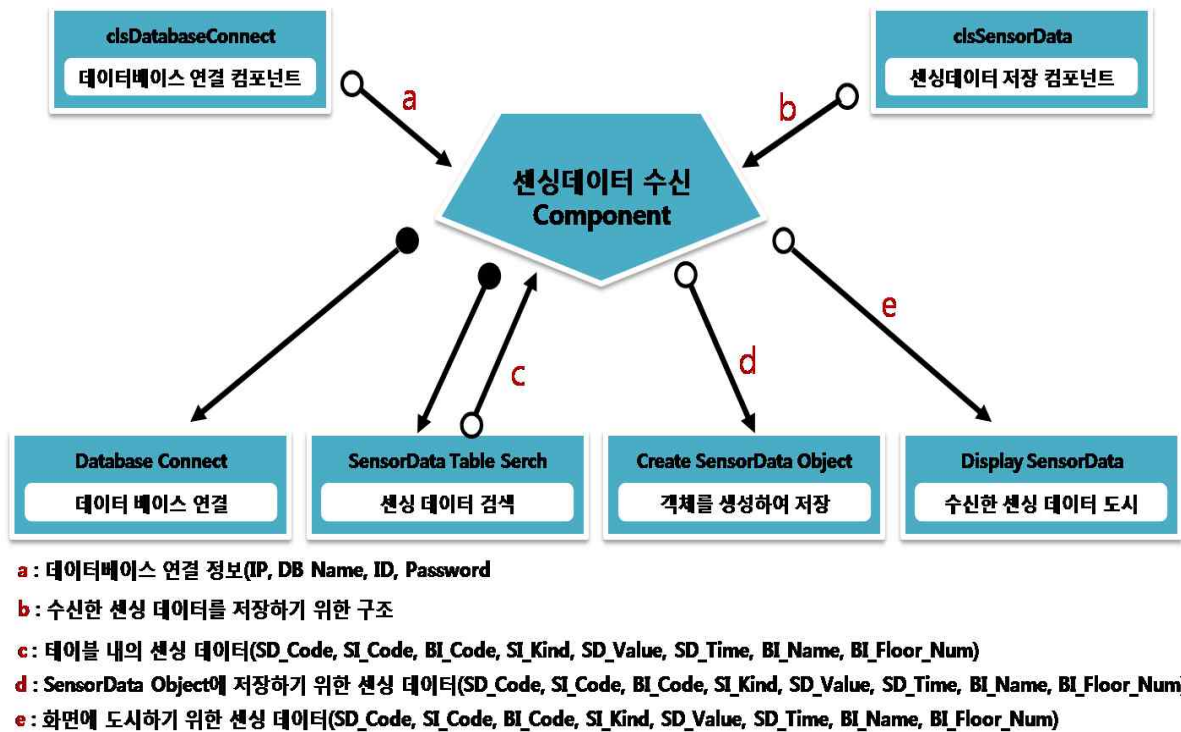


그림 3.5 센싱 데이터 수신 모듈 구조도

### 1. 센싱 데이터 수신 모듈

센싱 데이터를 수신하는 모듈의 구조도는 그림 3.5이다. 데이터베이스 연결 모듈과 인터페이스 모듈을 이용하여 데이터베이스에 연결하고, 이 데이터베이스 내의 SensorInformation 테이블과 SensorData 테이블의 내용을 토대로 센싱 데이터를 수신한다. 수신한 센싱 데이터들은 별도의 SensorData 클래스 자료형을 이용하여 상위 응용 상의 기억 공간에 저장한다. 센싱 데이터들을 저장할 때는 큐를 이용하여 수신되는 SensorData 객체(object)를 저장하고, 순차 처리한다. 큐에 쌓여 있는 데이터들을 이용하여 수신함과 동시에 화면에 도시할 수 있도록 한다.



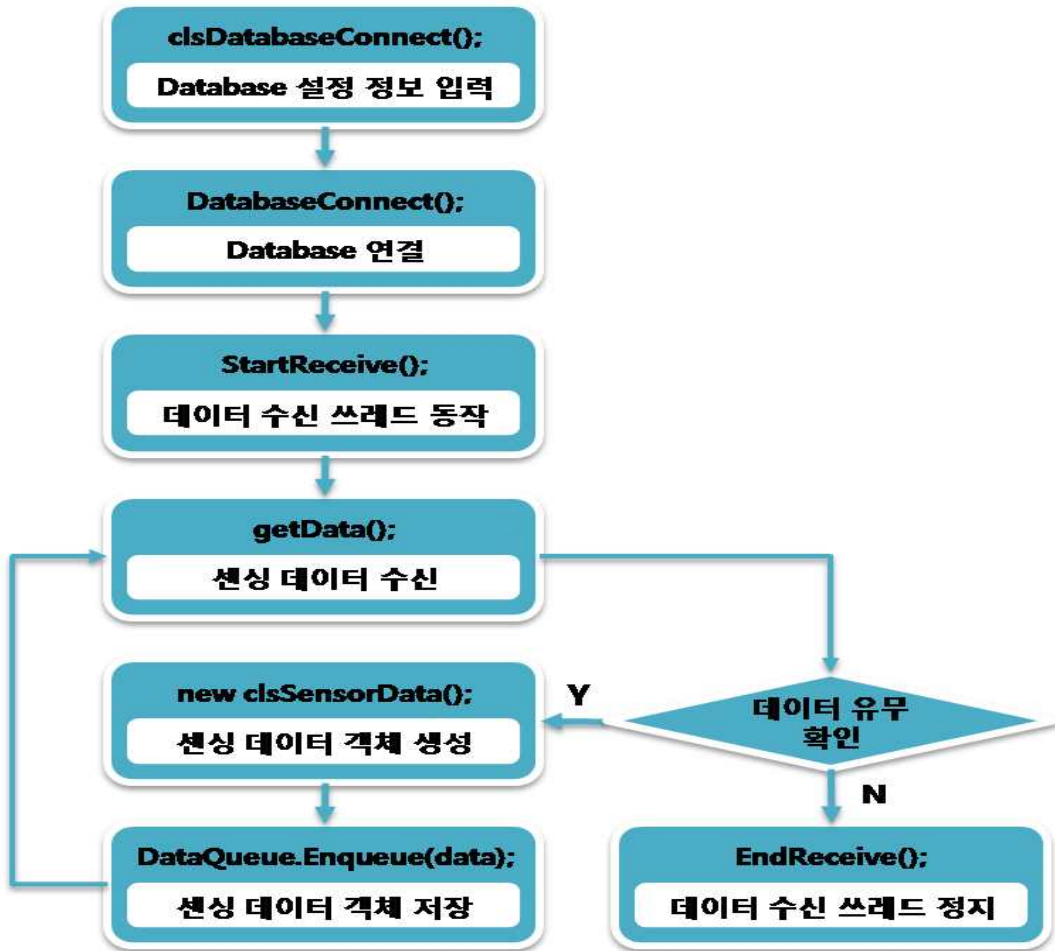


그림 3.6 센싱 데이터 수신 모듈의 흐름도

그림 3.6은 센싱 데이터를 수신하는 과정을 보여주는 흐름도이다. 먼저 해당 데이터베이스를 접속하기 위하여 데이터베이스의 정보를 입력하고, 메인화면에서 Start Receive 버튼을 누르면 스레드가 동작하면서 SensorData 테이블에서 한 줄씩 센싱 데이터를 수신한다. 수신되는 센싱 데이터는 SensorData 객체를 통하여 큐에 순차적으로 저장한다. 이 데이터베이스로부터 센싱 데이터를 순차적으로 읽어오면서 저장하고, 데이터를 가동률을 판단하기 위해 전달한다. 마지막으로 센싱 데이터를 다 읽을 때 까지 반복하다가 종료한다.

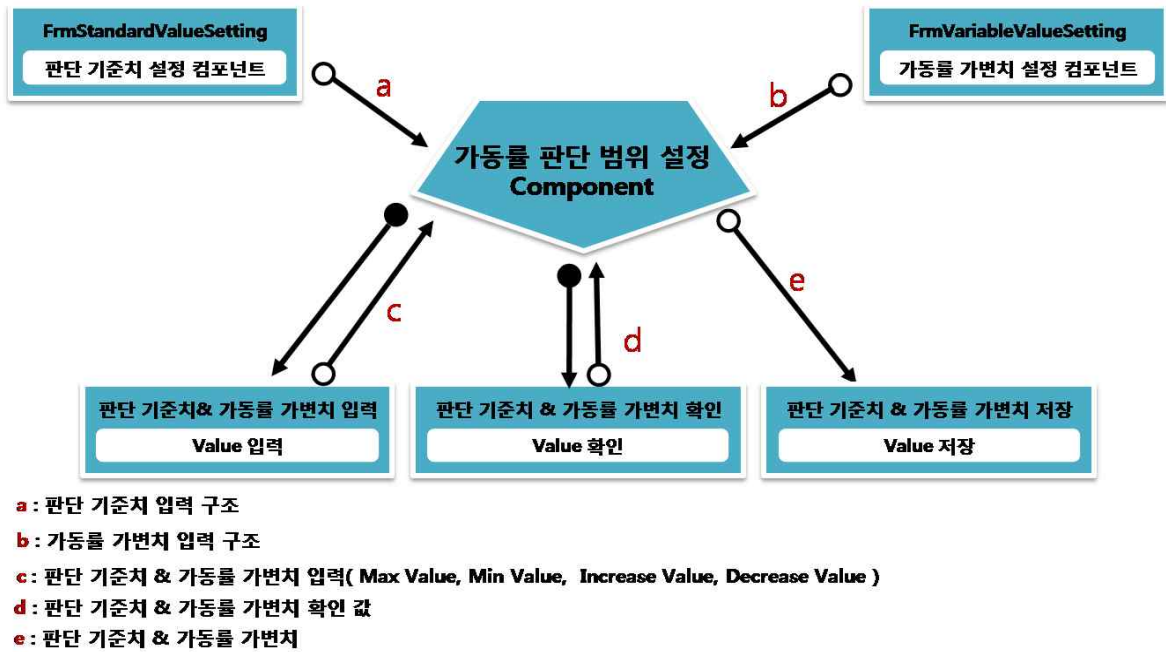


그림 3.7 환경 자가 진단을 위한 정상 범위 설정 모듈의 구조도

## 2. 양돈 환경 자가 진단을 위한 정상 범위 설정 모듈

양돈 환경 자가 진단을 위한 기준치를 설정하는 모듈을 통해 사용자가 입력한 값을 이용하여 양돈 환경 자가 진단을 위한 기준치를 설정한다. 자가 진단 기준치는 최대값 (Max Value), 최소값 (Min Value)로 구성되며, 이는 센싱 데이터의 범위를 지정한다. 여기서 가동률 가변치는 센싱 데이터가 판단 기준치에 의해 가동률을 변화시키는 정도를 말한다. 가동률 가변치는 증감값(Increase Value), 감소값(Decrease Value)으로 가동률의 증가 수치와 감소량을 설정한다. 그림 3.7에서 보는바와 같이 양돈 환경 자가 진단 범위 설정 모듈에서는 판단 기준치와 가동률 가변치를 입력하거나 수정할 수 있다.

양돈 환경 자가 진단 범위 설정 모듈의 데이터 흐름도는 그림 3.8과 같다. 그림 3.8에서 보는 바와 같이 먼저 기준치 입력을 위하여 기준치 입력 폼을 로드한다. 폼은 사용자가 입력할 수 있도록 화면 구성이 되어 있는 프로그램으로써 사용자는 각 값들의 기준치를 입력하고 확인할 수 있도록 설계한다. 정상적으로 입력이 완료 되면 기준치를 저장한다. 또한 기준치 입력과 함께 가동률의 변화 값인 가변치를 입력하고 확인하여 저장하는 흐름으로 모듈을 설계한다.

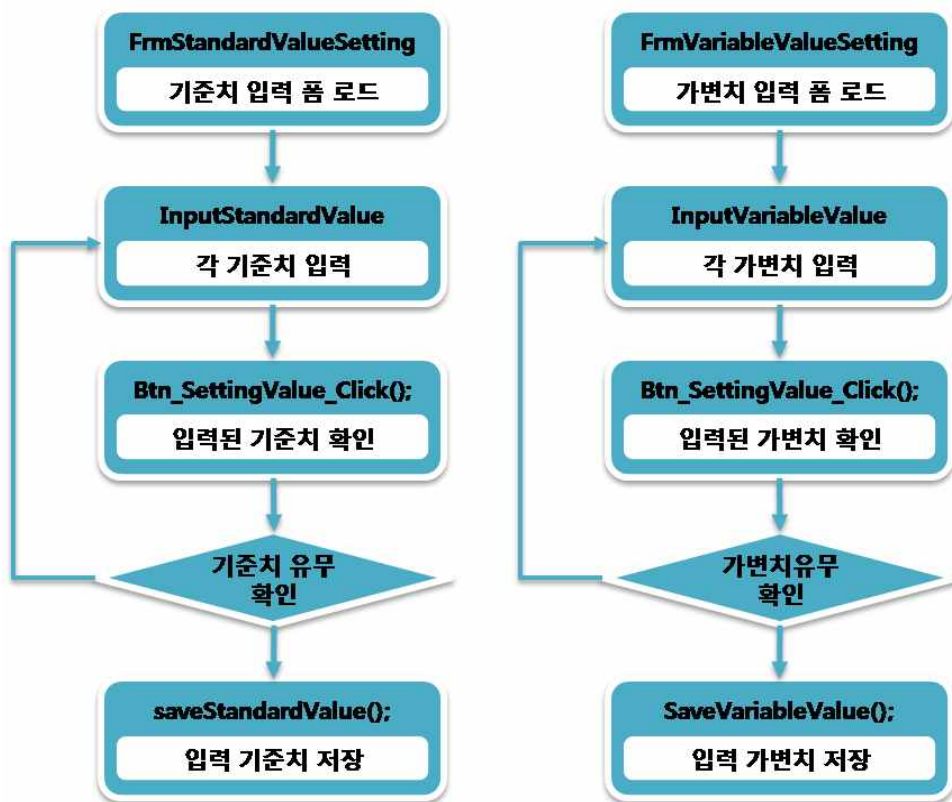


그림 3.8 환경 자가 진단을 위한 정상 범위 설정 데이터 흐름도

### 3. 양돈 환경 조절을 위한 센싱 데이터 처리 모듈

양돈 환경 조절을 위한 센싱 데이터 처리 모듈의 구조는 그림 3.9와 같다. 먼저 센싱 데이터 수신 모듈에서 큐에 저장한 SensorData 객체를 추출한다. 또한 가동률의 증감치를 판단하기 위해 추출한 데이터와 같은 종류의 이전 데이터를 한번 더 추출한다. 이렇게 큐에서 추출된 센싱 데이터를 가지고 현재 데이터, 이전 데이터, 기준치, 가변치, 현재 가동률을 이용하여 현재 가동률을 다시 계산한다. 계산된 현재 가동률을 바탕으로 다시 최대 가동률과 최저 가동률을 계산하여 가동률의 변화율을 결정한다. 마지막으로 처리된 현재 가동률, 최대 가동률, 최저 가동률과 처리에 사용된 센싱 데이터의 정보를 사용자에게 도시화하여 정보를 사용자와 관리자에게 제공할 수 있다.

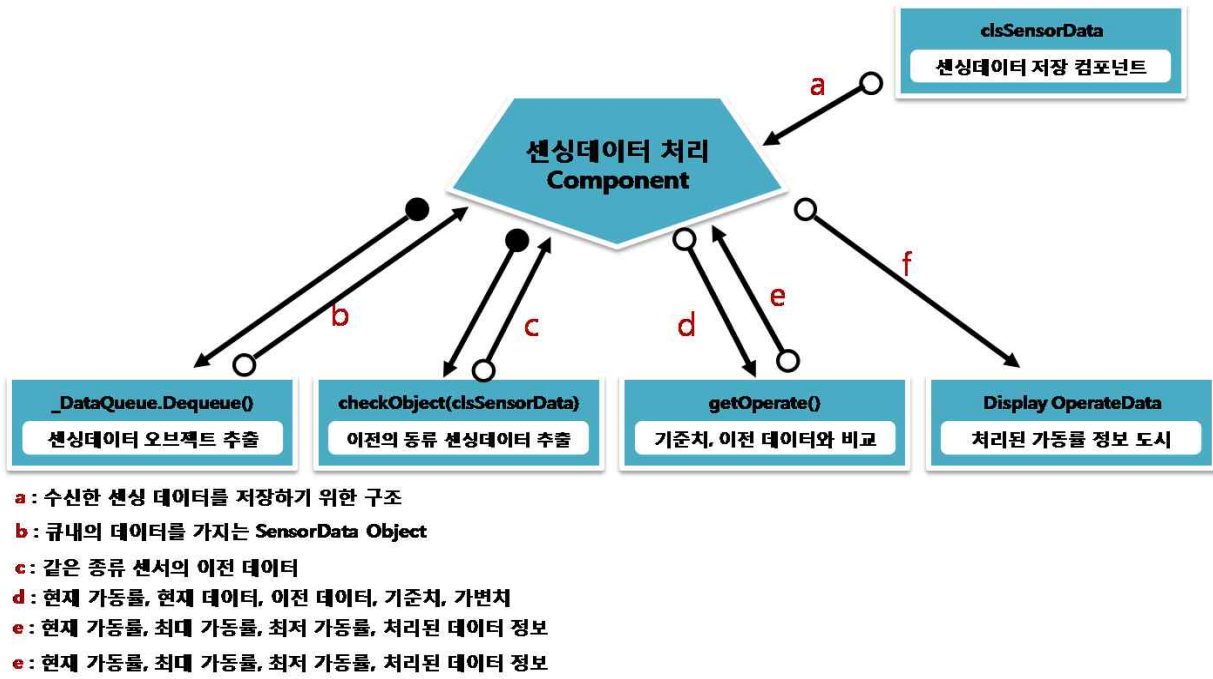


그림 3.9 양돈 환경 조절을 위한 센싱 데이터 처리 모듈의 구조도

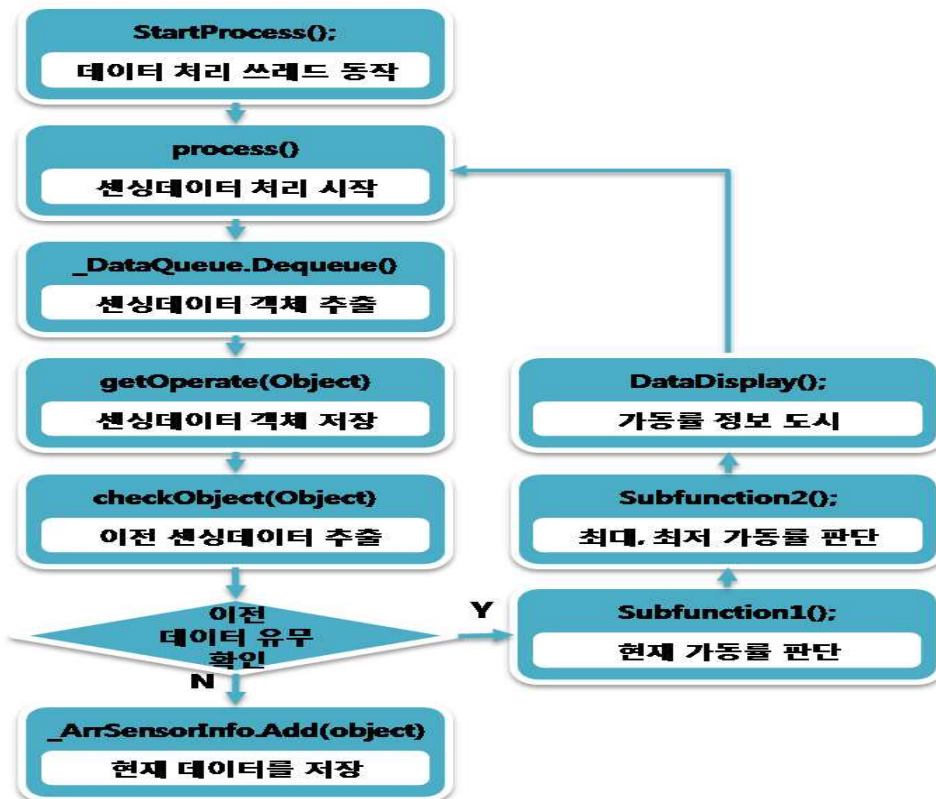


그림 3.10 양돈 환경 자가 진단을 위한 데이터 처리 흐름도

양돈 환경 조절을 위한 데이터 처리 흐름은 그림 3.10과 같다. 먼저 StartProcess() 함수를

실행하여 데이터 처리 스레드가 동작하여 센싱 데이터 처리를 시작한다. 데이터 처리를 위해 SensorData 객체를 큐로부터 추출하는 작업을 수행한다. 같은 종류의 이전 센싱 데이터가 있으면 추출하고, 만약에 없으면 현재 객체의 정보를 저장하여 이후에 이전 센싱 데이터로 사용하면서, 현재 센싱 데이터, 이전 센싱 데이터, 기준치, 가변치, 현재 가동률을 이용하여 현재 가동률을 다시 계산하는 과정을 수행한다. 이 과정에서 산출된 현재 가동률 값을 토대로 최대 가동률과 최저 가동률을 다시 계산한다. 마지막으로 처리된 현재 가동률, 최대 가동률, 최저 가동률과 처리에 사용된 센싱 데이터의 정보를 도시화한다.

### 제 3 절 양돈 환경 자가진단 및 조절 프로그램 구현

양돈 환경 자가 진단 및 조절을 위해 앞 절의 설계에 따라 프로그램을 구현한다. 양돈 환경 자가 진단 및 조절 프로그램 프로그램의 주 화면은 그림 3.11과 같다.

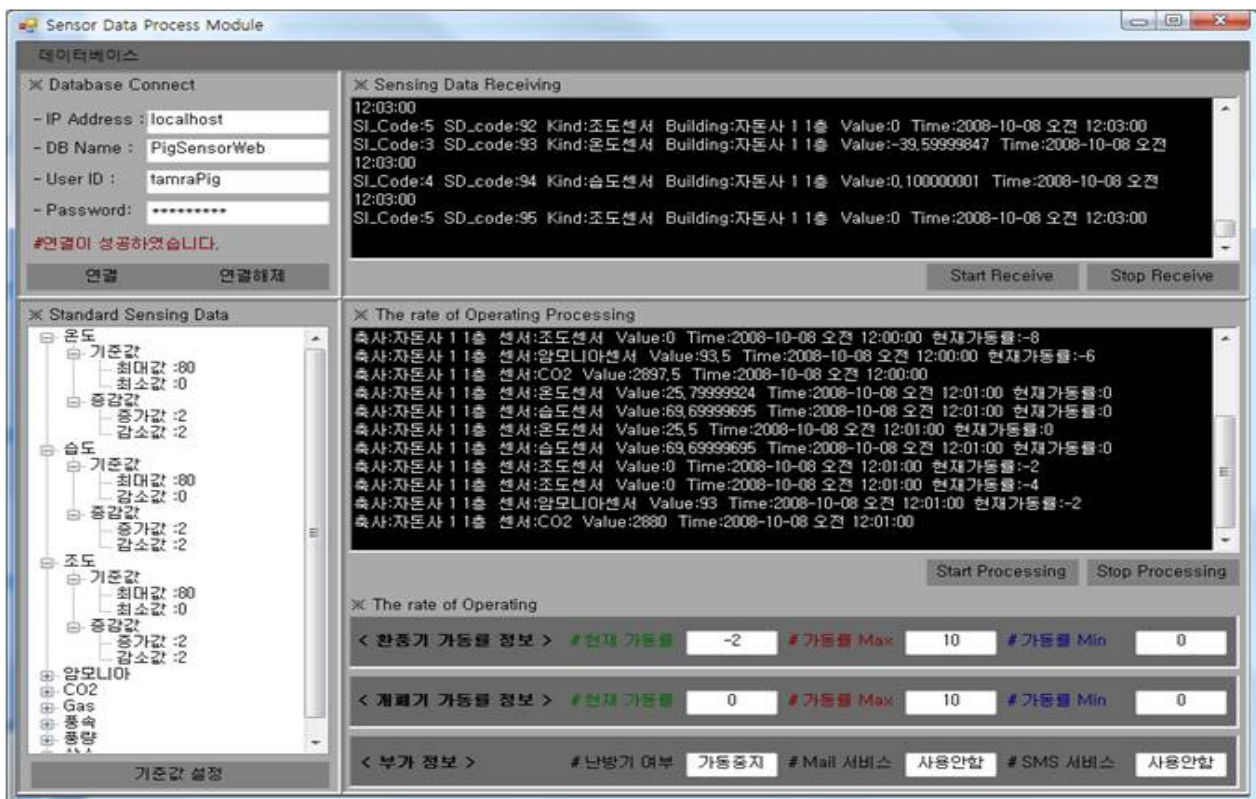


그림 3.11 양돈 환경 자가 진단 및 조절 프로그램 주 화면

사용자 인터페이스는 센싱 데이터를 저장하여 두는 데이터베이스 연결하는 부분과 양돈 환경 진단을 위한 정상 범위 설정 부분이 화면 좌측에 위치하고 있다. 그리고 우측 상단에는 데

이터베이스로부터 센싱 데이터를 가져와서 양돈 환경 자가 진단을 위해 큐에 저장하는 과정을 사용자에게 도시하기 위한 컴포넌트가 있다. 그 하단에는 양돈 환경 자가 진단 결과를 보여주는 컴포넌트가 있다. 센싱 데이터들을 적절한 기준 정보를 바탕으로 양돈 환경 자가 진단 알고리즘에 의해 양돈 환경 상태를 진단하고 그 결과를 사용자에게 도시하는 부분이다. 마지막으로 하단에는 자가 진단 알고리즘에 의해 나온 결과를 바탕으로 다시 양돈 환경 조절 알고리즘을 수행하여 적절한 환경을 조절하기 위한 설정 정보값을 사용자에게 제공한다.

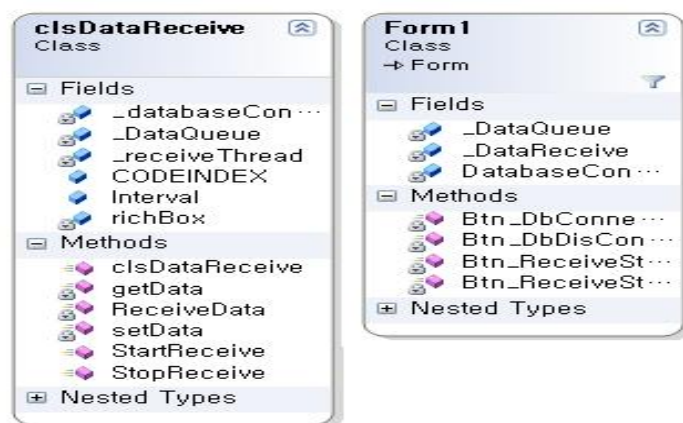


그림 3.12 센싱 데이터 수신 모듈의 클래스 및 메서드

### 1. 양돈 환경 자가 진단을 위한 센싱 데이터 수신 모듈 구현

그림 3.12는 센싱 데이터를 수신하는 모듈을 구현한 모듈의 클래스와 메서드를 나타내고 있다. 데이터 수신 모듈은 clsDataReceive 클래스로 구성되어 있다. 메인 클래스에서 clsDataReceive 객체를 생성하여 사용하게 되고, clsDataReceive 클래스는 객체를 저장하기 위한 SensorData 클래스를 사용하며, Queue와 스레드, 그 이외에 필요한 변수를 가지고 있다. clsDataReceive 클래스는 스레드를 동작시키는 StartReceive 함수와, 정지시키는 StopReceive 함수, 데이터를 가져오는 getData() 함수가 있다.



그림 3.13 센싱 데이터 수신 모듈 화면

그림 3.13은 센싱 데이터를 수신하는 모듈을 구현한 화면이다. 데이터베이스의 SensorData 테이블에서 값을 순차적으로 읽어 처리한다. 그리고 센서데이터 객체를 생성하고, SensorData 테이블의 한 릴레이션 정보를 저장한다. 이를 스레드를 통하여 계속하여 수신하고, 객체를 생성하여 큐에 저장한다.

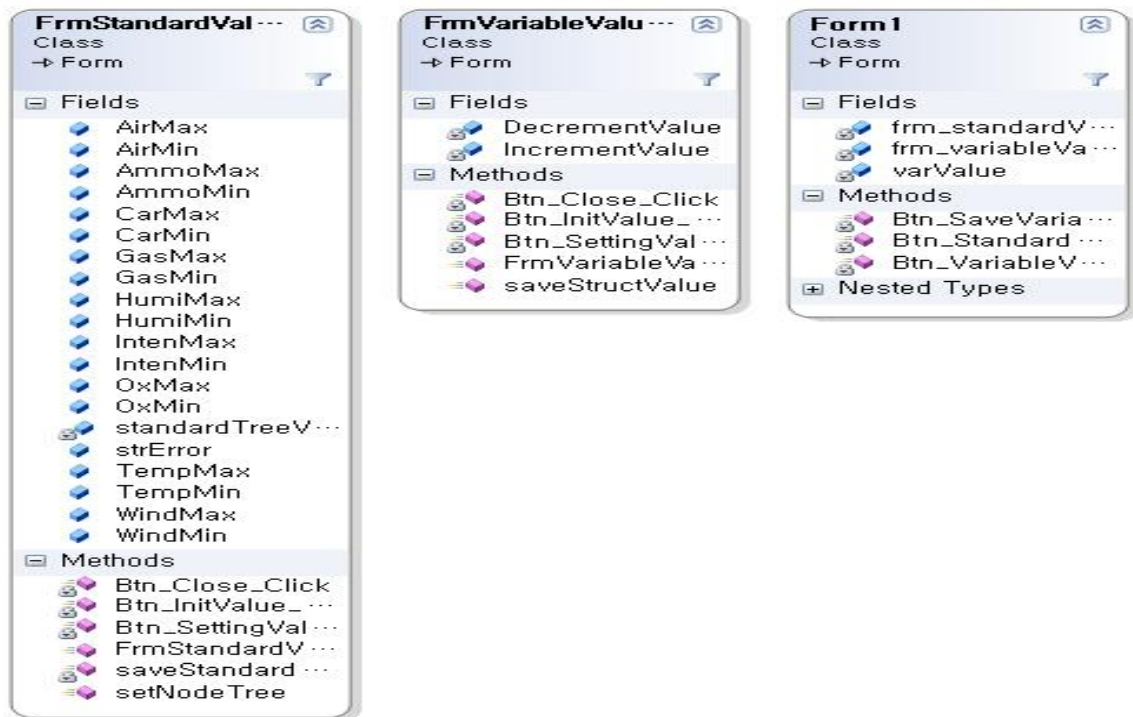


그림 3.14 양돈 환경 자가 진단 범위 설정 모듈의 클래스 및 메서드



그림 3.15 양돈 환경 자가 진단을 위한 범위 설정 화면

## 2. 양돈 환경 자가 진단을 위한 정상 범위 설정 모듈 구현

양돈 환경 자가 진단을 위한 기준치 및 가변치를 설정하는 모듈의 클래스 및 메서드가 요구된다. 그림 3.14는 양돈 환경 자가 진단 범위 설정 모듈의 클래스 및 메서드를 보여주고 있다. FrmStandartValue 클래스는 입력폼으로써 기준치를 저장하기 위한 여러 가지 변수와 확인을 위한 변수, 그리고 함수들로 이루어진다. FramVariableValue 클래스는 입력폼으로써 가변치를 저장하기 위한 두 개의 변수와 함수들로 이루어진다. 메인 클래스에서 두 클래스의 객체를 생성하여 사용한다.

그림 3.15는 양돈 환경 자가 진단을 위한 각 센서 별 기준 값과 가동률 변화 값을 설정할 수 있는 모듈을 구현한 화면이다. 각 선서 별 기준 값인 최대값, 최소값을 설정한다. 또한 양돈 환경 자가 진단 후 현재가동률의 변화량을 측정하는 증감값 설정을 위한 인터페이스를 통합하여 한 번에 가동률 가변치인 증가 값(Increase Value)과 감소 값(Decrease Value)을 설정한다.



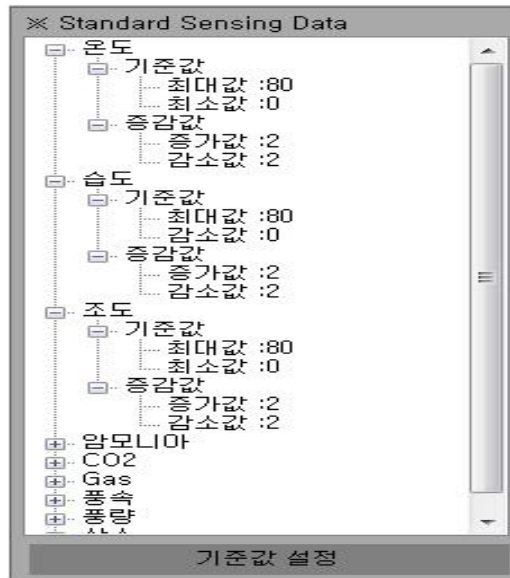


그림 3.16 양돈 환경 자가 진단을 위한 정상 범위 설정 확인 화면

양돈 환경 자가 진단을 위한 정상 범위 설정 모듈을 통해 설정하여 저장한 값들을 확인 할 수 있도록 별도의 확인 할 수 있는 정보 모듈을 그림 3.16과 같이 구현한다. 그림 하단에 보이는 기준값 설정 버튼을 통해 다시 설정 값을 변경할 수 있고 저장하게 되면 그 값들을 반영하여서 사용자에게 도시할 수 있도록 구현한다.

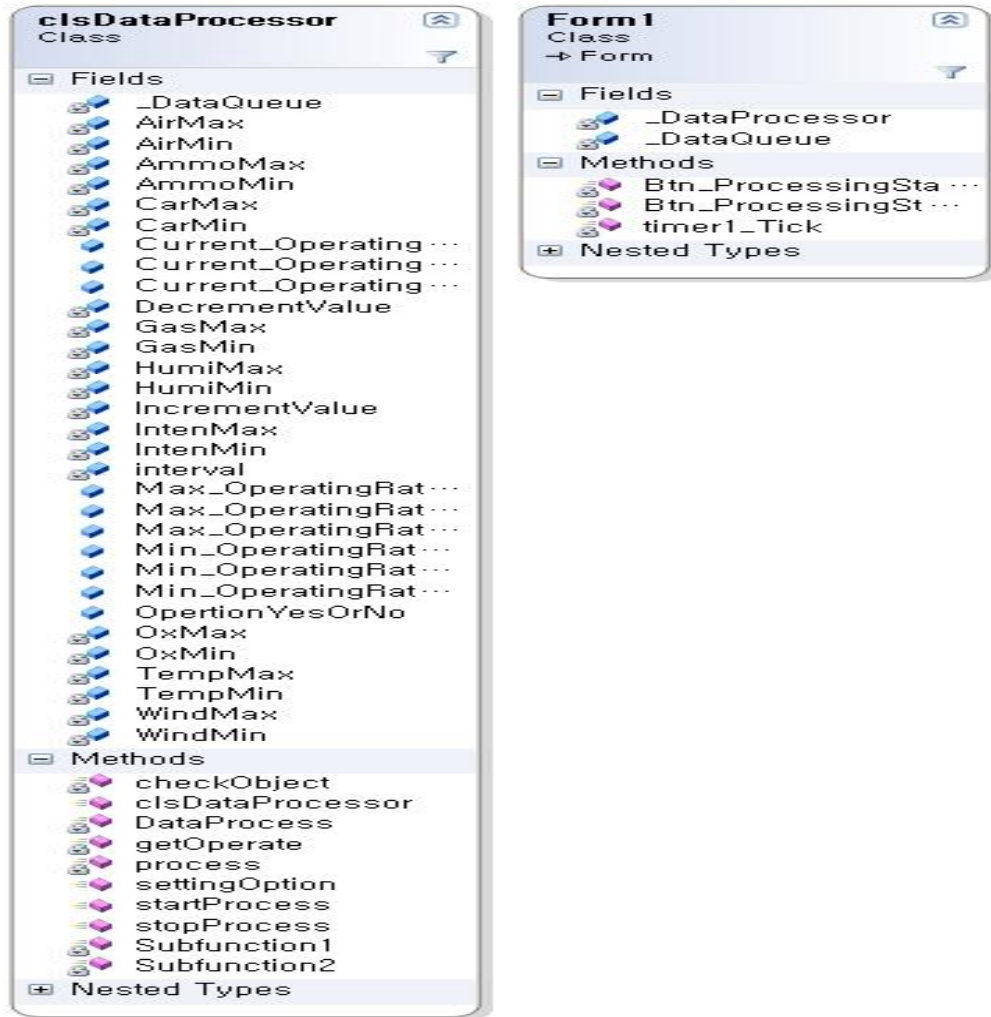


그림 3.17 양돈 환경 조절을 위한 데이터 처리 클래스 및 메서드

### 3. 양돈 환경 자가 진단을 위한 센싱 데이터 처리 모듈 구현

양돈 환경 조절을 위해 수집된 센싱 데이터의 처리가 필요하다. 그림 3.17은 구현한 센싱 데이터 처리 모듈의 클래스들과 변수 및 메서드들을 나타내고 있다. 주요처리를 담당하는 clsDataProcessor 클래스는 양돈 환경 조절을 위한 여러개의 변수와, 제어를 위한 변수, 그리고 여러개의 처리 함수로 구성되어 있다. 이 클래스에서 기준값(최대값과 최소값), 현재 센싱된 값, 이전 센싱 값, 현재 가동률의 값들을 이용하여 계산을 수행한 후에 현재의 가동률을 재설정하는 클래스로 메인 폼에서 clsDataProcessor 객체를 만들어 사용한다. Form1 클래스는 사용자에게 처리 결과를 도시하기 위한 클래스 모듈이다.

그림 3.18은 양돈 환경 자가 조절을 위한 센싱 데이터 처리 모듈을 구현한 화면이다. 센서 수신 모듈을 통해 큐에 저장된 센서데이터 객체를 추출하여 기준 값과 현재 센싱 값, 이전 센

싱 값과 현재 가동률을 이용하여 계산한 후에 현재 가동률을 판단한다. 현재 센싱된 값과 판단 결과에 의해 산출된 현재 가동률의 값을 그림과 같이 도시하고 있다.

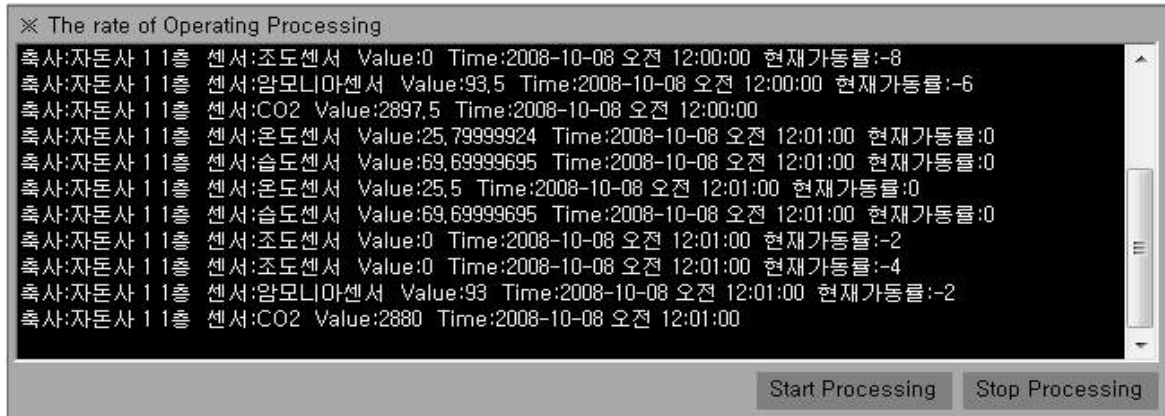


그림 3.18 양돈 환경 자가 조절을 위한 센싱 데이터 처리 화면

양돈 환경을 자가 조절을 위한 가동률을 판단하는 기준은 앞서 언급한 바와 같이 각 센서 종류에 따라 달라진다. 온도, 습도, 조도, 암모니아, 이산화탄소, 가스의 센싱 값을 이용하여 환풍기의 가동률을 판단한다. 또 풍속, 풍량, 산소의 센싱 값을 이용하여 창문 개폐기의 가동률을 판단한다. 그림 3.19에서 보는 바와 같이 현재 가동률은 알고리즘에 의해 센싱 데이터에 따라 판단된 가동률의 값을 표시하고 있는데, 가동률 최대값은 최대로 올라갔던 가동률의 값을, 가동률 최소값은 가장 낮은 가동률의 값을 표시하는데 최소값은 0이다. 향후 추가될 서비스를 위해 난방기 여부와 메일 서비스, SMS 서비스는 예비로 남겨 두었다.



그림 3.19 양돈 환경 자가 조절 결과 화면

## 제 4 절 양돈 환경 실시간 모니터링을 위한 데이터베이스 구축

양돈 환경 실시간 모니터링 응용 프로그램을 통해 센서 노드를 추가하기 위한 모듈에서 관

리자의 권한을 저장하는 데이터베이스 테이블이다. AI\_Code는 테이블의 기본키로 식별 코드이고 관리자의 이름과 비밀번호를 저장한다. 그림 4.1은 관리자 데이터베이스 스키마를 보여주고 있다.

테이블 명 : AdminInformation (관리자 정보) : 관리자 권한 정보					
열 이름	데이터 형식	길이	Null 허용	옵션	설명
AI_Code	int		N	PK, Auto Inc	관리자 분류 번호
AI_Name	varchar	20	N		관리자 로그인 이름
AI_PassWord	varchar	12	N		관리자 로그인 비밀번호

그림 3.20 관리자 데이터베이스 스키마

테이블 명 : BuildingInformation (건물 정보) : 센서가 설치된 건물 분류 정보					
열 이름	데이터 형식	길이	Null 허용	옵션	설명
BI_Code	int		N	PK, Auto Inc	건물 분류 번호
BI_Name	varchar	50	N		건물 이름
BI_Floor_Num	int				건물의 층수
BI_Back_Img	image				건물의 미니 이미지

그림 3.21 건물 정보 데이터베이스 스키마

그림 3.2는 관리되는 건물의 정보를 저장하는 데이터베이스이다. 실시간 양돈 환경 모니터링 응용에서 지도 기반의 지도 이미지를 통해 센서의 상태를 제공할 수 있도록 하기 위해 각 건물의 대한 이름과 식별코드를 통해 분류할 수 있다. BI\_Code는 기본키로 건물의 고유 분류 번호이고 BI\_Name은 건물의 이름이다. 또한 건물 내부에 여러 층이 있을 경우를 대비하여 BI\_Floor\_Num 열을 만들어 구별할 수 있도록 하고, 응용에서 축소된 미니 이미지를 볼 수 있도록 하기 위한 열을 설계한다.

테이블 명 : MapData (지도 데이터) : 퍼센트 크기별 지도 데이터					
열 이름	데이터 형식	길이	Null 허용	옵션	설명
MD_Code	int		N	PK, Auto Inc	지도 데이터 분류 번호
MD_ML_Code	int		N		지도 분류 정보 참조 번호
MD_StartX	int		N		전체 이미지상의 X 시작 위치
MD_EndX	int		N		전체 이미지상의 X 끝 위치
MD_StartY	int		N		전체 이미지상의 Y 시작 위치
MD_EndY	int		N		전체 이미지상의 Y 끝 위치
MD_Width	int		N		조각 이미지의 가로크기
MD_Height	int		N		조각 이미지의 세로크기
MD_ImageData	image		N		실질적인 조각 이미지

그림 3.22 지도 데이터베이스 스키마

그림 3.22는 지도 서비스를 하기 위한 지도 데이터를 저장하는 테이블의 스키마이다. 지도의 이미지는 큰 이미지 그대로 저장하는 방식이 아닌 100 x 100 크기로 분할하여 저장한다. 하나의 원본이미지를 그대로 사용할 경우 이동하거나 확대 축소시 내부 처리를 위한 부하가 있기 때문에 지도 이미지를 읽어 들이는 속도와 처리 시간을 고려하여 작은 이미지 조각으로 분리하고 각 분할된 이미지의 시작 위치와 끝 위치를 저장하여 실시간 양돈 환경 모니터링 응용에서 처리할 수 있도록 테이블을 설계한다.

테이블 명 : MapInformation (지도데이터 정보) : 지도 데이터 분류 정보					
열 이름	데이터 형식	길이	Null 허용	옵션	설명
MI_Code	int		N	PK, Auto Inc	지도 정보 분류 번호
MI_Percent	int		N		지도 퍼센트 크기 정보
MI_TableName	varchar	50	N		지도 퍼센트 크기 테이블이름
MI_Width	int		N		지도 가로크기
MI_Height	int		N		지도 세로크기
MI_Etc	varchar	100			지도에 관한 기타정보
MI_Region	int		N		해당 지도의 지역 구분 정보

그림 3.23 지도정보 데이터베이스 테이블 스키마

그림 3.23은 지도 데이터 테이블들을 관리하기 위해 지도정보 테이블의 스키마를 보여주고 있다. 실제적인 지도 데이터가 저장되는 테이블들의 이름과 퍼센트 크기 정보, 지도의 크기 정보와 함께 각 건물들의 지역 정보를 구분하기 위한 지역 구분 정보를 함께 관리할 수 있도록 데이터베이스를 설계한다.

테이블 명 : NodeInformation (노드데이터 정보) : 노드 데이터 분류 정보					
열 이름	데이터 형식	길이	Null 허용	옵션	설명
NI_Code	int		N	PK, Auto Inc	노드 정보 분류 번호
NI_SI_Code	int		N		설치된 센서정보 매핑 관계코드
NI_MapX	int		N		지도상의 X축 위치
NI_MapY	int		N		지도상의 Y축 위치
NI_Title	varchar	50			해당 노드의 이름
NI_Explanation	varchar	5000			해당 노드의 설명정보
NI_Region	int		N		해당 노드의 지역 구분 정보

그림 3.24 노드정보 데이터베이스 테이블 스키마

그림 3.24는 환경 모니터링 응용에서 지도 위에 각 센서가 설치된 센서 노드의 정보를 저장하는 테이블이다. 설치되는 센서 정보를 외래키로 센서 정보 테이블에서 참조하여 지도 위에 표시될 노드의 센서 정보와 실제 센서가 같은 정보를 참조하도록 매핑시키기 위해 NI\_SI\_Code 컬럼을 사용하고, 지도상에 표시될 위치정보 및 해당 노드의 이름, 부가 정보를 저장할 수 있도록 데이터베이스 테이블을 설계한다.

테이블 명 : SensorInformation (센서 정보) : 센서 분류 정보					
열 이름	데이터 형식	길이	Null 허용	옵션	설명
SI_Code	int		N	PK, Auto Inc	센서 분류 번호
SI_Place	varchar	50			센서가 설치된 장소
SI_Kind	varchar	20			설치된 센서 종류
SI_Location	nchar	4			설치된 센서 위치
SI_PlacelIdentify	int				센서가 설치된 장소 분류코드

그림 3.25 센서 정보 데이터베이스 테이블 스키마

센서 정보 테이블은 노드 정보와 실질적인 센서 데이터를 갖는 테이블을 연결하고 관리하기 위한 테이블이다. 기본키로써 센서 분류 번호를 통해 설치된 각 센서들을 구분하고 센서가 설치된 건물의 장소 정보를 저장하기 위한 SI\_Place 컬럼을 생성하고, 설치된 해당 센서의 종류 정보를 저장하기 위한 컬럼을 두었다. 또한 해당 건물에서 센서가 설치된 위치정보 및 건물 정보 테이블과 연계를 위한 분류 코드를 저장할 수 있도록 테이블을 설계한다. 그림 3.25는 센서 정보 데이터베이스 테이블 스키마를 보여주고 있다.

테이블 명 : SensorData (센서 데이터 정보) : 수집되는 실질적인 센서데이터 정보					
열 이름	데이터 형식	길이	Null 허용	옵션	설명
SD_Code	bigint		N	PK, Auto Inc	센서 분류 기본 번호
SD_SLCode	int		N		센서정보 매핑 관계 코드
SD_Date	datetime		N		수집된 센서 값의 날짜
SD_Time	datetime		N		수집된 센서 값의 시간
SD_Value	float		N		수집된 센서 값

그림 3.26 센서 데이터 테이블 스키마

그림 3.26은 센서 데이터 테이블 스키마를 보여주고 있다. 센서 데이터 테이블은 실질적으로 수집되는 센서의 값을 저장하는 테이블이다. 센서 정보 테이블과 매핑을 위한 외래키로 SD\_SLCode 컬럼을 두고, 수집된 날짜와 시간을 저장하는 컬럼, 마지막으로 센서 값을 저장하도록 설계한다. 어떤 센서 노드에서가 센서 정보는 그림 3.26과 같이 나타낸다.

## 제 5 절 실시간 양돈 환경 모니터링 응용 설계

그림 3.27은 양돈 환경 모니터링 응용 프로그램의 구성도를 보여주고 있다. 먼저 하단에 다른 모듈에서 데이터베이스에 연결하여 데이터를 읽어 올 수 있도록 하기 위한 데이터베이스 연결 인터페이스 모듈이 구성되어 있다. 다음은 데이터베이스에 연결하기 위한 정보 및 테이블 정보, 컬럼 정보들의 속성을 파일로부터 읽을 수 있도록 하기 위한 모듈을 구성하고 있다. 다음은 건물 선택 모듈로서 데이터베이스에서 건물 정보를 읽어서 사용자로 하여금 응용에서 서비스 받고자 하는 건물을 선택하여 그 정보를 맵 로드 모듈로 넘겨준다. 맵 로드 모듈은 사용자가 선택한 지역 정보를 바탕으로 해당하는 지역의 지도 데이터를 데이터베이스로부터 이미지 데이터를 불러와서 응용을 통해 GIS 서비스를 제공한다. 또한 맵 로드 모듈은 각 건물에 설치된 센서 노드들의 정보를 함께 불러오게 하여 센서 노드들의 위치를 표시하고 센서 값을 볼 수 있도록 한다. 실질적인 센서 값은 센서 데이터 뷰 모듈을 통해 데이터를 읽어들이게 되는데 이 모듈에서 정보창에 해당 센서 값을 매핑하여 사용자에게 전달한다. 관리자 모듈과 추가 노드 모듈은 양돈 환경 모니터링을 통해 지도 상에서 센서 노드를 추가하는 기능을 수행하기 위한 모듈로써 관리자 인증을 처리하는 모듈과 노드를 추가시키기 위한 모듈로 구성되어

있다.

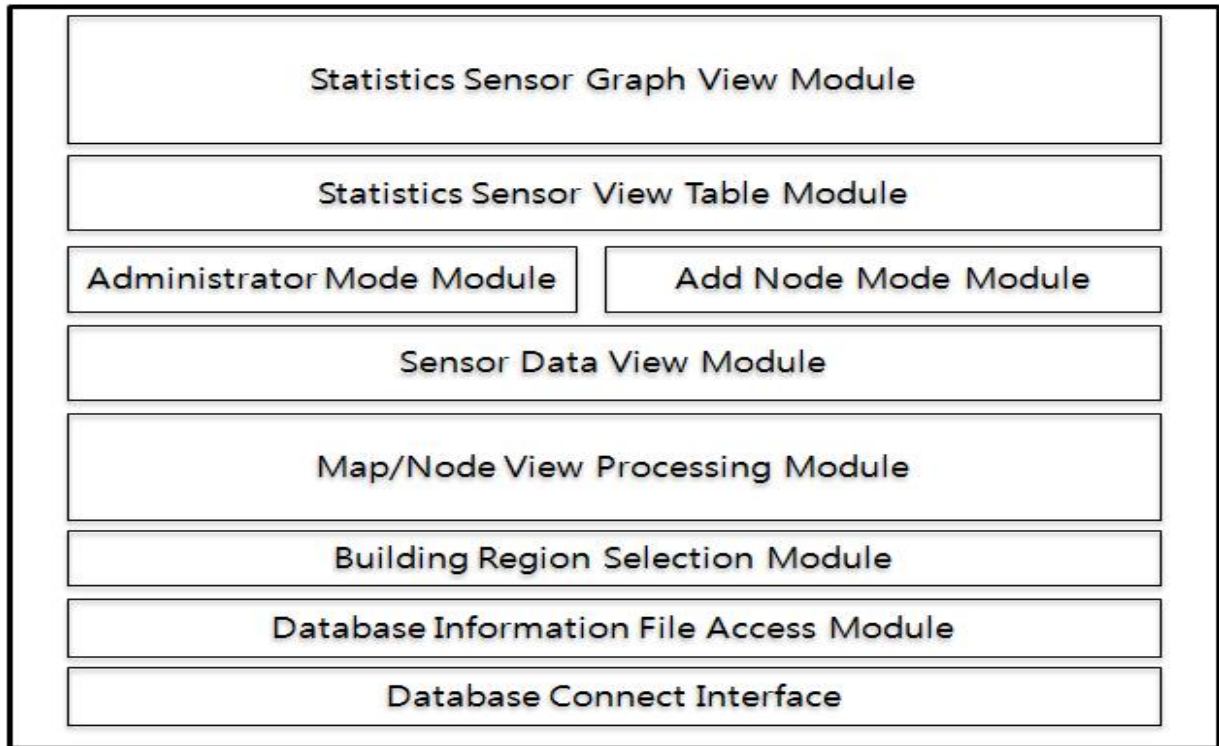


그림 3.27 양돈 환경 모니터링 응용 전체 구성도

다음으로 센서 데이터 통계 그래프 모듈은 데이터베이스에 저장된 센서 값을 날짜 별로 1 시간 단위로 통계 그래프를 볼 수 있도록 그래프를 제공하는 모듈이다. 또한 이 통계 그래프 모듈은 평균값뿐만 아니라 1시간동안에 최대값과 최소값도 함께 제공하도록 하고 있다. 그리고 센서 값 중 이전 값과 기준 값을 비교하여 차이가 많이 나는 데이터를 버리도록 하여 최대한 오차가 나지 않도록 처리한다. 그리고 또 그래프에서 어느 한 지점을 클릭하게 되면 1시간동안에 센서 값을 모두 볼 수 있도록 테이블 형태로 제공하도록 모듈을 설계한다.



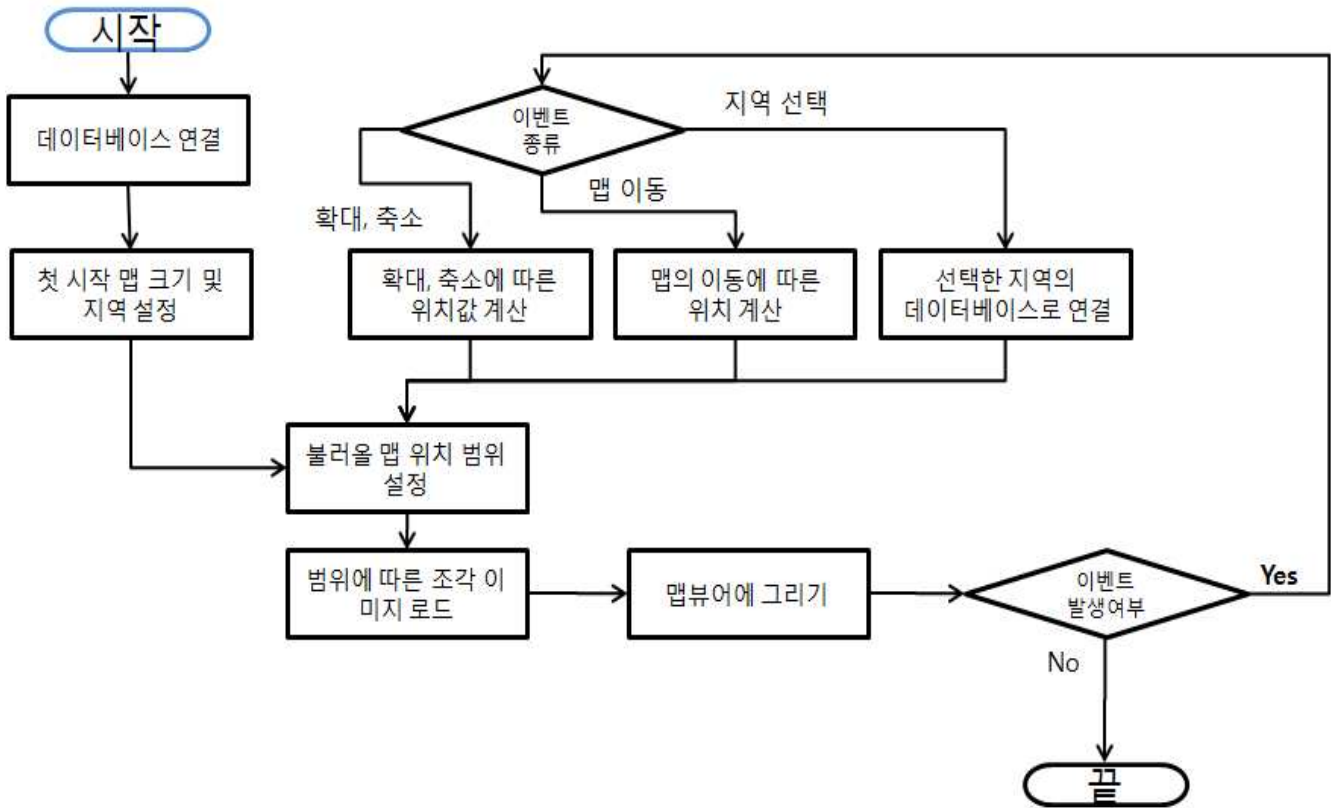


그림 3.28 양돈 환경 실시간 모니터링 맵 로드 순서도

양돈 환경 모니터링 응용에서 맵 로드 부분만을 나타내는 순서도는 그림 3.28이다. 데이터베이스에 연결하여 사용자가 선택한 건물 지역에 따라 맵 이미지를 불러와서 분할된 이미지 조각들을 결합하여 맵을 보여준다. 맵 이동, 확대, 축소 등의 부가 기능을 처리하기 모듈을 사용하여 이벤트 처리를 수행할 수 있다.

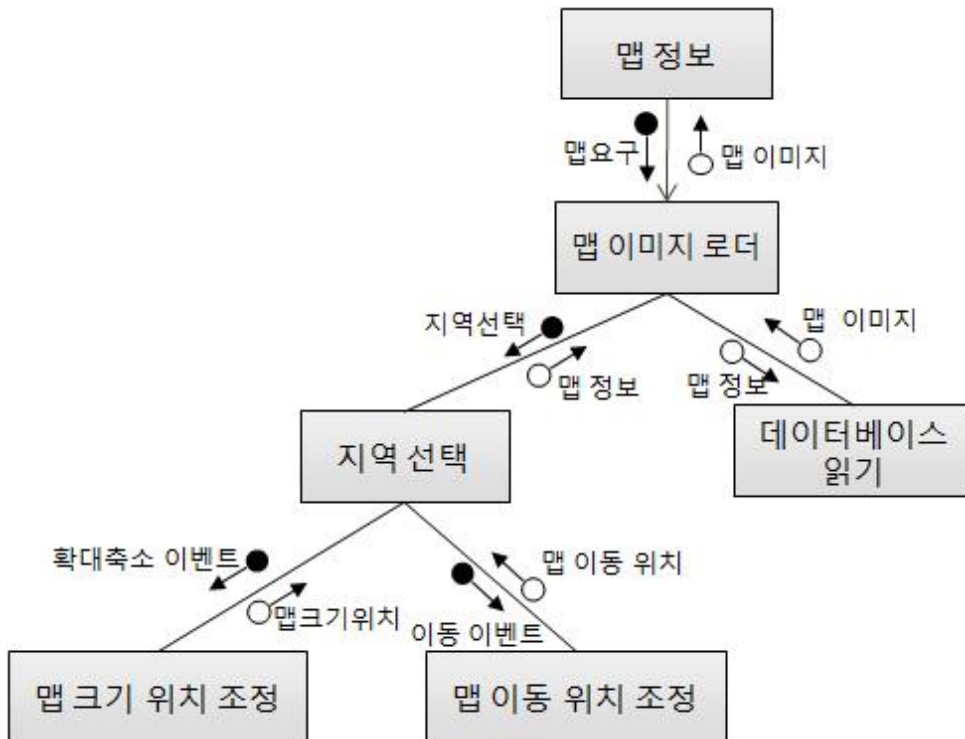


그림 3.29 지도 이미지 로딩 구조도

그림 3.29는 양돈 환경 모니터링 응용에서 지도 이미지를 데이터베이스에서 읽어서 로드하는 것을 나타내는 구조도이다. 맵 이미지 로더는 사용자가 선택한 건물 지역에 따라 데이터베이스로부터 한번 읽어서 메모리에 저장하고, 모니터링 응용에서 보여주고, 그 이후에 맵 크기 변화, 이동할 경우에는 이동한 거리만큼을 계산하여 저장된 이미지를 이용하여 빠르게 사용자에게 보여준다.

실시간 양돈 환경 모니터링 응용에서 맵을 로드 한 후에 센서가 장착된 노드를 보여주기 위한 순서도를 나타내는 그림 3.30이다. 먼저 맵이 로드 된 후에 설정된 건물 지역 정보에 따라 해당하는 노드를 찾아서 화면에 표시한다. 또한 일정한 시간만큼 주기적으로 노드의 정보를 읽어 정보창을 통해 해당 센서 노드의 센서 값을 사용자에게 보여준다.

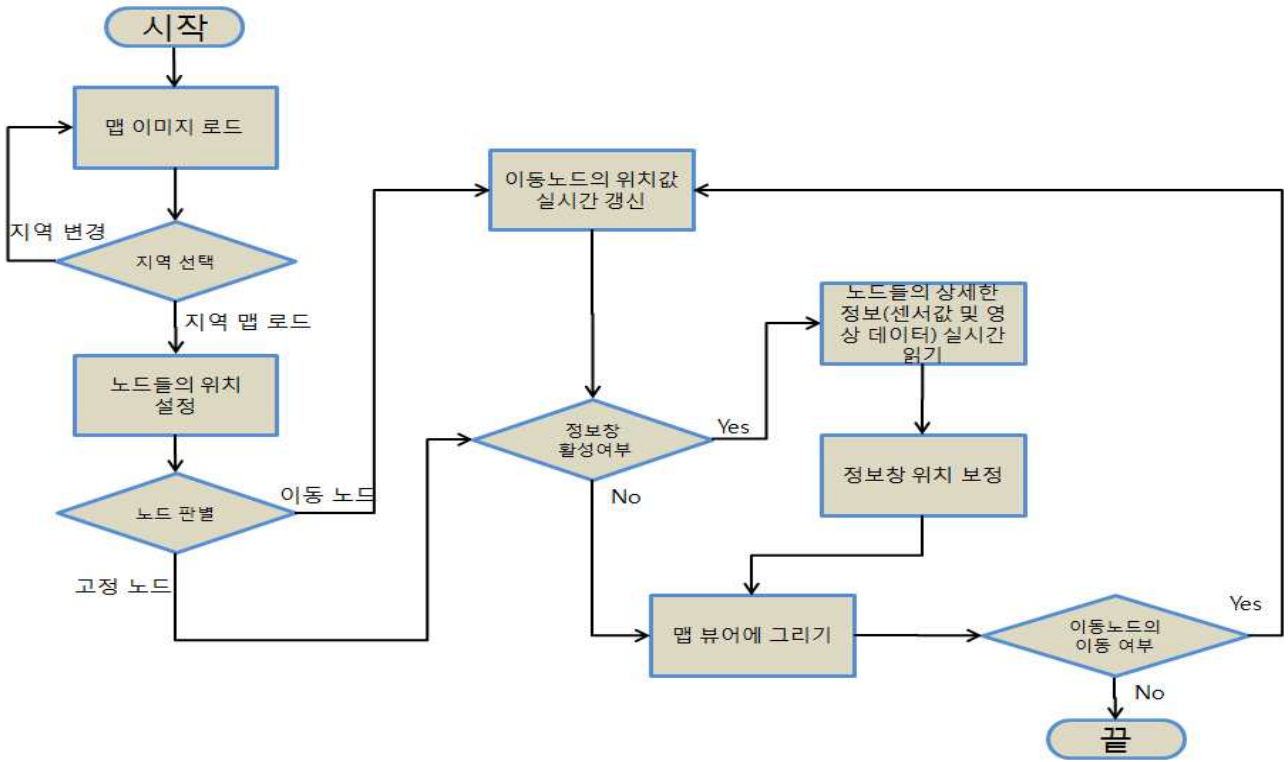


그림 3.30 실시간 양돈 환경 모니터링 노드 부분 순서도

통계 그래프 모듈의 구조 설계는 그림 3.31에서 보는 바와 같다. 통계 그래프 모듈은 센싱 값의 통계 정보를 그래프로 표현하기 위해 먼저 데이터베이스 연결 인터페이스 모듈을 이용하여 데이터베이스에 연결하여 센싱 값들을 읽어 오게 된다. 센싱 값을 읽어온 후 사용자가 현재 선택한 건물 지역, 센서 종류, 날짜에 따라 센서 값을 분류하고 그래프로 표현하기 위해 임시로 기억장소에 센서 데이터를 저장하여 둔다. 이후 통계 그래프 모듈은 임시로 저장된 센서 값 중에 미리 설정된 센서별 기준 값 이하에 값을 버리도록 하여 오차를 줄이도록 하고, 시간당 평균 및 최소, 최대 값을 계산하여 센싱 값들을 저장하여 둔다. 마지막으로 사용자에게 그래프로 도시하기 위한 그래프 뷰 클래스로 센싱 값들을 전달하여 사용자에게 도시할 수 있도록 설계한다.

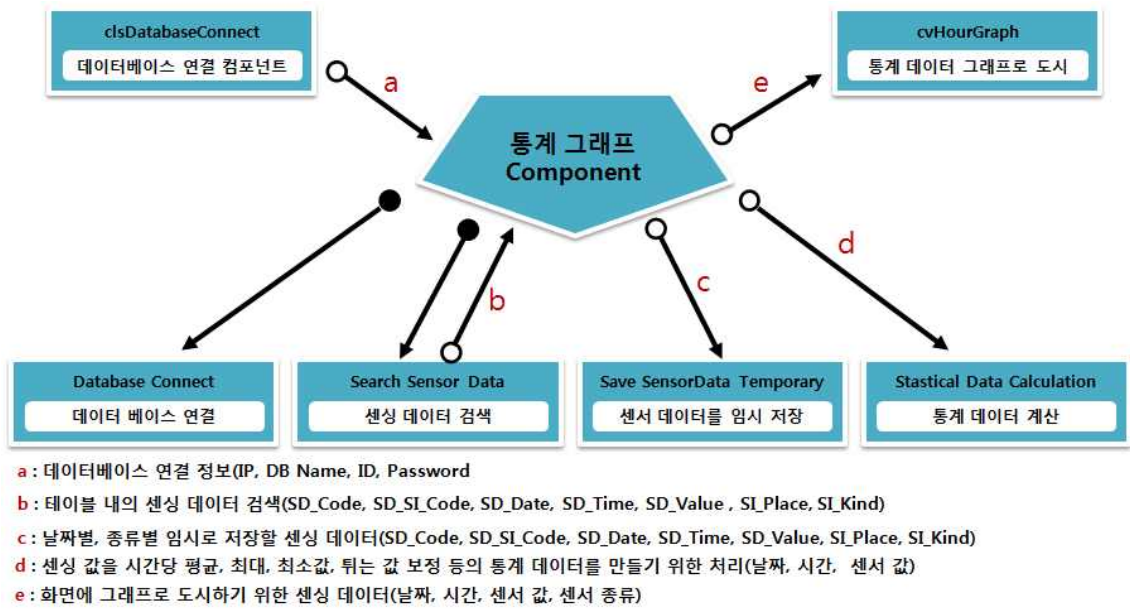


그림 3.31 통계 그래프 처리 모듈 설계

그림 3.32는 통계 그래프 모듈에서 사용자에게 그래프로 도시하는 과정을 나타내는 순서도를 설계한 것이다. 데이터베이스에서 센싱 값을 읽어오고 나서 평균, 최소, 최대 값을 계산한 후에 그래프를 도시하는 모듈로 센싱 값을 넘겨준다. 이후 그래프를 도시하는 뷰 모듈은 그래프의 배경 그림인 X축과 Y축의 밑바탕을 그리고 센서 종류에 따른 Y축의 값을 설정하고, X축은 1시간 단위로 시간 축으로 설정한다. 이후 센싱 값에 따라 그래프 상에서 도시되는 위치를 다시 계산한 하게 되고 사용자가 보기 편리하도록 그래프를 표현한다. 사용자가 그래프의 특정한 지점을 선택하게 되면 선택된 시간대의 모든 센싱 값들을 볼 수 있게 테이블 형태로 제공하도록 설계 한다.

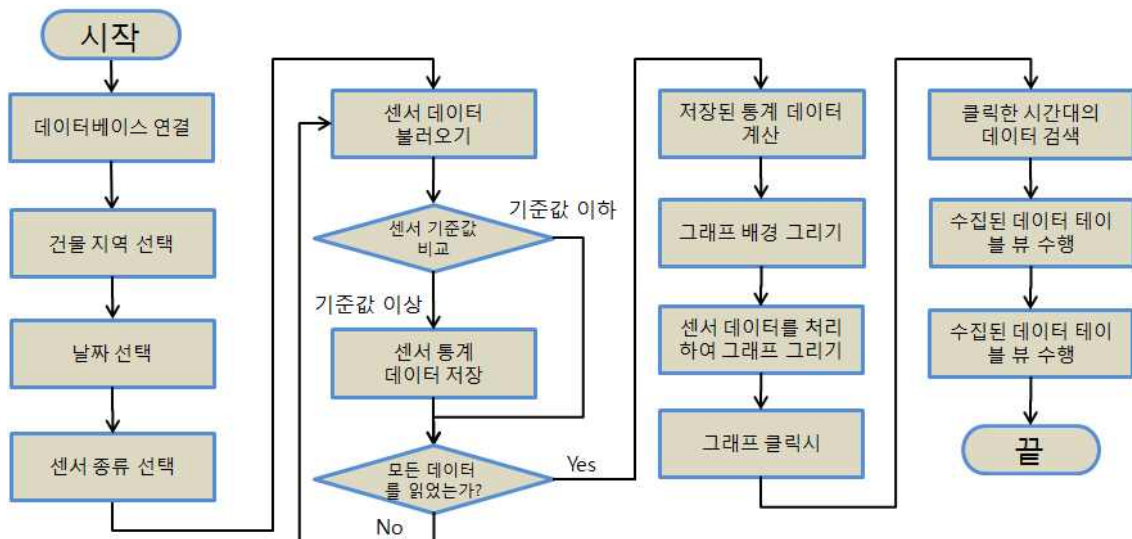


그림 3.32 통계 그래프 모듈 순서도

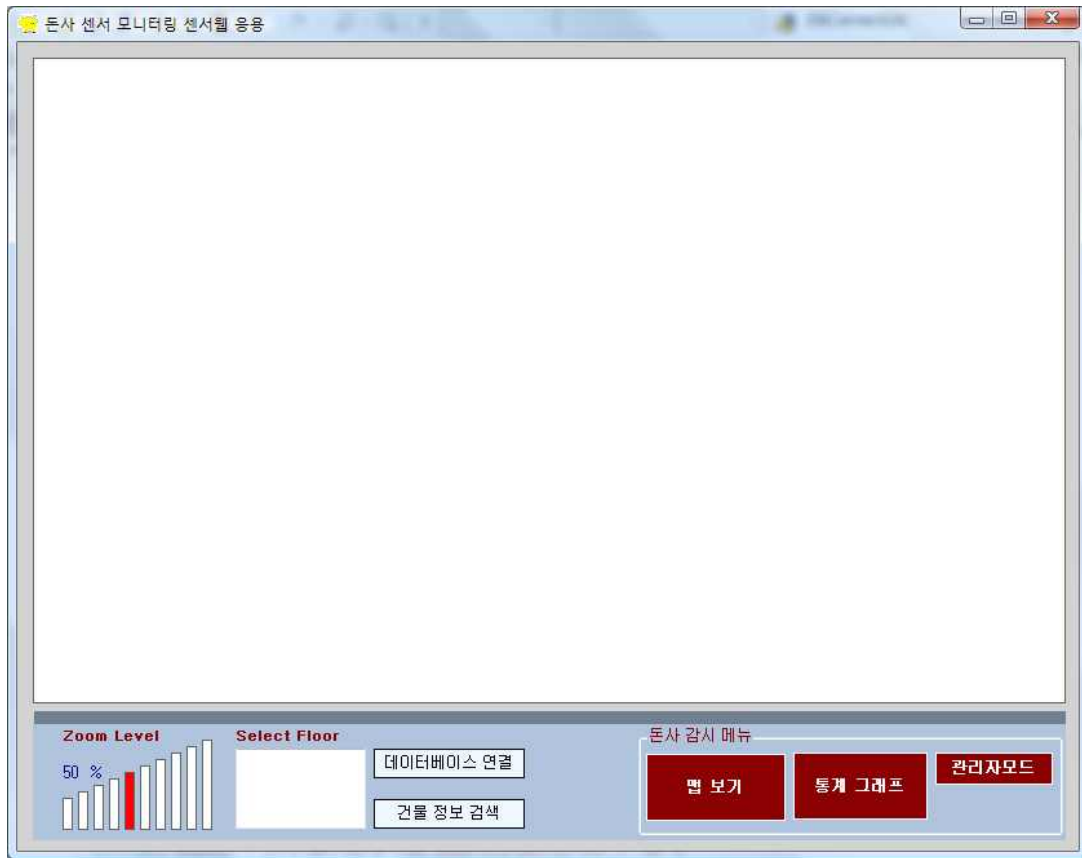


그림 3.33 실시간 양돈 환경 모니터링 응용 기본 실행 화면

## 제 6 절 실시간 양돈 환경 모니터링 응용 구현

그림 3.33은 실시간 양돈 환경 모니터링 응용 기본 실행 화면이다. 데이터베이스에 정보를 그림 3.34와 같이 입력한 후에 연결정보 생성 버튼을 클릭하면 정상적으로 연결이 되었을 경우에는 창이 자동으로 닫히고, 만약 연결 실패시 오류 창을 보여주도록 한다.

정상적으로 데이터베이스 연결 한 후에 건물 정보 검색 버튼을 클릭하게 되면 좌측에 있는 리스트 박스에 건물정보의 목록을 보여주어서, 사용자로 하여금 건물 지역을 선택할 수 있도록 한다. 그림 3.34에서는 실시간 양돈 환경 모니터링의 데이터베이스를 연결한다. 건물 선택후 맵 보기 버튼을 클릭하게 되면 지도와 노드를 불러와서 사용자에게 지도 기반의 센서 값들을 볼 수 있다.

그림 3.35는 자돈사의 실시간 양돈 환경 모니터링 응용을 실행한 화면이다. 자돈사1의 환경을 모니터링하는 모습이다. 지도 위에 보여지는 노드는 설치되어 있는 노드를 표시한다. 화면에 표시 되는 노드는 관리자 모드를 통해서 지도상에서 추가할 수 있도록 구현한다. 그리고 센서들의 정보를 한눈에 볼 수 있도록 하기위해 정보창에 최소한의 정보만을 제공하도록 구현한다. 도시되는 센서 정보로는 센서의 종류와 현 시간대에 수집되는 센서 값을 도시한다.

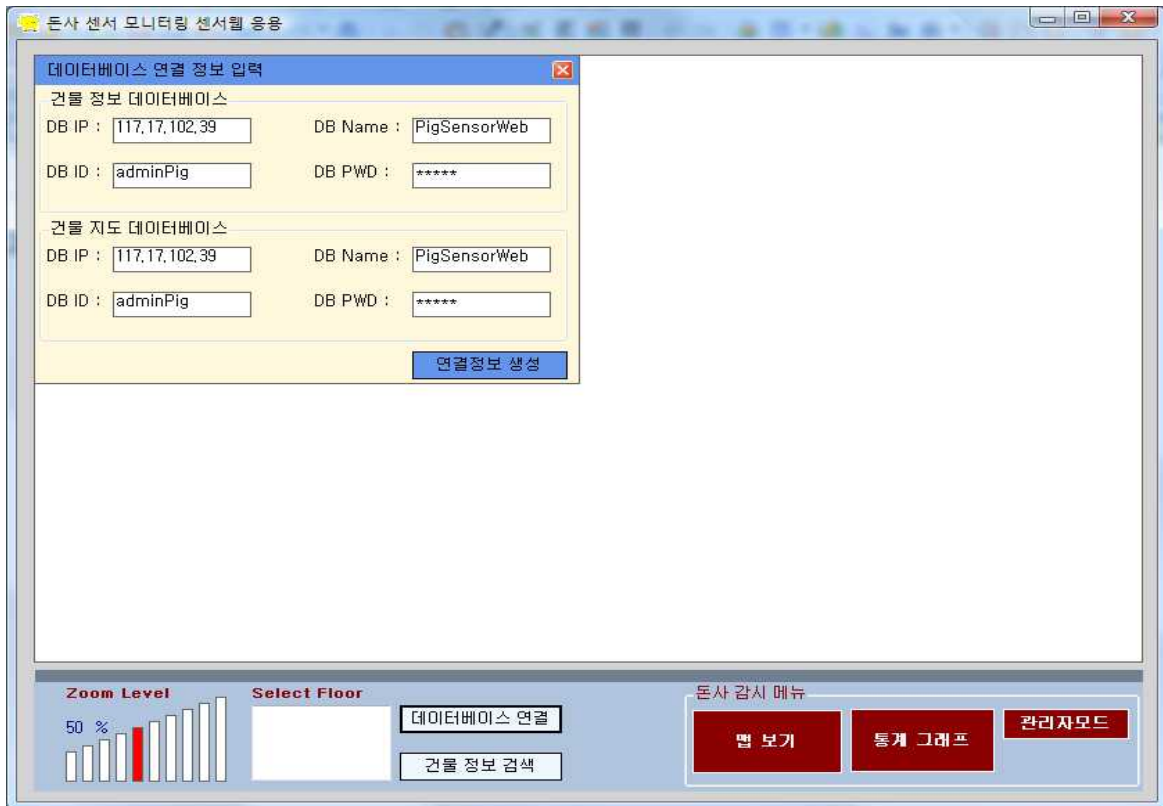


그림 3.34 실시간 양돈 환경 모니터링의 데이터베이스 연결 화면

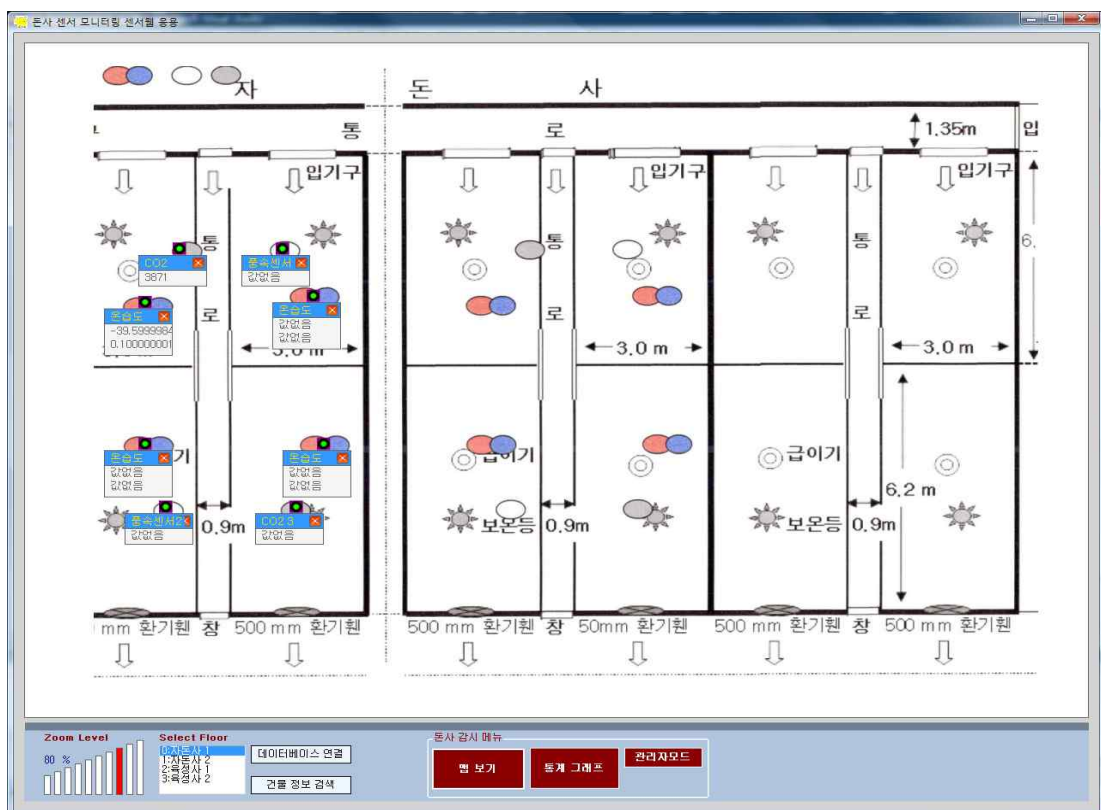


그림 3.35 실시간 양돈 환경 모니터링 응용 실행 화면

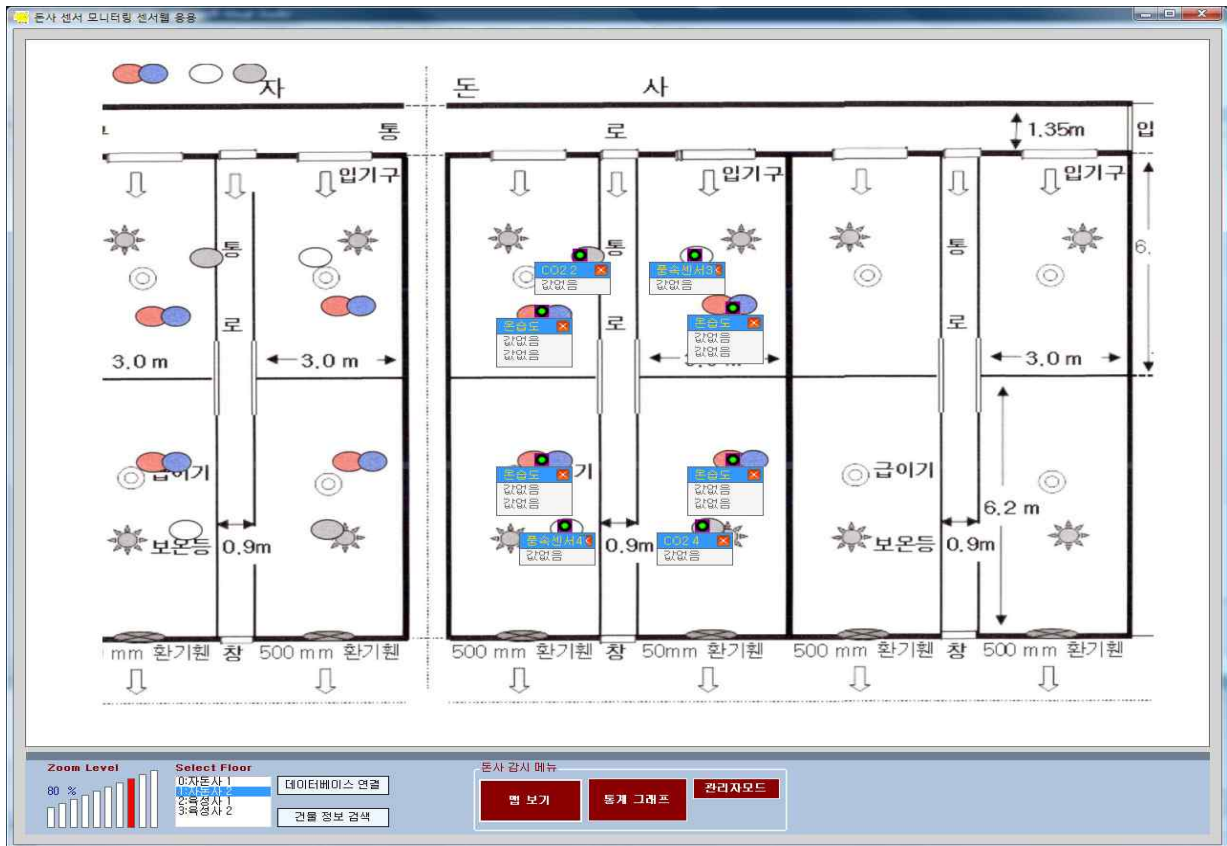


그림 3.36 자돈사 2의 환경 모니터링 화면

그림 3.36은 자돈사 2의 환경을 모니터링을 보여주고 있다. 앞에서 본 자돈사 1과는 센서 위치가 다른 위치에 설치되어 있음을 알 수 있다. 실시간 양돈 환경 모니터링 응용은 이렇게 여러 양돈사 건물들의 센서 위치 및 간단한 센싱 정보를 볼 수 있도록 구현되어 있다.

모니터링 응용에서 “통계 그래프”를 클릭하게 되면 그림 3.37과 같은 그래프를 볼 수 있다. 그림 3.37은 자돈사 1의 온도센서의 데이터를 보여주고 있다. 제목 표시 창에는 선택한 건물의 이름을 보여주고, 시간주기설정은 데이터베이스에서 지속적으로 값을 갱신하는 시간을 설정하는 것으로 초단위로 설정할 수 있다. 사용자는 센싱 데이터를 보기 위해서는 달력을 통해 날짜를 선택하게 되면 해당 날짜의 24시간 동안에 수집된 데이터의 통계 값을 볼 수 있다. 또한 그래프로 표시할 때 미리 설정된 기준 값과 오차가 많이 나는 센서 값은 버리도록 설정하여 평균값을 계산하는 오차를 벗어나지 않도록 한다.

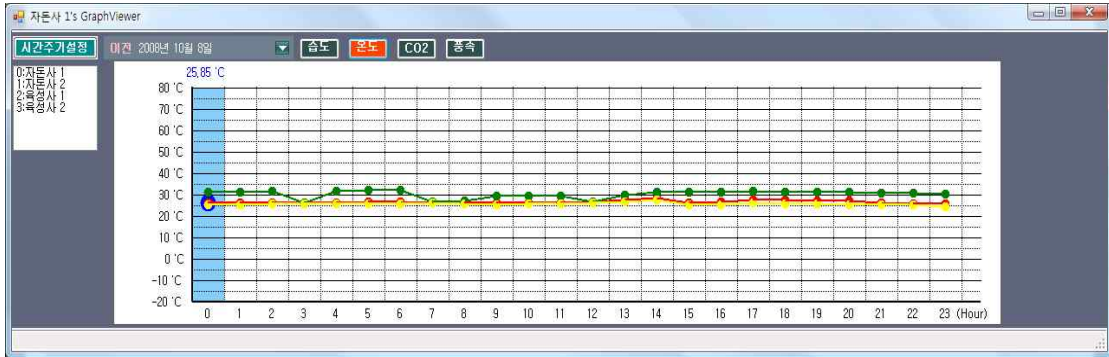


그림 3.37 평균값과 최대값, 최소값을 시간단위로 표시한 통계그래프 화면

그림 3.38는 자돈사 1의 습도센서 통계 데이터를 보여주고 있다. 좌측에 장소를 선택할 수 있는 리스트박스를 만들어서 쉽게 센서가 설치된 장소를 쉽게 변경하여 도시할 수 있도록 한다. 여기서 빨간색 선은 평균값을, 녹색선은 해당 시간대의 최대값을 표현하고, 노란색 선은 반대로 최저값을 표시하고 있다. 또한 통계 그래프는 여러 창을 동시에 실행시킬 수 있어 여러 건물의 통계 자료를 한꺼번에 볼 수 있다.



그림 3.38 자돈사 1의 습도 통계 그래프 화면



그림 3.39 자돈사1의 이산화탄소 센서 통계 그래프 화면



그림 3.39는 자돈사1의 이산화탄소 센서를 보여주는 통계 그래프이다. 우측의 SensorCategory 테이블에 저장된 값에 따라 버튼의 개수는 동적으로 변한다. 이에 따라 습도, 온도, 이산화탄소 등의 센서들의 정보를 번갈아 가면서 해당 버튼에 누르면 선택된 해당 센서의 값을 볼 수 있다.



그림 3.40 여러 통계 그래프를 활성화 화면

그림 3.40은 여러 통계 그래프를 활성화 화면을 보여주고 있다. 자돈사 2의 습도, 온도, 이산화탄소의 센싱 통계 데이터들을 여러 창을 실행 시킨 결과를 보여주고 있다. 메인 모니터링 응용에서 해당 지역을 선택하고 나서 통계 그래프 버튼을 여러 번 누르게 되면 여러 창이 동시에 실행 될 수 있다. 따라서 사용자는 주된 관심 데이터를 모두 모니터링하면서 서로 데이터들의 변화를 확인할 수 있다.

센서종류	시간	센서값
습도센서	2008-10-08 오...	74,19999695
습도센서	2008-10-08 오...	74,19999695
습도센서	2008-10-08 오...	74,30000305
습도센서	2008-10-08 오...	74,30000305
습도센서	2008-10-08 오...	74,19999695
습도센서	2008-10-08 오...	74,19999695
습도센서	2008-10-08 오...	74,19999695
습도센서	2008-10-08 오...	74,19999695
습도센서	2008-10-08 오...	73,80000305

그림 3.41 특정 시간대의 값을 표시한 테이블 화면

그림 3.41은 그래프에서 사용자가 특정 시간대의 센서 데이터를 보고자 할 경우 해당 시간대를 마우스를 이용하여 클릭하게 되면 통계 뷰 테이블을 통해 하루 동안 수집된 해당 시간대의 센싱 데이터를 도시한다.

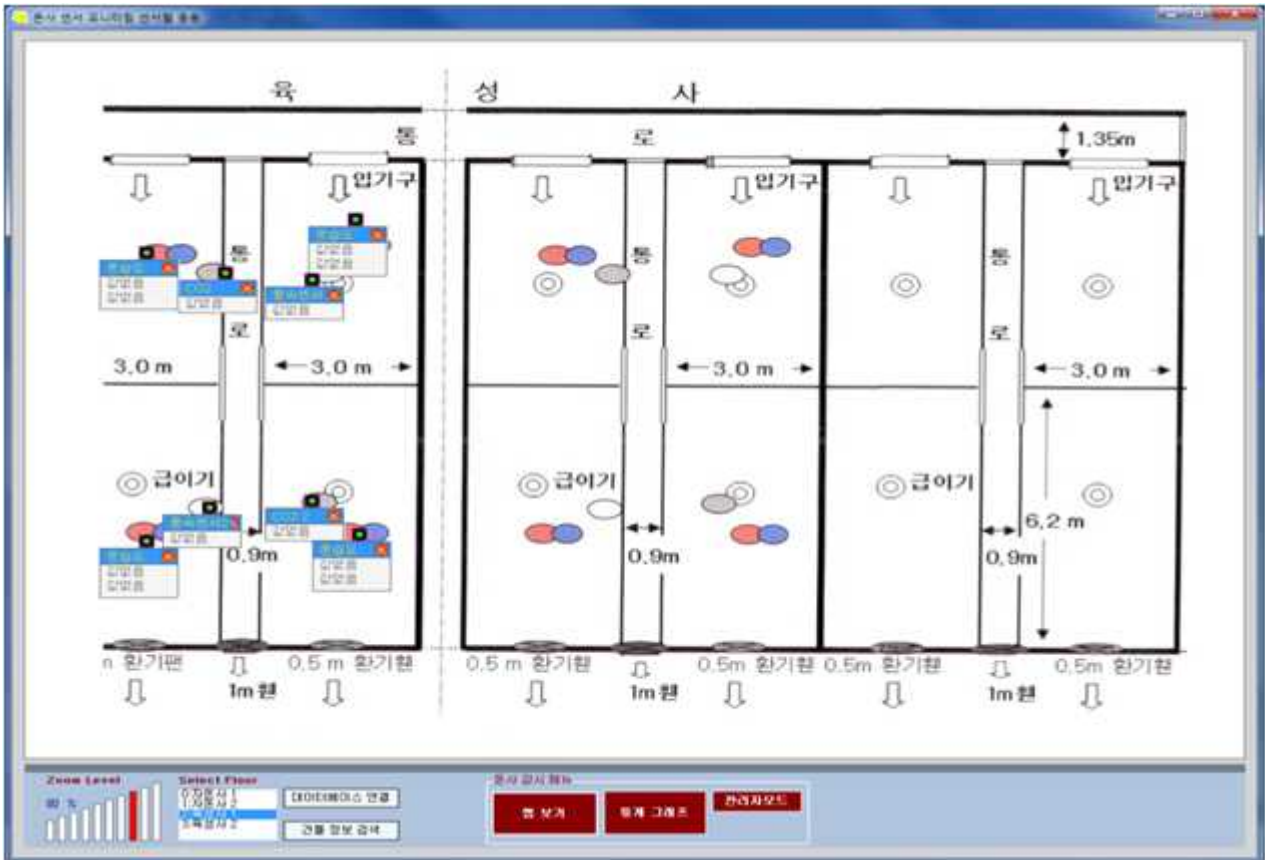


그림 3.42 육돈사 1의 환경 모니터링 화면

그림 3.42는 앞서 본 그림 3.15와 마찬가지로 센서가 설치된 양돈사의 환경을 GIS 서비스를 바탕으로 도시한 화면이다. 그림 3.15에서는 자돈사의 환경을 모니터링 하는 것이라면 그림 3.42는 양돈사의 다른 건물인 육돈사1의 센서들을 모니터링하고 있다. 모니터링되는 센서 정보들은 한눈에 볼 수 있도록 정보창을 최소화하여 센서의 종류와 현 시간대에 수집되는 센서 값을 도시화한다. 화면 하단에 보이는 바와 같이 양돈 환경의 건물 정보를 선택함에 따라 다른 양돈사의 건물들의 센서 정보를 모니터링 할 수 있다. 각 양돈사의 건물마다 설치되는 센서들의 위치가 다르기 때문에 각 건물의 특성에 맞게 모니터링할 수 있다.

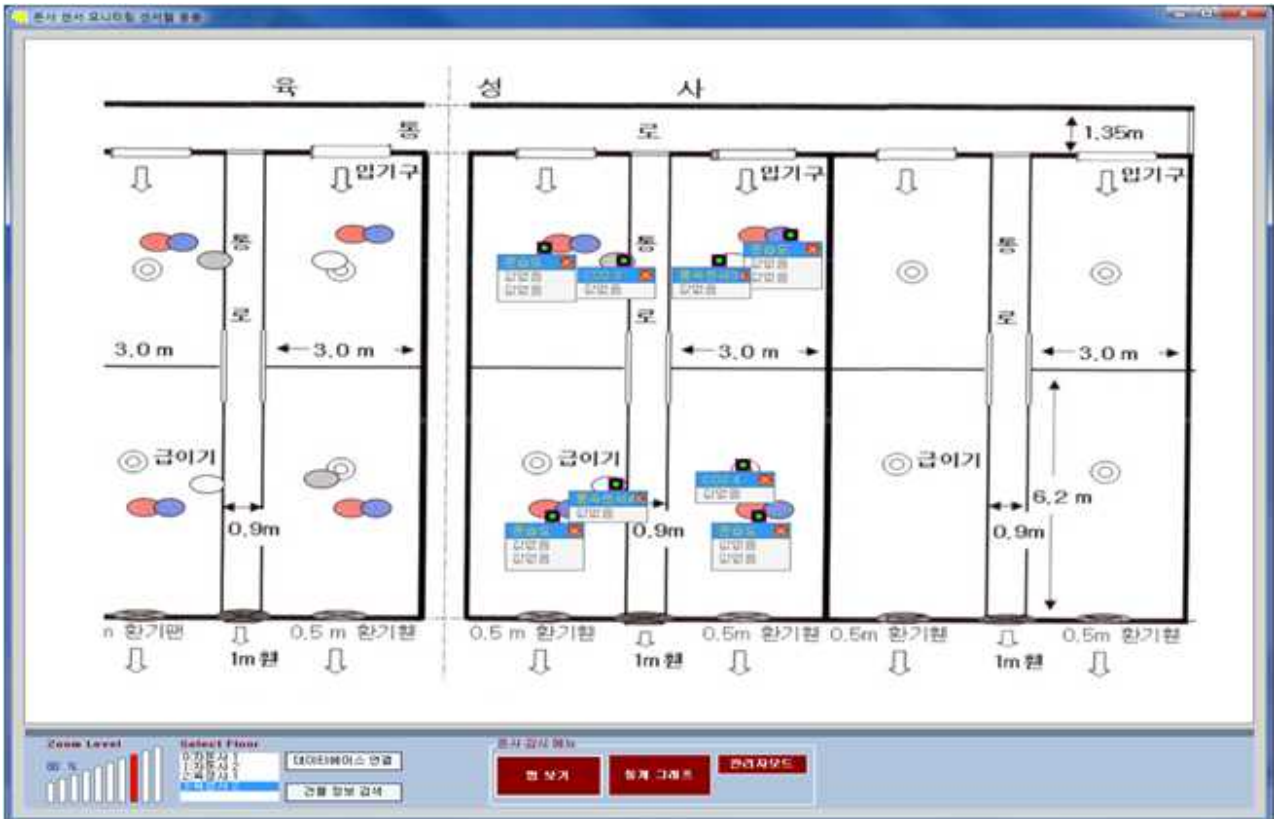


그림 3.43 육돈사 2의 환경 모니터링 화면

그림 3.43은 육돈사2의 센서 정보를 모니터링하는 화면이다. 앞서 그림 3.42에서 설명한 바와 같이 양돈사의 각 건물의 특색에 맞추어 모니터링 할 수 있도록 구현하여 다양한 양돈장 다중 환경의 센서 정보를 모니터링 할 수 있다. 앞서 본 그림 3.42와 비교하면 설치된 센서들의 위치에 맞게 모니터링 할 수 있는 것을 볼 수 있다. 또한 센서 위치가 바뀌었거나 새로 추가할 센서가 있을 경우를 대비하여 관리자 모드를 추가하여 관리자가 센서들의 위치를 수정할 수 있다.

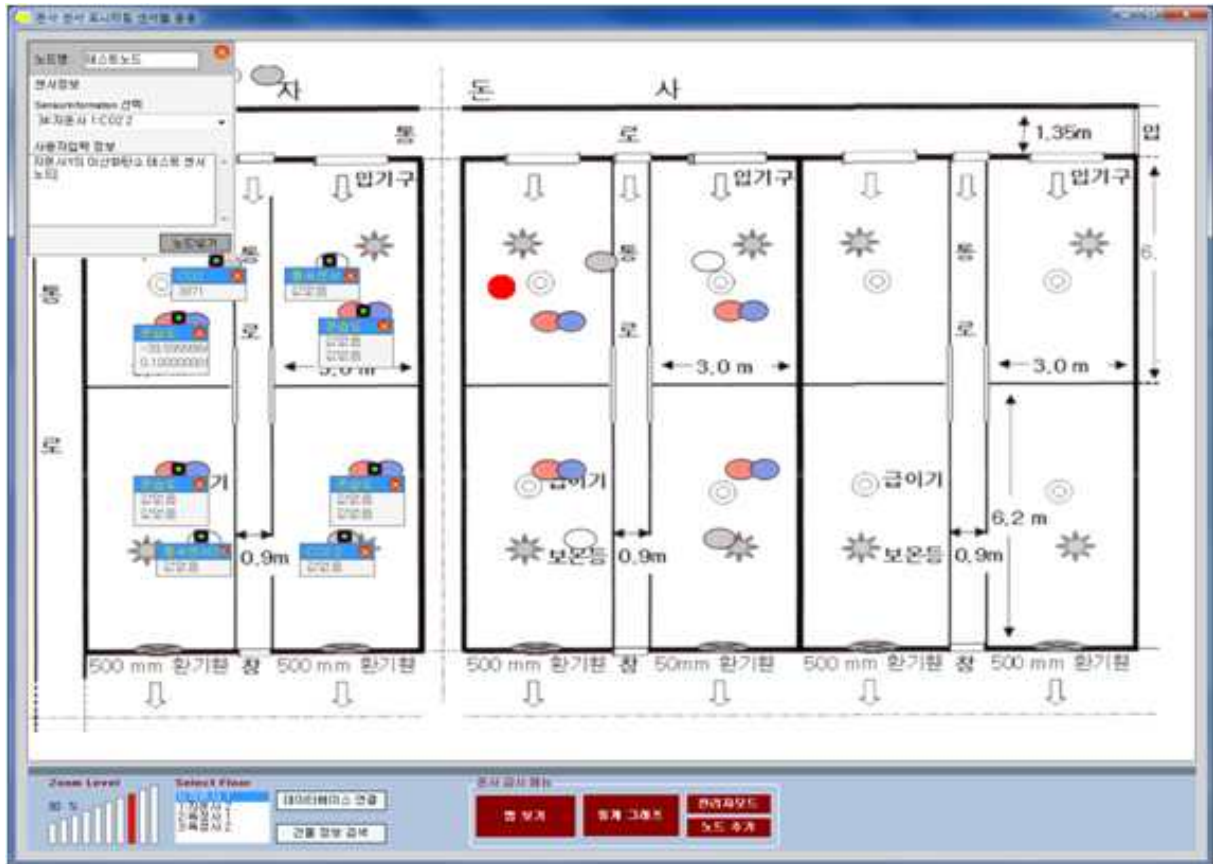


그림 3.44 관리자 모드의 센서 노드 추가 화면

그림 3.44는 관리자 모드의 센서 노드 추가 화면이다. 센서 위치가 바뀌었거나 새로 추가할 센서가 있을 경우를 대비하여 관리자가 센서들의 정보를 수정하거나 새로 추가할 수 있다. 추가하는 노드가 있을 경우에는 추가하고자 하는 지도 위치에 클릭하게 되면 화면 왼쪽 상단에 보이는 바와 같이 센서의 이름을 넣을 수 있고, 센서의 종류를 선택할 수 있는 컴포넌트를 사용하여 관리자가 쉽게 추가할 수 있다. 추가된 노드의 정보는 데이터베이스에 저장하게 되고, 추가된 결과 값을 모니터링 응용을 재시작 할 필요없이 바로 적용할 수 있다.

## 제 7 절 양돈 환경 모니터링을 통한 돼지사양시험

양돈장의 환경정보를 측정하며 자돈사(2개군), 육성사(2개군)에 대한 2회 사양시험을 실시하여 생산성적을 분석하였다. 환경 측정정보는 돈방내에 온도센서 4개, 습도센서 4개, 가스센서 4개, 풍속센서 2개를 1세트로 설치하여 운영하여 돈사내의 위치별(입기구 주변, 배기구 주변, 돈

사내부 등)로 다른 환경이 생성되는지를 함께 관찰하였다.

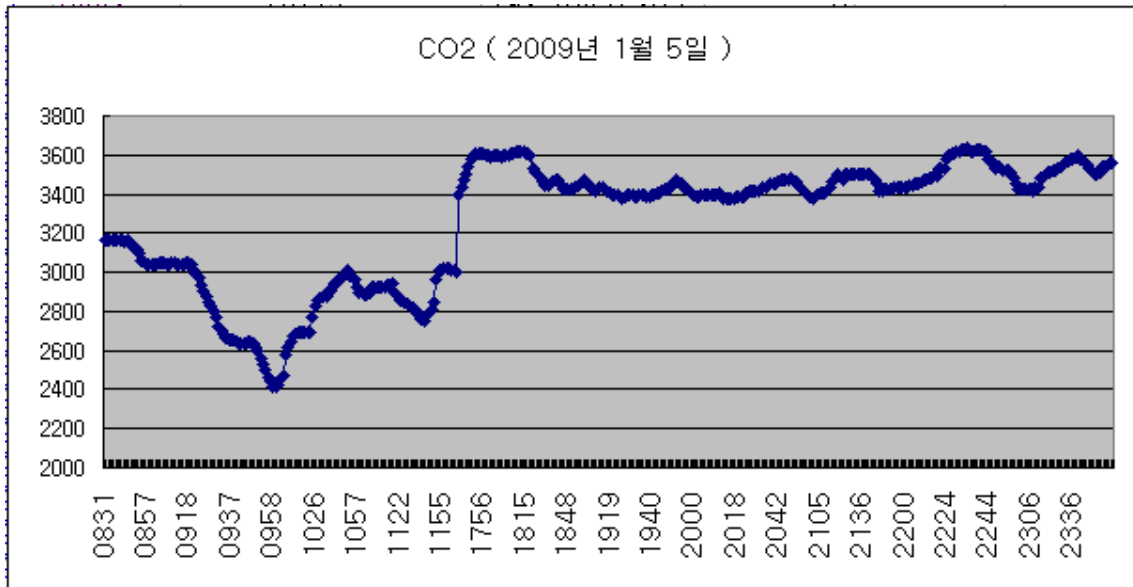


그림 3.45 이산화탄소 24시간 모니터링 결과 사례 ( 1분단위 측정 )

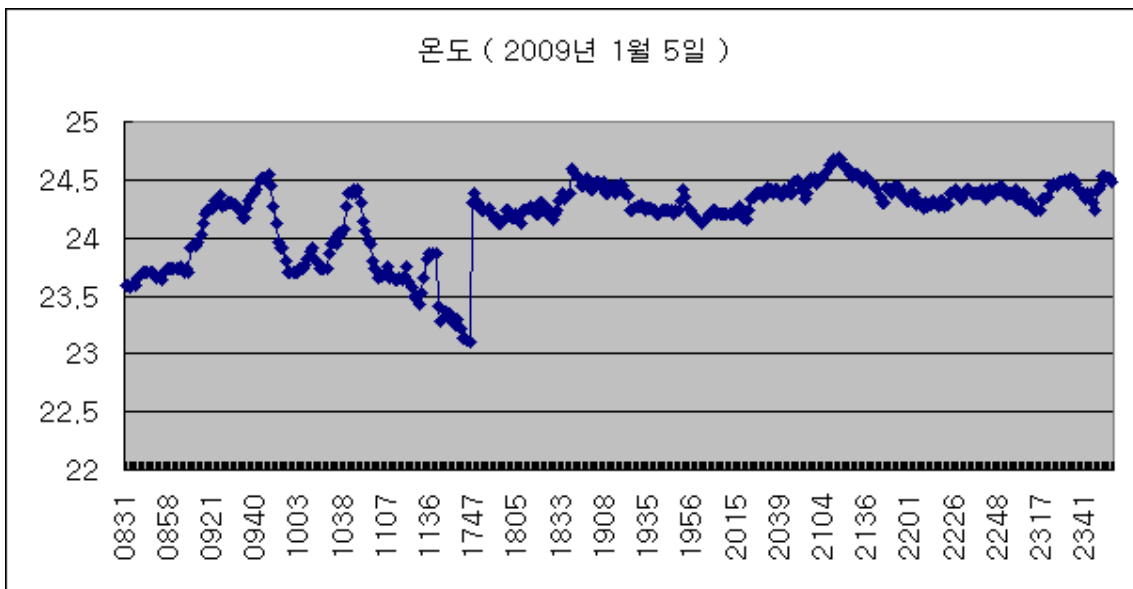


그림 3.46 온도 24시간 모니터링 결과 사례 ( 1분단위 측정 )

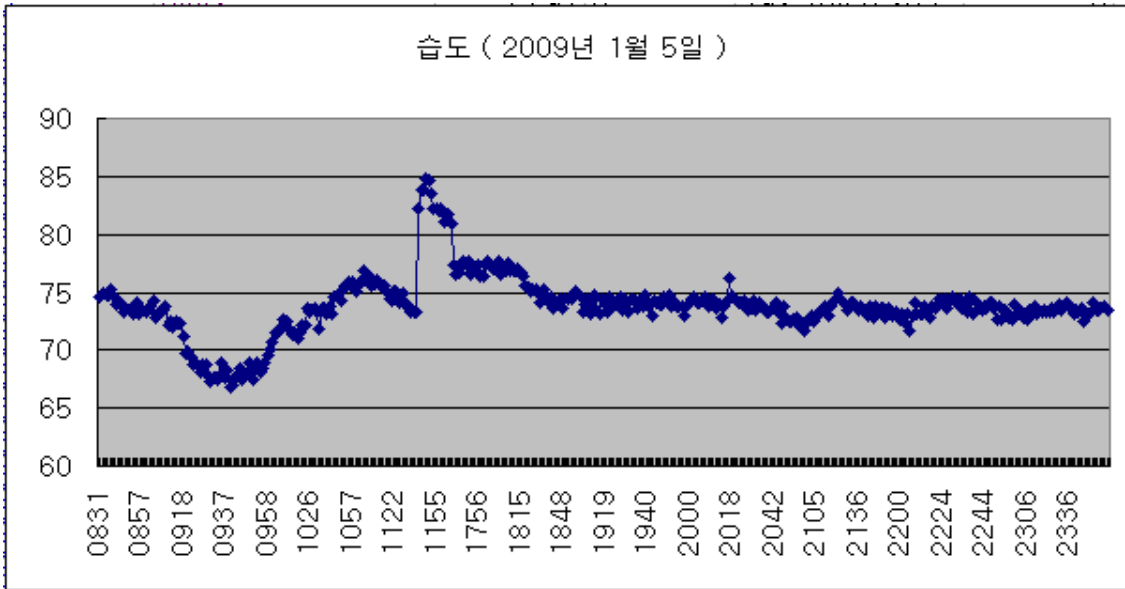


그림 3.47 습도 24시간 모니터링 결과 사례 ( 1분단위 측정 )

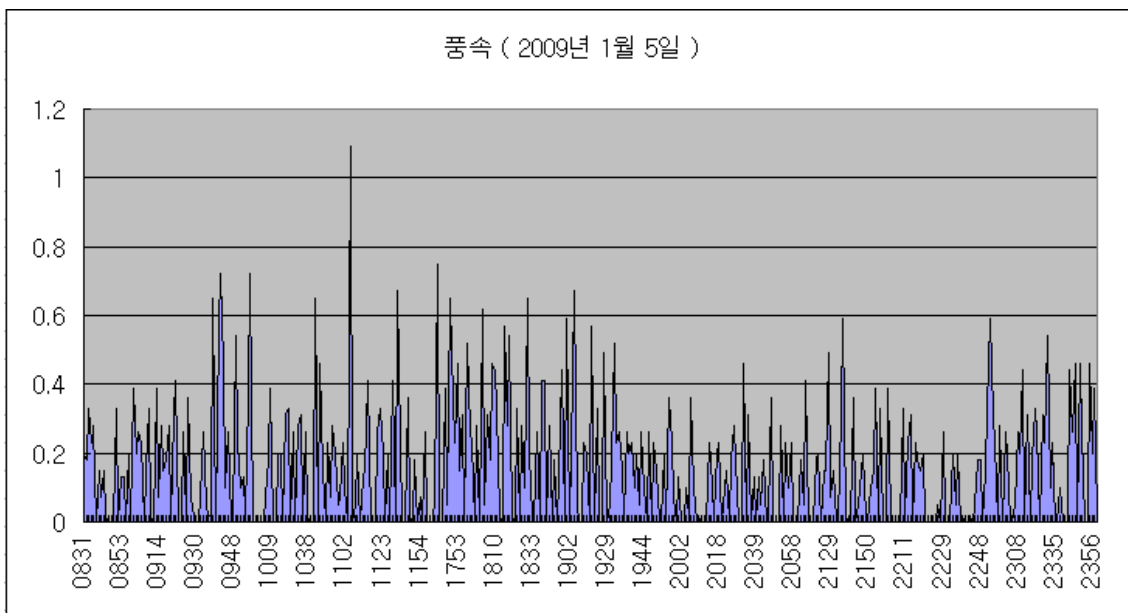


그림 3.48 풍속 24시간 모니터링 결과 사례 ( 1분단위 측정 )

농장의 돈사환경을 측정되는 자료를 기반을 분석하여 보면 온도, 습도, 이산화탄소, 풍속 등의 값은 돈사내의 돼지두수, 체중, 분뇨처리 상태, 환기방식, 사육밀도, 돈사의 천정높이, 입기 되는 공기의 품질에 영향을 받게 되며 급격한 환경의 변화는 일반적으로 외기의 영향과 농장 관리자의 관리방식 및 업무에도 많은 영향을 받는 것을 볼 수 있다. 주요한 업무로는 농장관리자가 돈사내 업무를 시작하기전 작업자의 돈방문의 개폐, 수세소독, 돼지의 이동, 환기팬의 설정변경, 사료급이 등이다.

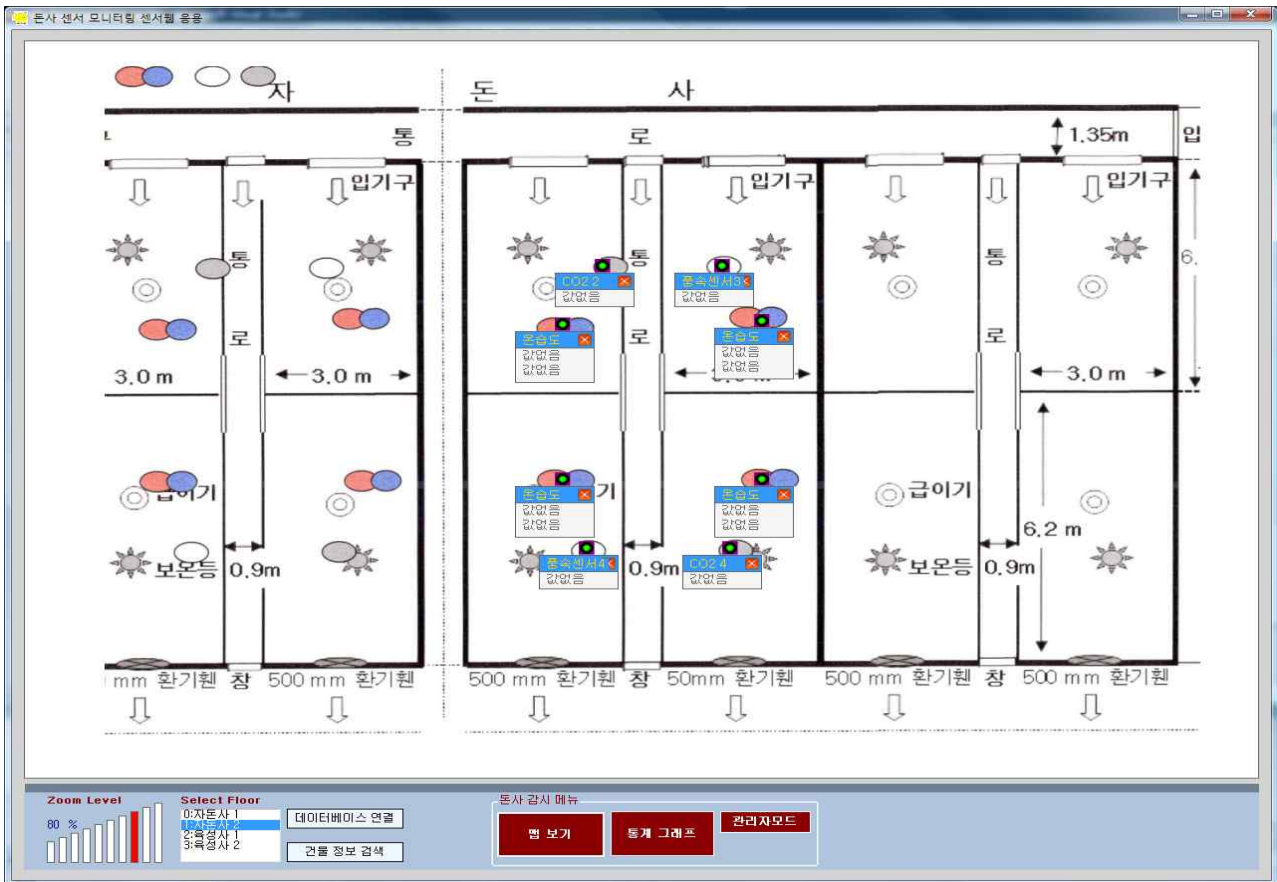


그림 3.49 자동사 사양시험 모니터링 결과 사례 ( 자동사 1 )

다중센서의 설치 위치는 돈사 배치를 4등분하여 4개의 구획으로 나누고 4개의 구획의 중심 위치에 설치하여 배치내의 측정값이 배치환경을 대변할 수 있도록 하였다.

센서 설치 후 센서에 대한 측정값의 모니터링 및 오차해소를 위한 튜닝 작업을 실시하여 센서 케이스에 의한 영향, 설치위치, 방향등에 의한 편차를 해소할 수 있도록 하였다.

센서의 측정값과 아날로그 측정기(온도계), 오차측정 및 오작동 검증을 위한 환경측정 장비(테스트 측정기, 온도, 습도, 풍속, CO2)를 활용하여 설치이후에도 주기적으로 관리하였다. 오차 발생시에는 센서 컨트롤러의 임베디드 소프트웨어를 활용하여 조정하였으며 조정 이후에는 측정기를 활용하여 검증하는 방식으로 진행되었다.



자돈1 실험 전입, 전출기록부

전입위치	자돈 1	전입일자	2008. 12. 12	전입전돈방	분만사
전입일령	2008. 11.06 ~ 13일생			평균일령	32일령
전입두수	100두	전입체중	803.4	평균체중	8.0kg
전입자돈	양호			담당자	김필규
평균20% 이상미달돈	16두	환돈두수		암수비율	:
특이사항		(투약, 질병, 포유, 사료, 포유 및 실험중폐사등)			
9.2	6.2	8.0	7.8	8.8	7.2
7.8	8.4	9.2	7.6	8.2	9.8
7.2	8.6	6.4	8.6	7.4	8.6
9.2	7.0	6.8	6.8	8.8	7.8
8.2	7.4	7.8	6.6	8.2	8.6
8.6	8.8	8.0	7.8	8.8	9.0
7.8	9.0	7.8	8.8	8.2	8.8
7.2	8.2	7.0	9.4	7.8	7.8
8.0	7.6	7.0	7.8	8.6	8.8
9.0	7.6	8.6	9.4	7.4	9.0
				7.8	7.6
				7.6	7.8
				76.4	
				84.0	합계
				80.6	803.4
				78.6	
				78.8	평균
				81.8	8.0
				83.2	
				79.4	
				78.8	
				81.8	
전출위치	육성	전출일자	2009. 01. 21	전출전돈방	자돈사
전출일령	2008. 11.06 ~ 13일생			평균일령	72일령
전출두수	97두	전출체중	2,396	평균체중	24.70
전출자돈	대체로 양호			담당자	김필규
평균20% 이상미달돈	10두	환돈두수		암수비율	:
특이사항		(투약, 질병, 포유, 사료, 포유 및 실험중폐사등)			
# 폐사: 12월 27일 위축돈 1두 8kg					
# 환돈: 1월 19일 환돈 2두 이동조치 40kg					

#사료품목	기간	일수	중량kg	단가(원)	사료금액(원)
갓난이1호	12월 12~15일	4	200	2,324	464,800
갓난이2호	12월 16~20일	5	400	1,564	625,600
갓난이3호	12월 21~1월3일	14	1,100	1,031	1,134,100
젓먹이	1월 4~1월21일	17	1,550	623	965,650
합계		40	3,250		3,190,150

측정두수		97두		전출 체중기록부							
두수	체중kg	두수	체중kg	두수	체중kg	두수	체중kg	두수	체중kg	두수	체중kg
7두	171.4	7두	184.2	7두	172	7두	184	7두	184	7두	181.2
5두	123	7두	172.8	7두	183.4	7두	188	7두	170	9두	219
5두	98.8	5두	107	3두	57.2	<= 평균체중보다 20%이상 미달돈 13두					
<b>*총체중: 2,396</b>		<b>*평균: 24.70</b>		<b>*총중체량: 1,593</b>		<b>*일당총체량: 0.410</b>		<b>*kg사료비 2,003</b>			

#사료품목	기간	일수	중량kg	단가(원)	사료금액(원)						
갓난이1호	12월 12~15일	4	200	2,324	464,800						
갓난이2호	12월 16~20일	5	300	1,564	469,200						
갓난이3호	12월 21~1월3일	14	1,100	1,031	1,134,100						
젖먹이	1월 4~1월21일	17	1,600	623	996,800						
합계		40	3,200		3,064,900						
측정두수		100두		전출 체중기록부							
두수	체중 kg	두수	체중 kg	두수	체중 kg	두수	체중 kg	두수	체중 kg	두수	체중 kg
8두	188	7두	177	7두	159.4	6두	135.4	7두	164	7두	163
8두	182.8	7두	164	8두	180	6두	132	6두	131.5	7두	160
5두	106.5	5두	94.8	6두	102	<= 평균체중보다 20%이상 미달된 16두					
*총체중: 2,240		*평균: 22.40		*총증체량: 1,437		*일당총체량: 0.359		*kg사료비: 2,133			

그림 3.50 자돈사 사양시험 모니터링 결과 사례 ( 자돈사 2 )

다중센서의 데이터는 돈사 배치내에 설치된 4세트(온도,습도,풍속,CO2)에서 실험전기간(4회) 동안 실시간(1분주기)으로 수집되었다. 수집된 원시 환경센싱 데이터는 DB에 센서 고유번호와 함께 측정값이 저장된다. 실험기간중에는 현재 환경 모니터링과 배치내 센서간의 현황비교, 과거 24시간의 측정값 모니터링이 가능한 상황에서 실험을 실시하였다.

자돈2 실험 전입,전출기록부

전입위치	자돈 2	전입일자	2008. 12. 12	전입전돈방	분만사						
전입일령	2008. 11.08 ~ 15일생			평균일령	30일령						
전입두수	100두	전입체중	803.4	평균체중	8.0kg						
전입자돈	양호			담당자	김필규						
위축돈두수		환돈두수		암수비율	:						
특이사항		(투약, 질병, 포유, 사료, 포유 및 실험중폐사등)									
7.8	9.4	8.4	8.4	8.0	7.4	8.6	7.0	8.6	7.2	80.8	합계 775.6  평균 7.8
7.4	7.2	8.0	8.8	8.8	8.2	10.0	7.2	7.2	8.4	81.2	
9.0	9.2	7.2	8.6	7.2	7.4	8.6	7.6	7.0	7.8	79.6	
8.2	7.0	7.0	7.2	7.8	7.8	7.6	7.2	7.4	8.6	75.8	
9.4	8.0	8.2	7.8	8.2	8.2	7.2	7.4	8.2	7.2	79.8	
8.4	6.6	6.6	8.8	6.8	7.6	6.6	6.8	7.0	6.6	71.8	
7.0	6.6	9.4	6.8	8.4	7.2	7.2	7.8	6.8	8.4	75.6	
7.8	7.8	6.8	7.0	7.6	6.8	9.0	7.0	7.6	7.2	74.6	
9.6	8.0	6.6	7.6	8.4	9.8	7.6	7.6	6.8	9.0	81.0	
7.0	7.6	6.6	7.8	7.4	7.0	9.0	7.8	7.2	8.0	75.4	
전출위치	육성	전출일자	2009. 01. 21	전출전돈방	자돈사						
전출일령	2008. 11.06 ~ 13일생			평균일령	70일령						
전출두수	100	전출체중	2,240	평균체중	22.40						
전출자돈	대체로 양호			담당자	김필규						
평균20% 이상미달돈	7두	환돈두수		암수비율	:						
특이사항		(투약, 질병, 포유, 사료, 포유 및 실험중폐사등)									
# 폐사: 없음											
# 환돈: 없음											

그림 5.5 와 그림 5.6에서 보는 바와 같이 동일시기에 비슷한 자돈을 동시에 시험하며 돈사 내의 환경측정값의 변화와 부적합한 환경에 노출되는 횟수와 기간, 적정환경 이탈 크기, 적정 환경내에서의 편차크기 등을 분석하고 사양시험에 의한 생산성적의 결과와 비교하여 검토함으로써 수집된 적정환경 기준지표의 적합성을 평가하고 설정한 기준지표의 값이 적용 가능한지도 검토하였다.

자돈1차 1 실험구 전입,전출기록부

전입위치	자돈 1	전입일자	2008. 12. 12	전입전돈방	분만사
전입일령	2008. 11.06 ~ 13일생			평균일령	32일령
전입두수	100두	전입체중	803.4	평균체중	8.0kg
전입자돈	양호			담당자	김필규
평균20%이상미달돈	16두	환돈두수		암수비율	50:50
특이사항 : 개체별 체중측정					
*종료결과					
전출위치	육성	전출일자	2009. 01. 21	전출전돈방	자돈사
전출일령	2008. 11.06 ~ 13일생			평균일령	72일령
전출두수	97두	전출체중	2,396	평균체중	24.70
전출자돈	대체로 양호			담당자	김필규
평균20% 이상미달돈	13두	환돈두수		암수비율	:
* 폐사: 12월 27일 위축돈 1두 8kg			*환돈: 1월 19일 환돈 2두 이동조치 40kg		
*육성율% 97/100= 97.00%			*위축율 13/100= 13.00%		
*총체중: 2,396			*평균: 24.70		
*총증체량: 1,593			*일당총체량: 0.411		
			*kg사료비: 2,003		

자돈1차2 실험구 전입,전출기록부

전입위치	자돈 2	전입일자	2008. 12. 12	전입전돈방	분만사
전입일령	2008. 11.08 ~ 15일생			평균일령	30일령
전입두수	100두	전입체중	803.4	평균체중	8.0kg
전입자돈	양호			담당자	김필규
위축돈두수		환돈두수		암수비율	50:50
특이사항 : 개체별 체중측정					
*종료결과					
전출위치	육성	전출일자	2009. 01. 21	전출전돈방	자돈사
전출일령	2008. 11.06 ~ 13일생			평균일령	70일령
전출두수	100	전출체중	2,240	평균체중	22.40
전출자돈	대체로 양호			담당자	김필규
평균20% 이상미달돈	16두	환돈두수		암수비율	:
* 폐사: 없음			* 환돈: 없음		
*육성율% 100/100= 100%			*위축율% 16/100= 16.00%		
*총체중: 2,240			*평균: 22.40		
*총증체량: 1,437			*일당총체량: 0.359		
			*kg사료비: 2,133		

육성1차 1실험구 전입,전출기록부

전입위치	육성 1	전입일자	2008. 12. 11	전입전돈방	자돈1
전출일령	2008. 09.17 ~ 20일생			평균일령	81일령
전입두수	84	전입체중kg	2,620.0	평균체중kg	31.20
전입자돈	대체로 양호			담 당 자	김필규
평균20% 이상미달돈	없음	환돈두수	없음	암수비율	:
입식전환경	12월11일 A 시 분	복도온도 14℃	돈방온도 26℃	돈방습도 55%	풍속 0~0.4 m/s
				CO2 300~860 ppm	
* 종료결과					
전출위치	비육장	전출일자	09.01.14	전출전돈방	육성사
전출일령	2008. 09.17 ~ 20일생			평균일령	115 일령
전출두수	78	전출체중	4,320	평균체중	55.38
전출자돈	대체로 양호			담 당 자	김필규
평균20% 이상미달돈	3 위축/환돈두수			:3	암수비율
*위축돈:6두		#환돈:3두 => 꼬리물기 1두, 관절 1두 탈항 1두			
*육성율: 78/84= 93%		*위축율: 12/84= 14%			
*총체중: 4,320		*평균: 55.38		*총증체량: 1,700 *일당증체량: 0.660 *kg사료비 1,474	

육성1차 2실험구 전입,전출기록부

전입위치	육성 2	전입일자	2008. 12. 11	전입전돈방	자돈2
전출일령	2008. 09.17 ~ 20일생			평균일령	81일령
전입두수	84	전입체중kg	2,550.0	평균체중kg	30.35
전입자돈	대체로 양호			담 당 자	김필규
평균20% 이상미달돈	없음	위축/환돈두수	6 :3	암수비율	:
입식전환경	12월11일 A 시 분	복도온도 14℃	돈방온도 26℃	돈방습도 55%	풍속 0~0.4 m/s
				CO2 300~860 ppm	
* 종료결과					
전출위치	비육장	전출일자	09.01.14	전출전돈방	육성사
전출일령	2008. 09.17 ~ 20일생			평균일령	115 일령
전출두수	82	전출체중	4,110	평균체중	50.12
전출자돈	대체로 양호			담 당 자	김필규
평균20% 이상미달돈	3 위축/환돈두수		3 :3	암수비율	:
*위축돈:2두		*환돈: 꼬리물기1두, 관절 1두 탈항 1두			
*육성율: 82/84= 98%		*위축율: 9/84= 11%			
*총체중: 4,110		*평균: 50.12		*총증체량: 1,560 *일당증체량: 0.576 *kg사료비 1,567	

자돈2차 1실험구 전입,전출기록부

전입위치	자돈	전입일자	2009.01.24	전입전돈방	분만사	
전입일령	2008 . 12 . 19 ~25일생			평균일령	33일령	
전입두수	100 두	전입체중kg	750.2	평균체중kg	7502	
전입자돈	양호			담당자	김필규	
평균20% 이상미달돈	없음	환돈두수	없음	암수비율	:	
입식전 환경	1월 24일 10시 40분	복도 온도 15.3℃	돈방 온도 20~21℃	돈방 습도 52~56%	풍속 0~0.28m/s	CO2 1,930~2,050ppm
<b>* 종료결과</b>						
전출위치	육성사	전출일자	2009.03.11	전출전돈방	자돈사	
전출일령	2008 . 12 . 19~25일생			평균일령	79일령	
전출두수	96	전출체중	2,582	평균체중	26.90	
전출자돈	대체로 양호			담당자	김필규	
평균20% 이상미달돈	12	환돈두수	1	암수비율	:	
*폐사: 4두 (2/5:1두, 2/23:1두, 2/24:1두, 3/3:1두) *투약: 크리닝및 주사투여						
*육성율: 96/100= 96.0% *위축율: 16/100= 16.0%						
*총체중: 2,582 *평균: 26.90 *총증체량: 2,582 *일당증체량: 0.585 *kg사료비: 1,735						

자돈2차 2실험구 전입,전출기록부

전입위치	자돈	전입일자	2009.01.24	전입전돈방	분만사	
전입일령	2008 . 12 . 19 ~25일생			평균일령	33일령	
전입두수	100 두	전입체중kg	757.2	평균체중kg	7,572	
전입자돈	양호			담당자	김필규	
평균20% 이상미달돈	없음	환돈두수	없음	암수비율	:	
입식전 환경	1월 24일 10시 40분	복도 온도 16.5℃	돈방 온도 18~20.9℃	돈방 습도 53~56%	풍속 0~0.4m/s	CO2 1,82~2,090ppm
<b>* 종료결과</b>						
전출위치	육성사	전출일자	2009.3.11(10시반)	전출전돈방	자돈사	
전출일령	2008 . 12 . 19~25일생			평균일령	79일령	
전출두수	98	전출체중	2,576	평균체중	26.29	
전출자돈	대체로 양호			담당자	김필규	
평균20% 이상미달돈	11	환돈두수	2	암수비율	:	
*폐사: 2두 (2/2:1두, 2/23:1두) *투약: 크리닝및 주사투여						
*육성율: 98/100= 98.0% *위축율: 15/100 15.0%						
*총체중: 2,576 *평균: 26.29 *총증체량: 1,819 *일당증체량: 0.583 *kg사료비: 1,764						

육성2차 1실험구 전입,전출기록부

전입위치	육성 1	전입일자	2009. 1. 21	전입전돈방	자돈1
전출일령	2008. 11.06 ~ 13일생			평균일령	72일령
전입두수	84	전입체중kg	2545.0	평균체중kg	25.45
전입자돈	대체로 양호			담당자	김필규
평균20% 이상미달돈	없음	환돈두수	없음	암수비율	:
<b>*종료결과</b>					
전출위치	비육장	전출일자	2009.02.27	전출전돈방	육성사
전출일령	2008.11 .06~ 13 일생			평균일령	109 일령
전출두수	79	전출체중kg	4,150	평균체중kg	52.53
전출자돈	대체로 양호			담당자	김필규
평균20% 이상미달돈	3두	환돈두수	1	암수비율	:
*폐사:	4두	*환돈:	1두	*투약:	크리닝및 주사투여
*육성률:	80/84= 95%	*위축률:	8/84= 9.5%		
*총체중:	4,150	*평균:	52.53	*총증체량:	1,605
				*일당총체량:	0.549
				*kg사료비:	1,780

육성2차 2실험구 전입,전출기록부

전입위치	육성 2	전입일자	2009. 1. 21	전입전돈방	자돈사2
전입일령	2008. 11.06 ~ 13일생			평균일령	70일령
전입두수	84	전입체중kg	1936.1	평균체중kg	23.05
전입자돈	대체로 양호			담당자	김필규
평균20% 이상미달돈	없음	환돈두수	없음	암수비율	:
<b>*종료결과</b>					
전출위치	비육장	전출일자	2009.02.27	전출전돈방	육성사
전출일령	2008.11 .08~ 15 일생			평균일령	107 일령
전출두수	81	전출체중kg	4,050	평균체중kg	50
전출자돈	대체로 양호			담당자	김필규
평균20% 이상미달돈	2두	환돈두수		암수비율	:
*폐사:	3두	*환돈:	없음	*투약:	크리닝및 주사투여
*육성률:	81/84= 96%	*위축률:	5/84= 6.0%		
*총체중:	4,050	*평균:	50.00	*총증체량:	2,114
				*일당총체량:	0.705
				*kg사료비:	1,367

실험반복수가 크지 않아 현재로서는 단정적인 결론에 도달하기는 어렵지만 적정한 환경의 범위내에서 관리되는 돈군과 부적합한 환경에 노출된 돈군의 생산성적에 영향을 미치는 수준에 대한 수집된 기준들을 활용하여 추정해 봄으로서 생산정보와 환경정보의 연계성을 검토진행하고 있다.

그림 5.51과 그림5.52의 실험 돈군의 경우, 체중이 약 8Kg에 입시되어 약 22-24Kg에 전출이 되는 돈군이다. 그러한 돈군을 기준지표를 통하여 평가해 보면 다음과 같은 결론에 도달할 수 있다.

### 돼지의 실효온도 범위

체중(Kg)	2	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
상한온도	32	29	27.5	26.5	26	25.5	25	24.5	24.2	24	23.9	23.9
적정온도	31.5	25	22.5	20.8	20	18.5	18	17.5	17	16.5	16	15.5
하한온도	27	20	16.5	14.5	13	12	11.2	10.5	9.9	9.5	8.8	8.1

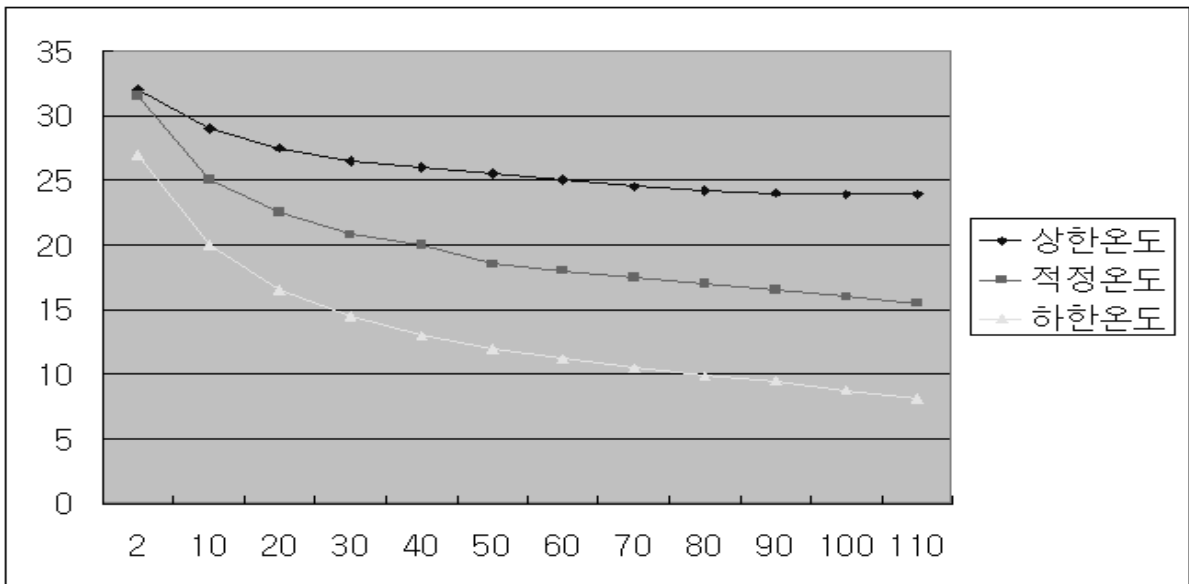


그림 3.51 돼지의 실효온도 적정 범위 기준지표( 수집자료 사례 )

그림 5.51의 돈군의 경우, 환경 측정 자료예시에 있는 2009년 1월 5일을 기준으로 분석해 보면 약 15Kg전후의 돈군으로 추정된다. 적정 실효온도는 약 23.5도 범위는 18-28도로 볼 수 있다. 온도편차를 +/- 2도 범위로 관리목표를 가져가기 위해서는 실효온도 기준 21.5-25.5도의 범위에서 유지되어야 한다.

그림 5.51에서와 같이 측정온도를 약 23-24도, 풍속은 0.2-0.5m/sec, 습도는 70-75%, 이산화탄소의 경우 2800-3600ppm임을 알 수 있다. 이 돈사의 경우 기존의 방식대로 온도항목을 통하여 돈군을 관리하고 평가할 경우 적절한 수준으로 평가되고 운영될 것이다. 하지만 현재 돈군이 느낄 것으로 추정되는 실효온도는 온도, 풍속, 바닥재 등을 감안하여 약 15-16도로 예상되며 풍속과 바닥재를 중복고려하지 않은 경우에도 약 19-20도로 예상된다. 이 계산된 값을 기준으로 보면 돈군이 적정온도 범위보다 약 2-5도 정도 낮게 관리되고 있다고 할 수 있다.

즉 온도로만 평가하던 방식에서 다중센서에 의한 평가로 변경 적용하여 봄으로서 돼지가 실



감하는 온도를 추정하고 관리기준을 조정하게 함으로서 돼지의 생산성을 개선할 수 있는 방안을 도출하고 농장주가 문제점이 있음을 정확히 객관적으로 알 수 있도록 해줄 수 있다.

실제 실험농장의 경우, 자돈사와 육성사가 온도만을 고려할 경우 적정한 범위에서 관리되고 있음을 볼 수 있지만 실제 느끼는 온도를 추정하는 방식으로 다중센서 값을 적용하면 자돈사의 환경이 돼지에게 적합하지 못한 환경에 노출되는 경우가 많음을 알 수 있었다. 농장에서는 자돈사에서 문제가 좀 있으나 육성사에 오면 회복이 된다는 인식을 하고 있음을 알 수 있었다.

## 제 8 절 양돈 환경 모니터링을 통한 자가진단 시스템 개발

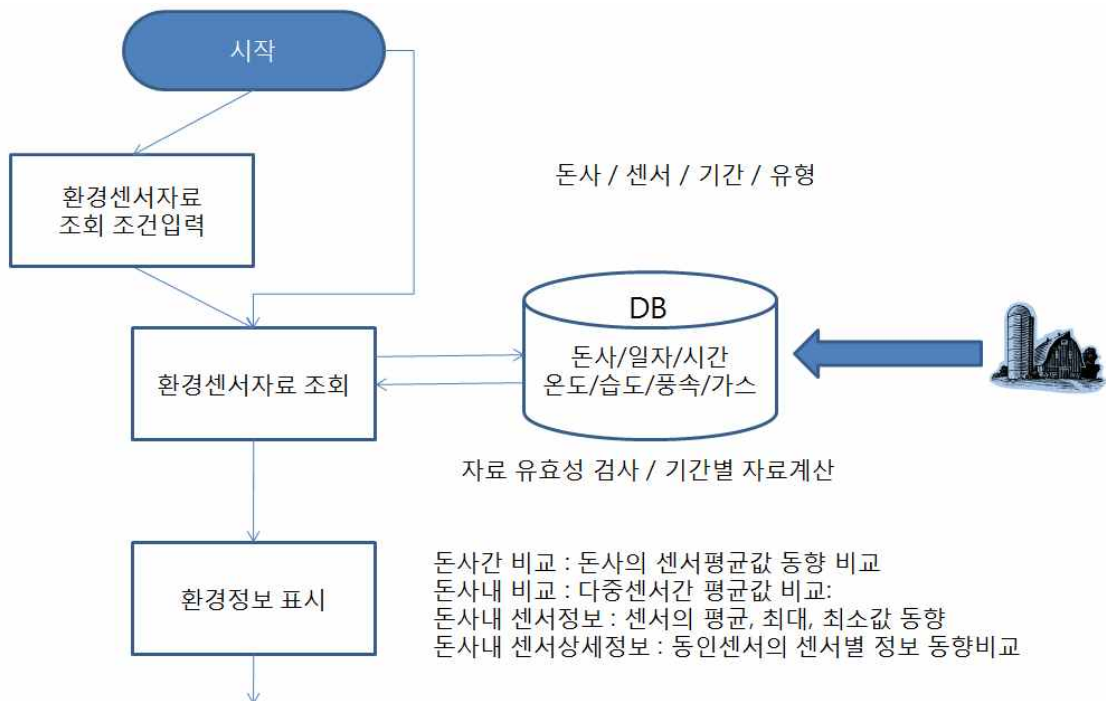


그림 3.52 다중환경 정보의 수집 및 조회 흐름도

본 시스템은 다중환경 센서의 정보를 측정하고 실시간으로 수집된 다양한 환경정보를 데이터베이스에 저장관리한다. 측정된 정보는 원시자료로 데이터베이스에 저장하고 자료를 조회 및 활용할 때는 센서정보의 자료를 필터링 하여 오류정보를 제거하고 활용하게 된다.

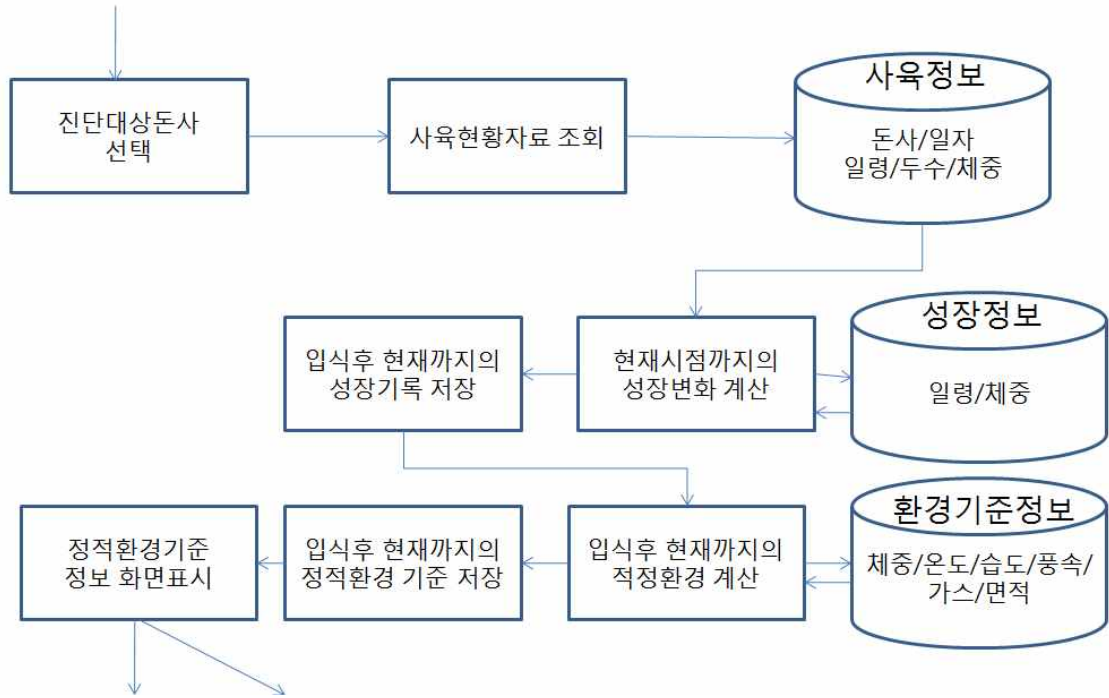


그림 3.53 돼지의 사육정보를 활용하여 성장예측과 적절한 환경기준을 도출하는 흐름도

환경정보를 데이터베이스에 저장한 후에는 현재 조회하는 돈사내에 사육하고 있는 돼지의 상태를 돈사내에 입식정보(일령,두수,체중 등)를 계산하여 도출한다. 계산 방법은 입식후 현재의 일수를 계산하고 추정된 돼지의 일령으로 돼지 성장 모델 데이터베이스에서 예상 체중을 도출하여 추정되는 돼지의 상태에 적합한 환경정보를 생장환경 데이터베이스에서 조회한다.

생장환경 자료는 체중으로 조회하며 적절한 온도, 습도, 풍속, 가스, 사육면적을 조회한다.

일령	체중	일당증체량	일당섭취량	저온	고온
	(kg)	(g/일)	(kg/일)	(°c)	(°c)
21	5.5	0	0.7	30	31
22	5.7	200	0.7	30	31
23	6	300	0.7	30	31
24	6.2	200	0.7	30	31
25	6.5	300	0.7	29	31
26	6.7	200	0.7	29	31
27	7	300	0.7	29	31
28	7.2	200	0.7	29	31
29	7.5	300	0.7	29	31
30	7.7	200	1.03	29	31

그림 3.54 성장모델 데이터베이스 자료 예시

돼지상태체중 (kg)	온도범위 (°C)	실효온도 (°C)	온도변이 (°C)	셋바람 (m/sec)	상대습도 (%)	암모니아 (ppm)
<b>분만</b>						
모돈	16-24	21(2.0)	2.8	0.15	75	10
신생자돈	32-40	35(1.0)	1.1	0.025	75	10
자돈(4주령)	27-38	27(1.0)	2.8	0.025	75	10
<b>육성돈</b>						
7-11	27-35	26(2.0)	2.8	0.15	75	10
11-22	25-32	23(2.0)	2.8	0.16	75	10
22-45	23-29	20(2.0)	5.6	0.17	75	10
45-68	20-27	18(2.0)	5.6	0.18	75	10
68-91	19-24	17(2.0)	5.6	0.19	75	10
91-113	18-21	16(2.0)	8.3	0.2	75	10
<b>임신</b>						
205	18-21	16(2.0)	8.3	0.25	75	10

그림 3.55 성장환경 데이터베이스 자료 예시

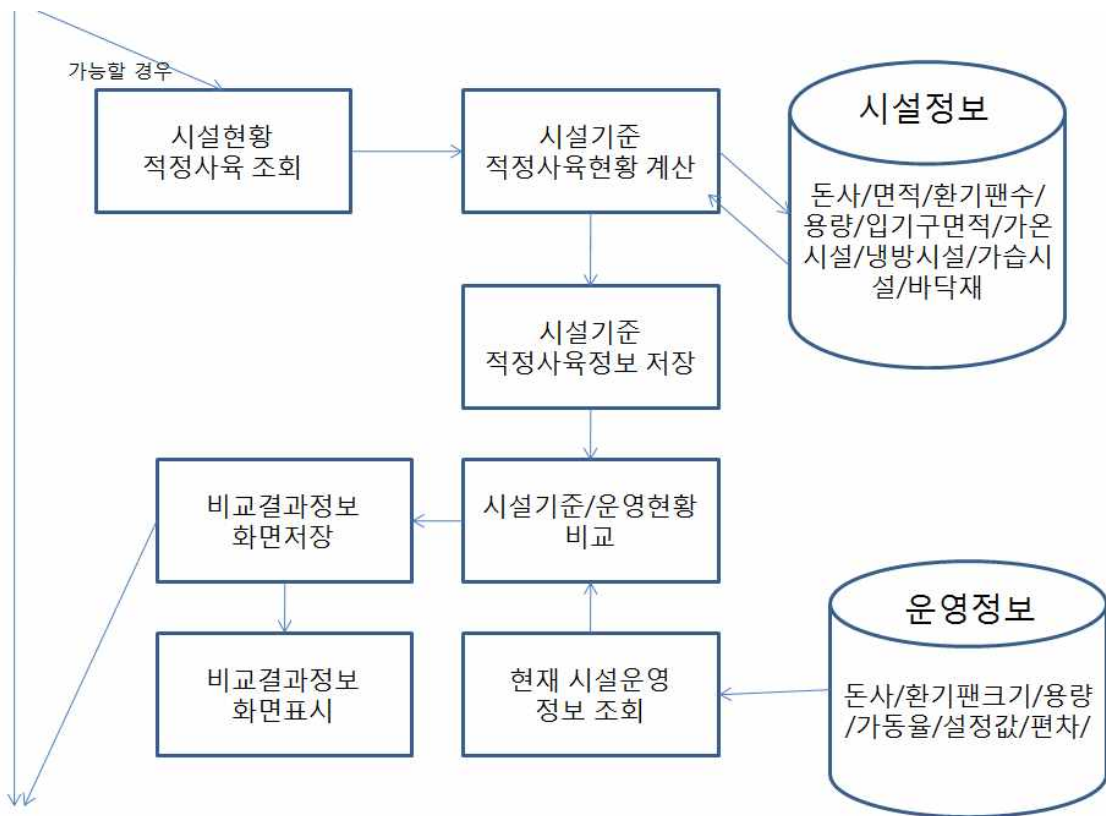


그림 3.56 사육중인 돈사의 설치된 시설정보와 가동운영 시설의 현황 비교 흐름도

현재 사육중인 돈사의 시설기준으로 적정한 사육두수, 체중, 환경관리 수준을 시설데이터베이스를 활용 분석하여 사육중인 돼지의 두수, 체중, 환경운영 정보(환기팬가동율, 가온기, 가습기, 냉방기 등)를 비교하여 적정한 수준인지를 검토하고 적정하지 않은 경우에는 과부족인 부분을 도출한다. 비교하는 이유는 현재 시설 상황으로 적정환경으로의 제어가 가능한지에 대한 검토와 적정한 사육두수와 환경이 부적합한지를 분석한다.

체중 단계	바닥 형태 및 두당 제공 면적 (m <sup>2</sup> /두)			체중 단계	바닥 형태 및 두당 제공 면적 (m <sup>2</sup> /두)		
	전면 슬랏바닥	부분 슬랏바닥	콘크리트 바닥		전면 슬랏바닥	부분 슬랏바닥	콘크리트 바닥
150.0 kg	-	1.5	1.7	71.0 kg	0.6	0.65	0.77
200.0 kg	-	1.8	2	72.0 kg	0.61	0.66	0.78
250.0 kg	-	2.1	2.3	73.0 kg	0.61	0.66	0.79
300.0 kg	-	2.3	2.6	74.0 kg	0.62	0.67	0.8
0.0 kg	3	-	-	75.0 kg	0.62	0.68	0.8
10.0 kg	0.16	0.18	0.2	76.0 kg	0.63	0.69	0.81
11.0 kg	0.17	0.19	0.21	77.0 kg	0.63	0.69	0.82
12.0 kg	0.18	0.2	0.22	78.0 kg	0.64	0.7	0.83
13.0 kg	0.19	0.21	0.24	79.0 kg	0.65	0.7	0.83
14.0 kg	0.2	0.22	0.25	80.0 kg	0.65	0.71	0.84

그림 3.57 시설정보 데이터베이스 자료 예시

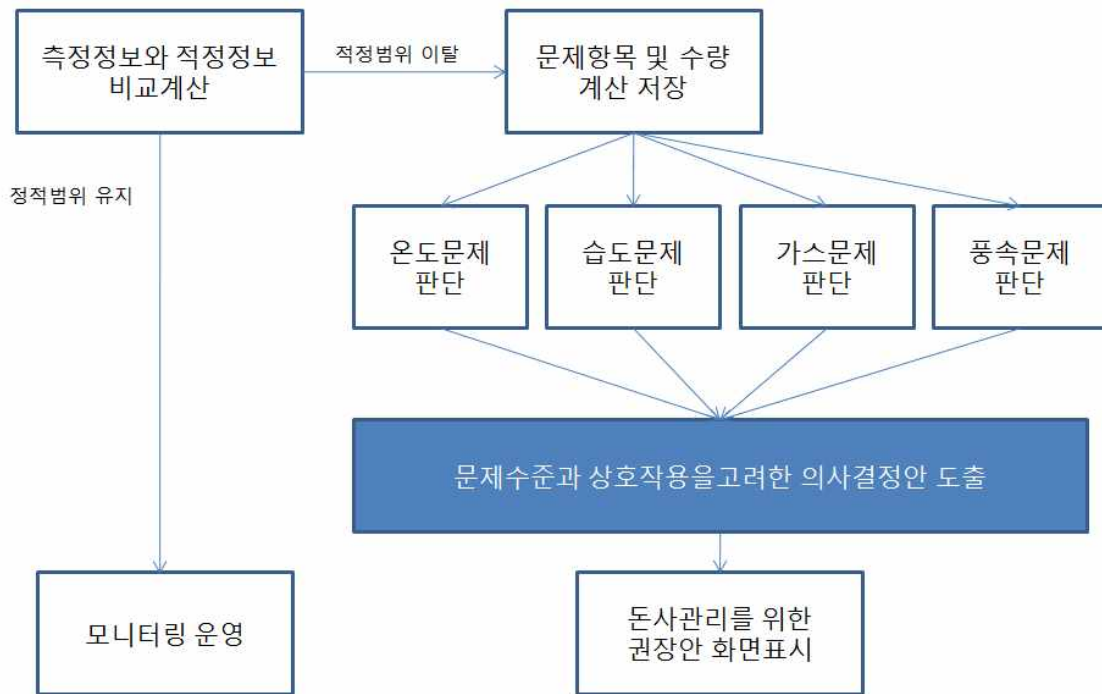


그림 3.58 측정환경정보와 적정환경정보의 비교 및 문제도출에 따른 제어를 위한 의사결정 흐름도

현재의 측정 환경정보와 적정 환경정보를 비교하여 차이를 도출하고 돼지의 사육을 위하여 허용되는 적정범위를 이탈한 항목에 대해서 보정치를 계산한다. 하지만 본 개발의 특징인 하나의 항목이 적정범위를 이탈하여도 다중센서간의 측정값을 실효온도 보정수치를 활용 연결 계산하여 돼지가 느끼는 체감환경(실효온도)이 적정하다고 느낄 수 있는지를 평가한다.

본 시스템은 다중센서 측정값을 통한 계산에서도 적정 범위를 이탈한 경우에는 돼지가 느끼는 체감환경(실효온도)이 적정하도록 제어하기 위한 권장안을 제시한다.

$$\boxed{\text{측정온도}} + \boxed{\text{바닥보정}} + \boxed{\text{단열보정}} + \boxed{\text{냉각보정}} = \boxed{\text{실효온도}}$$

그림 3.59 돼지의 체감환경을 도출하는 계산식

바닥상태	풍속	단열상태	냉각방법
잡깃	4 0.2 m/sec	-4 (W)양호	-1 쿨패드
잠자리매트	3 0.3 m/sec	-5 (W)보통	-2 안개분무
프라스틱 슬랫	-4 0.4 m/sec	-6 (W)안됨	-7 적수기
철망	-5 0.5 m/sec	-7 (S)양호	1 살수기
마른 콘크리트	-5 0.8 m/sec	-8 (S)보통	2
젖은 콘크리트	-5 1.2 m/sec	-9 (S)안됨	7
젖은 콘크리트	-10 1.5 m/sec	-10	

그림 3.60 돼지의 사육환경에 따른 실효온도 보정수치를 산출하는 자료

체중(Kg)	2	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
상한온도	32	29	27.5	26.5	26	25.5	25	24.5	24.2	24	23.9	23.9
적정온도	31.5	25	22.5	20.8	20	18.5	18	17.5	17	16.5	16	15.5
하한온도	27	20	16.5	14.5	13	12	11.2	10.5	9.9	9.5	8.8	8.1

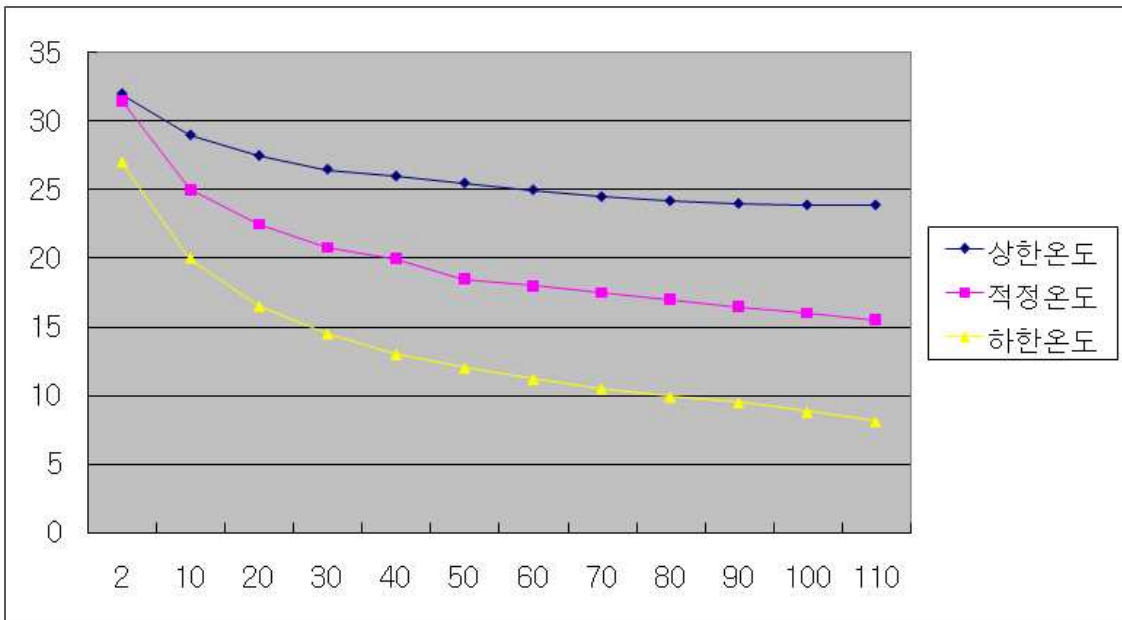


그림 3.61 돼지의 적정 체감환경(실효온도) 기준

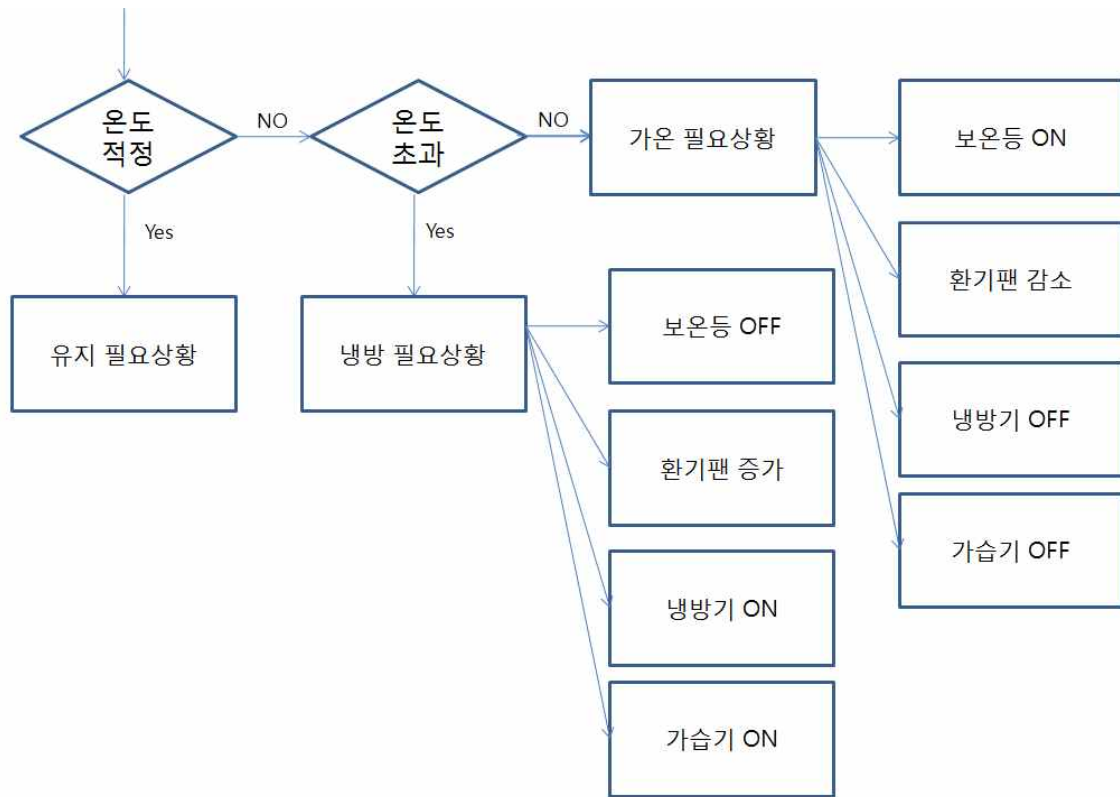


그림 3.62 현재의 환경이 문제도출시 문제해결 방안 흐름도(1)

현재의 사육환경이 문제를 가지고 있을 경우에는 문제 해결을 위한 방안을 도출하게 되는데 돈사에 설치된 시설을 고려하여 계산하게 된다. 선형계획법(Linear Programing, LP)에 의한 계산결과는 온도, 습도, 가스, 풍속을 모두 적정한 수준으로 만들 수 있도록 권장안을 제공한다.

본 시스템에서는 환경을 제어하기 위한 시설에 대한 가동율을 표시하여 사용자에게 제공한다. 예를 들면 가습기 10% 가동, 보온등 15% 가동, 환기팬 20% 감소의 형태이다.

각각의 시설에 대한 제어량을 도출하여도 완벽하게 모든 환경정보가 최적상황으로 제어되기 어려운 경우, 각각의 항목을 조절하여 모든 항목이 가장 적정환경 수준으로 도출 될 수 있도록 제어량을 권장한다.

제어량을 도출하는 계산식에서 시설별로 제어비용을 계산하여 최저 비용으로 최적환경 수준으로 조절 할 수 있도록 한다. 예를 들면 환기팬 10% 가동비용 100원, 가습기 10% 가동비용 150원, 보온등 10% 가동비용 300원 등을 함께 데이터베이스에 등록하여 최소비용 제어 방안을 도출하도록 한다.

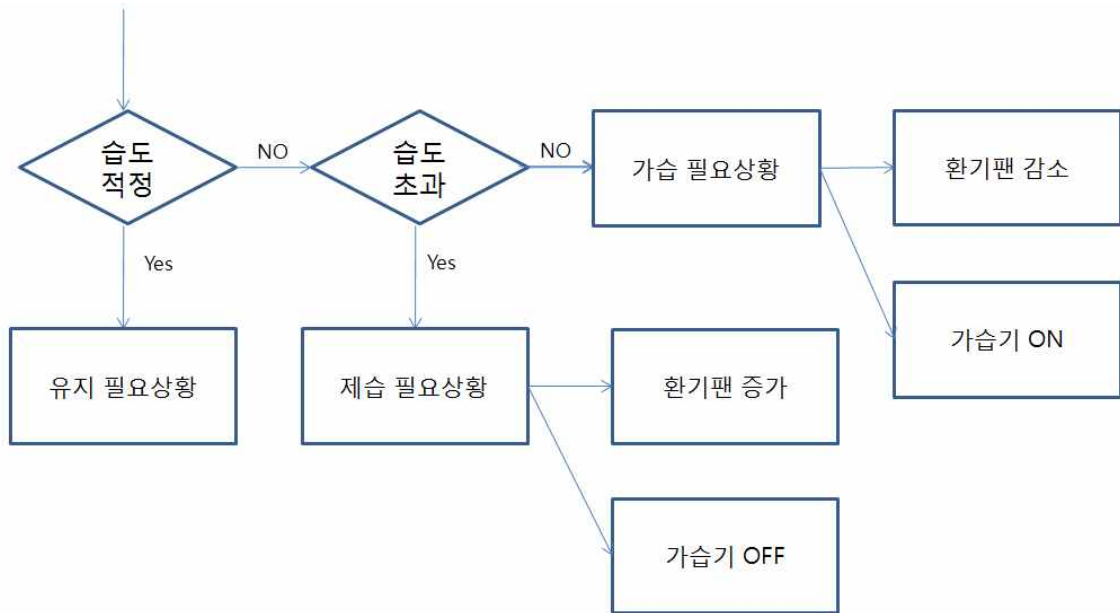


그림 3.63 현재의 환경이 문제도출시 문제해결 방안 흐름도(2)

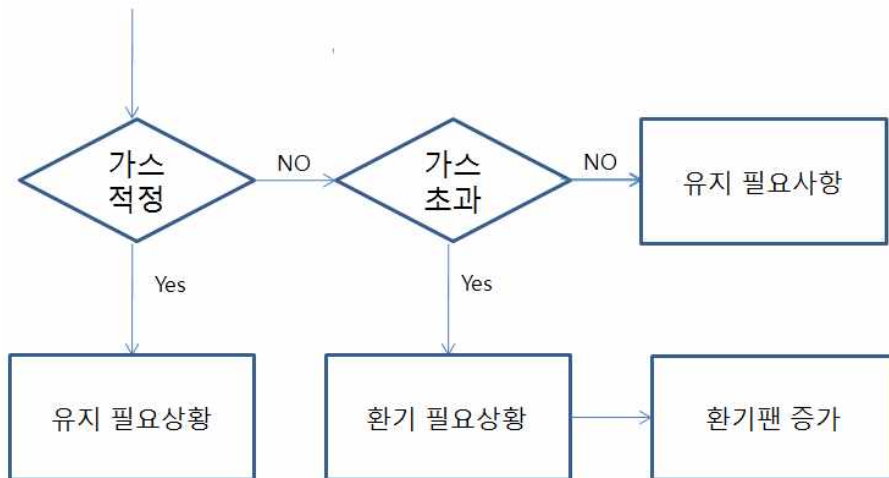


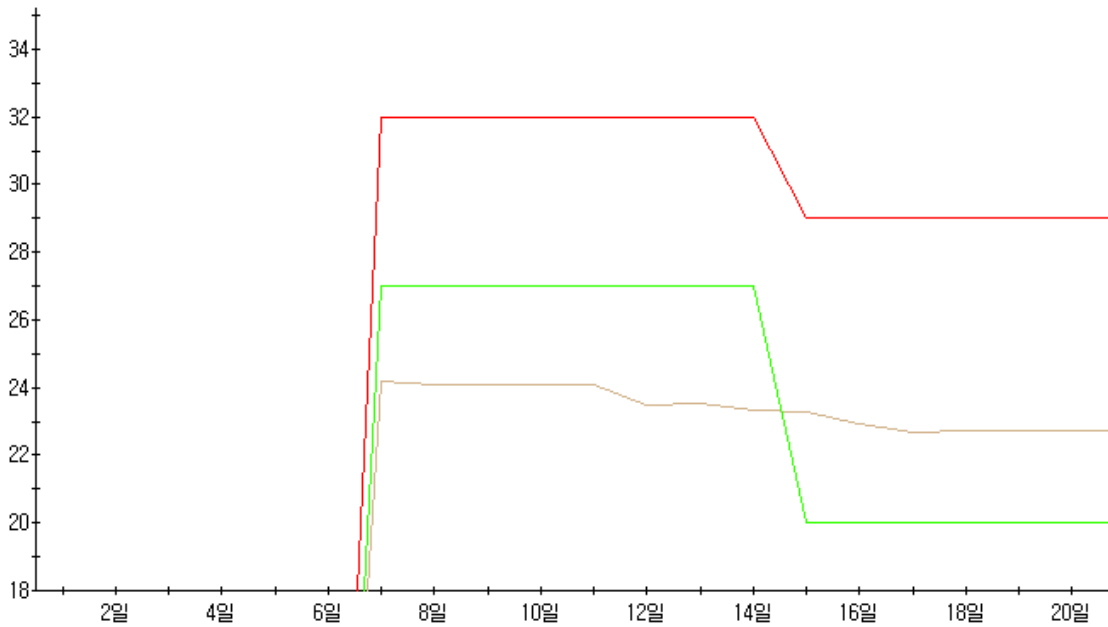
그림 3.64 현재의 환경이 문제도출시 문제해결 방안 흐름도(3)

[ 표 1 ] 선형계획법에 의한 자료의 입력 예시

분류	범위	온도변화	습도변화	가스변화	풍속변화	비용
환기팬	0 - 100	-0.05도	-0.5%	-1%	0.01m/s	10원
보온등	0 - 100	0.1도	-0.5%	0%	0m/s	30원
가습기	0 - 100	-0.01도	1%	-0.5%	0m/s	15원
냉방기	0 - 100	-0.1도	-0.5%	0%	0m/s	50원

즉, 환기팬의 가동율이 1% 증가할 때 온도변화 -0.05도, 습도는 -0.5%, 가스 -1%, 풍속증가 0.01m/s 가 발생한다는 기준을 선형계획법에 의하여 계산하게 된다.

즉 보정해야 하는 온도 -3 도, 습도 +5 %, 가스 -10% 이라고 가정하면 환기팬, 보온등, 가습기, 냉방기를 활용하여 각각의 제어량을 도출하고 적정한 수준으로 조절하기 위해 도출된 제어량 세트중에 비용이 가장 낮은 제어량 세트를 선택하여 권장하게 된다.



	1일	2일	3일	4일	5일	6일	7일	8일	9일	10일	11일	12일	13일	14일	15일	16일	17일	18일	19일
상한	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	32.0	32.0	32.0	0.0	0.0	32.0	32.0	32.0	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0
온도	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	24.2	24.1	24.1	0.0	0.0	23.5	23.5	23.3	23.3	22.9	22.7	22.7	22.7
하한	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	27.0	27.0	27.0	0.0	0.0	27.0	27.0	27.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0

그림 3.65 체감환경을 기준으로 상한과 하한의 범위를 표시하고 현재 돼지가 느끼고 있는 체감수준을 계산하여 표시한 예시

예제 그림의 붉은색 선이 상한수준, 연두색이 하한수준이며, 연한황토색으로 된 자료가 실제 돼지가 느낀 체감환경의 수준입니다. 즉 입식 초기에는 추웠고, 일주일 후에는 적당한 환경으로 제어되었음을 알 수 있다.



	온도(°C)	습도(%)	가스(ppm)	풍속(m/s)	체감온도(°C)	복도온도(°C)	복도습도(%)	-
환경값	19.5	75.0	2,500	0.20	16.8			
측정치	29.0	46.8	2,872	0.39	17.0	17.1	28.4	
보정값	-9.5	28.2	-372	-0.19	-0.3			

시설명칭	단가	시설제한		보정량	보정비율	보정비용	-										
		하한	상한				센서종류	단위	허용범위		보정추정량	보정필요치	예상과부족				
				74.78	100.0	146,028											
환기팬	1,000	0	100	2.98	4.0	2,980	온도	°C	80	150	-7.60	-9.50	1.90				
가습기	900	0	100	32.72	43.8	29,448	습도	%	80	150	22.56	28.20	-5.64				
보온등	2,000	0	100	3.64	4.9	7,280	가스	ppm	80	150	-298.00	-372.00	74.00				
냉방기	3,000	0	100	35.44	47.4	106,320	풍속	m/s	80	150	-0.15	-0.19	0.04				

그림 3.66 최종적으로 제어를 위한 권장안을 도출한 화면 예시

예제 그림에서 상단은 적저환경값과 측정값 그리고 차이수준을 표시하고 있으며, 하단의 좌측은 설치 시설별로 제어를 필요로 하는 권장량이 표시된다. 하단의 우측은 제어에 의하여 예상되는 성장환경의 항목별 추정조정량과 필요한 수준을 비교하여 조정량의 목표치 대비 과부족을 제시한다.

- 농장의 돈군구성 및 실험계획 수립

실험돈사 입식 기록부					
전입위치		전입일자		전입전 돈사	
전입일령	~			평균일령	
전입두수		전입체중		전입담당자	
전입자돈상태					
위축두수		환돈두수		암수비율	:
전입전 유의사항		( 투약, 질병, 포유, 사료, 포유중 폐사 등 )			

그림 3.67 실험기록 입식기록 양식 (예)

실험돈사 전입 체중기록부					
구분	체중	두수	평균체중	위축/환돈	암수비율
1				/	
2				/	
3				/	
4				/	
5				/	
6				/	
7				/	
8				/	
9				/	
10				/	
11				/	
12				/	
13				/	
14				/	
15				/	
계				/	

그림 3.68 실험기록 입식 체중기록 양식 (예)

실험돈사 사육기록부						
일차	일자	폐사 / 누계	원인	환돈 / 누계	투약두수	관리사항

실험돈사 급이기록부						
일차	일자	사료품목	사료급이량	사료머실량	급수상태	관리사항

실험돈사 환경기록부							
일차	일자	환기팬 가동율	설정온도/편차	온도(오전 시)	보온등 (O/X)	측정시설 (O/X)	수세/입기 관리

그림 3.69 실험기록 일일 기록 양식 (예)



그림 3.70 실험장비 설치 실사 및 계획작성(안)

### 실험 자돈사 환경측정장비 설치방안

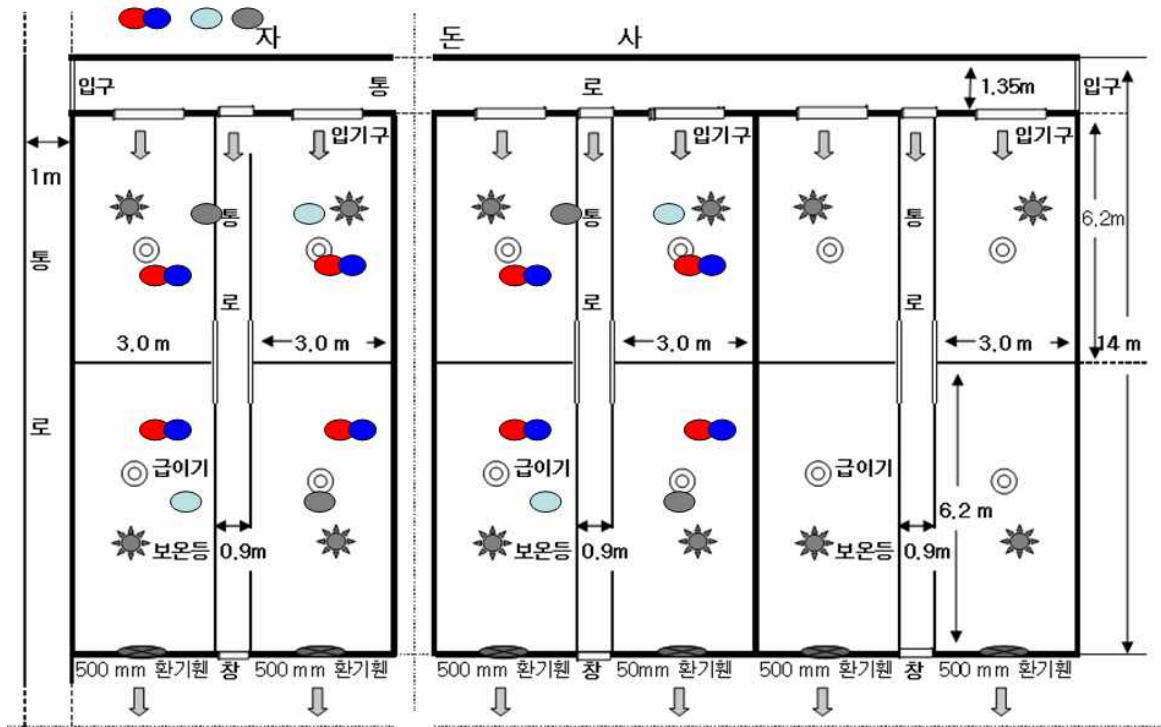


그림 3.71 실험장비 설치 도면 및 작성(안)

- 농장의 환경정보 및 생산정보의 수집

자돈사 (1) 실험돈사 전입 체중기록부 2008.12.12

구분	체중	두수	평균체중	위축/합돈	암수비율
1	9.2 6.2 8.0 7.8 8.8	7.2 8.0 7.8 6.6 6.8	7.8 8.4 9.2 7.6	14 1	
2	8.2 9.8 10.6 8.0 7.8 7.2	7.2 8.6 6.4 8.6	7.4 8.6 8.8 9.0	14 1	
3	7.0 7.0 7.2 7.0 7.8 6.8	8.8 7.8 6.6 8.4	8.4 7.6 7.6 8.2	14 1	
4	7.4 8.8 7.6 7.8 6.6 8.2	8.4 8.0 7.6 8.6	8.6 7.6 7.0 9.2	14 1	
5	7.4 7.0 7.6 8.0			7 1 60%	
6	8.2 8.6 8.8 8.0 8.4 7.8	8.8 9.0 7.4 8.6	7.2 7.8 7.4 9.2	14 1	
7	7.6 7.2 7.8 9.0 7.8 8.8	8.2 8.8 7.8 7.4	7.8 9.8 7.2 7.6	14 1	
8	8.2 7.0 9.4 7.8 6.6 7.8	7.8 8.6 7.8 8.0	7.6 6.2 7.0 7.8	14 1	
9	7.6 8.6 8.8 7.8 8.8 7.0	7.4 9.0 7.6 8.6	7.4 7.4 9.0 7.8	14 1	
10	7.6 7.6 7.2 7.8			7 1 60%	
11	119.4	16	(+20)	1	
12	104.0	14		1	
13	134.2	19		1	
14	93.4	13		1	
15	129.6	18		1	
계				1	

2008.12.12

그림 3.72 실험 돈사입식시 체중 기록(예)

실험돈사 입식 기록부					
전입위치	육성사 1	전입일자	2008. 12. 11	전입담당자	김필주
전입일령	2008. 9. 17 ~ 20	전입전 돈사	차돈사	전입전 돈사	차돈사
전입두수	84두	전입체중	3.620kg	평균일령	81일
전입자돈상태	양호	평균체중	31.2	평균체중	31.2
위축두수		환돈두수		암수비율	:
전입전 유의사항		( 투약, 질병, 포유, 사료, 포유중 폐사 등 )			

2008. 12. 12

그림 3.73 실험 돈사입식시 입식기록 (예)



그림 3.74 실험 돈사입식시 체중측정 모습

2자돈사

1돈방	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	7.8	9.4	8.4	8.4	8.0	7.4	8.6	7.0	8.6	7.2	80.8	
2	7.4	7.2	8.0	8.8	8.8	8.2	10.0	7.2	7.2	8.4	81.2	
3	9.0	9.2	7.2	8.6	7.2	7.4	8.6	7.6	7.0	7.8	79.6	
4	8.2	7.0	7.0	7.2	7.8	7.8	7.6	7.2	7.4	8.6	75.8	
5	9.4	8.0	8.2	7.8	8.2	8.2	7.2	7.4	8.2	7.2	79.8	
2돈방	6	8.4	6.6	6.6	8.8	6.8	7.6	6.6	6.8	7.0	6.6	71.8
7	7.0	6.6	9.4	6.8	8.4	7.2	7.2	7.8	6.8	8.4	75.6	
8	7.8	7.8	6.8	7.0	7.6	6.8	9.0	7.0	7.6	7.2	74.6	
9	9.6	8.0	6.6	7.6	8.4	9.8	7.6	7.6	6.8	9.0	81.0	
10	7.0	7.6	6.6	7.8	7.4	7.0	9.0	7.8	7.2	8.0	75.4	
3돈방	1	6.8	6.4	6.2	6.4	6.4	6.0	6.8	6.8	7.0	5.6	64.4
2	6.2	5.8	5.8	6.8	6.2	6.6	7.0	6.2	6.2	6.0	62.8	
3	6.6	5.6	6.4	6.6	6.4	6.8	6.8	6.6	5.2	6.0	63.0	
4	6.8	6.0	5.6	5.6	6.2	6.8	6.2	6.2	6.2	6.2	61.8	
5	6.8	5.4	5.6	6.0	6.4	5.6	6.4	5.4	5.4	6.4	59.4	
4돈방	1	5.2	5.2	6.4	5.6	6.0	6.0	5.6	5.6	5.8	5.4	56.8
2	6.0	6.2	5.8	5.2	5.2	4.6	5.2	6.4	6.2	6.2	57.0	
3	5.8	5.2	6.2	5.6	5.8	5.0	6.2	6.2	5.6	6.2	57.8	
4	5.4	5.8	5.8	6.4	6.4	5.4	5.4	5.6	6.6	6.8	59.6	
5	6.4	6.0	6.2	7.2	6.6	6.6	6.8				45.8	

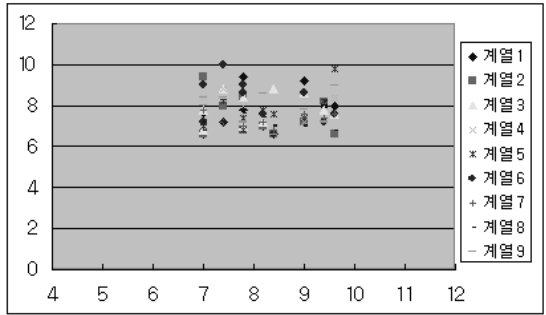
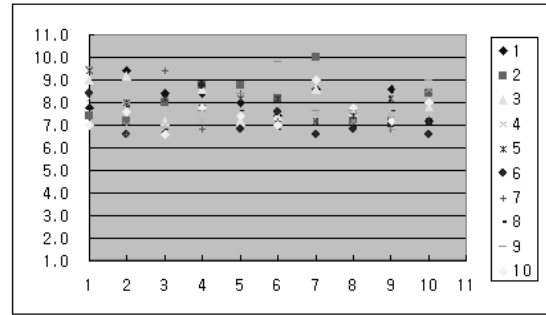


그림 3.75 실험 돈사입식시 입식기록 분석처리(예)



그림 3.76 실험 돈사시설 현황 및 진단 실시



그림 3.77 실험돈사 공급 사료지대 작업 모습

- 다중 무선 센서 네트워크 시험 환경 구축 및 운영



그림 3.78 실험 돈사시설에 대한 센서네트워크 설치현황



그림 3.79 실험 돈사시설에 대한 센서네트워크 설치현황



그림 3.80 실험 돈사시설에 대한 통신네트워크 설치현황





그림 3.81 실험 돈사시설에 대한 센서 컨트롤러 설치현황

- 양돈 환경 정보와 생산정보 분석, 진단 및 제어 모델 개발
- 생산-환경정보 연계 논리개발



그림 3.82 기존 돈사환경 모니터링 현황 및 컨트롤러 분석

### 비육돈의 생산흐름과 시설

주령	일령	주당두	구분	누계	시설요구면적	예상 필요 환기량
1	7	70	분만사	277		<b>이유시 기준</b>
2	14	70				겨울 1,323 cfm
3	21	70				봄,가을 3,780 cfm
4	28	67				여름 9,450 cfm
5	35	67	이유자돈사	378	132 m <sup>2</sup>	<b>30Kg 기준</b>
6	42	67				겨울 1,890 cfm
7	49	67				봄,가을 5,670 cfm
8	56	67				여름 13,230 cfm
9	63	67				
10	70	63				
11	77	63	육성비육사	1,008	1,058 m <sup>2</sup>	<b>30Kg 기준</b>
12	84	63				겨울 5,040 cfm
13	91	63				봄,가을 15,120 cfm
14	98	63				여름 35,280 cfm
15	105	63				
16	112	63				
17	119	63				<b>50Kg 기준</b>
18	126	63				겨울 18,144 cfm
19	133	63				봄,가을 35,280 cfm
20	140	63				여름 120,960 cfm
21	147	63				
22	154	63	<b>105Kg 기준</b>			
23	161	63	겨울 20,160 cfm			
24	168	63	봄,가을 40,320 cfm			
25	175	63	여름 151,200 cfm			
26	182	63				

그림 3.83 농장의 시기별 돈사별 사육흐름에 따른 환기량의 연계성 분석

### 돼지의 실효온도 측정

$$\text{측정온도} + \text{바닥보정} + \text{단열보정} + \text{냉각보정} = \text{실효온도}$$

그림 3.84 환경영향 항목별 연계정보 계산식 검토(안)

### 돼지의 실효온도 측정을 위한 조정항목

바닥상태	풍속	단열상태	냉각방법
잡깃	4 0.2 m/sec	-4 (W)양호	-1 쿨패드 -3
잡자리매트	3 0.3 m/sec	-5 (W)보통	-2 안개분무 -3
프라스틱 슬릿	-4 0.4 m/sec	-6 (W)안됨	-7 적수기 -6
철망	-5 0.5 m/sec	-7 (S)양호	1 살수기 -6
마른 콘크리트	-5 0.8 m/sec	-8 (S)보통	2
젖은 콘크리트	-5 1.2 m/sec	-9 (S)안됨	7
젖은 콘크리트	-10 1.5 m/sec	-10	

그림 3.85 항목별 연계 가중치 및 연관성에 대한 검토(안)

- 생산-환경정보 기준지표 개발



그림 3.86 환경 기준지표의 분석 및 현장파악을 위한 환경 측정장비

돼지 단계별 환기추천량

사육단계/구분(kg)	저온기(Cold weather) 환기 추천량 : cfm				중온기(Mild weather) 환기 추천량 : cfm	고온기(Hot weather) 환기 추천량 : cfm
	습도조절 환기추천량			냄새조절을 위한 환기 추천량		
	전면슬랏바닥	부분슬랏바닥	콘크리트바닥			
분만스틀(모돈+자돈)	10	17	20	35	80	500
초기자돈(5.5-13.4)	1	1.6	2	3.5	10	25
자돈(13.4-34.0)	1.5	2.5	3	5	15	35
육성돈(34.0-68.0)	3.5	5.5	7	10	24	75
비육돈(68.0-100.0)	5	8	10	18	35	120
비육돈(100.0 이상)	6	10	12	20	40	150
임신돈(148.0)	6	10	12	20	40	150
웅돈(182.0)	7	12	14	24	50	300

사육단계/구분(kg)	저온기(Cold weather) 환기 추천량 : cmm				중온기(Mild weather) 환기 추천량 : cmm	고온기(Hot weather) 환기 추천량 : cmm
	습도조절 환기추천량			냄새조절을 위한 환기 추천량		
	전면슬랏바닥	부분슬랏바닥	콘크리트바닥			
분만스틀(모돈+자돈)	0.28	0.48	0.57	0.99	2.27	14.16
초기자돈(5.5-13.4)	0.03	0.05	0.06	0.1	0.28	0.71
자돈(13.4-34.0)	0.04	0.07	0.08	0.14	0.42	0.99
육성돈(34.0-68.0)	0.1	0.16	0.2	0.28	0.68	2.12
비육돈(68.0-100.0)	0.14	0.23	0.28	0.51	0.99	3.4
비육돈(100.0 이상)	0.17	0.28	0.34	0.57	1.13	4.25
임신돈(148.0)	0.17	0.28	0.34	0.57	1.13	4.25
웅돈(182.0)	0.2	0.34	0.4	0.68	1.42	8.49

그림 3.87 체중별, 시기별 필요환기량 기준지표

돼지 생산환경의 권장조건

돼지상태체중 (kg)	온도범위 (°C)	실효온도 (°C)	온도변이 (°C)	셋바람 (m/sec)	상대습도 (%)	암모니아 (ppm)
<b>분만</b>						
모돈	16-24	21(2.0)	2.8	0.15	75	10
신생자돈	32-40	35(1.0)	1.1	0.025	75	10
자돈(4주령)	27-38	27(1.0)	2.8	0.025	75	10
<b>육성돈</b>						
7-11	27-35	26(2.0)	2.8	0.15	75	10
11-22	25-32	23(2.0)	2.8	0.16	75	10
22-45	23-29	20(2.0)	5.6	0.17	75	10
45-68	20-27	18(2.0)	5.6	0.18	75	10
68-91	19-24	17(2.0)	5.6	0.19	75	10
91-113	18-21	16(2.0)	8.3	0.2	75	10
<b>임신</b>						
205	18-21	16(2.0)	8.3	0.25	75	10

\* 개체별 수용돼지들은 온도표시 범위중 가장 높은 환경온도가 요구됨

그림 3.88 체중별 적정온도 및 환경범위 지표

돼지의 실효온도 범위

체중(Kg)	2	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
상한온도	32	29	27.5	26.5	26	25.5	25	24.5	24.2	24	23.9	23.9
적정온도	31.5	25	22.5	20.8	20	18.5	18	17.5	17	16.5	16	15.5
하한온도	27	20	16.5	14.5	13	12	11.2	10.5	9.9	9.5	8.8	8.1

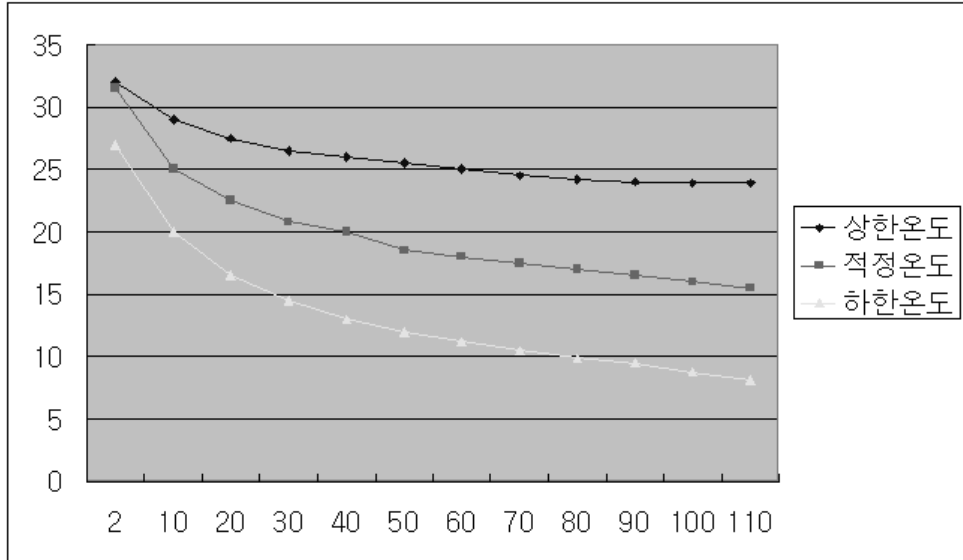


그림 3.89 체중별 적정 실효온도 지표

- 생산-환경정보 연계 알고리즘 개발

적정온도대비 차이에 따른 사료섭취량 변화

적정 온도 대비 온도차	사료 섭취 변화량 (단위 : g / 일)		
	이유자돈	육성돈	비육돈
10	-265	-475	-685
9	-239	-428	-617
8	-212	-380	-548
7	-186	-333	-480
6	-159	-285	-411
5	-133	-238	-343
4	-106	-190	-274
3	-80	-143	-206
2	-53	-95	-137
1	-27	-48	-69
0	0	0	0
-1	13	25	40
-2	25	50	80
-3	38	75	120
-4	50	100	160
-5	63	125	200
-6	75	150	240
-7	88	175	280
-8	100	200	320
-9	113	225	360
-10	125	250	400

그림 3.90 적정온도 대비 연계성 검토

체중별 두당 사육면적

체중 단계	바닥 형태 및 두당 제공 면적 (m <sup>2</sup> /두)			체중 단계	바닥 형태 및 두당 제공 면적 (m <sup>2</sup> /두)		
	전면 슬랏바닥	부분 슬랏바닥	콘크리트바닥		전면 슬랏바닥	부분 슬랏바닥	콘크리트바닥
150.0 kg	-	1.5	1.7	71.0 kg	0.6	0.65	0.77
200.0 kg	-	1.8	2	72.0 kg	0.61	0.66	0.78
250.0 kg	-	2.1	2.3	73.0 kg	0.61	0.66	0.79
300.0 kg	-	2.3	2.6	74.0 kg	0.62	0.67	0.8
0.0 kg	3	-	-	75.0 kg	0.62	0.68	0.8
10.0 kg	0.16	0.18	0.2	76.0 kg	0.63	0.69	0.81
11.0 kg	0.17	0.19	0.21	77.0 kg	0.63	0.69	0.82
12.0 kg	0.18	0.2	0.22	78.0 kg	0.64	0.7	0.83
13.0 kg	0.19	0.21	0.24	79.0 kg	0.65	0.7	0.83
14.0 kg	0.2	0.22	0.25	80.0 kg	0.65	0.71	0.84
15.0 kg	0.21	0.23	0.27	81.0 kg	0.66	0.72	0.85
16.0 kg	0.22	0.24	0.28	82.0 kg	0.66	0.72	0.85
17.0 kg	0.23	0.25	0.28	83.0 kg	0.67	0.73	0.86
18.0 kg	0.24	0.26	0.29	84.0 kg	0.67	0.73	0.87
19.0 kg	0.25	0.27	0.31	85.0 kg	0.68	0.74	0.87
20.0 kg	0.26	0.28	0.33	86.0 kg	0.68	0.74	0.88
21.0 kg	0.27	0.29	0.34	87.0 kg	0.69	0.75	0.89
22.0 kg	0.28	0.3	0.35	88.0 kg	0.69	0.75	0.89
23.0 kg	0.28	0.31	0.36	89.0 kg	0.7	0.76	0.9
24.0 kg	0.29	0.32	0.38	90.0 kg	0.71	0.77	0.91
25.0 kg	0.3	0.33	0.39	91.0 kg	0.71	0.77	0.91
26.0 kg	0.31	0.34	0.4	92.0 kg	0.72	0.78	0.92
27.0 kg	0.31	0.34	0.41	93.0 kg	0.72	0.78	0.92

그림 3.91 적정두당 면적대비 연계성

두당 일당증체 추정자료

일령	체중 (kg)	일당증체량 (g/일)	일당섭취량 (kg/일)	저온 (°c)	고온 (°c)
21	5.5	0	0.7	30	31
22	5.7	200	0.7	30	31
23	6	300	0.7	30	31
24	6.2	200	0.7	30	31
25	6.5	300	0.7	29	31
26	6.7	200	0.7	29	31
27	7	300	0.7	29	31
28	7.2	200	0.7	29	31
29	7.5	300	0.7	29	31
30	7.7	200	1.03	29	31
31	8	300	1.03	29	31
32	8.3	300	1.03	28	30
33	8.6	300	1.03	28	30
34	8.8	200	1.03	28	30
35	9.1	300	1.03	28	30
36	9.4	300	1.03	28	30
37	9.6	200	1.03	28	30
38	9.9	300	1.03	28	30
39	10.1	200	1.03	27	30
40	10.4	300	1.03	27	30
41	10.6	200	1.03	27	30
42	10.9	300	1.03	27	30

그림 3.92 적정일당 증체대비 연계성

- 센싱 데이터 수집 시스템 설계, 구현 및 테스트

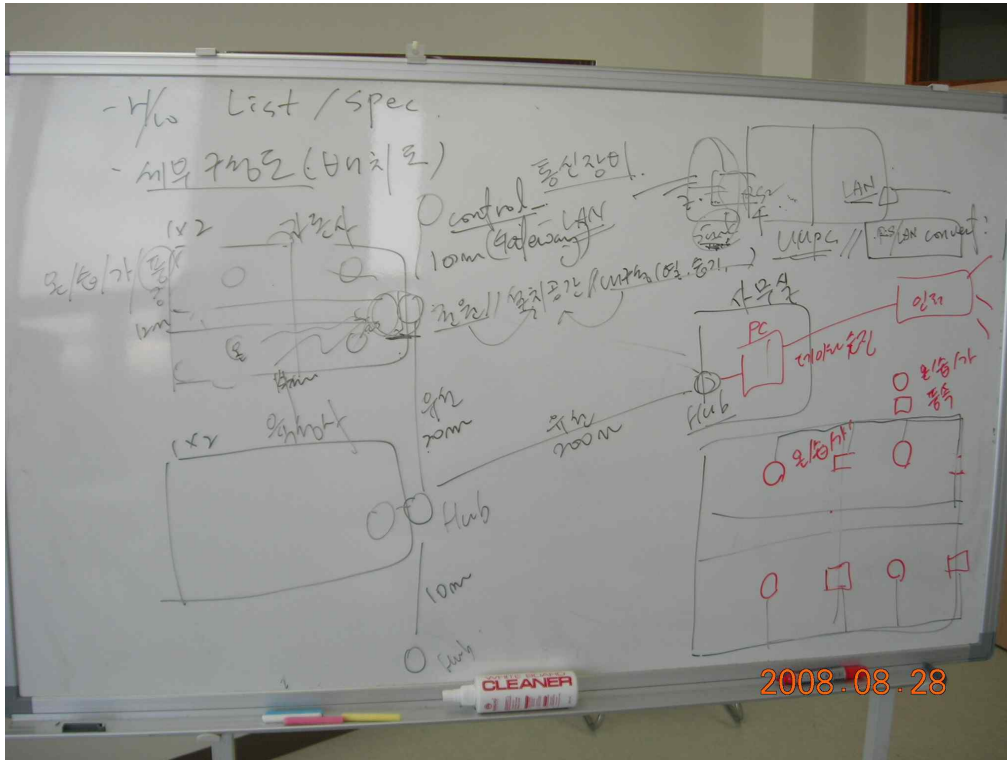


그림 3.93 센싱정보 데이터 수집 및 구현 설계(안)

- 다중 센싱 데이터 수집 시스템 설계, 구현 및 테스트



그림 3.94 실험농장 네트워킹 및 통신 방안 검토(농장전경)



그림 3.95 실험농장 환경 모니터링 시스템 구축 지원(설치모습)



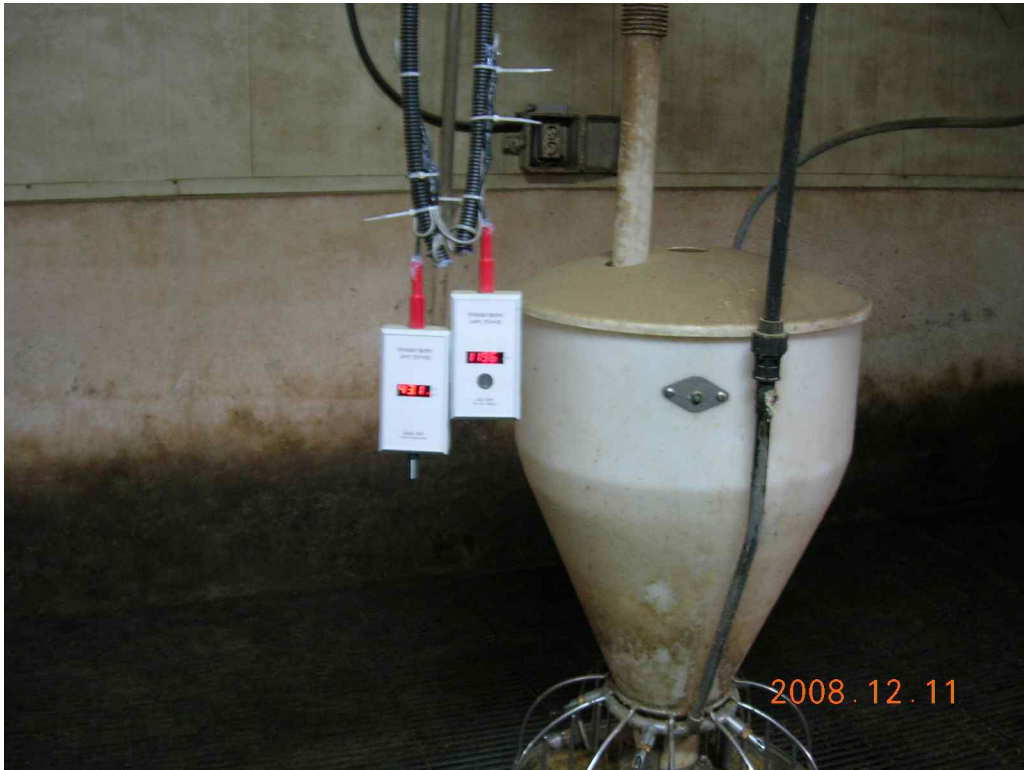


그림 3.96 실험농장 환경 모니터링 센서 설치 지원(설치모습)

항 목	내용
온습도센서	Spec. - 2 Sensor for realactive Humidity & Temperature - Humidity : 0 ~ 100% RH - Temp.accuracy : +/-0.4°C@25°C
이산화탄소	Spec. - Output : 40 ~ 200 mV - Supply : 10 ~ 30V DC - Reverse polatity protection - Reverse polatity protection - 0 ~ 20 ppm - 1.6mV / ppm
풍속	Spec. - from 0-1 m/s to 0-20 m/s and 0 to +50°C - Digital I/O : 16Channel - Power : 3.3V DC

그림 3.97 ( 도입적용 센서 사양 -> 온습도, 이산화탄소, 풍속 센서)



그림 3.98 실험농장 환경 모니터링 센서 설치 결과 확인 지원(평가모습)



그림 3.99 기타 별첨자료 ( 설치 및 도입장비 사례 )

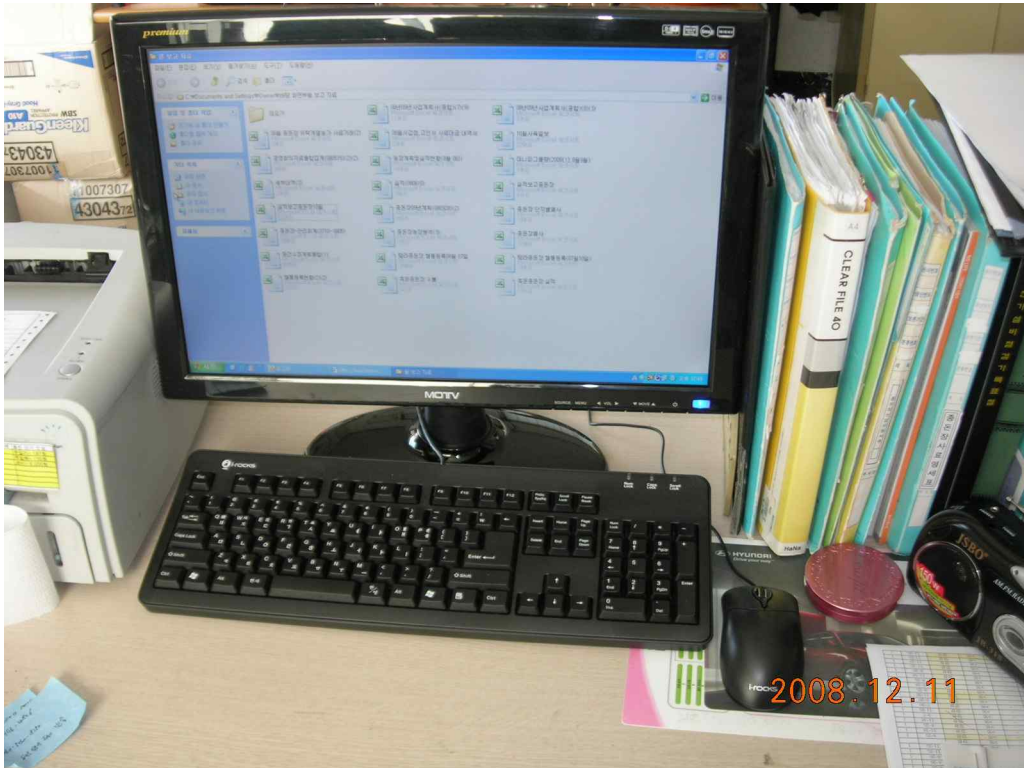


그림 3.100 환경 모니터링 및 실험 자료 관리를 위한 PC



그림 3.101 실험 측정을 위한 서버 컴퓨터



그림 3.102 환경 모니터링 센서 콘트롤러



그림 3.103 실험을 위한 소형 저울



그림 3.104 실험을 위한 환경 센서



그림 3.105 이동 실험 및 환경측정을 위한 노트북 PC



그림 3.106 환경 센서의 정확성과 이동형측정을위한 환경계측장비

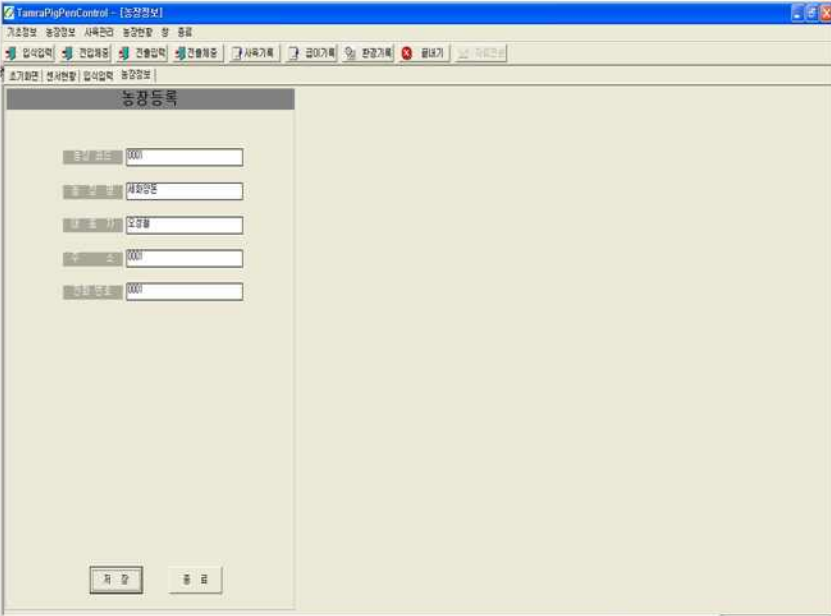


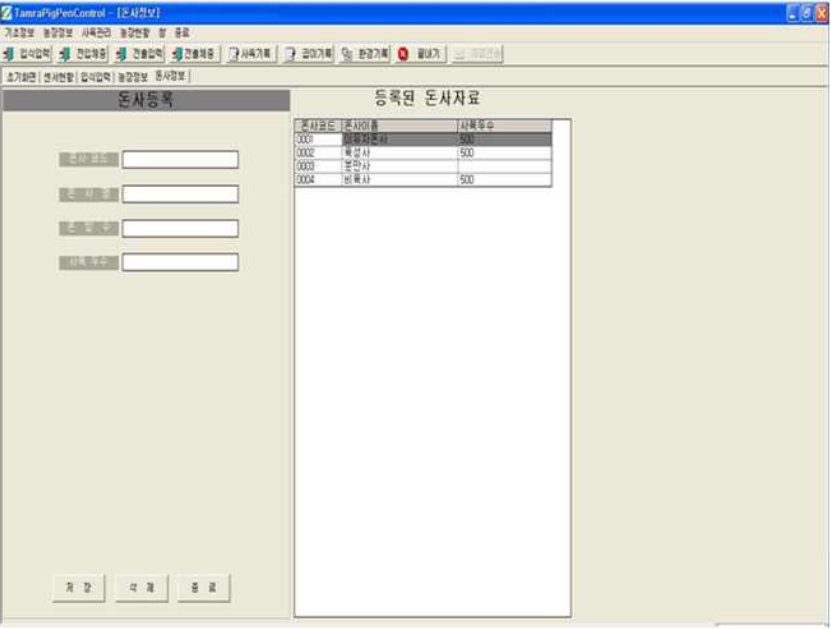
그림 3.107 사양실험을 위한 공급 사료 (젓먹이)



그림 3.108 사양실험을 위한 공급 사료 ( 갓난돼지 )

○ 양돈장 다중센서 정보 실시간 수집 및 돼지사양정보관리 프로그램

화면 ID	frmRanchInfo	화면명	농장정보등록
화면 Layout		설 명	
		<p>1. 화면 설명 농장정보를 입력한다</p> <p>2. 주요항목 설명 사용농장을 등록한다</p>	

화면 ID	frmPigpenInfo	화면명	돈사정보입력
화면 Layout		설 명	
		<p>1. 화면 설명 등록된 돈사를 조회 입력한다.</p> <p>2. 주요항목 설명 1) 저장 돈사를 등록한다 2) 삭제 선택된 돈사를 삭제한다 3) 종료</p>	





화면 ID	frmPigpenInQty	화면명	전입체증입력
-------	----------------	-----	--------

화면 Layout	설명
	<p>1. 화면 설명 입식기록에 의한 각 양돈개체별 체증을 입력한다..</p> <p>2. 주요항목 설명 1) 신규 신규 자료를 입력한다. 2) 저장 입력된 자료를 저장한다. 3) 프린터 출력 입력된 자료를 양식에 맞게 출력한다 4) 삭제 입력된 자료를 삭제한다.</p>

화면 ID	frmPigpenOutput	화면명	접수원부조회
-------	-----------------	-----	--------

화면 Layout	설명
	<p>1. 화면 설명 돈방에 전출된 총격체를 입력한다.</p> <p>2. 주요항목 설명 1) 신규 신규 자료를 입력한다. 2) 저장 입력된 자료를 저장한다. 3) 인쇄 입력된 자료를 양식에 맞게 출력한다 4) 삭제 입력된 자료를 삭제한다.</p>

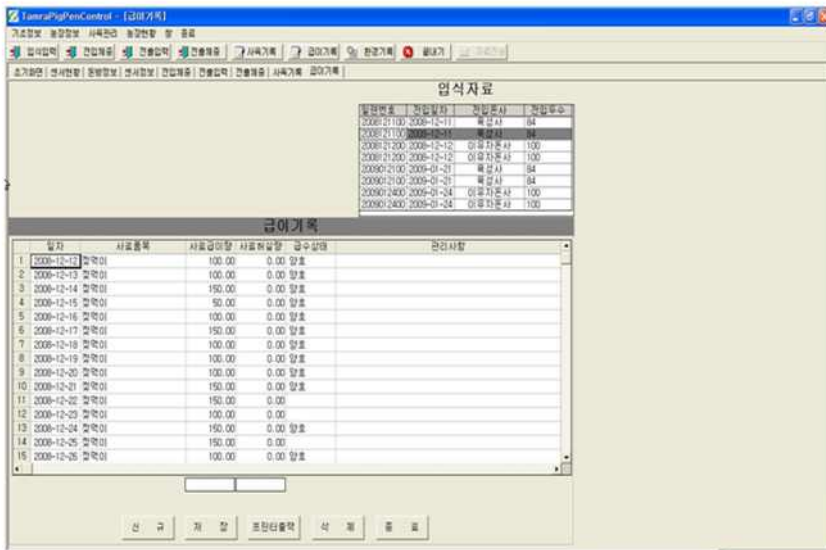
화면 ID	frmPigpenOutQty	화면명	접수원부조회
-------	-----------------	-----	--------

화면 Layout	설명
	<p>1. 화면 설명 전출자료를 기준으로 전출된 각 객체에 대한 체중을 입력한다.</p> <p>2. 주요항목 설명 1) 신규 신규 자료를 입력한다. 2) 저장 입력된 자료를 저장한다. 3) 프린터 출력 입력된 자료를 양식에 맞게 출력한다. 4) 삭제 입력된 자료를 삭제한다.</p>

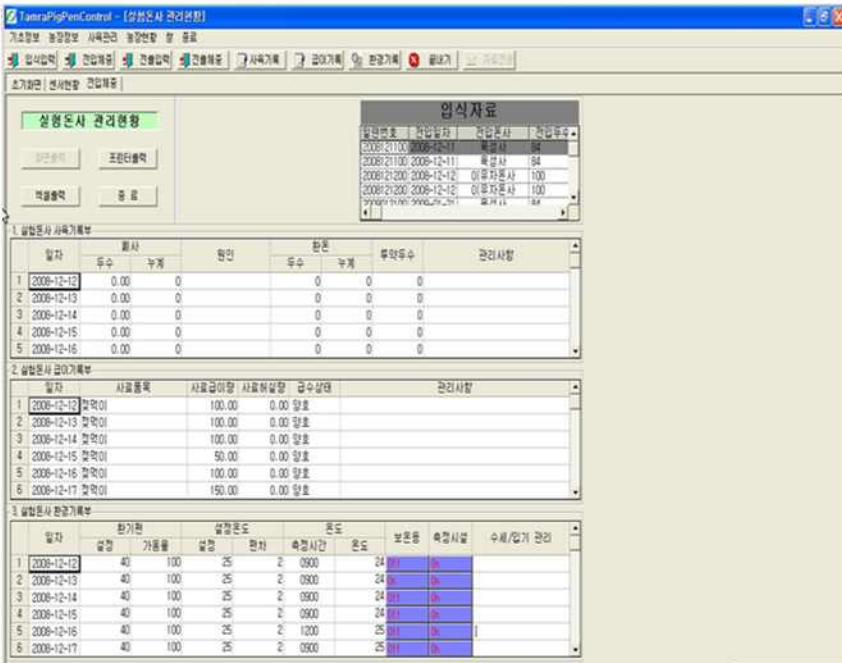
화면 ID	frmPigpenKeep	화면명	사육기록부
-------	---------------	-----	-------

화면 Layout	설명
	<p>1. 화면 설명 입식자료를 근거로 일자별 폐사 및 환분 투약기록 등을 입력한다.</p> <p>2. 주요항목 설명 1) 신규 일자별 특이사항을 기록한다 2) 저장 기록된 자료를 저장한다. 3) 프린터 출력 양식에 맞게 출력한다. 4) 삭제 기록된 자료를 삭제한다.</p>

화면 ID	frmPigpenMeal	화면명	급이기록
-------	---------------	-----	------

화면 Layout	설 명
 <p>The screenshot shows the 'frmPigpenMeal' application window. It features a menu bar with options like '사육관리', '사육기록', '환경기록', and '관리기'. Below the menu is a toolbar with icons for '신규', '저장', '프린트출력', '삭제', and '종료'. The main area contains two tables: '입식자료' (Feeding Data) and '급이기록' (Feeding Record). The '급이기록' table has columns for '일자' (Date), '사료품목' (Feed Item), '사료급이량' (Feed Amount), '사료희석량' (Feed Dilution), '급수량' (Feed Quantity), and '관리사명' (Manager Name). The data shows feeding records for dates from 2008-12-12 to 2008-12-26, with feed items like '감귤이' and '감귤'.</p>	<p>1. 화면 설명 일자별 급이기록을 작성한다.</p> <p>2. 주요항목 설명</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 신규 일자별 사료 급이 기록 생성</li> <li>2) 저장 작성된 자료를 저장한다.</li> <li>3) 프린터 출력 작성된 자료를 양식에 맞게 출력한다.</li> <li>4) 삭제 작성된 자료를 삭제한다.</li> </ol>

화면 ID	frmPigpenManage	화면명	돈사현황
-------	-----------------	-----	------

화면 Layout	설 명
 <p>The screenshot shows the 'frmPigpenManage' application window. It has a menu bar with '사육관리', '사육기록', '환경기록', and '관리기'. The main area is divided into several sections: '실험돈사 관리현황' (Experiment Pigpen Management Status), '입식자료' (Feeding Data), '1. 실험돈사 사육기록부' (Experiment Pigpen Rearing Record), '2. 실험돈사 급이기록부' (Experiment Pigpen Feeding Record), and '3. 실험돈사 환경기록부' (Experiment Pigpen Environment Record). The '1. 실험돈사 사육기록부' table has columns for '일자' (Date), '회사' (Company), '양돈' (Breeding), '양돈' (Breeding), '양돈' (Breeding), '양돈' (Breeding), and '관리사명' (Manager Name). The '3. 실험돈사 환경기록부' table has columns for '일자' (Date), '상온' (Room Temp), '가온물' (Water Temp), '상온' (Room Temp), '환기' (Ventilation), '숙성시간' (Maturation Time), '온도' (Temperature), '보온층' (Insulation), '숙성사상' (Maturation Status), and '수세/입기' (Weaning/Entry).</p>	<p>1. 화면 설명 입식자료를 근거로 사육, 급이, 환경기록을 조회한다.</p> <p>2. 주요항목 설명</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 프린터 출력 조회된 자료를 양식에 맞게 출력한다.</li> <li>2) 엑셀출력 각 조회된 자료를 엑셀로 저장한다.</li> </ol>

화면 ID	fraMonitor	화면명	센서현황
-------	------------	-----	------

화면 Layout	설명
	<p>1. 화면 설명 연결된 센서 데이터를 실시간으로 보여준다.</p>

## 제 4 장      목표달성도 및 관련분야에의 기여도

### 1) 목표달성도

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
2008 -2009 (2년)	유무선네트워크 기반의 다중 센싱 데이터 수집 및 제어시스템 개발	다중환경센서 설치 및 검증	100	- 다중센서의 도입 및 농장설치 - 다중센서의 실험돈사내 측정값의 검증 및 오차해소
		다중환경센서정보 수집 모듈개발	100	- 실험돈사의 다중센서 측정 자료 수집 프로그램 개발
		다중환경센서정보 관리 모듈개발	100	- 실험돈사의 다중센서 측정 자료 의 조회 및 자료 관리 프로그램 개 발
	농장실험 및 생산정보 분석	농장생산정보 측정 및 수집	100	- 실험농장의 돼지사육 실험(자돈 사, 육성사 ) 실시 및 생산정보 수 집 및 분석
		농장환경정보 측정 및 수집	100	- 다중센서에서 실험돈사에 측정되 는 자료의 수집 및 분석
		농장생산-환경 연계성 분석	100	- 농장생산정보와 환경정보에 대한 연계성에 대한 기초자료 수집 및 실험결과에 대한 연계성 검증분석
	양돈환경 정보와 생산정보 분석, 진단 및 제어 모델 개발	생산-환경정보 연계 논리개발	100	- 생산정보와 환경정보의 수집된 연계기준 및 알고리즘에 대한 검토 및 자가진단 논리 개발 추진
		생산-환경정보 기준지표 개발	100	- 농장 실험 결과와 수집된 생산- 환경에 대한 지표의 검토 추진
		생산-환경정보 연계 알고리즘 개발	100	- 수집된 지표를 기준으로 실험결 과에 대한 연계 알고리즘 개발추진
		생산-환경정보 프로그램 설계	100	- 생산과 환경정보의 연계 및 관리 를 위한 프로그램 개발
	다중 센싱정보 기반의 양돈환경 자가진단 및 조절 알고리즘 및 응용 프로그램 개발	자가진단 알고리즘 개발	100	- 자가진단을 위한 알고리즘의 검 토 및 개발추진
		자가진단 시스템구축	100	- 자가진단을 위한 기초 웹서버 시 스템 구축
		자가진단 DB 설계	100	- 자가진단을 위한 기초DB 설계 및 DB 서버 구축
		자가진단 프로그램 개발	100	- 자가진단 프로그램 개발 추진

## 2) 축산분야의 기여도

축산분야(특히 양돈분야)에서 온도중심의 환경측정 및 평가에 따른 농장의 환경시설 제어를 실시하는 기존의 방식과 개념을 이론적으로 영향이 있을 것으로 판단되는 온도, 습도, 가스, 풍속 등에 대한 다중영향요인을 연계하여 적정환경을 도출을 가능하게 함으로서 농장의 생산환경의 적정성을 유지하는데 개념과 인식의 변화에 기여할 것으로 기대한다.

축산분야에서 다중환경 측정의 중요성과 효과를 인식하고 다양한 제어기, 콘트롤러, 환경조절장비 등이 본 연구를 통해 도출된 알고리즘 또는 개념을 적용하여 개발될 것으로 기대된다.

## 제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획

### 제 1 절 실용화·산업화 계획

본 연구에 따른 다중환경을 모니터링 분석하여 진단 도출된 정보를 활용할 경우 농장의 생산성과 수익성이 개선되며, 에너지 효율도 개선 될것으로 판단된다. 이에따라 농가를 대상으로 기존의 하드웨어 콘트롤러와의 연계성, 다중환경 모니터링 시스템의 설치를 기반으로 자가진단 및 제어시스템은 상업화가 가능할 것으로 판단된다.

### 제 2 절 추가연구, 타연구에 활용 계획 등

본 연구의 성과를 바탕으로 추가연구를 지원하에 실시 가능할 경우 다양한 조건의 환경에서 알고리즘의 검증과 제어시스템의 정확성을 검토하여 안정적인 상업화 제품의 개발하는 것이 필요하다.



## 제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

- [1] Meong-hun Lee, Ki-bok Eom, Hyun-joong Kang, Chang-sun Shin, Hyun Yoe, “Design andImplementation of Wireless Sensor Network for Ubiquitous Blass Houses”, Computer and Information Science, 2008. ICIS 08. Seventh IEEE/ACIS International Conference, pp.397-400, May. 2008
- [2] Pavan Sikka, Peter Corke and Leslie Overs, “Wireless Sensor Devices for Animal Tracking and Control”, IProceedings of the 29th Annual IEEE International Conference on Local Computer Networks , 2004
- [3] O. Landsiedel, J. A. Bitsch Link, K. Wehrle, J. Thiele, and H. Mallot, “Rat watch: Using sensor networks for animal observation,” In RealWSN'06: Proc of the ACM Workshop on Real-World Wireless Sensor Networks in conjunction with ACM MobiSys. Uppsala, Sweden. June 2006.
- [4] I. McCauley, B. Matthews, L. Nugent, A. Mather, and J. Simons, “Wired pigs: Ad-hoc wireless sensor networks in studies of animal welfare,” In Proceedings of EmNetS-II Embedded Networked Sensors The Second IEEE Workshop on, pp. 29-36, May 30-31, 2005.
- [5] Jeong-Hwan Hwang, Hyun-joong Kang, Meong-hun Lee, Hyun Yoe, “Design andImplementation of Wireless Sensor Networks Based Stable Management System”, ICWN2009, 2009. 07

## 제 7 장 참고문헌

- [1] 강윤희, 궁상환, 유진호, “USN 기반 동물 자원관리 시스템”, 술학회, 한국정보기술학회 2009년도 Green IT융합기술 워크숍 및 하계 종합 학술 대회 논문집 2009.6, pp. 414~417
- [2] 황정환 외 5명, “유비쿼터스 농업환경에서의 돈사 통합관리 시스템 구현,” 한국통신학회, 한국통신학회논문지, 제35권 제2호(네트워크 및 서비스) 2010.2, pp. 252~262
- [3] 표철식, 채종석, “차세대 RFID/USN 기술 발전전망”, 한국통신학회, 한국통신학회지(정보와 통신), p.7 ~ p.13, 2007년 8월
- [4] Meong-hun Lee, Ki-bok Eom, Hyun-joong Kang, Chang-sun Shin, Hyun Yoe, “Design and Implementation of Wireless Sensor Network for Ubiquitous Blass Houses”, Computer and Information Science, 2008. ICIS 08. Seventh IEEE/ACIS International Conference, pp.397-400, May. 2008
- [5] 이용용, 조종식, 신한호, 여현, 신창선, “유비쿼터스 기술을 활용한 영농일지 관리 시스템 구축”, 한국인터넷정보학회, 한국인터넷정보학회 학술발표대회 논문집 한국인터넷정보학회 2009 제19차 임시총회 및 춘계학술발표대회, pp.301-305
- [6] 유용희, 김두환, “돈사 시설 자동화 현황과 발전 방향”, 한국축산시설환경학회, 2006년도 제11회 학술논문발표회
- [7] 한국정보사회진흥원, <http://www.nia.or.kr>
- [8] 제주양돈 FCG 관리 시스템, <http://pigfarm.kr>
- [9] 대한민국정부, “2007 정보화에관한연차보고서”
- [10] 제주특별자치도, <http://www.jeju.go.kr>
- [11] 진천군 농업기술센터, <http://jcatc.net>
- [12] 부경양돈농협, “부경양돈 21”, 2009. 05, 통권 제115호
- [13] Ishak, W. H. W., & Siraj, F. (2002). Artificial intelligence in medical application: an exploration [http://www.hi-europe.co.uk/files/2002/Artificial Intelligence InMedical Application an Exploration.pdf](http://www.hi-europe.co.uk/files/2002/Artificial%20Intelligence%20In%20Medical%20Application%20an%20Exploration.pdf).
- [14] Pedersen S; Rom H B (1998). Diurnal variation in heat production from pigs in relation to animal activity. EurAgEng, Paper No 98-B-025, AgEng Oslo98.
- [15] Dioguardi L; Sangiorgi F; Ariano E. (2008) Identifying Physical hazard for intensive pig and cattle breeding operators and defining prevention measures. University of Milan. Institute of Agricultural Engineering. Via Celoria, 2-20133 Milan, ITALY.
- [16] Holis, G. 1996: Environmental stress. In. Porknet The Online Resource for the Pork Industry, University of Illinois, IPIC papers. 2 p.
- [17] Johnson, R.W., 1996: The energy cost of illness on Swine. In. Porknet The Online Resource for the Pork Industry, University of Illinois, IPIC papers. 4 p.

- [18] Pavan Sikka, Peter Corke and Leslie Overs, "Wireless Sensor Devices for Animal Tracking and Control", IProceedings of the 29th Annual IEEE International Conference on Local Computer Networks , 2004
- [19] O. Landsiedel, J. A. Bitsch Link, K. Wehrle, J. Thiele, and H. Mallot, "Rat watch: Using sensor networks for animal observation," In RealWSN'06: Proc of the ACM Workshop on Real-World Wireless Sensor Networks in conjunction with ACM MobiSys. Uppsala, Sweden. June 2006.
- [20] I. McCauley, B. Matthews, L. Nugent, A. Mather, and J. Simons, "Wired pigs: Ad-hoc wireless sensor networks in studies of animal welfare," In Proceedings of EmNetS-II Embedded Networked Sensors The Second IEEE Workshop on, pp. 29-36, May 30-31, 2005.
- [21] Jeong-Hwan Hwang, Hyun-joong Kang, Meong-hun Lee, Hyun Yoe, "Design and Implementation of Wireless Sensor Networks Based Stable Management System", ICWN2009, 2009. 07

## 주 의

1. 이 보고서는 농림수산식품부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림수산식품부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.