

보안 과제(), 일반 과제(O) / 공개(O), 비공개()발간등록번호(O)

농림축산식품연구개발사업 2020년도 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-003229-01

한우사에 적용 가능한 ICT 기자재 패키지 사업화

2020.07.31.

주관연구기관 / 포테닛(주)
협동연구기관 / 전남대학교

농 립 축 산 식 품 부
(전문기관) 농림식품기술기획평가원

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

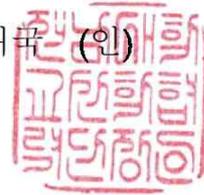
본 보고서를 “한우사에 적용 가능한 ICT 기자재 패키지 산업화”(개발기간 : 2019.01.22 ~ 2020.01.21.)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2020.07.31.

주관연구기관명 : 포테넷(주) (대표자) 남형도



참여기관명 : 전남대학교산학협력단 (대표자) 김재욱



주관연구책임자 : 노치원

협동연구책임자 : 문창배

협동연구책임자 : 이지웅

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의 합니다.

보고서 요약서

과제고유번호	319035-01	해 당 단 계 연 구 기 간	2019.01.22 ~ 2020.01.21	단 계 구 분	(1차년도)/ (1차년도)
연구사업명	단 위 사 업	농림축산식품연구개발사업			
	사 업 명	1세대 스마트 애니멀팜 사업화			
연구과제명	대 과 제 명	한우사에 적용 가능한 ICT 기자재 패키지 사업화			
	세부 과제명	한우사에 적용 가능한 ICT 기자재 패키지 사업화			
연구책임자	노치원	해당단계 참여연구원 수	총: 12명 내부: 12명 외부: 0명	해당단계 연구개발비	정부: 500,000천원 민간: 166,700천원 계: 666,700천원
		총 연구기간 참여연구원 수	총: 12명 내부: 12명 외부: 0명	총 연구개발비	정부: 500,000천원 민간: 166,700천원 계: 666,700천원
연구기관명 및 소속부서명	포테닛(주) 전남대학교산학협력단			참여기업명 포테닛(주)	
국제공동연구	상대국명:			상대국 연구기관명:	
위탁연구	연구기관명:			연구책임자:	

※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음

연구개발성과의 보안등급 및 사유	
-------------------------	--

9대 성과 등록·기탁번호

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시설 ·장비	기술요약 정보	소프트 웨어	화합물	생명자원		신품종	
								생명 정보	생물 자원	정보	실물
등록·기탁 번호											

국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

구입기관	연구시설· 장비명	규격 (모델명)	수량	구입연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	NTIS 등록번호

요약(연구개발성과를 중심으로 개조식으로 작성하되, 500자 이내로 작성합니다)

보고서 면수

<요약문>

<p>연구의 목적 및 내용</p>	<p>본 연구에서는 기 개발된 ICT 기반 축사자동급이 및 다기능작업로봇을 통해서 축사 환경에서의 한우 사육단계별 맞춤형 조사료 급이 프로그램을 고도화 및 산업화하고, ICT 연동을 통한 원격제어/모니터링기능을 통해 축사 내 음용수 공급장치 및 송풍장치를 고도화 및 산업화하는 기술을 개발한다.</p> <p>본 연구개발의 목적은 다음과 같다.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 사육단계별 맞춤형 자동급이 로봇시스템 고도화 개발을 통한 정밀사양관리 및 생산성 향상 ○ ICT 기반 다기능 음용수 공급장치 및 송풍장치 개발을 통한 축사정밀위생관리 <p>본 연구의 개발내용은 다음과 같다.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 한우 사육단계별 맞춤형 조사료 정밀 급이 프로그램 상용화 ○ ICT 장치 연동 원격제어/모니터링기능을 통한 무인 사양제품 고도화 및 상용화 ○ ICT 장치 연동(위생, 사양(음수 횟수) 등) 음용수 공급장치 제품 고도화 및 상용화 ○ 센서 데이터에 기반한 외부 풍환경 대응 가변형 송풍기 고도화 및 상용화 ○ ICT 기자재 입출력을 위한 센서 모듈 통합제어기 개발 ○ 웹기반 ICT 기자재(자동 조사료 급이기, 음용수 공급 장치, 가변형 송풍기, 기타 환경 센서 등)의 패키지 관리 시스템 개발 및 인터페이스 개발 ○ ICT 기반 기자재 패키지 시스템 현장 실증 및 데이터베이스 구축 				
<p>연구개발성과</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 자동사료급이를 위한 자율주행로봇 1SET 개발 ○ 자율주행로봇을 위한 자동충전스테이션 1SET 개발 ○ 자율주행로봇, TMR사료급이기, 축사 내 장치제어를 위한 관제시스템 개발 ○ 통합시스템 관제 및 빅데이터 분석을 위한 웹서버 개발 ○ 사료 급이 종류 3종 달성 ○ 1회 급이시간 65min 이내 달성 ○ 사료 공급 성공률 95% 이상 달성 ○ 지도 정밀도 10cm 이내 달성 ○ 위치추정정밀도 10cm 이내 달성 ○ 이동 플랫폼 Payload 500kg 달성 ○ 음용수 공급장치 개발 및 2SET 현장 배치 달성 ○ 가변형 송풍기 2SET 현장 적용 달성 ○ ICT 센서모듈 통합제어기 개발 및 처리용량 8EA 달성 ○ ICT 기자재 데이터베이스 구축 완료 ○ 논문발표(3건), 특허출원(2건), 교육지도(3건) 달성 				
<p>연구개발성과의 활용계획 (기대효과)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Web 서버 및 로봇 및 장치제어를 위한 관제시스템 구축을 통한 축사 내 자동화 로봇 도입을 통한 무인화시스템을 이루어 농촌 인력난 해결 및 생산력 증대 효과 기대 ○ 가축 관리 빅데이터를 이용한 축사정밀사양 관리 가능 효과 기대 ○ 로봇을 통한 복합작업기술을 개발함으로써 지적재산권 선점 가능 기대 ○ 축산업 외 타 산업과의 연계로 새로운 분야의 산업발전 유도 기대 				
<p>국문핵심어 (5개 이내)</p>	한우	사양	정보통신기술	산업화	축사
<p>영문핵심어 (5개 이내)</p>	Hanwoo	Feeding	Information and Communication Technology	Industrialization	Feeder barn

< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요	6
1-1 연구개발의 목적	6
1-2 연구개발의 필요성	11
1-3 연구개발 범위	17
2. 연구수행 내용 및 결과	22
2-1 주관기관 연구개발 결과	22
2-2 참여기관 연구개발 결과	49
2-3 연구수행 방법	76
2-4 연구개발 성과	135
3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도	142
3-1 목표	142
3-2 목표 달성여부	143
4. 연구결과의 활용 계획	155
4-1 연구개발 결과의 활용방안	155
4-2 기대성과 및 파급효과	156

[별첨 1] 연구개발보고서 초록

[별첨 2] 자체평가의견서

[별첨 3] 연구성과 활용계획서

1. 연구개발과제의 개요

1-1. 연구개발 목적

가. 연구개발의 개요

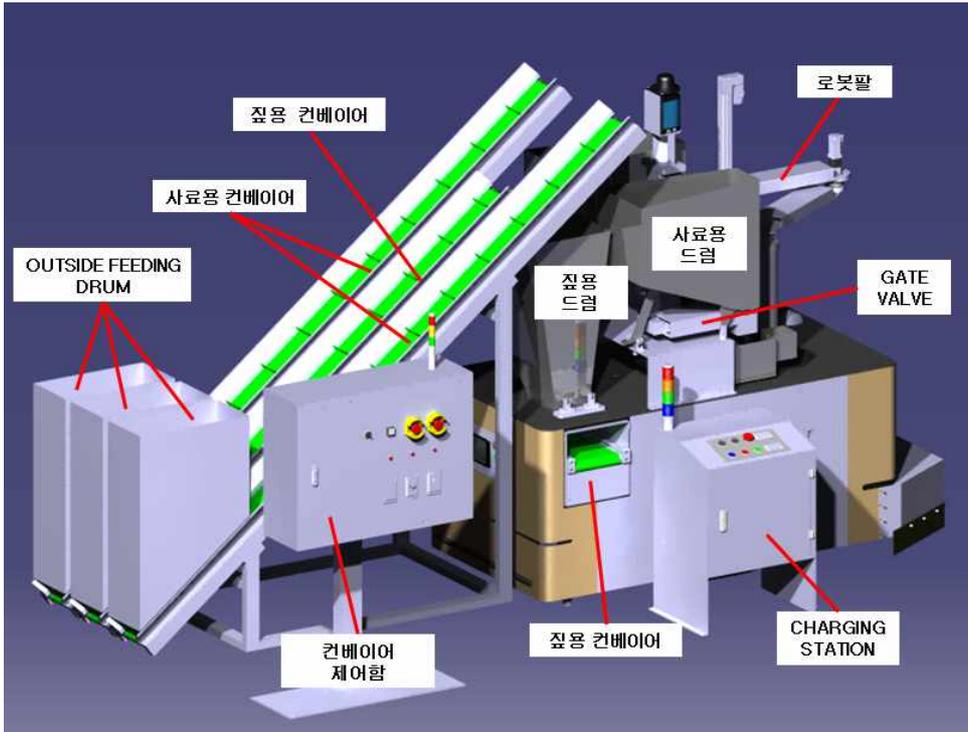
- 산업동물(한우, 돼지, 유우, 산란계, 육계, 오리 등)중에서 특히 한우의 축사 관리는 자동화가 다른 축종에 비하여 기반이 열악하여 노동의 집약보다 노동의 지속성을 요구하는 축종으로 축사 관리자가 사료 급이 등 사양관리를 위해서 24시간 상주해야하는 환경으로 관리자의 시간적 제한으로 인한 어려움 뿐 아니라 노동력이 다수 필요한 실정이다. 이를 극복하기 위해서 한우 자동 사료 급이 시스템(조사기 급이기)이 개발되어 사육단계별 맞춤형 사양관리 기술이 가능할 것으로 기대되었으나, 현장 적용을 위한 기술 고도화 및 산업화가 필요한 실정이다. 이를 위해서 본 연구에서는 사육단계별 맞춤형 자동급이 로봇시스템 고도화 및 상용화 개발을 진행한다.
- 한우의 음용수 공급장치의 경우, 일반적으로 외기에 상시 노출되어 각종 세균 및 곰팡이 등이 증식 할 수 있어 위해요소 제거를 위한 위생관리가 필수적이다. 최근, UV 램프를 활용하여, 세균 및 곰팡이를 제어하기 위한 위생관리 장치가 개발되었으나 현장 활용도가 낮아 현장 적용기술을 위한 기술고도화 및 산업화가 필요한 실정이다. 이를 위해서 ICT 연동을 통한 원격 제어/모니터링 기능을 통해 축사 내 음용수 공급장치의 고도화 및 산업화 기술을 개발한다.
- 현재, 한우사 내 균일한 사육환경 관리를 목적으로 축사 내 온도 또는 외부 풍향 변화에 따른 가변형 송풍기가 개발되었으나, 외부 환경 대응 가동 알고리즘에 대한 고도화 및 산업화가 필수적인 상황이다. 이를 위해서 ICT 연동을 통한 원격제어/모니터링 기능을 통해 축사 내 가변형 송풍기의 고도화 및 산업화 기술을 개발한다.



<시스템 구성개념도>

(1) 자동급이 로봇시스템 플랫폼 기술

- 플랫폼: 최소 사양 공통(양산가 측정)
- 규격1: 센서 등 최소화(LMS 100 단독 사양)
- 규격2: 센서S300 + NAV350
- 추가: VR 기능 등

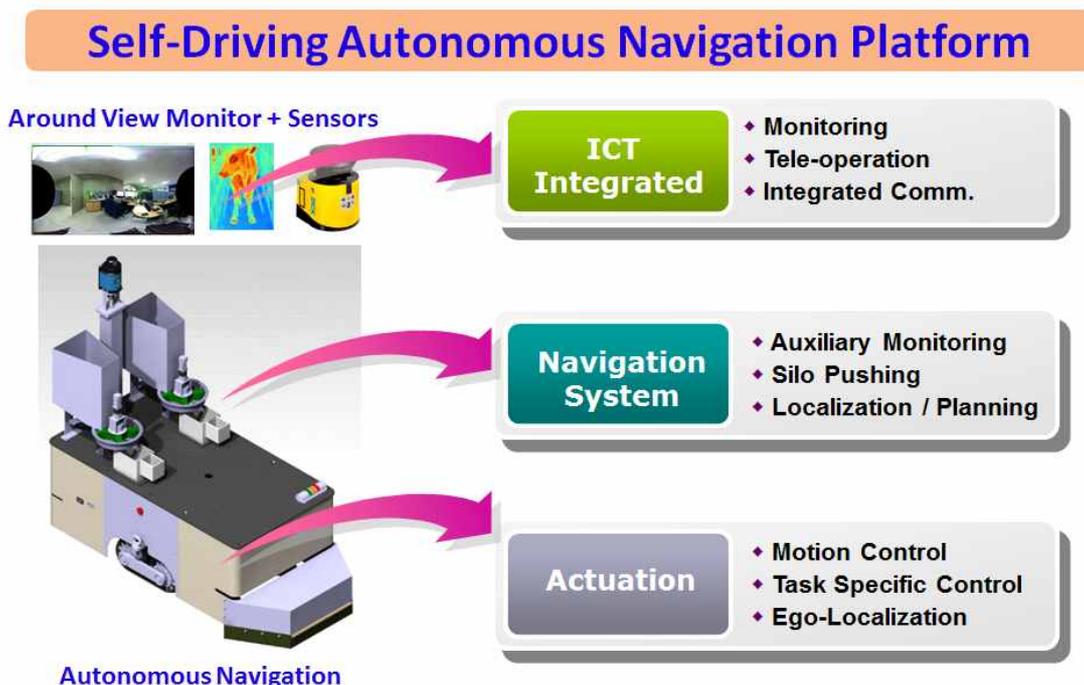


자율주행 자동 급여 로봇 시스템	다기능 작업용 자동 급여 로봇 시스템
<ul style="list-style-type: none"> • [기본] ICT 연동 자율주행 이동 로봇 시스템 • 개별 급여 - 조사료, 배합사료, TMR <ul style="list-style-type: none"> - 축사내 자율 이동을 통한 자동 급여 - 조사료 급여구 복원 기능 • ICT 연동 원격 제어 <ul style="list-style-type: none"> - 고해상도 영상을 통한 모니터링 - 관심영역 집중 감시 기능 - 영상정보 연동 원격제어 	<ul style="list-style-type: none"> • [고사양] 모바일 매니플레이션 로봇 시스템 • 개별 급여 / ICT 연동 원격 제어 • 매니플레이터를 이용한 다기능 작업 <ul style="list-style-type: none"> - 사료 자동 적재 - 급여구 청소 작업 - 근거리 원격 조작을 통한 다용도 작업

<자동급이 로봇 플랫폼>

(2) 축사내 작업을 위한 자율주행 제어기술

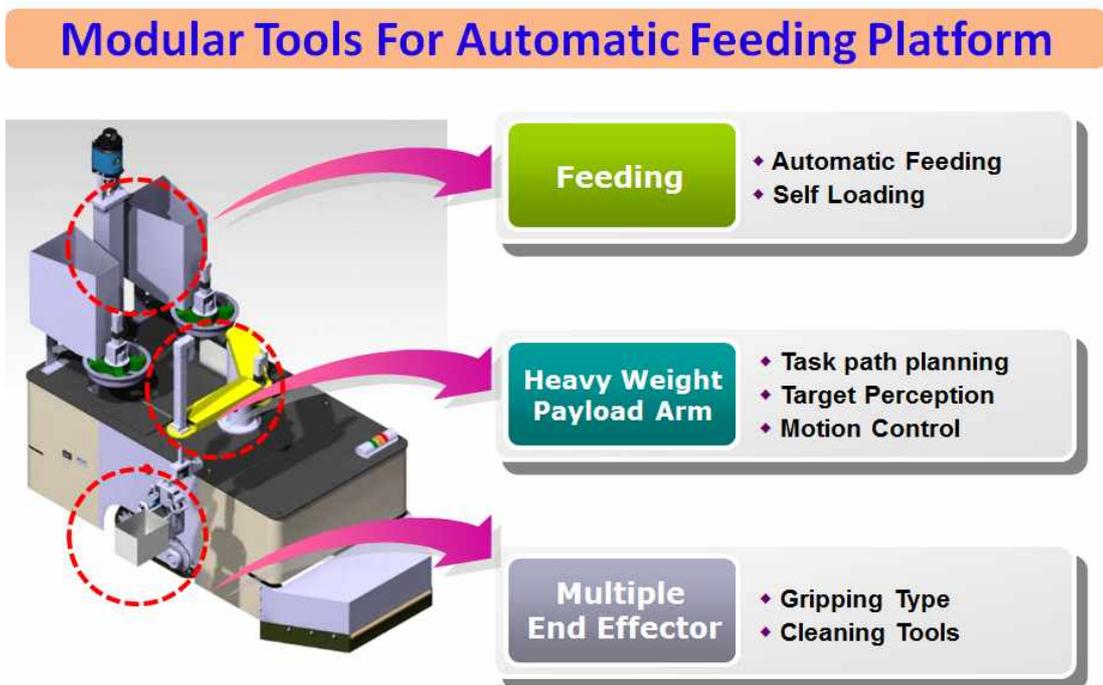
- 축사 내 지도작성 기술
 - 센서 정보 융합기술: 오도메트리 정보 및 거리센서, 환경인식 센서의 불확실성보정 기술 (거리측정 정밀도 오차 < 5cm 이내)
 - 지도작성 기술: 축사환경내 주행 정보를 통해서 환경정보 지도를 작성하고, 특수 환경의 경우 반사체를 부착하여 환경 정비를 최소화하는 지도 작성 기술 개발 (지도작성 정밀도 < 10cm 이내)
- 축사내 위치추정
 - 거리센서 기반 위치추정 기술: 작성된 지도 내에서 거리센서 정보와 지도 정보 정합을 통한 축사내 상대 위치추정 (위치추정 정밀도 20cm 이내)
 - 반사체 기반 위치추정 기술: 반사체의 저장된 위치를 기반으로 축사 환경내에서 반사체를 탐지하고 이를 이용하여 로봇의 상대적 위치를 고정밀도로 계산 (고사양 적용시 위치추정 정밀도 10cm 이내)
- 축사 환경 운동제어 기술
 - 축사 작업을 위한 경로생성 기술: 사용자 입력과 작업을 고려한 복수의 경로 생성 기술 개발 (순찰, 사료급이, 청소 등)
 - 원격 조정시 안전주행 기술: 원격 주행시 센서정보 이용 안전 주행 기술 개발



<자율주행로봇 플랫폼 및 ICT 연동>

(3) 모바일 매니플레이션 제어 기술 개발

- 축사 작업용 매니플레이터 설계 기술: 기존의 매니플레이터는 고성능/고정밀도/고가형을 요구하는 공장자동화 용도가 대부분임. 축사 환경에서는 저정밀도/고중량/저가형 작업이 필요하며 이를 위한 로봇 매니플레이터가 필요하고 축산용 H/W 및 제어기를 설계하고 개발 (중량 10kg 이상)
- 축사 작업을 위한 인지 기술: 축사내 작업 대상을 영상정보를 통해서 인식하는 기술을 개발하고 작업기의 상태에 따른 조작을 수행 (정보 인지 성공률 80% 이상)
- 축사 작업을 위한 다자유도 경로생성 기술: 인공지능 학습기반 기술을 이용하여 다자유도 제어기의 저정밀도 특성을 고려한 경로 설계 기술을 개발 (경로 생성 시간 1초 이내)



<확장형 모듈 개발 및 매니플레이터 기술>

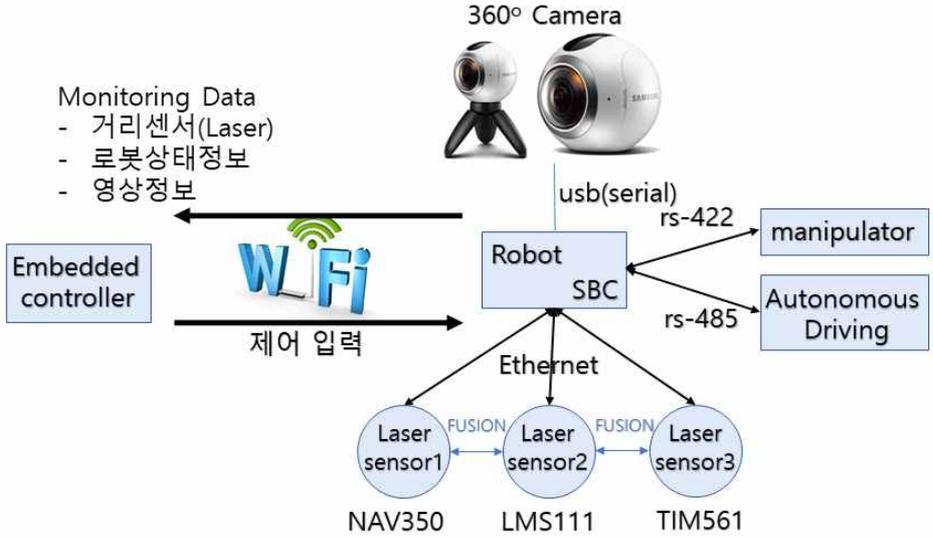
(4) ICT 융복합 센서 연동 기술 개발

- Around View 카메라 연동 기능: 개체 관리 및 축사 환경 감시를 위한 전방향 화면 전송을 통한 근거리/원격 조정 기능.
- 원격 경로설정 및 작업 기능: 사용자 편의를 위한 최소 입력을 통한 경로생성 및 작업 보정 기능 개발
- ICT 연동 원격제어/모니터링기능을 통한 무인사양 및 생육환경 계측
- ICT 융복합 센서 기술을 통한 축사내 가변형 송풍기 및 음용수 공급장치 제어기술

ICT Integrated Remote Monitoring / Control



<ICT 융복합 센서 연동 기술 개발>



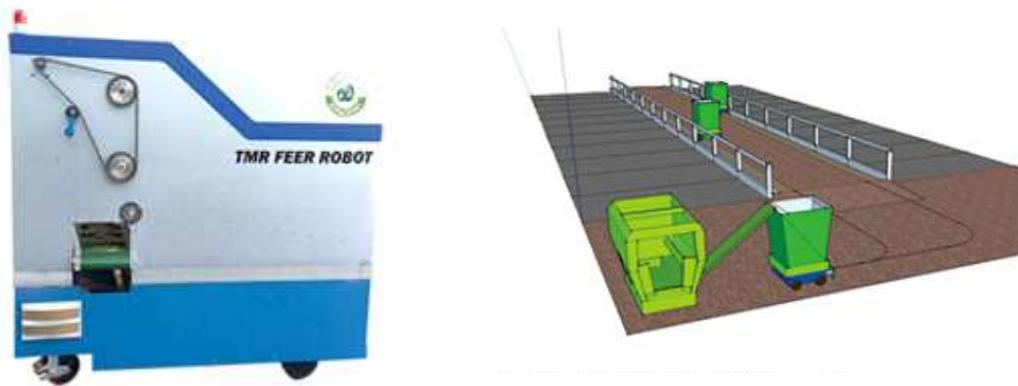
<ICT Around View Monitor 연동 기술>

1-2. 연구개발의 필요성

가. 국내 기술 수준 및 시장 현황

○ 기술현황

- 국내 한우사 시설 로봇의 경우 대학과 기업 연구소 등에서 많은 연구가 진행되고 있지만, 현재까지 상용화 단계까지 온 제품은 전무 하다. 대부분의 한우사육 농가들은 한우사 로봇이 아닌 시설 자동화 기기 즉, TMR배합기, 사료 조제시설, 컨베이어 등을 이용하고 있다.



<다운 사료 급이 로봇>

- 축산자동화 기업인 다운은 TMR 사료급여 농가의 인력 부족문제 해결과 생산성 향상에 따른 사료효율 개선에 초점을 맞춰 개발한 '무인 자율주행 로봇급여기'를 상용화를 목표로 연구하고 있다. 현재 시중에 유통되고 있는 사료 급여기는 대부분 사람이 직접 차량에 탑승하나 배합기를 수동으로 조작하여 급여하는 제품들이 일반화되어 있다. 하지만 다운이 소개한 본 기술은 사람의 손이 전혀 필요 없는 무인 자율주행 급여기로 기존 기술과 농업과 정보통신기술(ICT)을 접목한 기술이다.
- 자율주행 급여로봇의 기본 동작은 일반 가정집의 '무인 로봇청소기' 기능과 매우 흡사한 원리다. 스스로 충전이 완료되면 TMR 사료배합기로 이동하여 배합기를 원격제어를 통해 사료를 채우고 목적지로 이동한다. 축주가 입력해둔 사료량만큼 정확하게 투여한 후 다시 충전 장소로 돌아와 대기상태에 놓인다.
- 자율주행 급여로봇의 주요 특징은 일일 4~6회 급여가 가능하여 배합사료나 조사료를 소량씩 자주 급여함으로써 가축의 소화성 질병을 줄이고 사료효율을 극대화함으로써 생산성을 개선하여 농가소득을 극대화 할 수 있다. 또한, 사료급여 로봇의 자동충전 및 무선 원격제어를 통해 모든 동작이 가능하므로 관리자의 별다른 조치가 필요 없을 뿐만 아니라, 한우사 바닥의 노면상태(오르막 또는 내리막)와 무관하게 안전을 위한 전용 모터드라이버를 탑재함으로써 노면 주행에 따른 성능을 최적화시켰다.

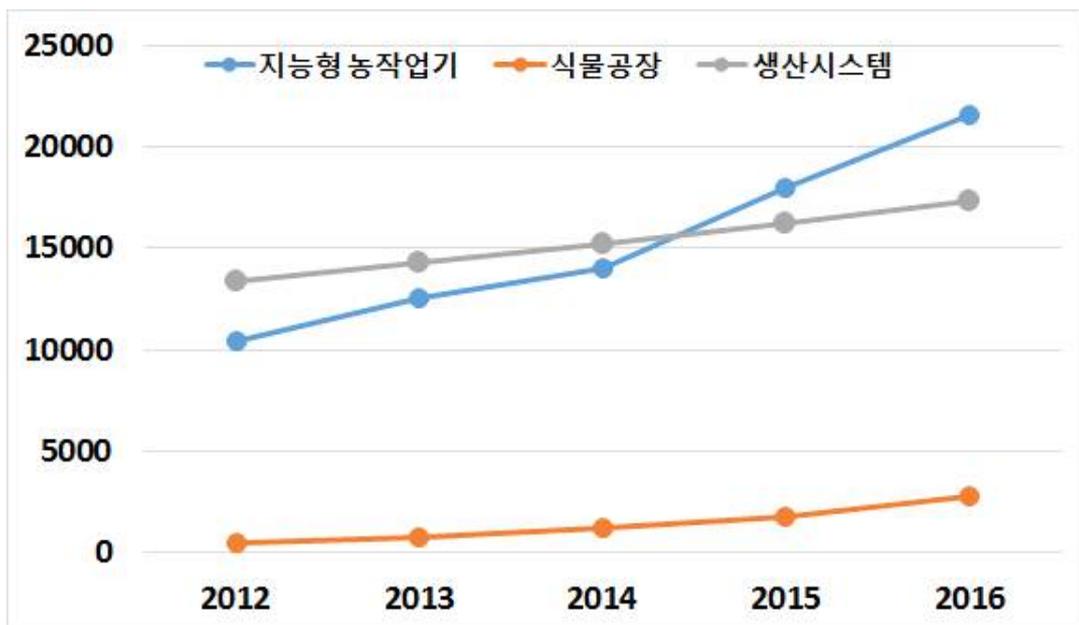
○ 시장현황

- 한국의 농업을 포함한 축산업 종사 인력의 고령화로 인하여 이를 해결하기 위한 방안으로 농기계 활용빈도 증가 및 자동화가 절대적으로 필요한 실정이며, 한국의 농기계 산업은 수출주도형 산업으로 변모하고, 농업경쟁력 또한 크게 제고할 것으로 전망됨
- 농업(쌀) 및 원예(과수) 분야는 상당 부분 기계화 및 자동화가 진행되어 현장에 적용하고 있으나, 한우산업은 기계화 및 자동화 단계가 초보 수준으로 향후 지속가능한 축산업 발전을 위하여 정밀사양 로봇개발이 필요함
- 축산업은 정적 생육특성을 지닌 식물과 달리 동적 생육특성을 가진 생축을 대상으로 사양관리를 진행하기에 생육단계 및 환경에 대한 특성을 파악하여 맞춤형 사양관리가 필요하기에 다양한 조건을 고려한 패키지 기술이 개발될 경우, 시장규모가 급성장할 것으로 사료됨

<표. 연도별 국내 지능형 농작업기 증가표>

구분	품목	2012	2013	2014	2015	2016
국내시장	지능형 농작업기	1,0417	12,500	14,000	18,000	21,600
	식물공장	500	767	1,175	1,800	2,759
	생산시스템	13,378	14,274	15,231	16,251	17,340

* World Agricultural Equipment(2011), 그린 네트워크(Green Network)를 이용한 도시환경에 적합한 식물재배 및 성장 시스템 개발 융복합 기술개발 기획보고서(2010)



<국내 스마트 농 작업기의 시장 규모(단위: 억)>

○ 표준화현황

- 한우의 조사료는 사료가치가 높고 가축의 기호성이 우수한 이탈리아 라이그라스(IRG), 알팔파, 총채보리, 옥수수 등이 있으며, 육성기에 급여 시에 반추위의 기능을 원활하게 함으로써 소화기를 발달시키고 체격을 발달시켜 출하체중을 늘릴 수 있는 장점이 있음
- 한우의 조사료로 볏짚, 옥수수 담근 먹이, 호맥 담근먹이, IRG 담근먹이 형태로 다양화되어 있으며, 담근먹이 형태에 따라 비육단계별 농후사료의 급여량 조절이 필요함
- 한우의 육성기를 포함한 전기간에 걸쳐 조사료를 옥수수 담근먹이로 섭취할 경우, 농후사료의 섭취량이 최소화되며, 볏짚을 급여하는 것보다 담근먹이를 급여할 경우 농후사료의 섭취량이 6~13% 정도 감소함

<표. 조사료의 기능성>

조사료	Total Phenolic acid (mg GAE/g)	Total Flavonoids (mg QE/g)
옥수수	159.8±25.6 ^c	122.9±18.1 ^d
수수류	129.6±34.6 ^c	375.0±33.0 ^b
총채보리	138.6±27.0 ^c	255.5±24.4 ^c
이탈리안 라이그라스	308.0±18.2 ^b	621.3±41.3 ^a
알팔파	391.4±24.0 ^a	254.4±26.7 ^c

<표. 한우(거세비육) 사양관리>

사육단계별	육성기											비육기																	
												비육 전기					비육 중기					비육 후기							
월령(월)	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29			
체중(kg)	110	131	155	179	203	227	251	270	290	314	338	365	390	420	447	474	498	520	550	574	598	619	643	664	685	700			
1일 증체량(kg)	0.7~0.8											0.8~0.9					0.9~0.8					0.8~0.6							
발육기	몸무게	최대발육기																											
	살코기	최대발육기																											
	근내지방	최대발육기																											
	소화기관	최대발육기																											
배합사료 양량기준	조단백질(%)	14~15											13~14					12~13					12						
	가소화영양소 총량(%)	14~15											13~14					12~13					12						
1일 사료 급여량 (kg)	배합사료 (체중비, %)	육성기 사료(1.5~1.6)											비육전기 사료(1.6~1.8)					비육중기 사료(1.8)					비육후기 사료(자유채식)						
		1.7	2.0	2.5	2.9	3.2	3.6	4.0	4.3	4.6	5.3	5.7	6.5	7.0	7.6	8.0	8.5	9.0	9.4	9.8	10.0	10.7	9.8	9.5	9.8	8.5	8.0		
	조사료	볶짚 먹일 때	1.5	1.7	2.0	2.3	2.5	3.0	3.0	3.5	3.5	4.0	4.0	4.5	4.0	3.5	3.5	3.0	3.0	2.5	2.5	2.0	2.0	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	
		담근 먹이 먹을 때	-	3.0	3.5	5.0	7.0	9.5	11.0	13.0	13.0	12.0	11.0	10.0	10.0	9.0	9.0	7.0	7.0	-									
사양관리요점	예, 반추위, 근육 발육촉진기											근육 발육, 근내지방 침착계시기					체중 증가, 근내지방 침착 최성기												
	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 개체별 사양관리기록 실시, 매달 체중 측정 후 체중비 적용 사료급여 ▶ 양질 조사료 자유급여로 반추위 발달 촉진 및 비육후기 사료섭취량 저하 예방 ▶ 4~6개월령 거세 실시 ▶ 사료변경은 15일 이상 적응기간 필요 											<ul style="list-style-type: none"> ▶ 농후사료 급여 조절로 1일 증체량 0.8kg내외 유지 ▶ 양질 조사료는 비육중기까지 급여 ▶ 14.5개월령부터 요석증 집중 관찰, 기미 발견 시 영화모놀 급여(한달에 4일간 두당 20g 사료에 첨가) ▶ 조사료는 5cm 절단급여로 허실량 감소 및 이용효율 증가 					<ul style="list-style-type: none"> ▶ 20개월령 초음파 육질측정으로 개체관리 ▶ 근내지방 침착 및 지방색 개선 위해 보리 20% 함유 사료 급여 ▶ 바닥관리 철저히 편한 휴식 공간 제공 ▶ 비타민C나 아미노산보호지방등 육질개선 첨가제 급여 												

- 조사료는 부피가 크고 가소화 영양소 총량(TDN)이 적은 특성을 가지고 있음
- 조사료의 사료적 가치를 제고하기 위하여 잘게 자르기와 분쇄, 건조처리, 담근먹이(사일리지) 제조 등의 물리적 처리와 화학적 처리 방법을 사용함
- 조사료 중에서 곤포 사일리지 제조가 보편화되고 있으며, 곤포 사일리지는 수거와 저장, 운반이 편리해 농촌의 인력난을 해소할 수 있으며 사료적 가치가 높고 일정 규모 이상 일 경우 생산비 절감이 가능함
- 조사료는 담근 먹이(사일리지)용 옥수수, 수수류, 이탈리아 라이그라스, 청보리, 호밀 등이 있음
- 생산된 조사료를 효율적이고 안정적으로 이용하기 위해서는 저장 및 보관이 매우 중요함

○ 한우 음용수 공급장치

- 한우사에서 관행적 음용수 공급장치는 볼타입 음용수 공급장치로 UV 램프 등을 활용하여 세균 및 곰팡이를 제어하는 수준 정도임



<한우 음용수 공급장치>

○ 한우 가변형 송풍 장치

- 한우사에서 혹서기 온도 조절을 목적으로 제어기를 활용한 송풍기를 활용 중에 있음



<한우 가변형 송풍장치>

나. 국외 기술 수준 및 시장 현황

- 해외의 경우 유럽 미국을 중심으로 축사용 자동 급이 로봇에 대한 제품이 출시되고 있다.

○ WASSERBAUER



<WASSERBAUER사 Bulter gold>

- WASSERBAUER사의 Bulter gold제품은 축사를 자율주행하며 가축으로부터 떨어진 사료를 감지하고 가축 방향으로 사료를 밀어주는 주행 로봇이다. 이 플랫폼은 사료를 밀어주는 과정에서 플랫폼에 장착된 스크류가 사료를 압축하지만 손상을 주지 않고 사료를 밀어주는 시점에서 한 번 더 사료를 혼합하여 사우에게 제공한다. 필드 실험 결과 가축은 더 많은 사료를 섭취했고 우유 생산량은 증가 했다. 주행 방법은 축사의 바닥면에 2m간격으로 소형 자석을 설치하고 이를 통해 로봇의 현재 위치를 추정하며 이동한다. 전기에너지로 구동되며 작업 수행 중 전력을 일정치 이하로 떨어지게 되면 자동으로 충전 장소로 이동 후 충전하고 다시 작업을 수행한다.

○ TRIOLIET(Triomatic T15 automatic feeding robot)

- TRIOLIET사의 자율주행 자동급이 플랫폼은 네개의 바퀴로 움직이며 두 개의 차동 스티어링을 장착하여 축사내의 코너 혹은 좁은 곳을 자유롭게 움직일 수 있게 설계되었다. 마찬가지로 사우로부터 떨어진 사료를 사우 쪽으로 밀어 주는 역할을 하고 더불어 자동 사료급이 작업도 수행한다. 전기로 움직이며 전동차와 마찬가지로 천장에 설치된 배선라인에서 전력을 바로 공급받아 충전이 필요치 않으며 24시간 작동이 가능하다.



<Triomatic T15 automatic feeding robot>

○ LELY(Lely Vector)

- LELY사가 개발 및 제작한 Lely Vector은 축사에서 자율주행을 하며 작업을 수행한다. 사료자동급이와 동시에 로봇 하단에 기구부는 회전을 하며 사료를 밀어주는 작업을 한다. 또한 사료의 밀어주는 작업을 할 때 feed-height 센서를 통해 사료공급이 더 필요한지 아닌지를 판단하여 사료 급여량을 조절한다. 내장되어있는 전기 배터리를 이용하여 구동되며 전력이 부족할시 충전장소로 이동해 충전 후 작업을 지속적으로 수행한다. 자율주행 방법은 축사에 설치된 magnetic line을 이용하여 현재위치를 추정하고 이동한다. 이 플랫폼을 이용하면 주당 8시간의 노동력이 절감되며 사료에 들어가는 비용이 절감 할 수 있다.



<Lely Vector>

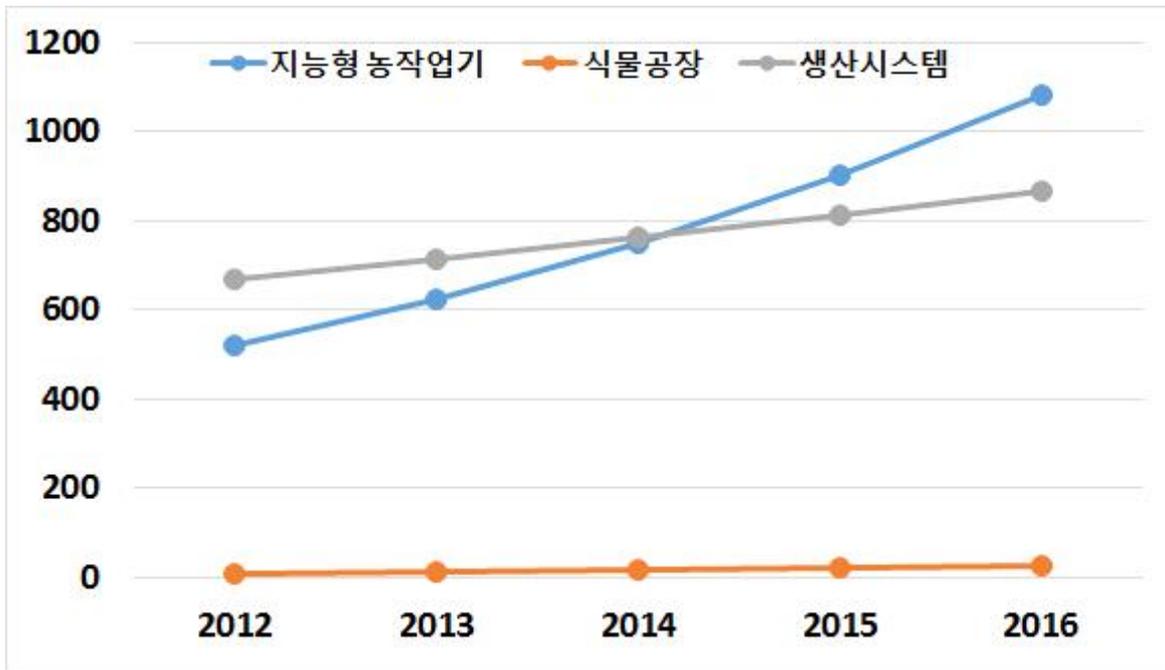
다. 시장현황

- 스마트 농업생산시스템 및 지능형 농작업기의 세계적인 수요는 2014년까지 연 4.5% 상승할 것으로 예상됨

<표. 연도별 해외 지능형 농작업기 증가표>

구분	품목	2012	2013	2014	2015	2016
해외시장	지능형 농작업기	521	625	750	900	1080
	식물공장	8	11	15	20	27
	생산시스템	669	714	762	813	867

* World Agricultural Equipment(2011), 그린 네트워크(Green Network)를 이용한 도시환경에 적합한 식물재배 및 생산 시스템 개발 융복합 기술개발 기획보고서(2010)



<해외 스마트 농 작업기의 시장 규모(단위 : 억달러)>

1-3. 연구개발 범위

가. 연구개발의 최종 목표

○ 최종목표

- ICT 기반 축사 자동 급이 및 다기능 작업 로봇의 고도화 및 축사 환경에서의 한우 사육 단계별 맞춤형 조사료 급이 프로그램의 데이터 베이스를 구축하고 축사 내 음용수 공급 장치 및 송풍장치의 ICT에 기반한 원격제어/모니터링 기능으로 위생 관리 장치의 고도화를 통해 한우사에 적용 가능한 웹 기반 ICT 기자재를 패키지화하는 산업화 기술을 개발하여 축사 내 현장에 적용하여 정밀 사양관리, 축사 정밀 위생 관리 및 생육환경 균일성 달성을 통한 생산성 향상에 기여함

○ 세부목표

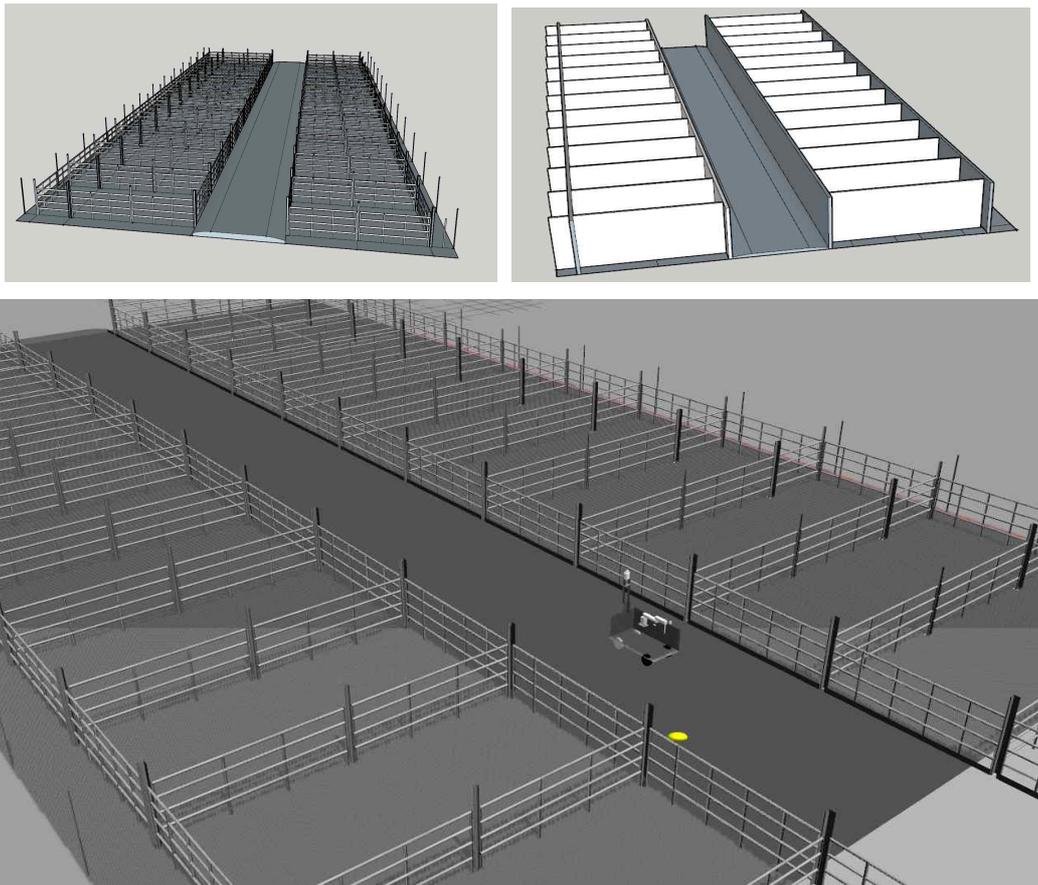
- 한우 사육단계별 맞춤형 조사료 정밀 급이 프로그램 상용화
- ICT 장치 연동 원격제어/모니터링기능을 통한 무인 사양제품 고도화 및 상용화
- ICT 장치 연동(위생, 사양(음수 횡수) 등) 음용수 공급 장치 제품 고도화 및 상용화
- 센서 데이터에 기반한 외부 풍환경 대응 가변형 송풍기 고도화 및 상용화
- ICT 기자재 입출력을 위한 센서 모듈 통합제어기 개발
- 웹기반 ICT 기자재(자동 조사료 급이기, 음용수 공급 장치, 가변형 송풍기, 기타 환경 센서 등)의 패키지 관리 시스템 개발 및 인터페이스 개발
- ICT 기반 기자재 패키지 시스템 현장 실증 및 데이터베이스 구축

나. 연차별 개발목표 및 내용

(1) 1차년도

- 연구 개발목표

연구기관	개발 목표
주관연구 기관 포테닛(주)	<ul style="list-style-type: none"> ○ ICT 장치 연동 자동 조사료 급이기 제품 고도화 및 상용화 ○ ICT 장치 연동 음용수 자동공급 장치 제품 고도화 및 상용화 ○ 센서 데이터 기반 외부 풍환경 대응 가변형 송풍기 고도화 및 상용화 ○ ICT 기자재 입출력을 위한 센서 모듈 통합제어기 개발
참여기관1 전남대 문창배	<ul style="list-style-type: none"> ○ ICT 장치 연동 자동 조사료 급이기 자동화 로직 개발 ○ 개발 사료 급이 로봇의 한우 사양 관리 단계를 고려한 한우 맞춤형 급이 기술 개발 ○ 센서기반 외부 풍환경 대응 가변형 송풍기 제어 알고리즘 개발 및 고도화 ○ 급이기/음용수공급장치/송풍기 통합 알고리즘 개발 ○ 웹기반 ICT 기자재 패키지 원격 및 모니터링 프로그램 개발
참여기관2 전남대 이지용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 사육단계별 맞춤형 조사료 정밀 급이 프로그램 현장 실증 및 데이터베이스 구축 ○ ICT 장치 연동 자동 조사료 급이기 제품 현장 실증 및 데이터베이스 구축 ○ 센서 데이터 기반 외부 풍환경 대응 가변형 송풍기 상용화 연계 생육환경 관리 현장 실증 및 데이터베이스 구축



<한우사 센서 융합형 정보화 시스템 구축>

○ 연구 내용

연구기관	개발 내용 및 범위
주관연구 기관 포테닛(주)	<ul style="list-style-type: none"> ○ ICT 장치 연동 자동 조사료 급이기 제품 고도화 및 상용화 <ul style="list-style-type: none"> - 한우 사육단계별 맞춤형 조사료 자동 급이 로봇 시스템 고도화 개발 및 빅 데이터 확보 - ICT연동 원격제어/모니터링기능을 통한 무인사양 및 생육환경 계측 ○ ICT 장치 연동 음용수 자동공급 장치 제품 고도화 및 상용화 <ul style="list-style-type: none"> - 음용수 공급 장치 가동 조건에 따른 위생 개선 효과 정밀 규명 - ICT 장치 연동(위생, 사양(음수 횟수) 등) 음용수 공급 장치 제품 상용화 ○ 센서 데이터 기반 외부 풍환경 대응 가변형 송풍기 고도화 및 상용화 <ul style="list-style-type: none"> - 센서 데이터 기반 외부 풍환경 대응 송풍기 가동 조건에 따른 생육환경 관리 알고리즘 고도화 ○ ICT 기자재 입출력을 위한 센서 모듈 통합제어기 개발 ○ ICT 기자재에 대응하는 복수의 센서 입력부 및 제어를 위한 액츄에이터 출력부 구성 <ul style="list-style-type: none"> - ICT 망을 구성하는 유/무선 Ethernet 포트 구성 - 센서 모듈 통합제어기 자체 내에 필터링등의 계측제어 기술 적용
참여기관1 전남대 문창배	<ul style="list-style-type: none"> ○ ICT 장치 연동 자동 조사료 급이기 자동화 로직 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 개발 사료 급이 로봇의 한우 사양 관리 단계를 고려한 한우 맞춤형 급이 기술 개발 - 센서기반 외부 풍환경 대응 가변형 송풍기 제어 알고리즘 개발 및 고도화 - ICT 연동 한우사 모니터링 프로그램 개발 및 급이기/음용수공급장치/송풍기 통합 알고리즘 개발 - 웹기반 ICT 기자재 패키지 원격 및 모니터링 프로그램 개발 ○ ICT 장치 연동 자동 조사료 급이기 자동화 로직 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 급이기 자동 배급 기능 고도화 - 사료 종류별 급이량 및 사육 기간별 급이량 자동화 - 실제 환경에서 급이 시험 및 시험 결과 반영 설계 개선 ○ 한우 사양 관리 단계를 고려한 한우 맞춤형 급이 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 사양 관리시 필요한 요구조건 도출 및 사료별 급이 자동화 사양 도출 - 도출된 사료 급이 요구사양을 반영한 현장 실증형 맞춤형 급이 로직 개발 ○ 센서기반 외부 풍환경 대응 가변형 송풍기 제어 알고리즘 개발 및 고도화 <ul style="list-style-type: none"> - 한우사 사육 기술을 조사하여 온도 센서를 통한 온도 최적 조건 도출 및 검증 - 주요 온도 습도 모니터링 지점을 한우사 요구조건에 맞춤형으로 설계 및 현장 실증 - 온습도 상태를 통한 한우사 가변형 송풍기 알고리즘 개발 및 검증 ○ 웹기반 ICT 기자재 패키지 원격 및 모니터링 프로그램 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 한우사 영상/장애물/온도/습도 모니터링 프로그램 개발 - 송풍기 상태/음용수 공급장치 상태 모니터링 프로그램 개발 - 생육 기간별 상태 관리 프로그램 개발

참여기관2
전남대
이지웅

- ICT 연동 자동 조사료 급이기 제품 현장 실증 및 데이터베이스 구축
 - 음용수 공급장치 고도화 및 산업화 현장실증 및 데이터베이스 구축
 - 센서 데이터 기반 외부 풍환경 대응 가변형 송풍기 상용화 연계 생육환경 관리 현장 실증 및 데이터베이스 구축
- 사육단계별 맞춤형 조사료 정밀 급이 프로그램 현장 실증 및 데이터베이스 구축
 - 성장단계별 조사료 비율에 따른 발육성적 현장 실증

구분	성장단계			
	육성기 (6~11개월령)	비육 전기 (12~17개월령)	비육 중기 (18~22개월령)	비육 후기 (22~29개월령 출하시)
조사료 비율 (TMR 내)	45%	25%	15%	9%

- 주요 조사료인 청보리, 이탈리아 라이그라스(IRG), 알팔파, 티모시, 마른풀(건초) 등에 대한 배합비율 현장 검증
- ICT 장치 연동 자동 조사료 급이기 제품 현장 실증 및 데이터베이스 구축
 - ICT 장치 연동 조사료 급이기 현장 실증
- 음용수 공급 장치 고도화 및 산업화 현장 실증 및 데이터베이스 구축
 - ICT 장치 연동 음용수 공급 장치 현장 실증을 통한 위생 개선효과 검증
- 센서 데이터 기반 외부 풍환경 대응 가변형 송풍기 상용화 연계 생육환경 관리 현장 실증 및 데이터베이스 구축
 - 가변형 송풍기 가동에 따른 생육환경 개선 효과 현장 실증구축



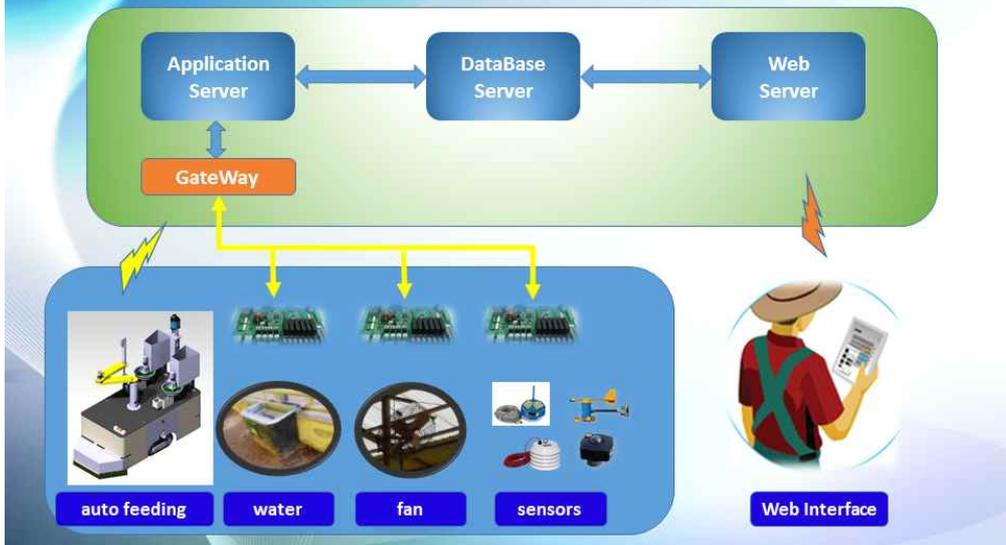
<ICT 연동 축사 자동사료급이 및 다기능 작업용 로봇 시스템 개발>

ICT 장치 연동 음용수자동공급장치/송풍장치 제품 상용화



<ICT 연동 음용수자동공급장치/송풍장치 제품 상용화>

웹기반 ICT 기자재 패키지 관리 시스템



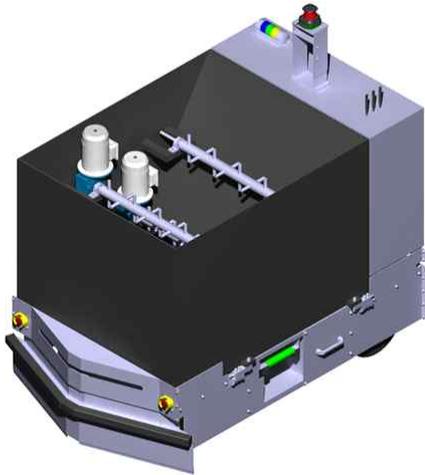
<웹기반 ICT 기자재 패키지 관리 시스템>

2. 연구수행 내용 및 결과

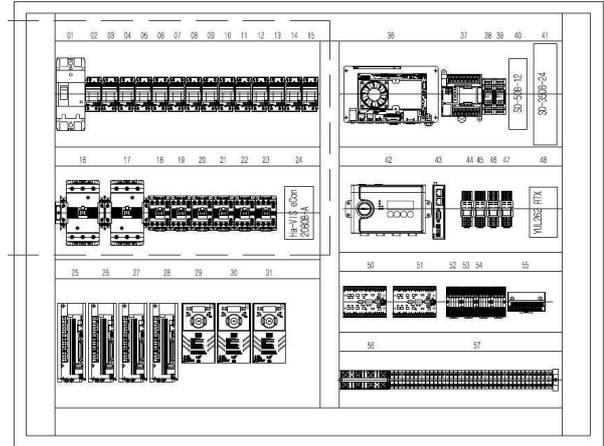
2-1. 주관기관 연구개발 결과

가. 자율주행로봇 플랫폼 시제품 제작

- 내부 센서류 및 배터리 조립 공간 확보를 위한 3D CAD 모델링 및 시제품 제작



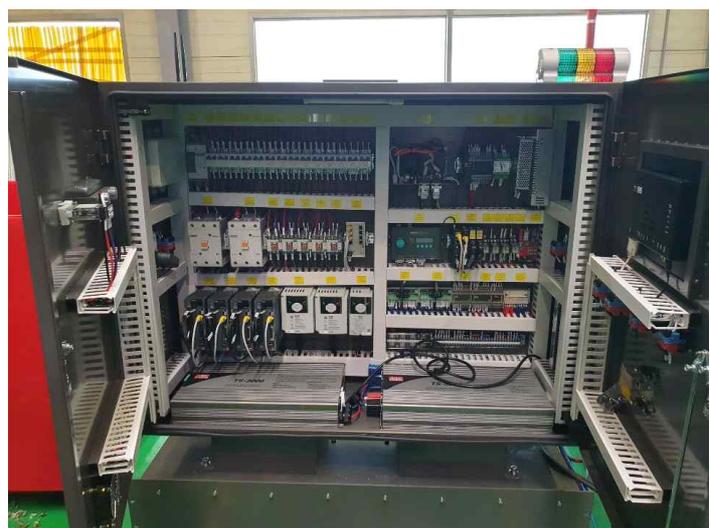
<자율주행로봇 플랫폼 3D 모델링>



<전장함 구성도>

<자율주행로봇 플랫폼 3D 모델링 및 시제품 >

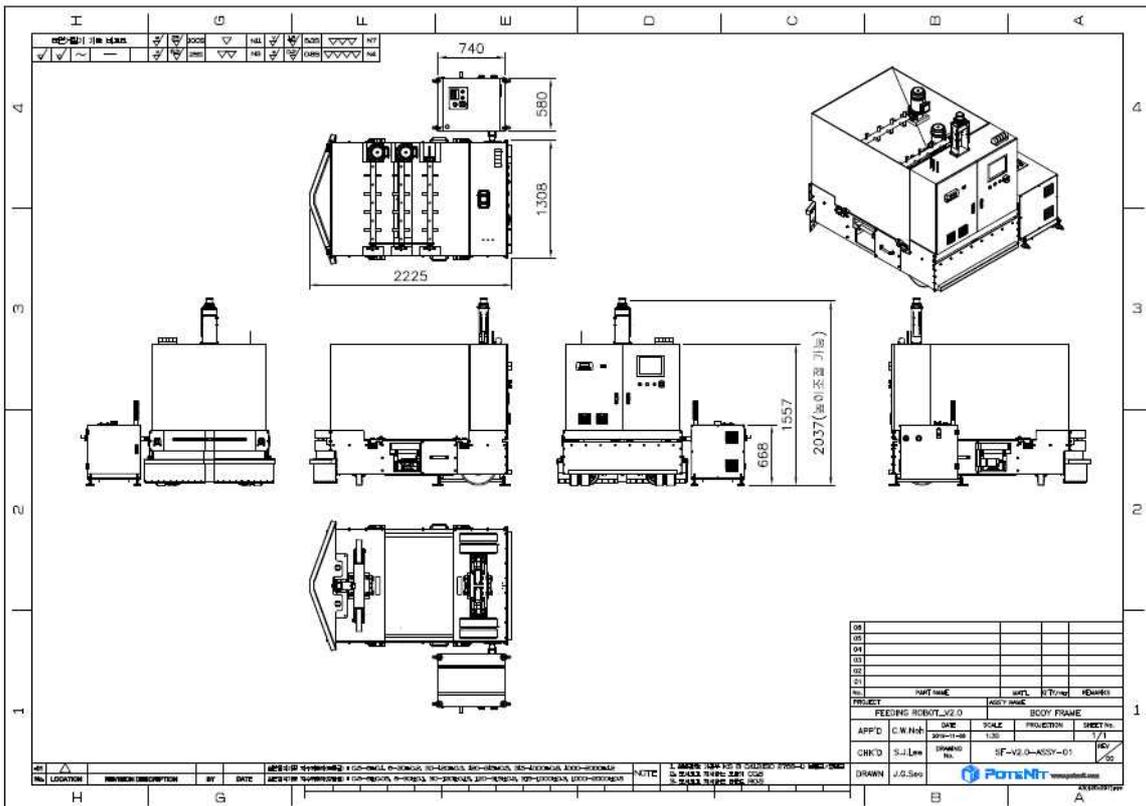
- 자율주행로봇 플랫폼 시제품 설계 및 제작



<자율주행로봇 플랫폼 시제품 및 전장함 제작>



<자율주행로봇 플랫폼 시제품>



<자율주행로봇 플랫폼 설계도>

<표. 자율주행로봇 플랫폼 주요구성품>

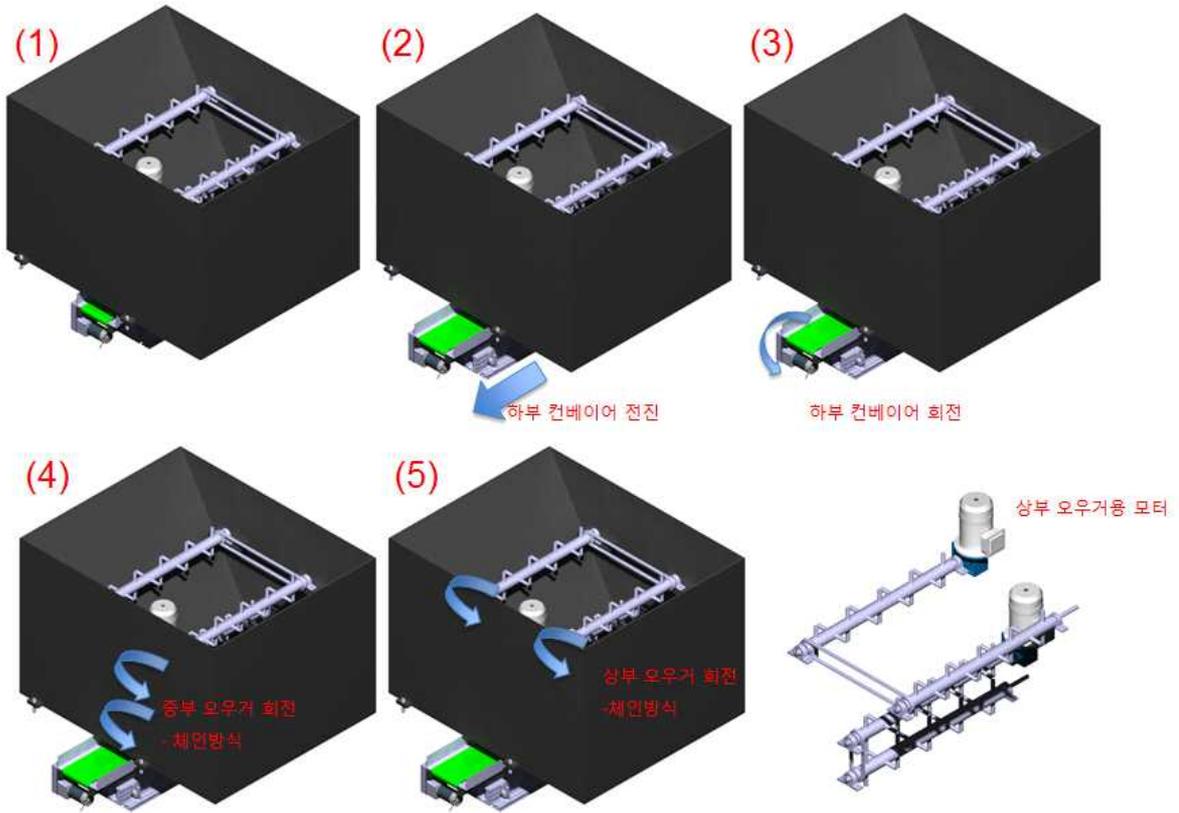
No.	Items	Specification	Q'ty	Note
1	Body Frame	Steel Frame	1	-
2	Main Wheel	Wheel Track(RUBBER)	2	-
3	Cater	Urethane Wheel	2	G-Dok
4	AC Motor	700W	2	Mitsubishi사
5	AC Motor Driver	MR-J4-70A	2	Mitsubishi사
6	Controller	MIO-5290L-U5A1E	1	Advantech
7	Laser Sensor	LMS111	2	SICK사
8	Laser Sensor	OMD30M-R2000-B23-V1V1D-HD-1L	1	SICK사

<표. 자율주행로봇 플랫폼 성능사양서>

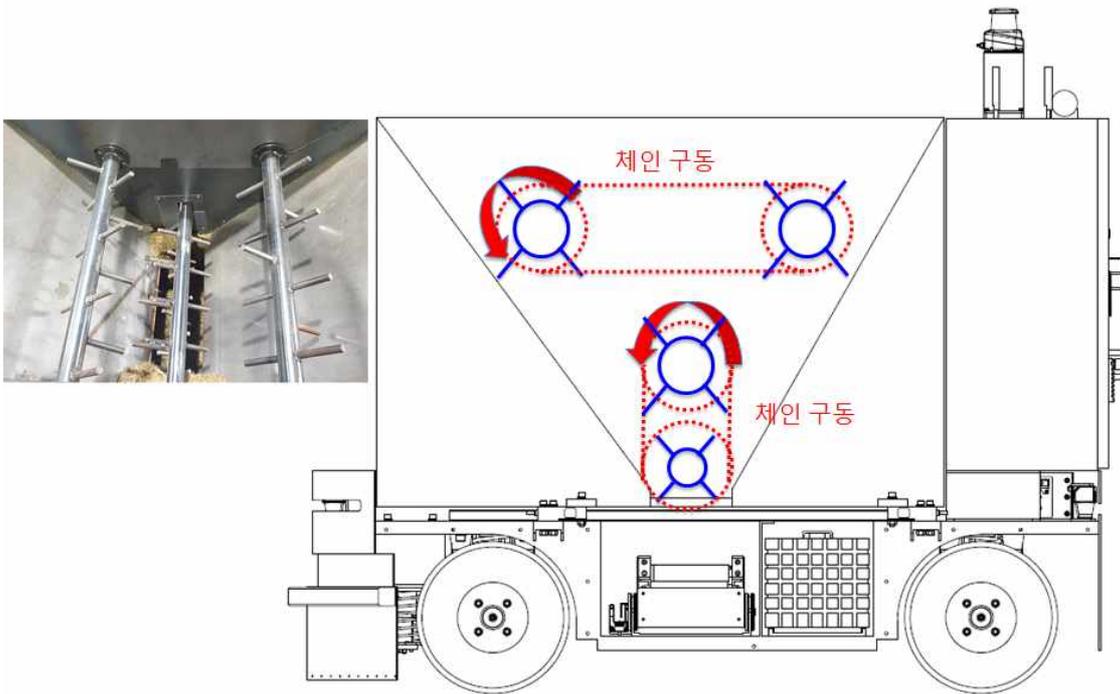
No.	Items	Specification	Note
1	Dimensions	1,140 x 2,225 x 2,000 (WxLxH) (mm)	-
2	Weight	1,800kg	-
3	Payload	Max. 1,000kg	-
4	Speed	Max. 30m/min	-
5	Wheel Type	2-Wheel Driving, 2-Caster	-
6	Driving Direction	Forward/ Backward/ Curve/ Turn	-
7	Battery	24V, 160Ah, 납배터리	세방전지
8	Communication	Wireless LAN (2.4GHz, 5GHz)	MOXA
9	Main Safety	장애물센서/SoftBumper/경고등/경고음/EMO	포테닛(주)
10	Driving Safety	과부하, 과전압, 저전압감지	옵션장치

나. 축사 작업용 피딩기 시제품 제작

- TMR 배합사료용 피딩시스템 컨셉 모델링
- 하부 컨베이어는 좌, 우 이동이 가능한 시스템으로 사료 공급률을 상승시킬수 있는 형태이며 전동식으로 설계함
- 상부 컨베이어는 TMR 배합사료 공급시 엉키는 현상 또는 막히는 현상을 보완한 형태이며 체인방식으로 2개의 모터와 4개의 오우거를 사용함
- 구조는 총 3개의 구조형태이며 각 회전속도 및 작동시간을 달리하여 피딩하는 방식



<피딩 시스템 작동순서>



<피딩 시스템 제작 및 구성>



<상부 교반기 유닛>



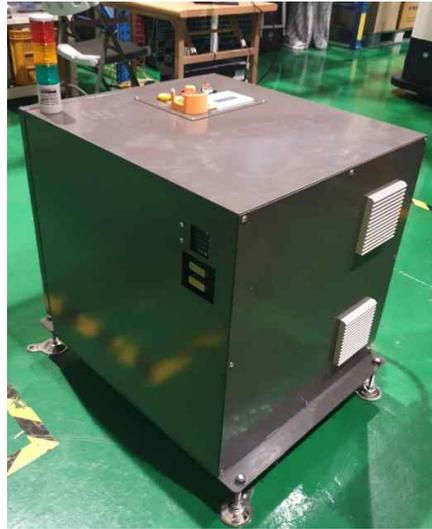
<하부 컨베이어 유닛>

다. 자동충전스테이션 시제품 제작

- 자율주행로봇에 자동으로 충전이 가능한 충전장치 3D 모델링 및 시제품 제작



<자동충전스테이션 3D 모델링>



<시제품 제작>

<자율주행로봇 플랫폼 3D 모델링 및 시제품 >

표준기입기 기호 비교표								
▽	▽	~	—					
▽	▽	100B	▽	N4L				
▽	▽	25B	▽	N6				
▽	▽	63B	▽	N7				
▽	▽	125B	▽	N4				

NO.	PARTS NAME	MATERIAL	Q.TY	REMARKS
1				
2				

<NOTE>
 1. 표준기입기 : 기호명 KS B 0412(ISO 2768-1) 적용
 2. 표시된 치수는 단위의 CD.2
 3. 도차입도 표시는 리본 RD.2

PoteNit Co., Ltd.

PROJECT

APP'D	S.J.LBE	TITLE	AUTO CHARGING STATION		
CHK'D	J.G.SEO	DATE	SCALE	PROJECT	SHEET NO.
		2019.06.24	A1 - 1:1		
DRAWN	J.G.SEO	DRAWN NO.			

REV.	DATE	DESCRIPTION	DRAWN	CHK'D	APP'D
△					
△					

일반기계용 치수표준(단위:mm) : 0.5~640.1, 6~3040.2, 30~12040.3, 120~31540.5, 315~100040.8, 1000~200041.0
 일반기계용 치수표준(단위:mm) : 0.5~640.05, 6~3040.1, 30~12040.15, 120~31540.2, 315~100040.3, 1000~200040.5

<자동충전스테이션 설계도>

<표. 자동충전스테이션 주요구성품>

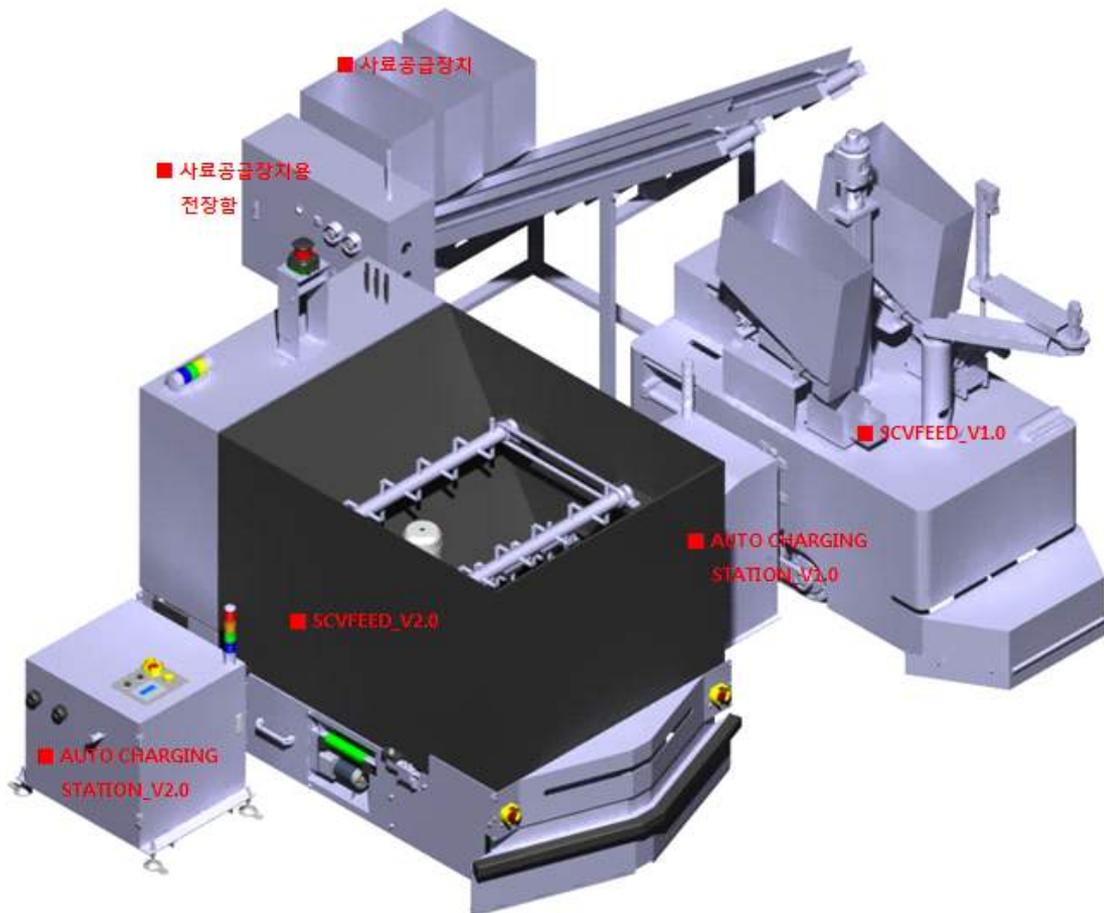
No.	Items	Specification	Q'ty	Note
1	Body Frame	Steel Frame	1	-
2	Cater	NQB40-ST200	1	TPC메카트로닉스
3	DC Motor	S8D40-24A	1	SPG 모터
4	Motor Driver	DCMD-50-A	1	누리로봇
5	Controller	MSB764T	1	컴파일테크놀로지

<표. 자동충전스테이션 성능사양서>

No.	Items	Specification	Note
1	Dimensions	740x580x935(WxLxH) (mm)	-
2	Weight	100kg	-
3	충전기	DC 24V/80A	

라. 자율주행로봇 시스템 및 자동충전스테이션 시스템 통합

- 자율주행로봇 플랫폼(2SET), 피딩기, 자동충전스테이션이 하나의 시스템으로 통합 완성됨
- 자율주행로봇 시스템 3D 모델링



<자율주행로봇 시스템 통합>

- 자율주행로봇 시스템 통합 시제품 완성
- 축사 테스트베드 이동 배치 완료



<자율주행로봇 주행 시스템 통합 시제품>

- 1. 충전스테이션_V2.0 : 100A
- 2. 충전스테이션_V1.0 : 20A
- 3. 3중 사료 공급장치 : 15A
- 4. 전등 : 20A
- 5. 콘센트 (히터) : 20A
- 6. SPARE : 20A

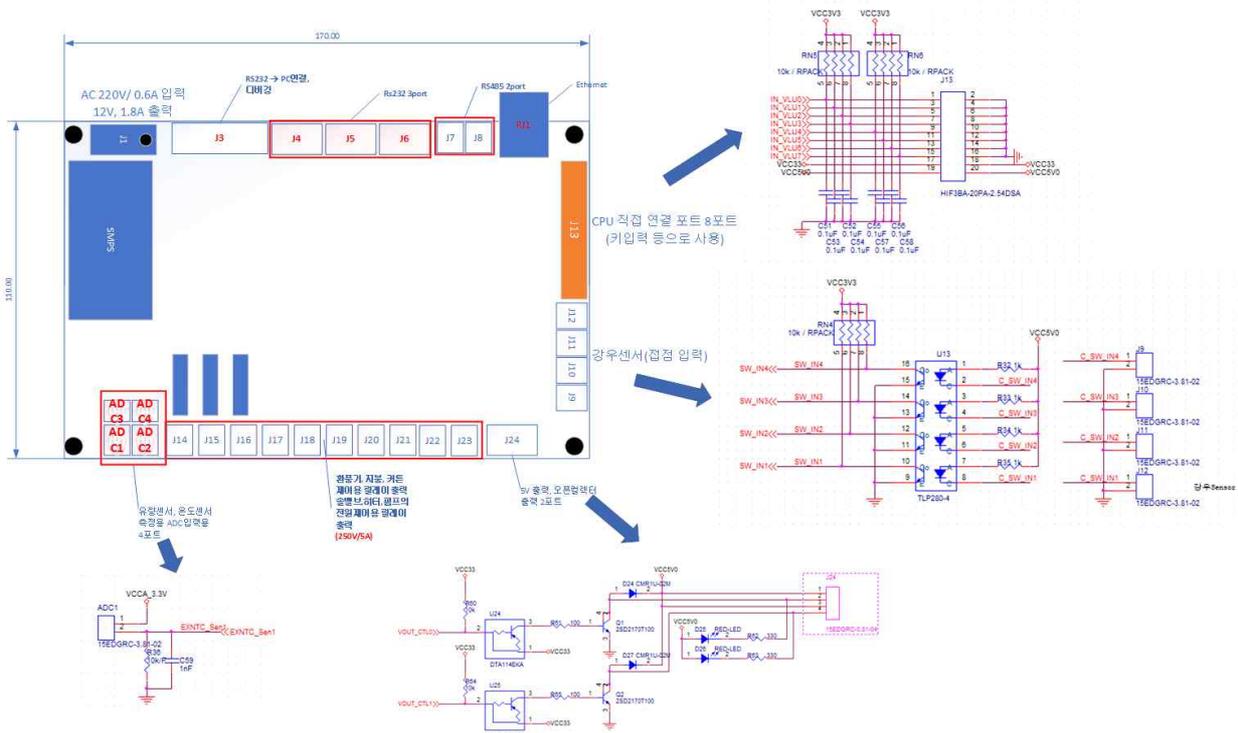
<자율주행로봇 Station 구축>

마. 센서모듈용 통합제어기

- ICT 기자재 입출력 제어를 위한 센서모듈용 통합제어기 개발 완료
- ICT 기자재에 대응하는 복수의 센서 입력부 및 제어를 위한 액추에이터 출력부 구성
- ICT 망을 구성하는 유/무선 Ethernet 포트 구성



<센서모듈용 통합제어기>



<센서모듈용 통합제어기 입출력 포트 설명도>

<표. 센서모듈용 통합제어기 사양서>

No.	Items	Specification
1	CPU	Cortex-M4 (168Mhz), Flash 512kB, RAM 192kB
2	입력전압	Max.100-240VAC 0.6A
3	소모전력	Max.12W
4	통신포트	Ethernet(1EA), RS232(4EA), RS485(2EA)
5	입력포트	접점 입력(4EA)
6		범용 I/O 포트(8EA) 0~3.3V
7		아날로그 입력(4EA) 0~3.3V
8	출력포트	접점 출력(10EA) 250VAC/5A
9		전압 출력(2EA) 5V/1A

바. 축사 자동화 통합 제어함

- 온습도 센서, 감우 센서와 연동하여 전동 지붕, 전동 커튼, 송풍기 등 자동화 시스템 구축
- 전동 지붕 2개소, 전동 커튼 4개소, 전동 도어 2개소, 송풍기 2개소(총 12EA) 연동 구축
- 센서모듈용 통합제어기 2개소 배치
- 제어함 2중 도어 구조
- 수동/자동 모드를 통해 사용자 편의를 위한 모드 변경 가능케 함



<축사 자동화 배치도>

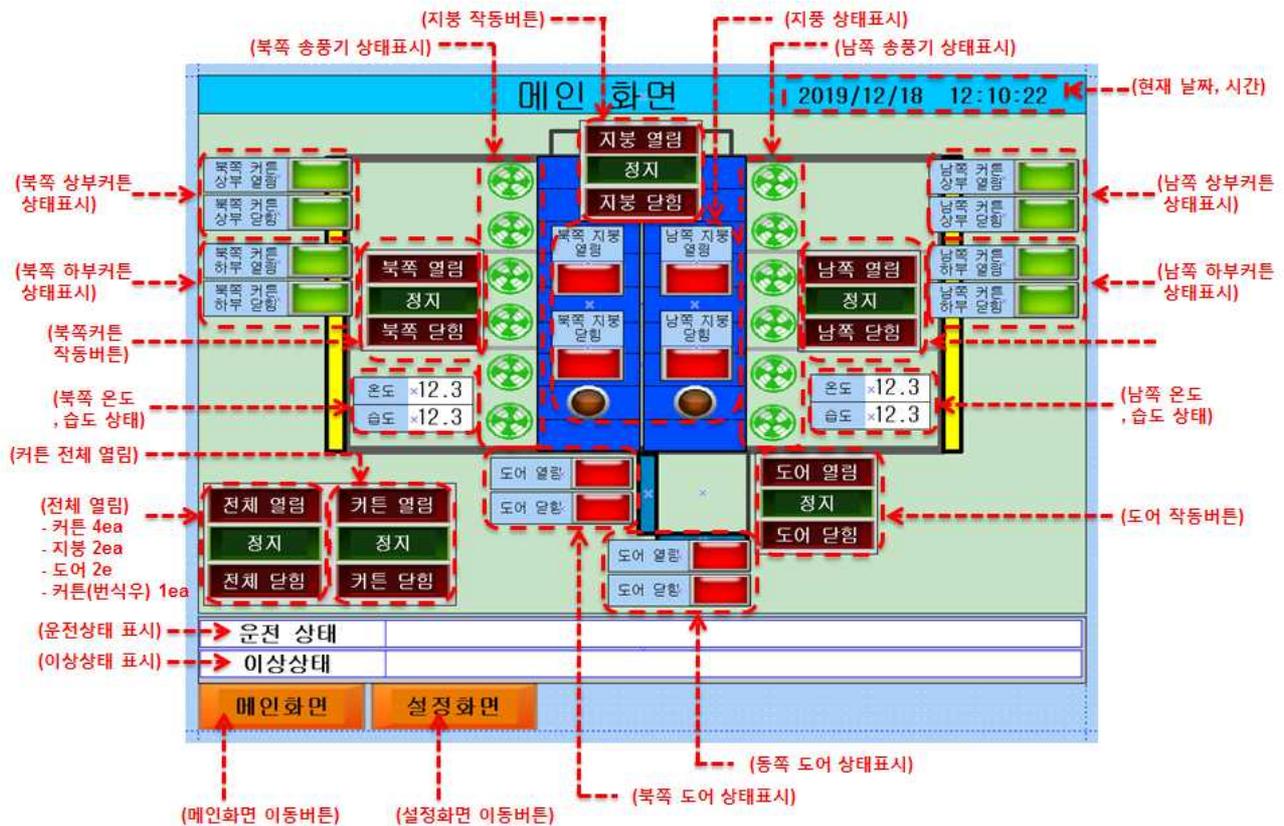


◆ 전장함 2중 도어구조

◆ 수동모드

◆ 자동모드 - 서버연결

<통합제어함 시제품(수동/자동모드)>



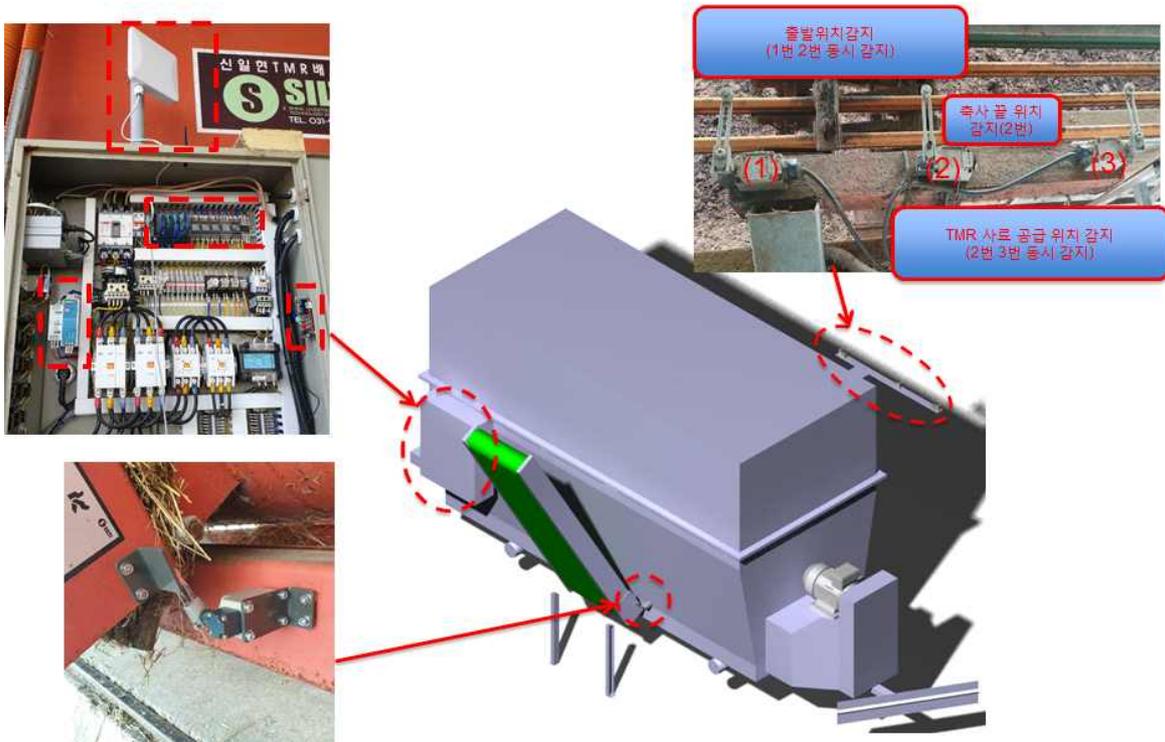
<통합제어함 상태 표시창>



<통합제어함 스크린 화면>

사. TMR 배합기 자동화

- 기존 수동 모드를 자동화로 구성
- TMR 배합기와 모바일로봇은 RF 통신으로 통신을 교환하여 자동으로 사료를 공급



<TMR 배합기 자동화 구성>



컨베이어
STOPPER

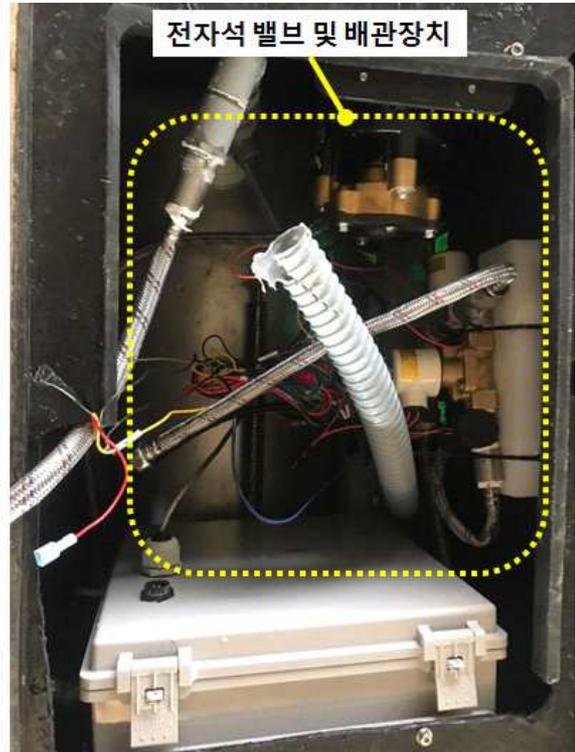
<TMR 배합기 자동화 구축>

아. 음용수 공급장치 자동화

- ICT 장치 연동 음용수 공급장치 제품 개발
- 음용수 공급장치 자동화 개발 및 현장 배치



<음용수 공급장치 자동화>



<음용수 공급장치 내부 전장부>

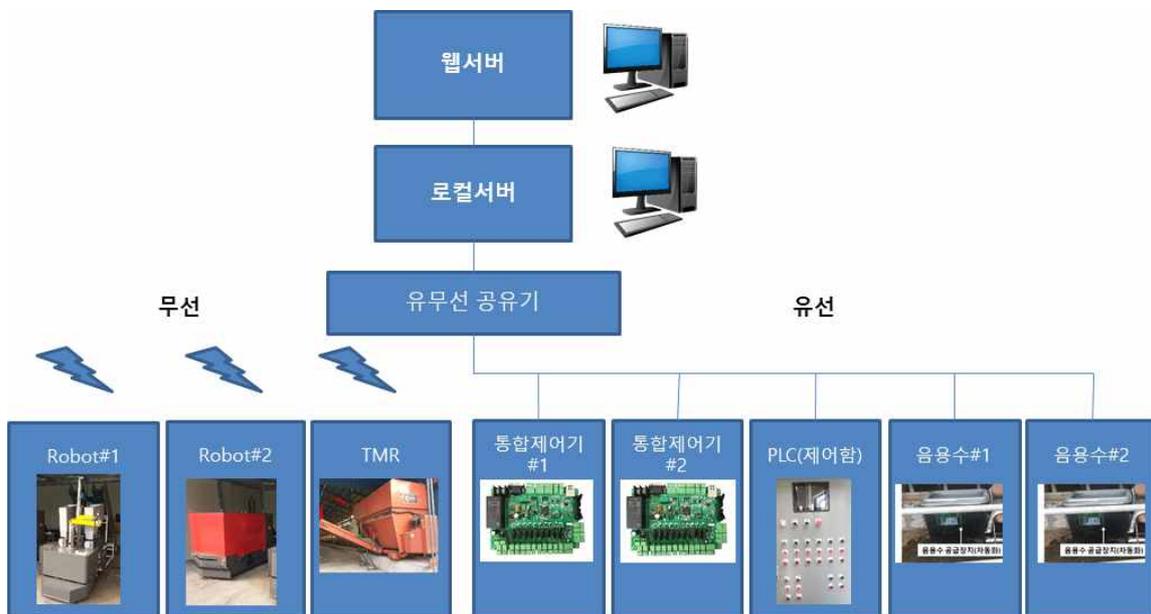
<표. 음용수 공급장치 부품 사양서>

No.	Items	Specification	Q'ty	Note
1	솔레노이드 밸브	15A 20W (DC220V/0.09A)	4EA	
2	유량센서	YF-201B (DC5V/0.4A) 4.8W	2EA	
3	펌프	PH-WM100 (AC220V/1.6A) 360W	1EA	
4	통합제어보드	100-240VAC 0.6A, 12W	1EA	

자. 로봇 관제 시스템 개발

(1) 시스템 구성

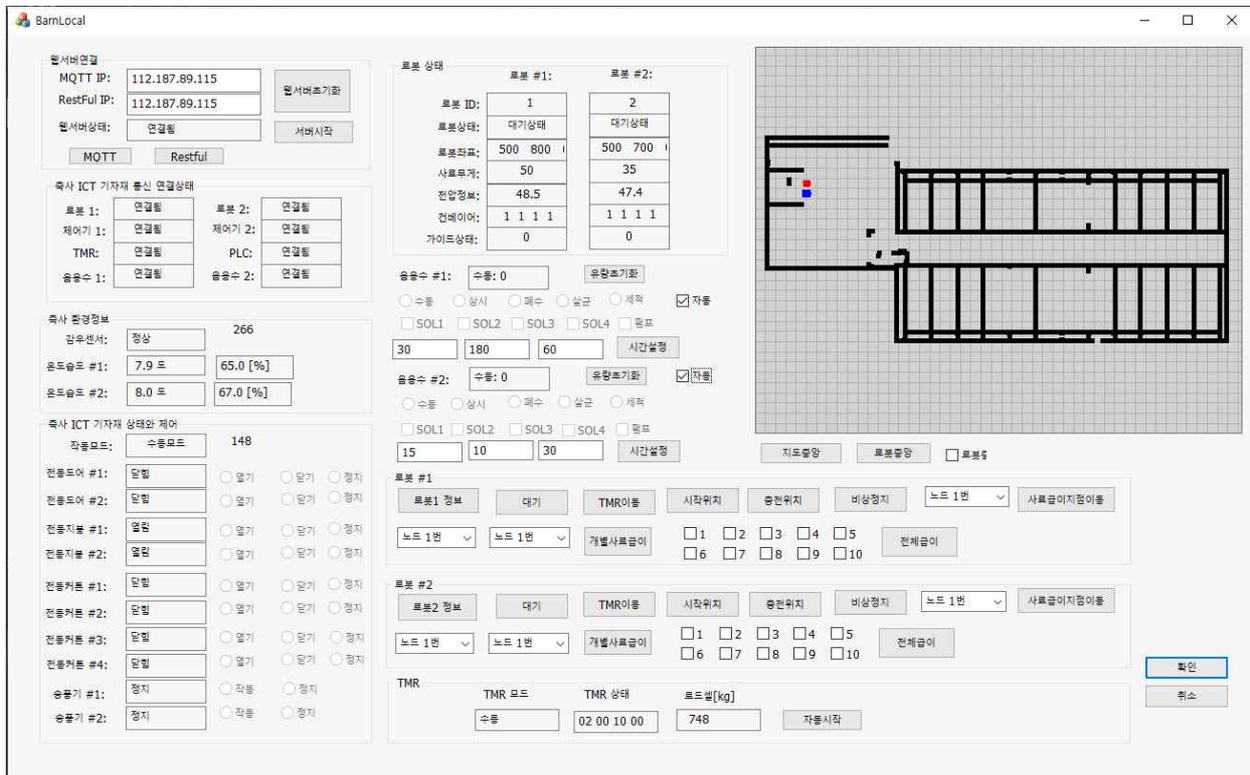
- 관제 시스템 기능
 - 축사 관리자가 축사 내부의 ICT 기자재를 직접 제어할 수 있도록 로컬서버에서 작동하는 관제 프로그램
 - 로봇 V1, 로봇 V2, TMR 기기와는 무선 이더넷으로 통신하며 통합제어기1, 통합제어기2, 통합제어함의 PLC, 음용수 공급장치1, 음용수 공급장치2와는 유선 이더넷으로 통신함
 - ICT 기자재의 상태를 수집하여 웹서버에 상태 정보를 보내고 웹서버로부터 기기의 제어 명령을 받아 직접 기자재를 제어
 - 웹서버와의 통신은 로봇의 상태정보와 제어 명령은 MQTT 프로토콜로 송수신하며 센서 정보들은 RESTful 프로토콜로 송신



<관제 시스템(로컬서버) 블록도>

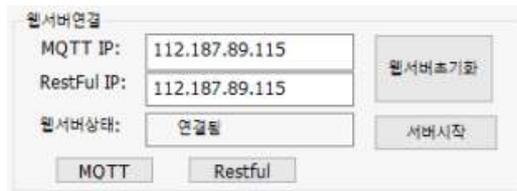
(2) 관제 시스템 화면 구성

- 전체 사용자 인터페이스
 - 전체 화면은 웹서버 연결부, 축사 ICT 기자재 통신 연결상태, 축사 환경정보 표시부, 축사 ICT 기자재 상태표시와 제어부, 로봇 상태 표시부, 음용수 공급장치 상태 및 제어 표시부, 로봇 제어를 위한 명령창, TMR 사료 공급기 상태와 축사 지도 및 로봇 위치를 나타내는 부분으로 구성됨



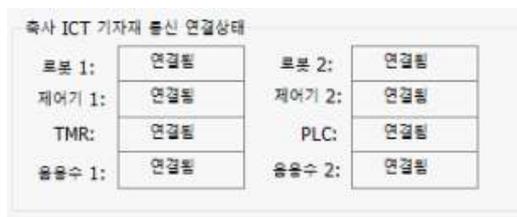
○ 웹서버 연결부

- MQTT IP와 RESTful IP를 설정할 수 있으며 ICT 기자재와의 통신을 위한 서버를 시작하는 버튼으로 구성됨



○ 축사 ICT 기자재 통신 연결상태 표시부

- 로봇, 제어기, TMR, PLC, 음용수 장치들과의 통신 상태를 표시



○ 축사 환경정보 표시부

- 축사 내부의 온도, 습도 및 강우 센서 상태 표시

측사 환경정보		
감유센서:	정상	266
온도습도 #1:	7.9 도	65.0 [%]
온도습도 #2:	8.0 도	67.0 [%]

○ 측사 ICT 기자재 상태와 제어 표시부

- 전동도어, 전동지붕, 전동커튼, 송풍기 등의 상태 표시 및 자동모드인 경우에 열기, 닫기, 정지등의 제어명령을 수행할 수 있음

측사 ICT 기자재 상태와 제어		
작동모드:	수동모드	148
전동도어 #1:	닫힘	<input type="radio"/> 열기 <input type="radio"/> 닫기 <input type="radio"/> 정지
전동도어 #2:	닫힘	<input type="radio"/> 열기 <input type="radio"/> 닫기 <input type="radio"/> 정지
전동지붕 #1:	열림	<input type="radio"/> 열기 <input type="radio"/> 닫기 <input type="radio"/> 정지
전동지붕 #2:	열림	<input type="radio"/> 열기 <input type="radio"/> 닫기 <input type="radio"/> 정지
전동커튼 #1:	닫힘	<input type="radio"/> 열기 <input type="radio"/> 닫기 <input type="radio"/> 정지
전동커튼 #2:	닫힘	<input type="radio"/> 열기 <input type="radio"/> 닫기 <input type="radio"/> 정지
전동커튼 #3:	닫힘	<input type="radio"/> 열기 <input type="radio"/> 닫기 <input type="radio"/> 정지
전동커튼 #4:	닫힘	<input type="radio"/> 열기 <input type="radio"/> 닫기 <input type="radio"/> 정지
송풍기 #1:	정지	<input type="radio"/> 작동 <input type="radio"/> 정지
송풍기 #2:	정지	<input type="radio"/> 작동 <input type="radio"/> 정지

○ 로봇 상태 표시부

- 로봇 V1과 로봇 V2의 동작 상태 및 로봇 장치들의 상태를 표시

로봇 상태	로봇 #1:	로봇 #2:
로봇 ID:	1	2
로봇상태:	대기상태	대기상태
로봇좌표:	500 800	500 700
사브무게:	50	35
전압정보:	48.5	47.4
컨베이어:	1 1 1 1	1 1 1 1
가이드상태:	0	0

○ 음용수 공급장치 표시 및 제어부

- 음용수 공급장치의 상태 및 수동으로 폐수, 살균, 세척등의 명령을 전송하는 기능

음용수 #1:	수동: 0	유량초기화
<input type="radio"/> 수동 <input type="radio"/> 상시 <input type="radio"/> 폐수 <input type="radio"/> 살균 <input type="radio"/> 세척	<input checked="" type="checkbox"/> 자동	
<input type="checkbox"/> SOL1 <input type="checkbox"/> SOL2 <input type="checkbox"/> SOL3 <input type="checkbox"/> SOL4 <input type="checkbox"/> 펌프		
30 180 60	시간설정	
음용수 #2:	수동: 0	유량초기화
<input type="radio"/> 수동 <input type="radio"/> 상시 <input type="radio"/> 폐수 <input type="radio"/> 살균 <input type="radio"/> 세척	<input checked="" type="checkbox"/> 자동	
<input type="checkbox"/> SOL1 <input type="checkbox"/> SOL2 <input type="checkbox"/> SOL3 <input type="checkbox"/> SOL4 <input type="checkbox"/> 펌프		
15 10 30	시간설정	

○ 로봇 이동 및 급이 명령창

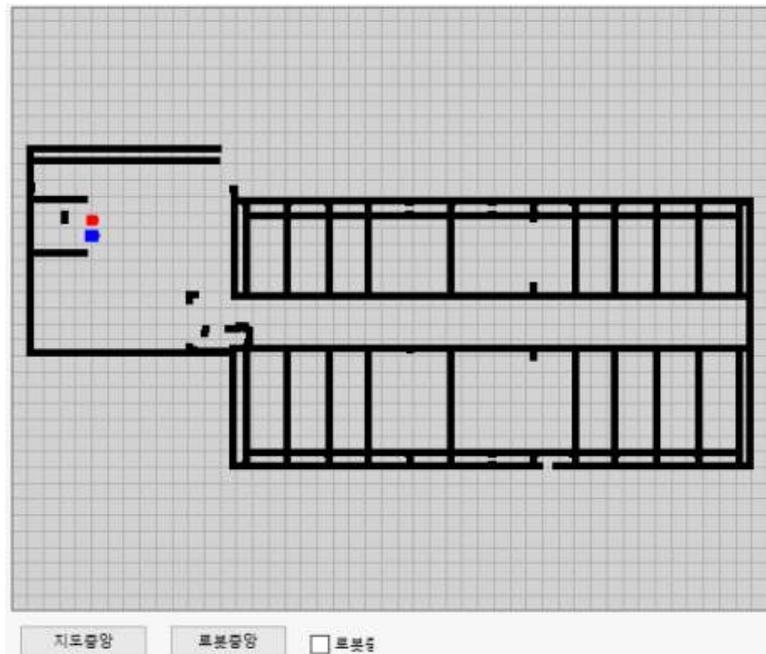
- 로봇 V1과 로봇 V2에 각각 주행 및 급이 명령 전송 기능이 있음

○ TMR 사료 공급기 표시부

- TMR 상태 표시 및 로드셀 무게를 표시

○ 축사 지도 및 로봇 위치 표시부

- 축사 지도 및 로봇들이 이동하는 경로를 표시



차. 웹 기반 ICT 기자재 패키지 원격 및 모니터링 프로그램 개발(Web Server 개발)

(1) 웹 어플리케이션 서버 웹 사이트 화면

○ 로그인 화면

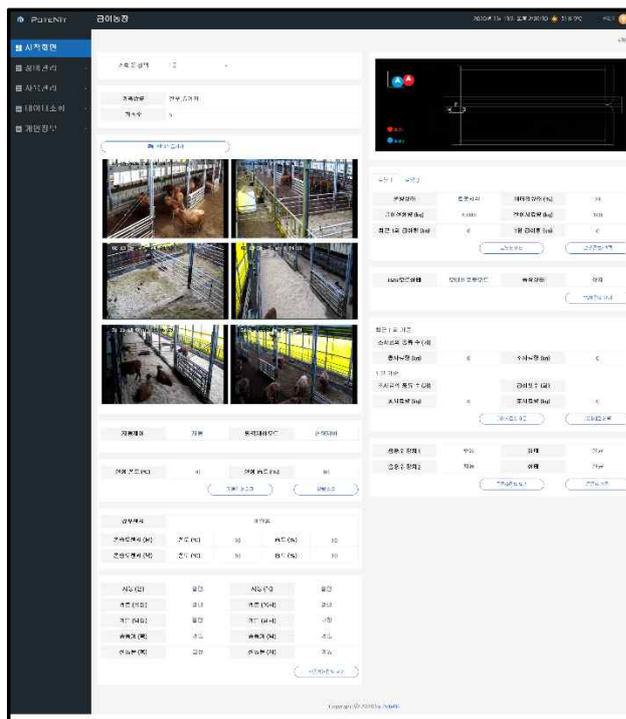
- 회원의 ID와 비밀번호를 입력하여야 급이 농장에 접속 가능하다.



<Web Server 로그인 화면>

○ 메인화면(시작화면)

- 축사명이 입력되어 있는 경우에만 시작화면이 나오고, 축사명이 없을시에는 축사명 생성 화면으로 연결되는 URL을 클릭할 수가 있다.
- 관리자만 축사명 생성이 가능하다.

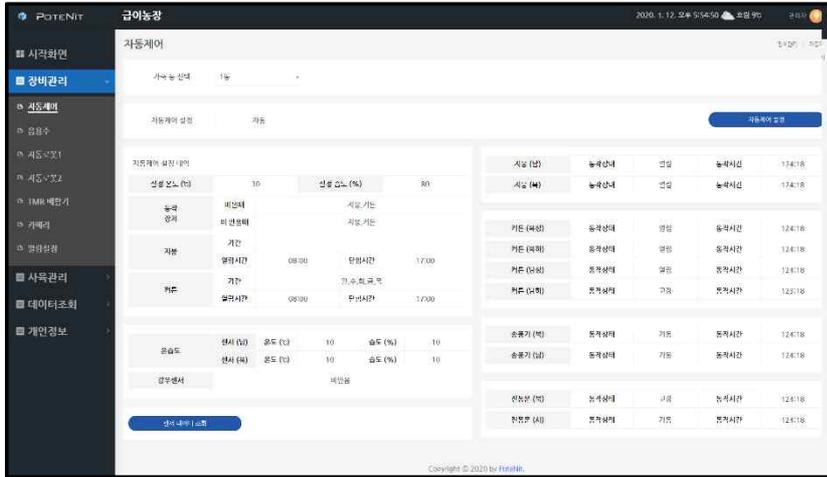


<PC용 메인화면>



<모바일용 메인화면>

- 장비관리화면
 - 자동제어 화면

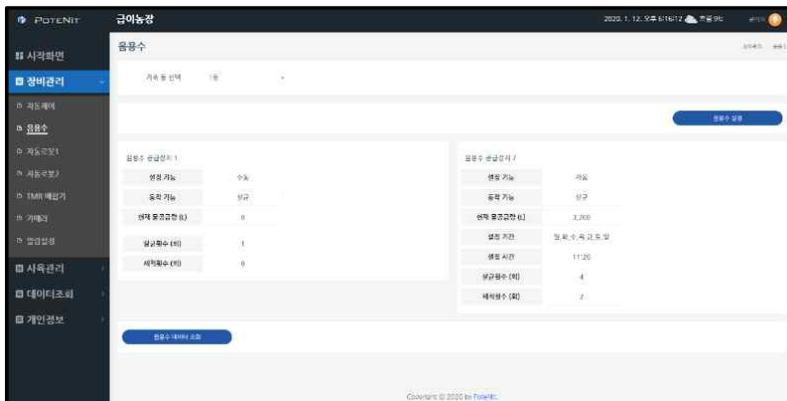


<PC용 메인화면>

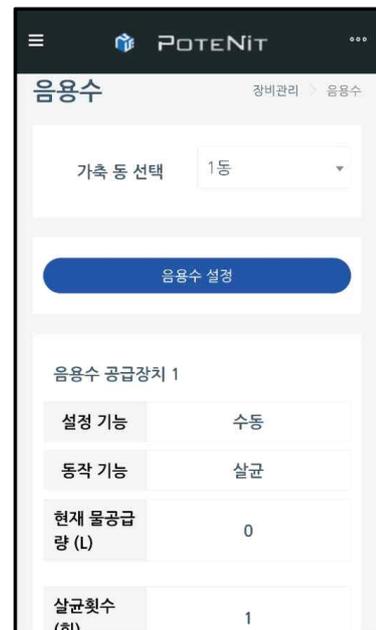


<모바일용 메인화면>

- 음용수 공급장치 화면

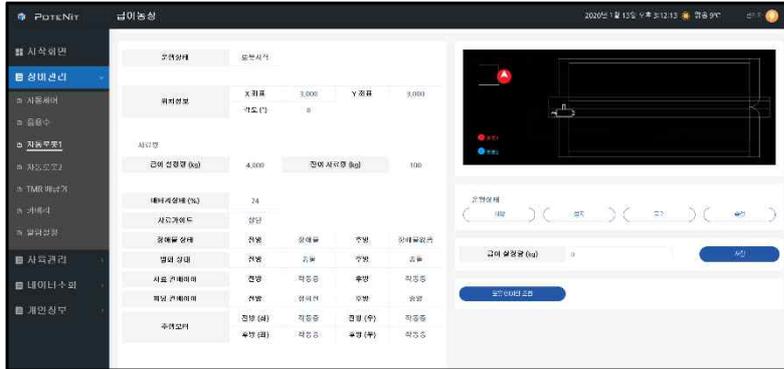


<PC용 메인화면>



<모바일용 메인화면>

- 자동 로봇 화면



<PC용 메인화면>



<모바일용 메인화면>

- TMR 배합기 화면



<PC용 메인화면>

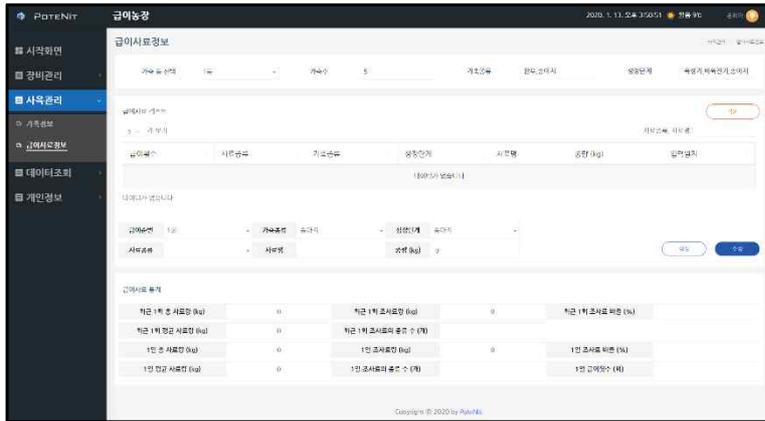


<모바일용 메인화면>

- 카메라 화면

- ① 카메라 화면은 해당 CCTV업체에서 제공하여 주는 웹 URL 로 연결한다.
- ② 해당 업체에서 제공하는 웹에서는 플러그인을 설치해야한다.
- ③ 뷰어는 Internet Explorer 에서만 제공된다.
- ④ 모바일은 구글스토어에서 제공하는 해당 업체의 안드로이드앱인 HiK-Connect 앱으로 링크한다.

- 급이사료정보



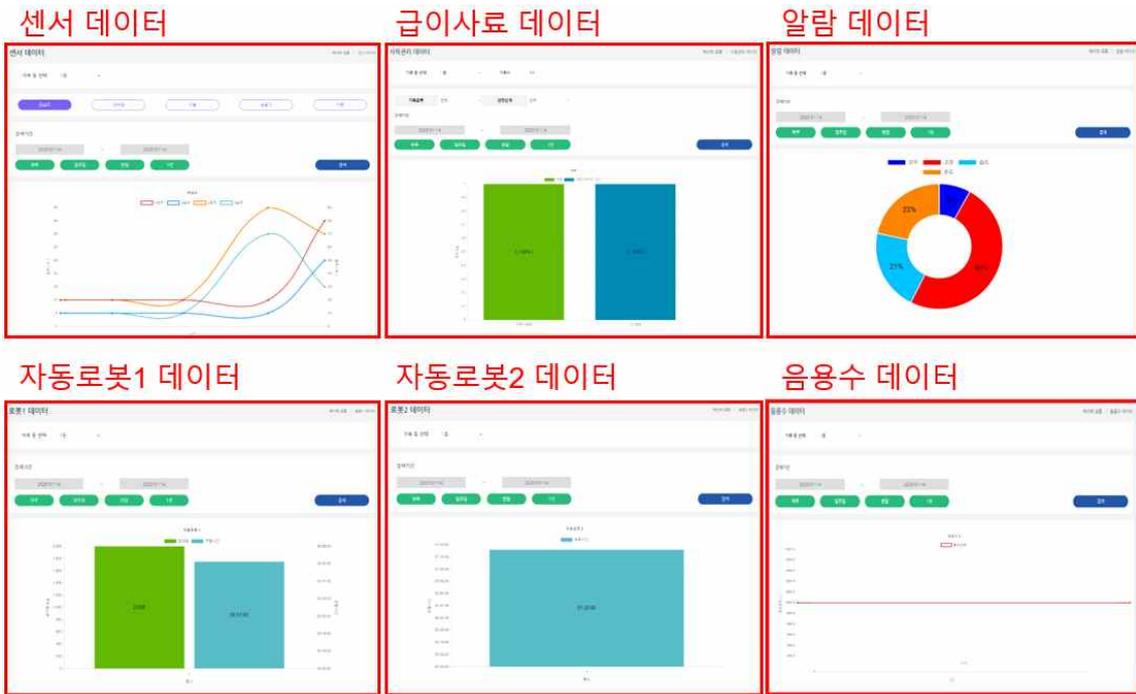
<PC용 메인화면>



<모바일용 메인화면>

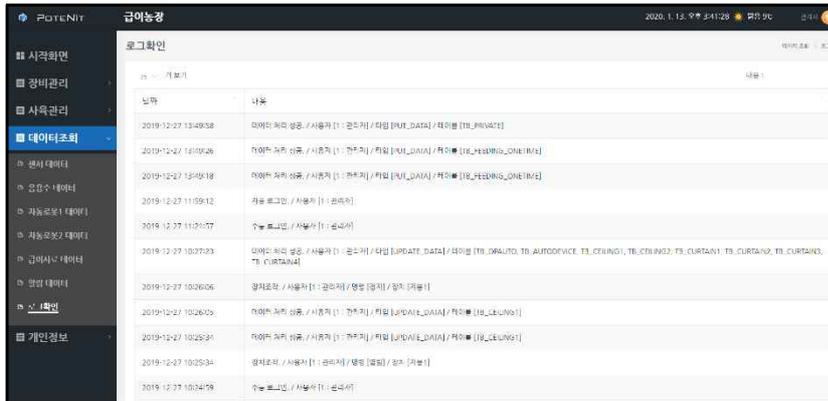
○ 데이터 조회 화면

- 장치별 데이터 조회 화면

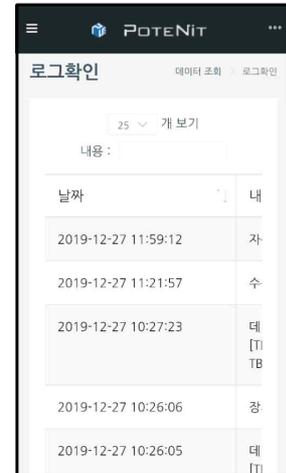


<장치별 데이터 조회 화면>

- 로그 확인



<PC용 메인화면>



<모바일용 메인화면>

○ 개인정보 화면

- 회원정보 수정



<회원정보 수정 화면>

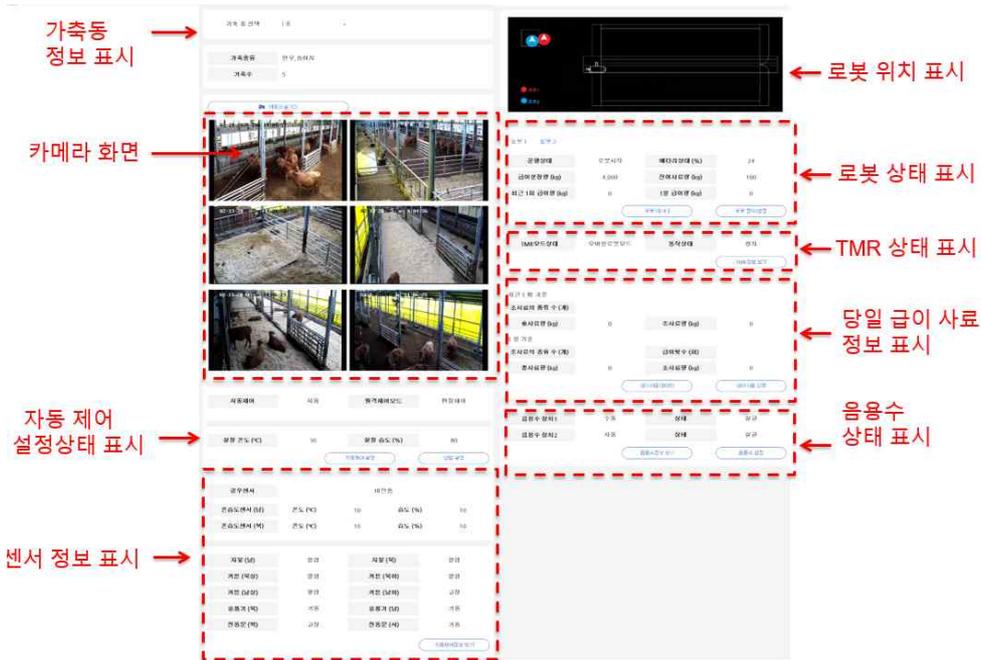
(2) 사용 방법

- 웹서버 접속 IP 나 도메인을 웹브라우저에 입력하여 해당 웹사이트에 접속한다.
- 아이디와 비밀번호를 입력하여 로그인한다.
- 가축의 정보를 입력한다.
- 시작화면으로 이동하여 입력한 정보가 보이는지 확인한다.
- 수신된 장치 정보가 시작화면에서 모니터링이 되는지 확인한다.
- 시작화면에서 설정 버튼을 클릭하여 원하는 직접 제어 기능을 선택한다.

- 설정한 제어 기능이 웹브라우저에서 적용되는지 확인한다.
- 데이터 조회를 통해 모니터링한 사항을 그래프로 확인한다.

(3) 사용자 매뉴얼

- 급이농장 시작화면



<급이농장 시작화면 설명>

- 가축 정보 생성 및 수정
- 좌측바의 사육 관리 메뉴에서 가축 정보 클릭한다.

- 가축 정보 생성하기



① 가축 정보 페이지 가장 하단에서 가축동을 선택하고 등록번호, 종류, 성별, 생후월령(또는, 출생일) 입력

- 생후월령입력시 출생일 자동변경, 반대로 출생일 입력시 생후월령 자동 계산.
- 성장단계는 출생일(또는 생후월령) 에 따라 자동으로 정해짐.

② 생성 버튼 클릭

- 가축 리스트에서 입력한 가축 정보 확인 가능.

가축동	등록번호	종류	성별	출생일	생후월령	성장단계	이전체중 (kg)	현재체중 (kg)	설명
1동	00001234	한우	수	2019-7-10	6	육성기	243	280	
1동	0001025	송아지	암	2019-10-1	3	송아지	30	50	
1동	00001024	송아지	수	2019-11-19	1	송아지	40	45	

○ 가축 정보 수정하기

가축동	등록번호	종류	성별	출생일	생후월령	성장단계	이전체중 (kg)	현재체중 (kg)	설명
1동	00001234	한우	수	2019-7-10	6	육성기	243	280	
2동	00222154	한우	암	2019-8-16	4	육성기	84	90	
2동	000010238	한우	수	2018-11-7	13	비육전기	98	150	
2동	00010257	송아지	수	2019-9-19	3	송아지	30	40	
1동	0001025	송아지	암	2019-10-1	3	송아지	30	50	

1 / 2 페이지 (8 / 8 개 항목)

가축동	1동	등록번호	00001234	종류	한우	성별	수	출생일	2019-07-10	생후월령	6	성장단계	육성기	이전체중 (kg)	243	현재체중 (kg)	280	설명	
-----	----	------	----------	----	----	----	---	-----	------------	------	---	------	-----	-----------	-----	-----------	-----	----	--

상업 수정

- ① 가축 리스트에서 수정할 가축 정보를 클릭. (클릭한 곳의 색이 변함.)
- ② 가축 정보 리스트 하단에 선택한 가축 정보가 출력되면 수정할 내용을 입력.
- ③ 수정 버튼 클릭(가축 리스트에서 수정 내용 변경 확인 가능)

○ 사료 정보 생성하기

급이정보 리스트 삭제

5 개 보기 사료종류, 사료명:

급이회수	사료종류	가축종류	성장단계	사료명	중량 (kg)	입력일자
1	조사료	한우	송아지	건초	10	2020-01-16 11:23:43

1 / 1 페이지 (1 / 1 개 항목)

급이순번	1회	가축종류	한우	성장단계	송아지	사료종류	조사료	사료명	건초	중량 (kg)	10
------	----	------	----	------	-----	------	-----	-----	----	---------	----

생성 수정

- ① 급이 정보 리스트 하단에서 급이순번, 가축종류, 성장단계, 사료종류를 선택하고 사료명과 중량 입력
- ② 생성 버튼 클릭
- ③ 급이 정보 리스트에서 생성한 사료 정보 확인

○ 사료 정보 수정하기

급이회수	사료종류	가축종류	성장단계	사료명	중량 (kg)	입력일자
1	조사료	한우	송아지	건초	10	2020-01-15 12:02:34

급이순번	2회	가축종류	한우	성장단계	육성기	사료종류	보충사료	사료명	보충사료	중량 (kg)	15
------	----	------	----	------	-----	------	------	-----	------	---------	----

생성 수정

- ① 급이 정보 리스트에서 수정할 급이리스트 선택
- ② 급이 정보 리스트 하단에서 수정할 급이 정보 내용 수정
- ③ 수정 버튼 클릭

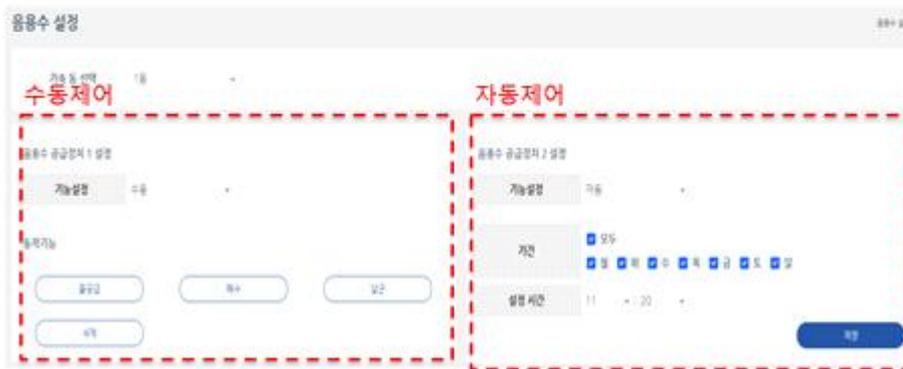
○ 장비 제어하기

- 자동 제어 : 설정 기능을 자동 선택시 자동운행에 필요한 정보 입력후 저장.
- 수동 제어 : 설정 기능을 수동 선택.
- 직접 제어 : 자동/수동에 관계없이 장비 직접 제어 가능.



○ 음용수 제어하기

- 자동설정: 기능설정을 자동 으로 선택시 자동제어 설정에 필요한 정보 입력
- 수동설정: 기능설정을 수동 선택시 제어할 설정정보 입력하여 직접 제어 가능



○ 알람 설정하기

- 알람을 보내기 위한 조건의 초과시 온도와 습도값과 발송 여부를 체크하여 저장.
- 체크한 해당 조건 충족시 문자로 발송



- ① 온도(°c) 초과시, 습도(%) 초과시: 알람을 원하는 온도나 습도의 값이 초과 값 입력.
- ② 발송 여부를 개별적으로 체크
- ③ 그룹발송여부: 알람리스트에 있는 사람들에게 보낼지 체크(체크없을시 관리자에게만 발송)
- ④ 전체 설정 : 전체 발송 여부를 체크
- ⑤ 전체 해제 : 전체 발송 여부를 해제
- ⑥ 설정한 알람 조건을 저장

2-2. 참여기관 연구개발 결과

□ 참여기관1: 전남대 문창배 연구개발 결과

(1) 축사 지도 작성 기술

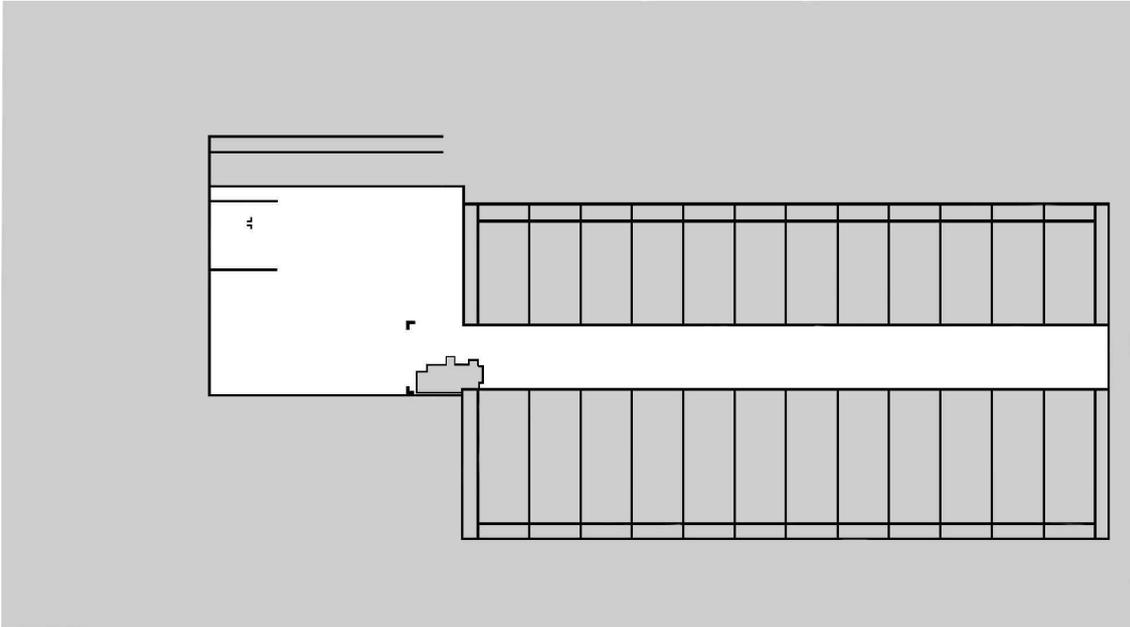
- 축사 구조물 설계 표준안 및 외부 시설의 사양을 반영한 지도 작성 기술 개발
- 기존 지도작성기술 대비 높은 신뢰성과 정밀도를 가지는 기술 개발
- 축사의 설계 표준안 및 급이 로봇의 자율주행 시스템에 포함되는 시설 설계를 반영한 축사 도면을 기반으로 한 2D 환경지도 작성



<축사 내부 환경>

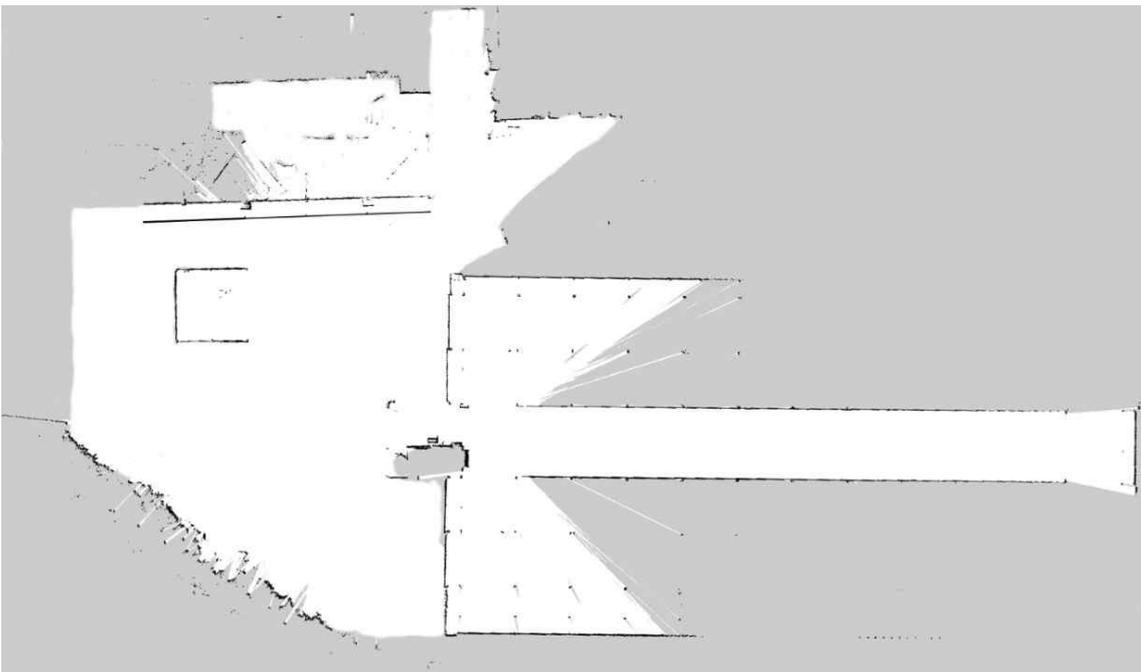


<축사 외부 환경>

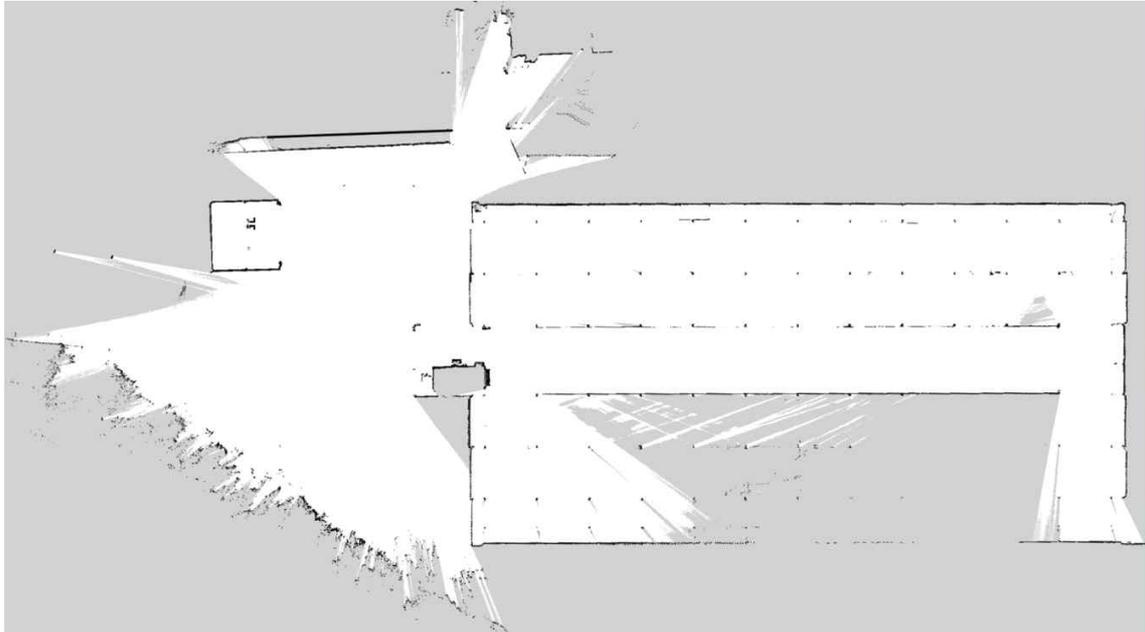


<2D 모의환경지도>

- 2D 모의환경지도는 자율주행 플랫폼이 기동이 가능한 영역과 기동이 불가능한 영역을 구분하였고 이를 통해 효율적인 자율주행 경로를 생성할 수 있도록 구성함
- 주행이 가능한 영역은 하얀색, 장애물이 있는 영역은 검은색, 주행이 불가능한 영역은 회색으로 표현됨
- 급이 로봇이 자율주행하는 데 필요한 점유격자지도는 각 로봇의 플랫폼 구성에 맞게 각각 작성됨
- 급이 로봇 V1은 조사료를 급이하는 역할을 가지며, 급이 로봇 V2는 농후사료를 급이하는 역할을 가짐

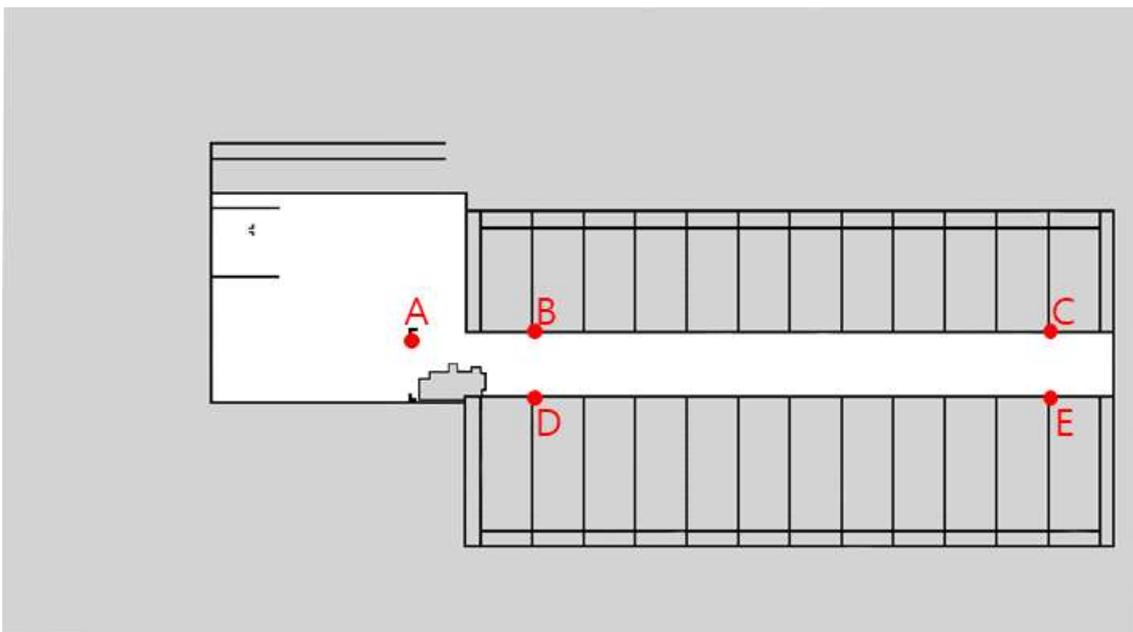


<급이 로봇 V1의 점유격자지도>

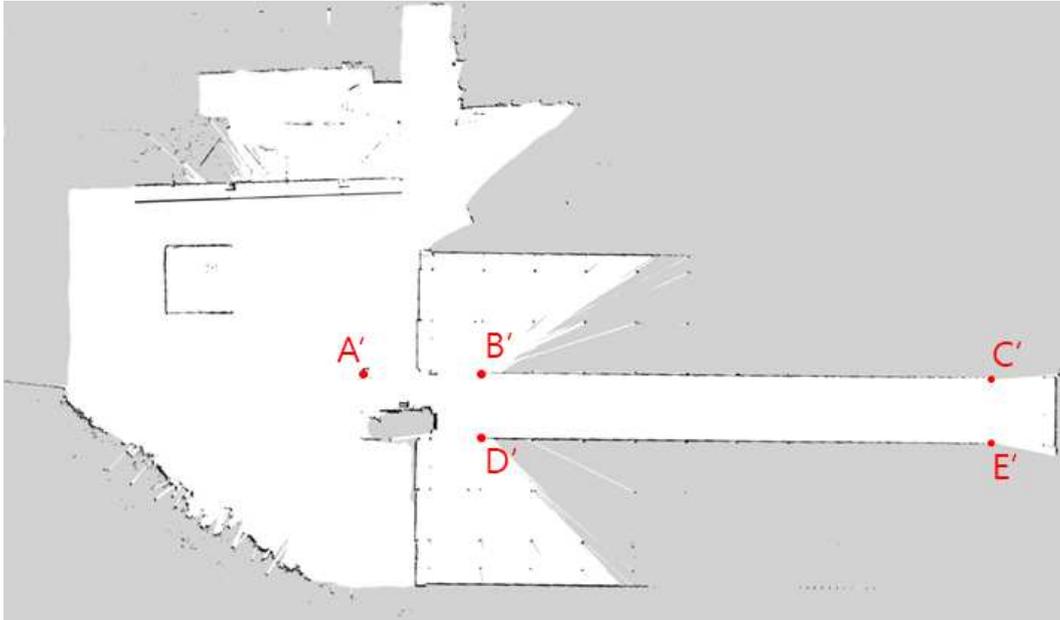


<급이 로봇 V2의 점유격자지도>

- 같은 환경 내에서도 로봇이 인지하는 환경에 맞춘 지도를 작성함으로써 지도 작성 정밀도와 위치 추정 정밀도를 높임
- 지도 작성 정밀도 정략적 목표 10cm 이내 달성
- 지도 작성 정밀도는 지도 상의 다섯 지점을 선정하여 각 지점 간의 거리를 측정하였고 실제 환경에서의 거리값과 지도상에서의 거리값을 비교하여 정밀도를 측정
- 지도 작성 정밀도는 다음 그림에서 자세하게 보여줌

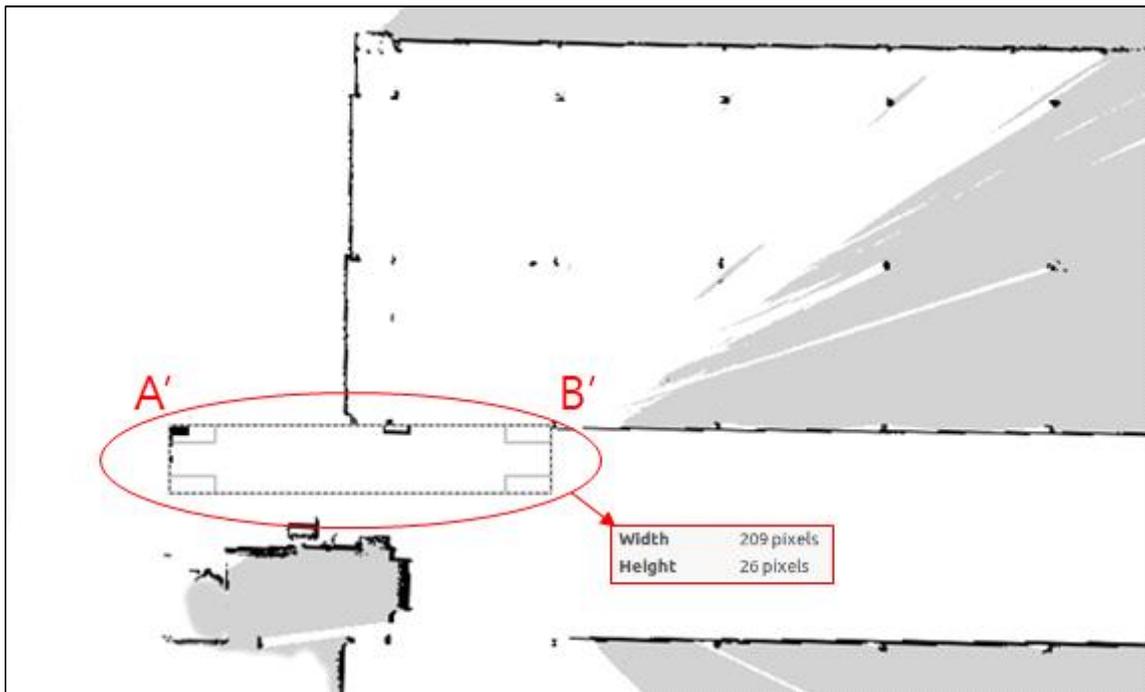


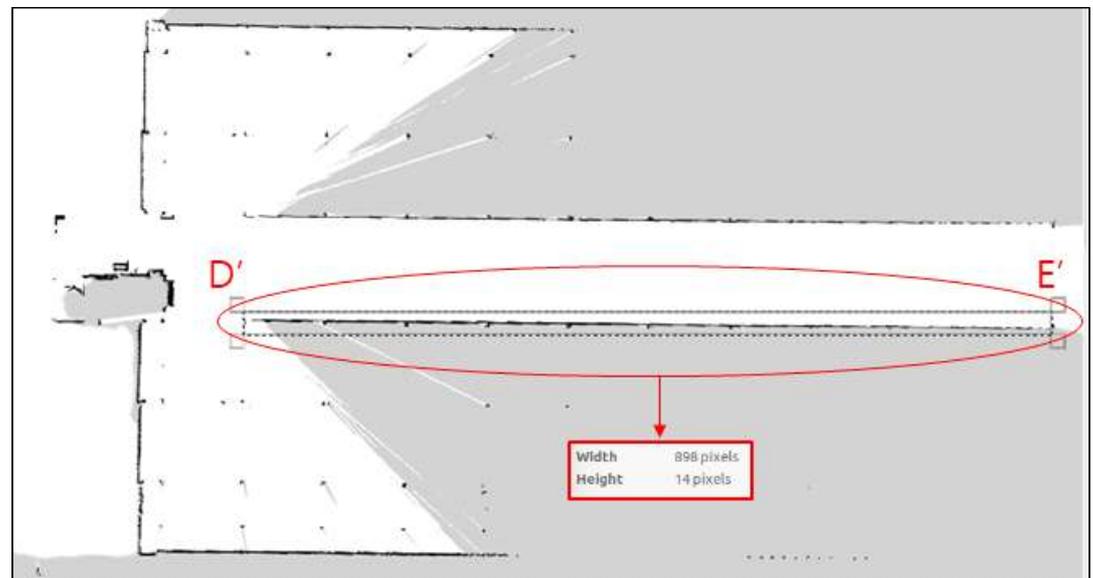
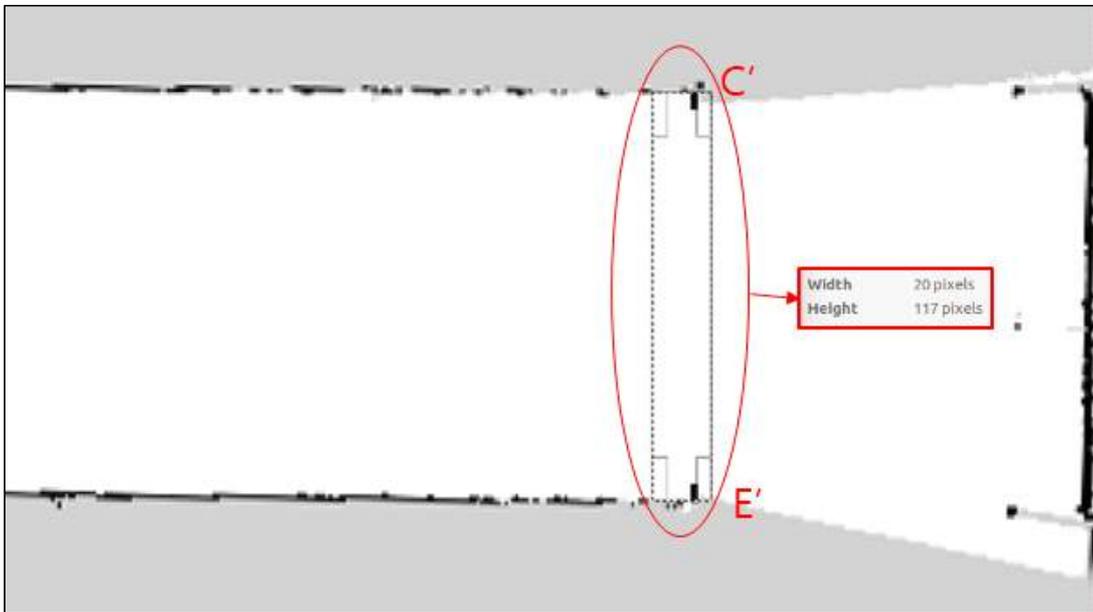
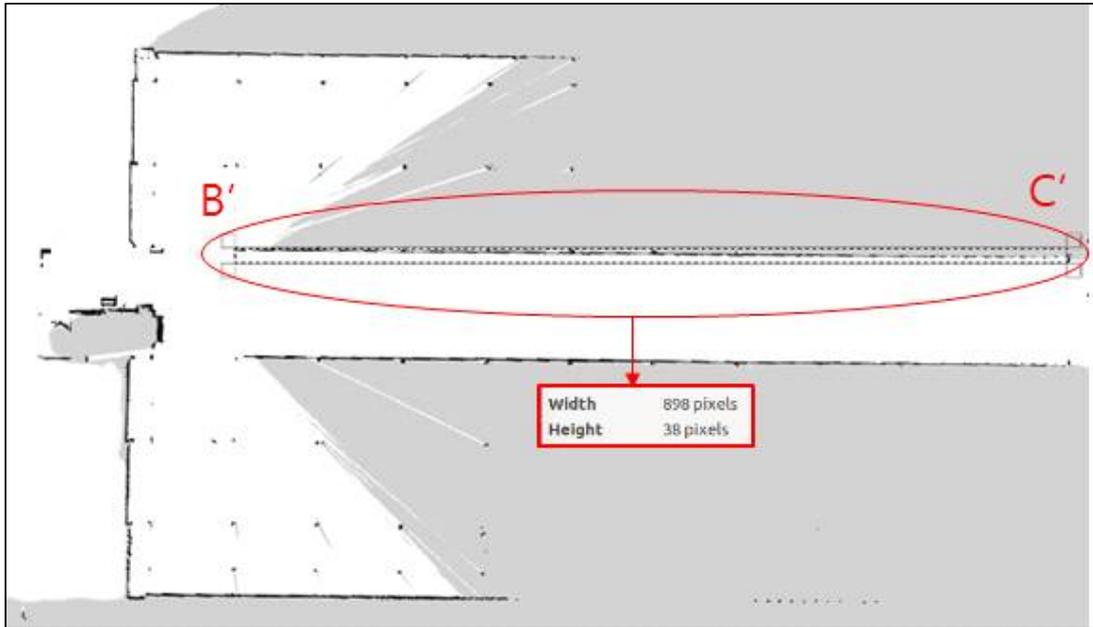
<측사 지도 정밀도 측정: 실제 환경에서의 다섯 지점>

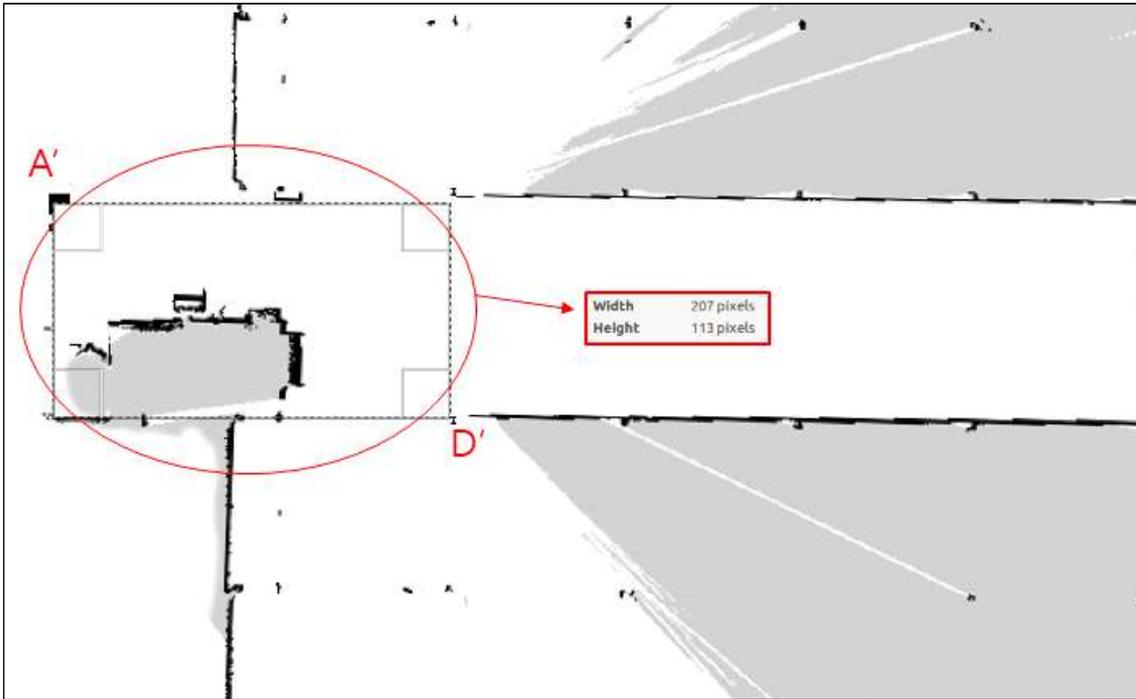


<측사 지도 정밀도 측정:작성된 지도에서의 다섯 지점>

- 실제 환경에서의 다섯 지점 A~E와 지도 상에서의 다섯 지점 A'~ E'을 활용하여 지도 작성 정밀도를 측정
- 비교 대상은 \overline{AB} 와 $\overline{A'B'}$, \overline{BC} 와 $\overline{B'C'}$, \overline{CE} 와 $\overline{C'E'}$, \overline{DE} 와 $\overline{D'E'}$, \overline{AD} 와 $\overline{A'D'}$ 임
- 측사 환경지도에서의 거리와 실측 간 비교 과정은 다음과 같음







<측사 환경지도에서의 실측 간 비교 과정>

- 위 그림에서 표기된 pixel 1개의 크기는 5cm*5cm이며 이를 m 단위로 환산하여 실제 거리와 비교를 진행함
- 측사 환경지도 작성 결과

<표. 측사환경지도 작성 결과 정량적 분석>

(단위: m)

No.	실제 거리 (a)	지도상 거리 (b)	거리 오차 (a-b)	over 10cm
\overline{AB} 와 $\overline{A'B'}$	10.39	10.45	0.06	X
\overline{BC} 와 $\overline{B'C'}$	44.96	44.90	0.06	X
\overline{CE} 와 $\overline{C'E'}$	5.85	5.85	0.00	X
\overline{DE} 와 $\overline{D'E'}$	44.85	44.90	0.05	X
\overline{AD} 와 $\overline{A'D'}$	11.75	11.79	0.04	X

- 작성된 측사환경에 대한 점유격자지도의 작성 정밀도의 정량적 분석을 통해 알 수 있듯이 정밀도는 평균 0.04m의 오차를 가졌으며, 목표였던 10cm(0.10m) 이내의 값을 만족함

(2) 급이 로봇의 위치추정 기술

○ 측사 환경에서의 위치추정

- 측사환경지도 내에서 2차원 레이저 센서(Laser Range Finder)와 엔코더(Encoder) 정보를 이용하여 위치추정을 수행
- 위치추정을 통해 자율주행 플랫폼은 가장 최적의 파티클 위치를 기반으로 현재 위치를 추정

- 축사 외부 주행 시 바퀴의 미끄러짐으로 인한 로봇 위치에 대한 노이즈가 커지는 현상을 보상하기 위해 로봇의 위치로 추정되는 파티클의 분포를 조절하려 위치 추정 정밀도를 높임

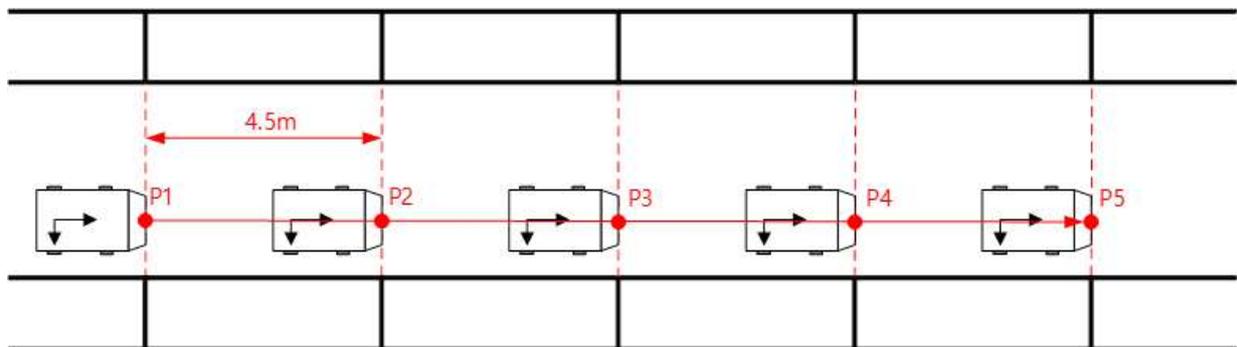
○ 축사 내 위치추정 시험 환경 및 구성은 다음과 같음





<위치 추정 시험 환경>

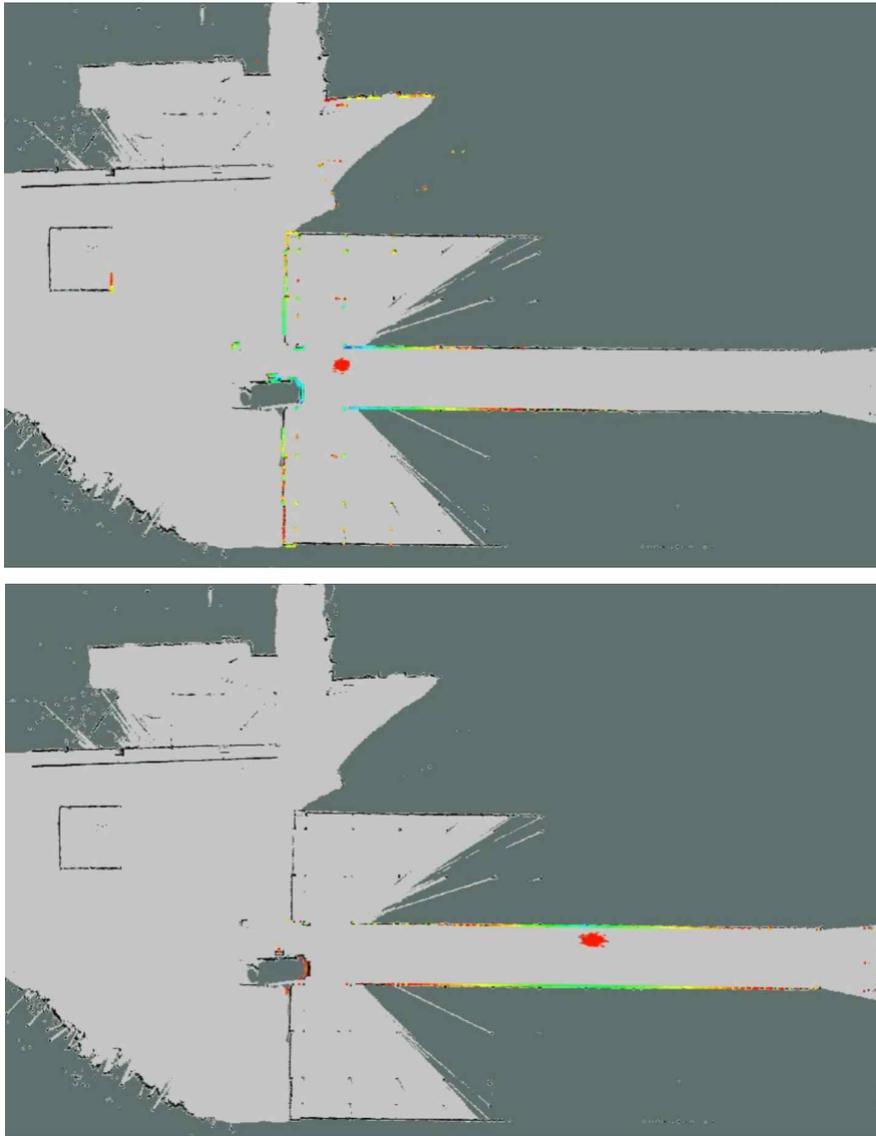
- 위치추정 시험 시나리오는 축사 내 자율주행 플랫폼이 주행 가능한 영역 내에서 진행함
- 위 그림과 같이 P1 ~ P5까지의 지점을 지정하고 실제 이동 거리와 추정된 위치들의 거리를 비교하여 위치추정 오차를 측정함



<위치추정 정밀도 시험을 위한 시나리오>

- 사료 급이 구간의 시작점 중 다섯 지점을 P1부터 P5까지로 지정하고 위 그림에서 명시한 각 지점에서 그 다음 지점까지 이동했을 때 추정되는 위치 간 거리와 실제 이동 거리를 비교하여 위치추정 정밀도를 계산함

○ 축사환경 내 위치추정 결과



<축사 내 위치추정 시험>

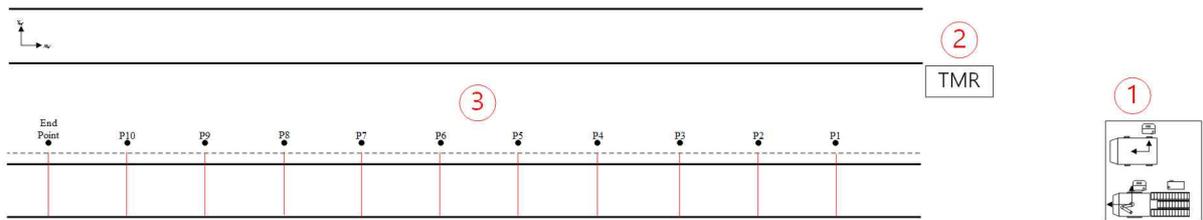
<표. 축사 내 위치추정 시험 결과 정량적 분석>

(단위: m)

이동 구간	실제 이동 거리	위치추정 기반 이동 거리	이동 거리 오차	over 10m
$P_1 \rightarrow P_2$	4.5	4.41	0.09	X
$P_2 \rightarrow P_3$	4.5	4.57	0.07	X
$P_3 \rightarrow P_4$	4.5	4.52	0.02	X
$P_4 \rightarrow P_5$	4.5	4.53	0.03	X

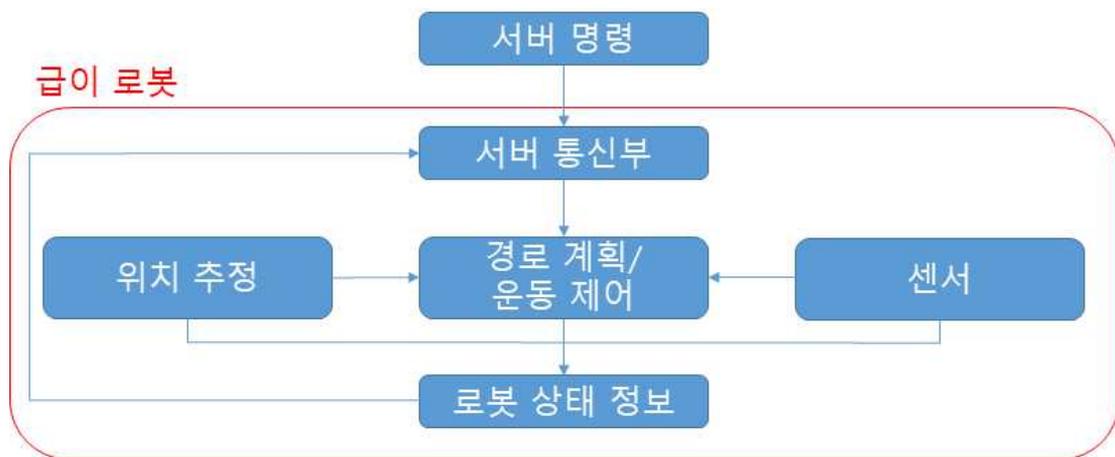
- 급이 로봇의 위치추정 결과의 정량적 분석을 통해 알 수 있듯이 위치추정 정밀도의 목표치인 10cm(0.10m) 이내를 만족함

(3) 자동 급이 로봇 시스템



<자동 급이 로봇 시스템>

- 자동 급이 로봇 시스템은 크게 대기 및 충전 장소, 사료 공급 장소, 사료 급이 장소로 나눌 수 있음
- 위 그림에서 급이 로봇 V1의 경우 1번은 대기 및 충전 장소, 2번은 사료 공급 장소, 3번은 사료 급이 장소를 의미하고 급이 로봇 V2의 경우 1번은 대기 및 충전, 사료 공급 장소, 3번은 사료 급이 장소를 의미함



<급이 로봇 내부 시스템>

- 급이 로봇의 내부 작동 시스템은 기본적으로 서버 측의 명령에 의해 작동되며 크게 서버 통신부, 위치 추정부, 경로 계획 및 운동 제어부, 센서 관리부로 나눌 수 있음
- 위에서 나눈 기능별 분류의 세부 구성은 급이 로봇 V1과 V2의 하드웨어 시스템에 맞게 구성됨
- 서버 통신부는 서버의 명령을 받고 로봇의 상태를 서버측에 전달하는 기능을 담당함

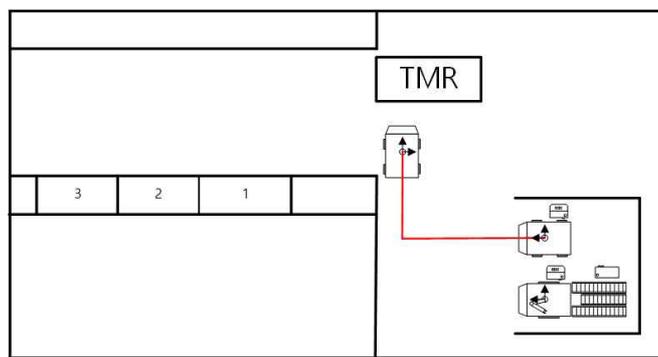
(4) 급이 로봇 V1 시스템 테스트 결과

- 급이 로봇 V1의 자율주행 및 자동 급이 시스템은 다음과 같음

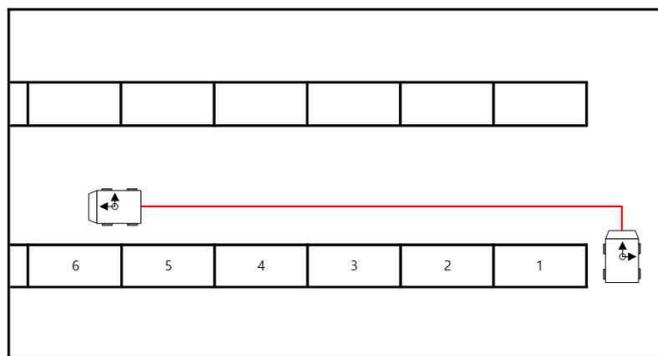
(가) 실험 계획



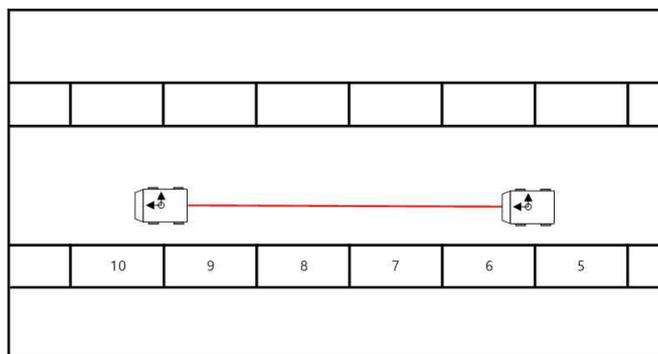
<자동 급이 시스템>



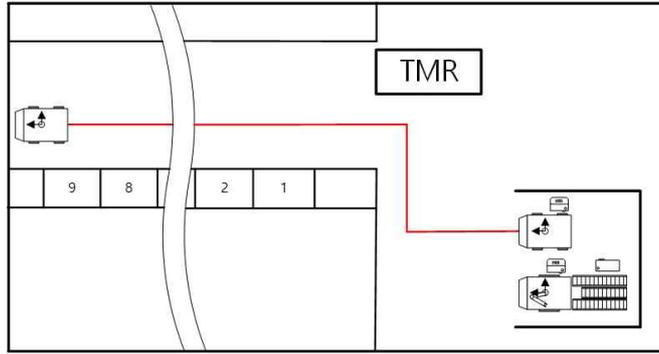
<사료 공급 계획>



<자율 주행 계획>



<사료 급이 계획>



<복귀 및 자동 충전 계획>

(나) 현장 실험



<명령 대기 작업>





<사료 공급 작업>



<자율 주행 작업>



<사료 급이작업>





<복귀 및 자동 충전 작업>

(다) 현장 실험과 데이터 비교

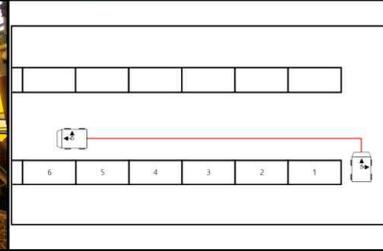
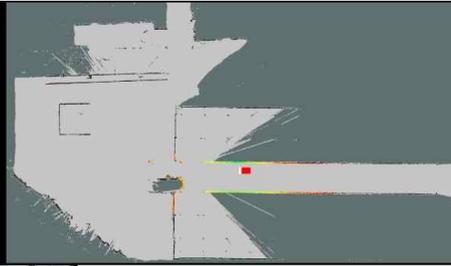
Feeding robot in Naju
Wait in the starting area

<명령 대기 작업>

Feeding robot in Naju
Go to the TMR

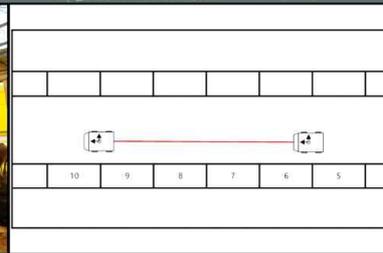
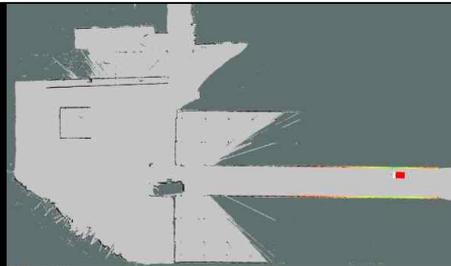
<사료 공급 작업>

Feeding robot in Naju
Go to the Feed section



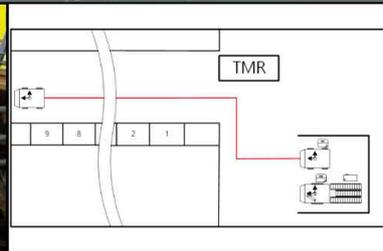
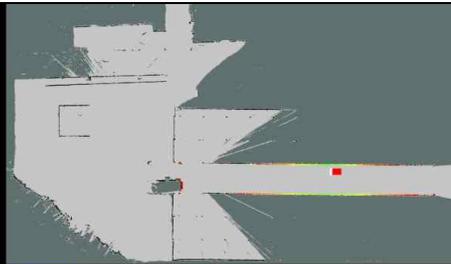
<자율 주행 작업>

Feeding robot in Naju
Feeding



<사료 급이 작업>

Feeding robot in Naju
Return to the starting area



<복귀 및 자동 충전 작업>

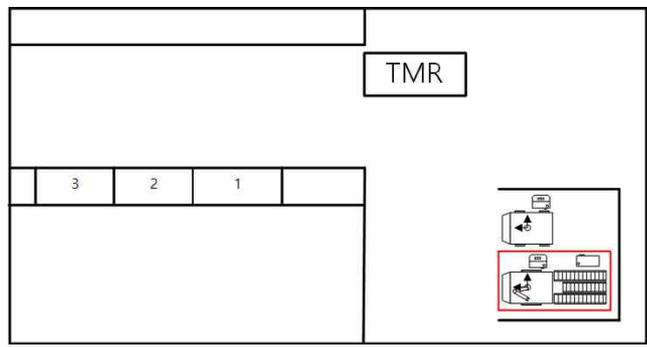
(5) 급이 로봇 V2 시스템 테스트 결과

- 급이 로봇 V2의 자율주행 및 자동 급이 시스템은 다음과 같음

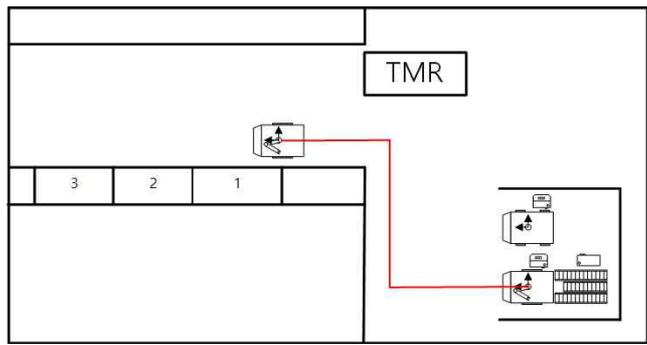


<자동 급이 시스템 계획>

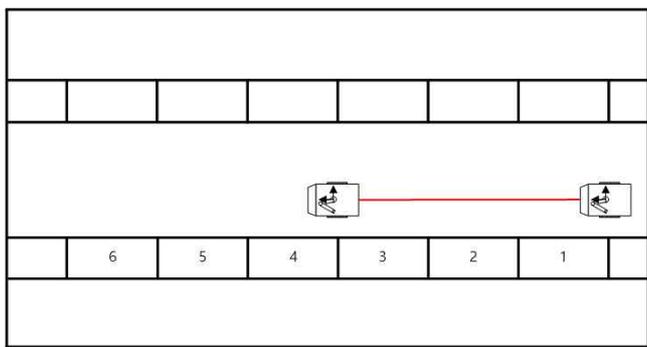
(가) 실험 계획



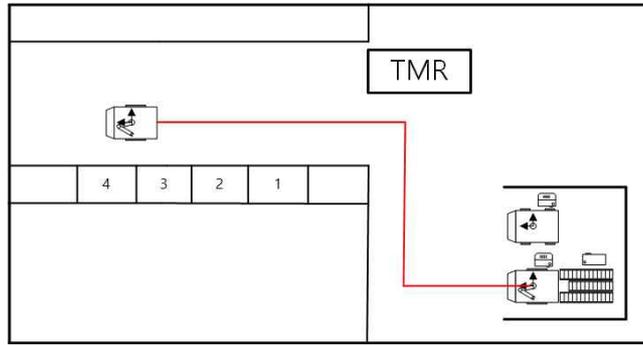
<사료 공급 계획>



<자율 주행 계획>



<사료 급이 계획>



<복귀 및 자동 충전 계획>

(나) 현장 실험



<명령 대기 작업>



<사료 공급 작업>



<자율 주행 작업>



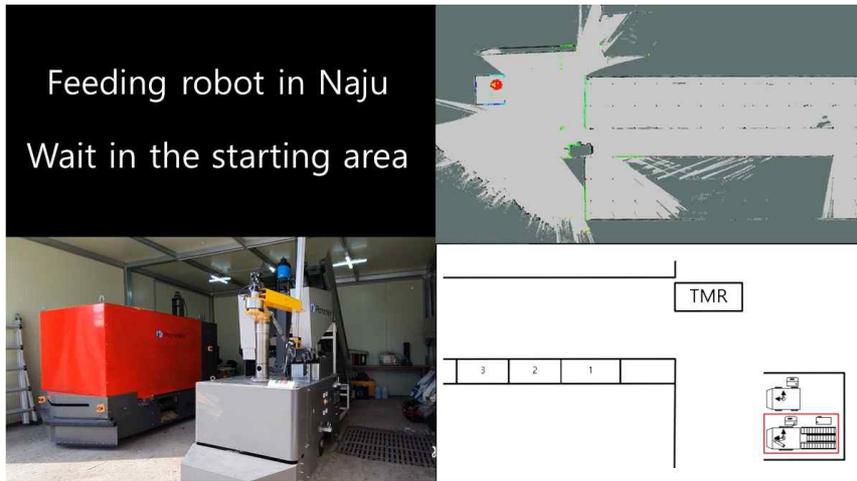


<사료 급이 작업>

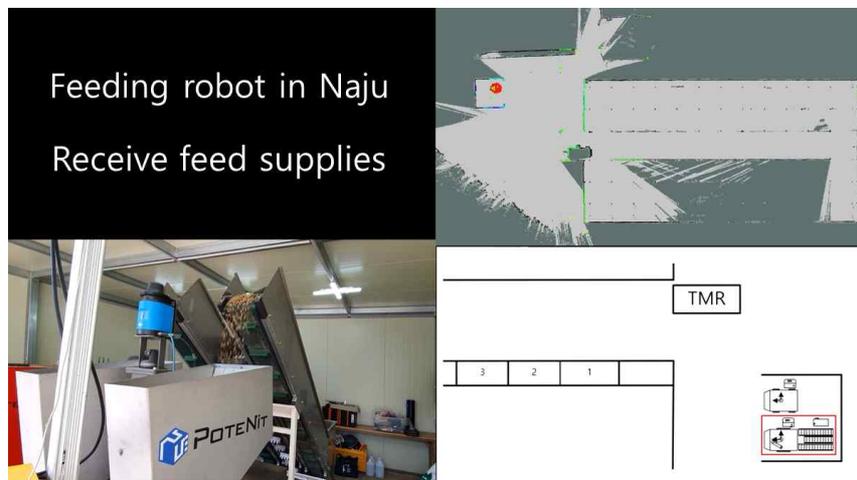


<복귀 및 자동 충전 작업>

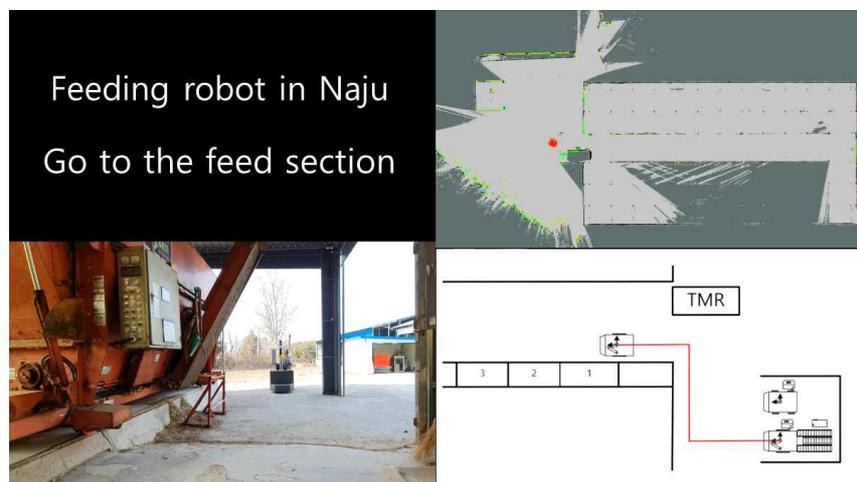
(다) 현장 실험과 데이터 비교



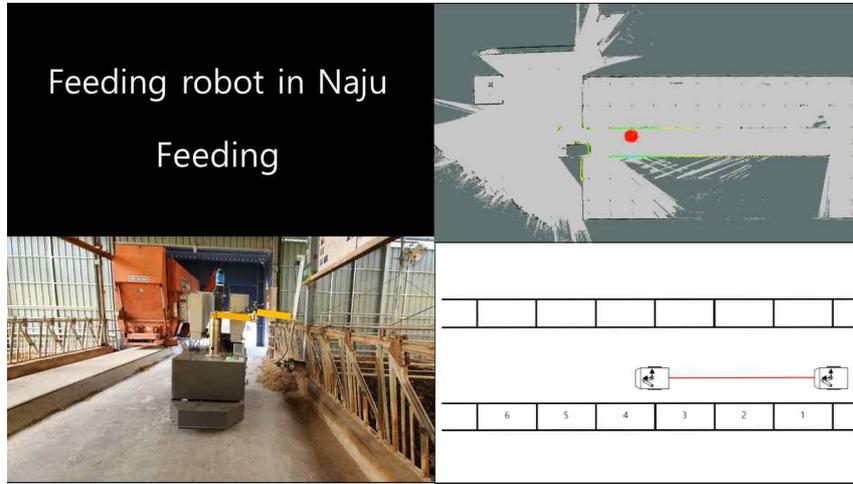
<명령 대기 작업>



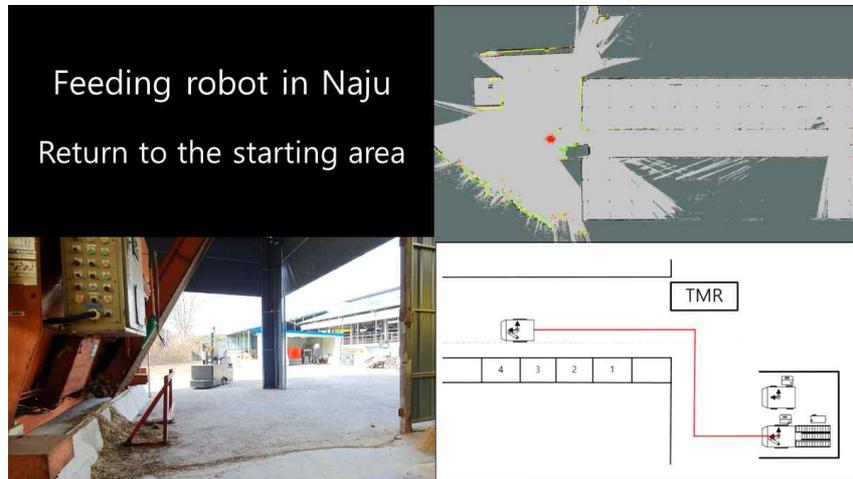
<사료 공급 작업>



<자율 주행 작업>



<사료 급이 작업>



<복귀 및 자동 충전 작업>

- 급이 로봇 V1과 V2의 자동 급이 시스템은 위와 같이 검증하였고 총 급이 시간은 급이 로봇 V1 기준 22분 16초로 급이 시간 목표치인 65분 이내를 만족함

(6) 급이 로봇 V1의 페이로드(Payload) 실험 결과



<무게 측정>



<페이로드 시험>

- 급이 로봇 V1의 페이로드 시험은 약 25kg의 사료 포대 25개(500kg 이상)를 급이 로봇 위에 적재한 후 10m가량을 반복적으로 주행하였을 때 원활한 이동이 가능함을 확인함

□ 참여기관2: 전남대 이지용 연구개발 결과

(1) ICT 연동 자동 조사료 급이기 제품 현장 실증 및 데이터베이스 구축

- 음용수 공급장치 고도화 및 산업화 현장실증 및 데이터베이스 구축
 - 한우사 음용수 공급장치 비교

구분	기존 음용수 공급장치	개선 음용수 공급장치
설치 사진		
비교	<ul style="list-style-type: none"> • 장점 <ul style="list-style-type: none"> - 설치비용이 저렴함 • 단점 <ul style="list-style-type: none"> - 음용수 오염이 쉬움 - 혹한기에는 물이 결빙됨 	<ul style="list-style-type: none"> • 장점 <ul style="list-style-type: none"> - 음용수 오염 정도가 낮음 - 혹한기 결빙염려 없음 - 신선한 음용수 공급으로 질병예방 효과 • 단점 <ul style="list-style-type: none"> - 설치비용이 비쌈

- 기존의 한우사 음용수 공급장치는 초기 설비비용이 저렴하지만, 매번 음용수를 신선한 물로 대체하기가 번거롭기에 쉽게 세균 및 곰팡이 등에 의해 오염될 가능성이 높음
- 또한, 기존 음용수 장치는 여름에는 고온에 따른 오염도가 높고 겨울은 결빙으로 인하여 원활한 음용수 공급 안되는 단점이 있음
- 개선된 음용수 공급장치는 초기 설비비용은 높지만, 실시간 신선한 음용수 공급으로 질병 예방 효과가 높고 겨울에도 결빙에 의한 음용수 공급 우려가 전혀 없음
- 따라서, 개선된 한우사 음용수 공급장치는 한우사육 환경 개선에 따른 성장능력 및 육질등급 개선에도 영향을 미침
- 센서 데이터 기반 외부 풍환경 대응 가변형 송풍기 상용화 연계 생육환경 관리 현장 실증 및 데이터베이스 구축
 - 한우사 송풍기 비교

구분	기존 송풍장치	개선 송풍장치
설치 사진	 	

비교	<ul style="list-style-type: none"> • 장점 <ul style="list-style-type: none"> - 설치비용이 저렴함 • 단점 <ul style="list-style-type: none"> - 단순 온도 기준으로 작동 - 한우사 환경을 종합적으로 고려하지 못함 	<ul style="list-style-type: none"> • 장점 <ul style="list-style-type: none"> - 한우사 내외부 온도 정보를 파악하여 연동 작동 - 한우사 생육조건을 전반적으로 파악하여 작동 - 신선한 음용수 공급으로 질병예방 효과 • 단점 <ul style="list-style-type: none"> - 설치비용이 비쌘
-----------	---	--

- 기존 송풍장치는 설정온도에 근거하여 단순하게 작동하지만 개선된 송풍장치는 온도뿐만 아니라 수집된 생육 환경정보(내외부 온도, 습도, 악취 오염정도 등)을 종합적으로 반영한 연동형 작동으로 쾌적한 한우사 생육 환경을 제동함

(2) 사육단계별 맞춤형 조사료 정밀 급이 프로그램 현장 실증 및 데이터베이스 구축

- 성장단계별 조사료 비율에 따른 발육성적 현장 실증

구분	성장단계			
	육성기 (6~11개월령)	비육 전기 (12~17개월령)	비육 중기 (18~22개월령)	비육 후기 (22~29개월령 출하시)
조사료 비율 (TMR 내)	45%	25%	15%	9%

- 한우의 성장단계를 비육기간으로 구분하면 육성기는 6~11개월령, 비육전기는 12~17개월령, 비육후기는 22~29개월령으로 구분함
- 이를 성장에 따른 산육 생리 조건에 따라 보통 육성기(300kg까지), 비육전기(300~450kg), 비육후기(450kg이상)로 나눌 수 있음
- 육성기에 조사료로 건초(벧짚)을 급여할 경우, 일당증체량이 0.7kg 정도이고, 옥수수 또는 IRG 담근먹이를 급여할 경우에는 0.8~0.9kg으로 비육능력이 개선됨
- 비육 전기에는 옥수수 담근먹이를 급여할 경우, 발육정도가 가장 우수한 것으로 조사됨
- 전 기간에 걸쳐 비육정도는 보면, 건초(벧짚)를 급여할 때보다 옥수수 담근먹이를 급여 시에 우수한 것으로 조사되어 양질의 조사료를 비육 전 기간에 급여하는 것이 생산성을 개선하는 것으로 조사됨
- 주요 조사료인 건초(벧짚), 옥수수, 이탈리아인 라이그라스(IRG) 등에 대한 배합비율 현장 검증

• 비육단계별 1일 사료 섭취량

(단위: kg)

단계	건초(벧집)		옥수수		IRG	
	건초(벧집)	배합사료	옥수수	배합사료	IRG	배합사료
육성기	2.3	3.7	9.5	3.3	13.2	3.8
비육 전기	2.5	6.9	11.3	6.0	10.4	6.2
비육 후기	1.8	9.1	6.1	7.4	8.3	7.8
전 기간	2.2	6.5	5.8	6.2	10.2	6.1

- 육성기에는 건초(벧집)를 급여할 경우, 옥수수 담근먹이 또는 IRG 담근먹이 조사료 섭취량이 건초보다 높았으나, 배합사료의 섭취량은 유사하거나 다소 낮은 것으로 나타남
- 비육 전기에는 옥수수 또는 IRG 담근먹이 섭취량이 4.16~4.52배 건초 섭취량보다 높았으나, 배합사료 섭취량은 10~13% 정도 건초에 비하여 적게 섭취하는 것으로 조사됨
- 비육 후기에는 옥수수 또는 IRG 담근먹이 섭취량이 3.38~4.61배 건초 섭취량보다 높았으며, 배합사료 섭취량은 14~18% 정도 건초에 비하여 적게 섭취하는 것으로 나타남
- 전 기간에는 건초 섭취량에 비해 옥수수 또는 IRG 담근먹이 섭취량이 2.63~4.63배 높은 것으로 조사되었으며, 배합사료 섭취량은 건초를 급여할 때보다 옥수수 또는 IRG 담근먹이를 급여할 때 배합사료 섭취량이 4.6~6.1% 전도 적게 섭취하는 것으로 조사됨
- 따라서, 한우의 비육단계별로 조사료와 배합사료의 섭취량을 비교하면, 조사료로 옥수수 또는 IRG 담근먹이 형태로 급여할 경우, 배합사료 섭취량이 건초를 급여할 때보다 적은 것으로 나타나 한우는 비육단계별로 양질의 조사료를 급여할 경우, 배합사료 섭취량이 감소하여 생산비 절감효과가 있는 것으로 조사됨

(3) ICT 장치 연동 자동 조사료 급이기 제품 현장 실증 및 데이터베이스 구축

- ICT 장치 연동 조사료 급이기 현장 실증

구분	기존 TMR 운영방식	개선 TMR 운영방식
설치 사진		 b. TMR 사료 공급

		
<p>비교</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 장점 <ul style="list-style-type: none"> - 추가적 설비비용이 없음 • 단점 <ul style="list-style-type: none"> - 매번 수동으로 작업을 진행함 - 자동화가 불가능하여 항상 작업자가 필요함 	<ul style="list-style-type: none"> • 장점 <ul style="list-style-type: none"> - 기존 TMR 배합기를 활용함 - 자동화로 인하여 매번 수동으로 작동하는 번거로움이 없음 - 조사료 급여 횟수나 급여량 조절이 가능함 • 단점 <ul style="list-style-type: none"> - 기존 설치 배합기를 급여로봇 연계를 위한 작업이 필요함

- TMR 배합기와 급여 로봇이 연동화 및 자동화됨에 따라 조사료 급여에 따른 노동력 절감효과가 있음
- 조사료 급여 횟수 조절이 가능하여 비육단계별 급여 조건을 다양화할 수 있음
- 추후 조사료 급여 횟수와 비육능력 간의 상관관계를 분석하여 새로운 한우비육 프로그램 도출이 필요함

(4) 음용수 공급 장치 고도화 및 산업화 현장 실증 및 데이터베이스 구축

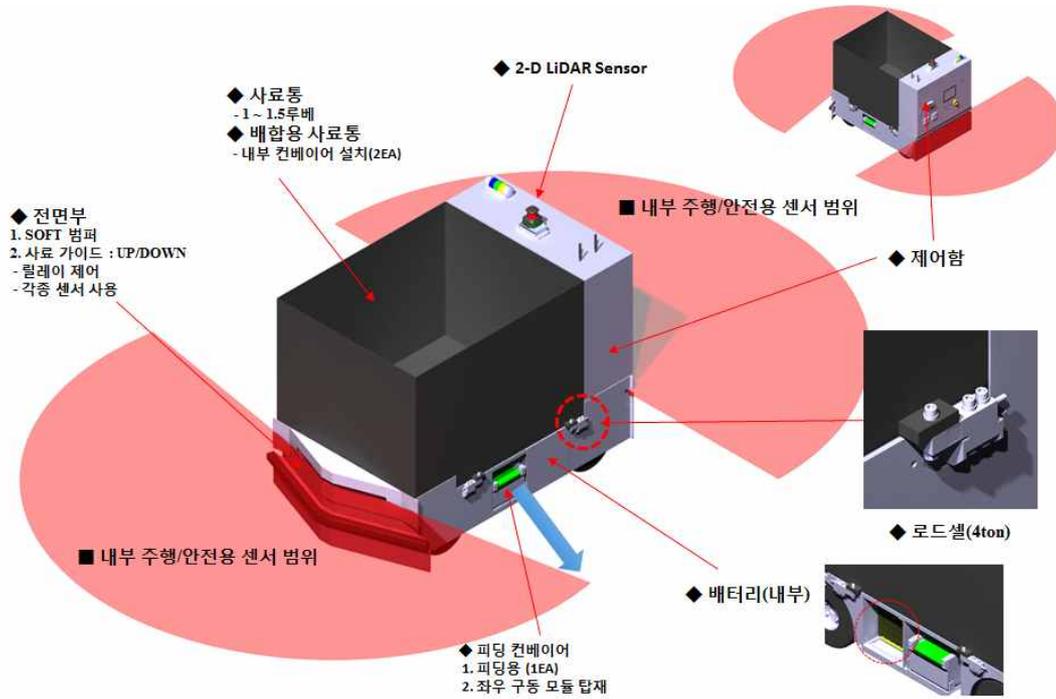
- ICT 장치 연동 음용수 공급 장치 현장 실증을 통한 위생 개선효과 검증
- 음용수 공급장치를 통하여 신선한 음용수가 공급됨을 확인하였으며, 기존 음용수 공급장치에서 나타나는 녹조화 현상은 발생하지 않음

(5) 센서 데이터 기반 외부 풍환경 대응 가변형 송풍기 상용화 연계 생육환경 관리 현장 실증 및 데이터베이스 구축

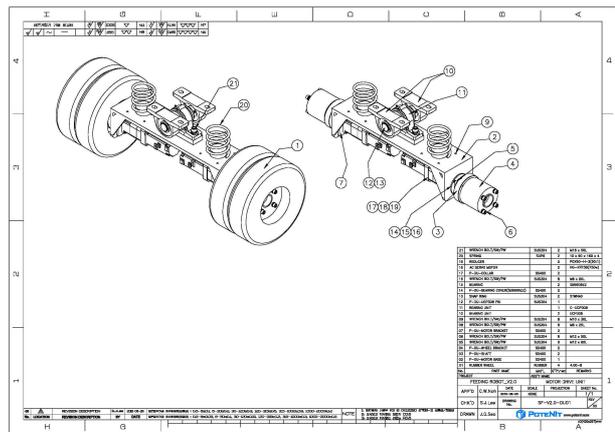
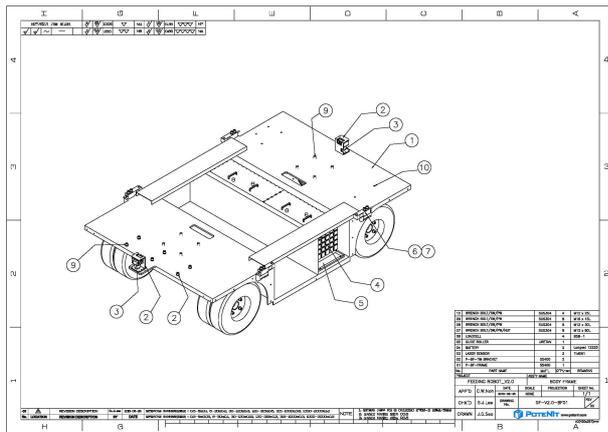
- 가변형 송풍기 가동에 따른 생육환경 개선 효과 현장 실증구축
- 가변형 송풍장치가 지붕개폐기와 연동하여 온도 상승시에 지붕개폐와 동시에 송풍장치가 작동하여 온도가 신속하게 낮아졌음
- 우적 감지 장치가 있어서 비가 오면 자동으로 지붕이 닫힘으로 한우사 바닥이 건조함을 유지할 수 있음
- 지붕개방으로 인하여 충분한 일조량으로 한우사 바닥 건조가 용이하여 생육환경이 개선됨을 확인함

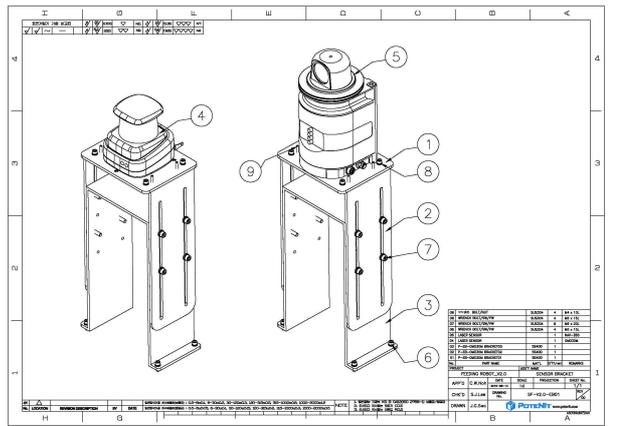
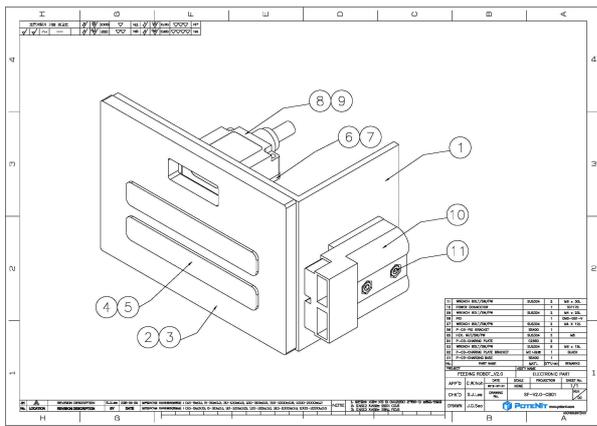
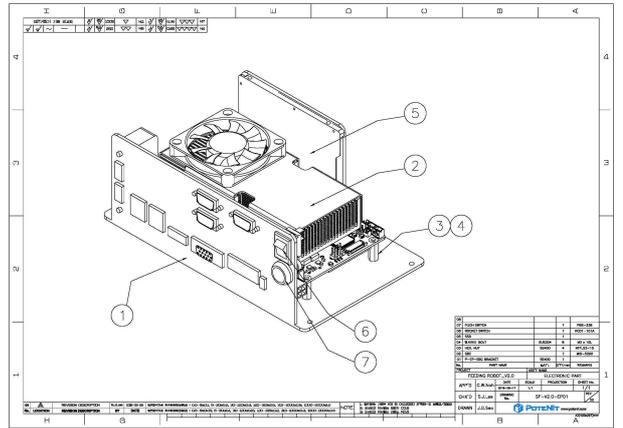
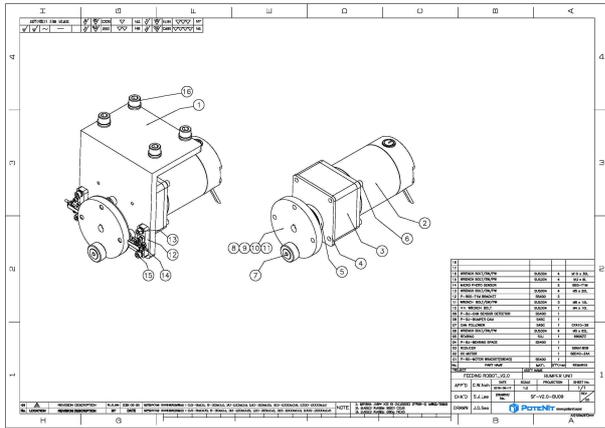
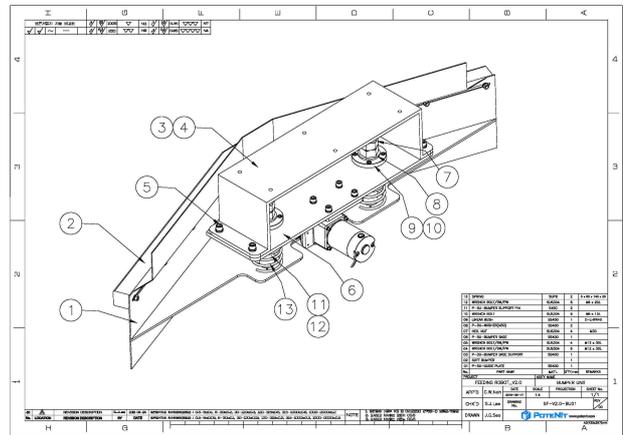
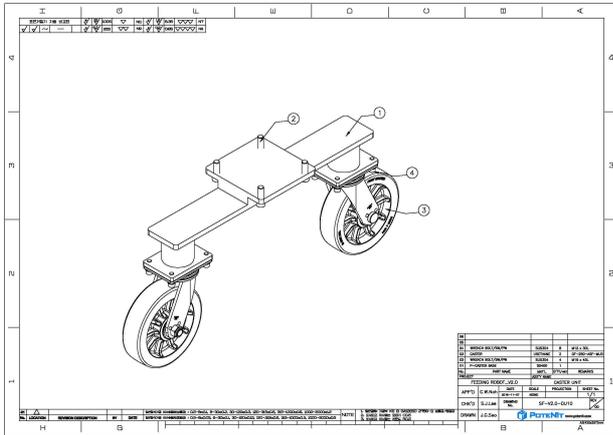
2-3. 연구수행 방법

가. 자율주행로봇 플랫폼 제작



<자율주행로봇 플랫폼 3D 모델링 및 구조 설명>





<자율주행로봇 플랫폼 2D 모델링>

(1) 평지 및 경사각 주행을 주행 시스템 계산

- 동력차의 견인력은 전동기에서 발생하는 회전력이 차륜에 전달되어 차륜면에 발휘되는 힘을 말한다. 이때의 견인력은 차량의 특성, 차륜의 상태 및 점착계수, 차량연결량수 등에 의해 지배를 받게 되며 이 크기에 따라 운전의 제한요소가 결정되게 된다.

- 경사도 구동 시스템 계산 검토
- 경사도에서 물체가 움직이는 순간 힘의 벡터량
 - 수직항력(N) : $mg\cos\theta$
 - 최대정지 마찰력 : $\mu mg\cos\theta$ μ : 정지마찰 계수
 - $mg\sin\theta$ = 정지마찰력
 - 빗면 방향의 중력 : $mg\sin\theta$
 - 물체가 빗면 방향으로 받는 알짜힘(F) : $mg\sin\theta - \mu mg\cos\theta$
 - 물체가 받는 가속도 : $F = ma = mg\sin\theta - \mu mg\cos\theta$
 - $a = g\sin\theta - \mu g\cos\theta$



<가반하중을 고려한 모터 선정>

(2) 주행 시스템

- 구동부는 2-Wheel, 2-Caster로 구성되어 있으며 자체 프레임에 견고히 고정 되어 있지 않고 자유롭게 회동되는 별개의 부품으로 형성되는 차륜 지지용 휠 브라킷을 구비하여 구동휠이 축사 내의 접촉면 상태에 따라 자유롭게 유동이 가능하여 조향능력과 주행능력을 향상시키는 구조를 가진다.

■ 동고무휠

- 적재중량(kg) : 450kg/ea
- 8EA 사용
- 총 적재중량(kg) : 3.6TON

■ TILT 용 베어링 유니트
1) UCP308

윤활 종류	베어링 규격	베어링 유닛 종류	동적하중
속도 제한 리미트	40	외장 분해 재질	(구입) 주철
베어링 내공 형상	등용 용 고갈 나사	밀로링 종류	표준
전동계 재질	스틸	정확 용어 (mm)	90
표준 치차	간중	기본 정격 허용 회전 속도 (rpm)	45500
기본 정격 허용 정격 토크 (Nm)	24000	치차 종류	간중

■ 서버모터

1) 미쓰비시 / HG-KR73B(750w) 2EA

■ 감속기

1) ATG 감속기 / PGX90-H-2(50:1) 2EA

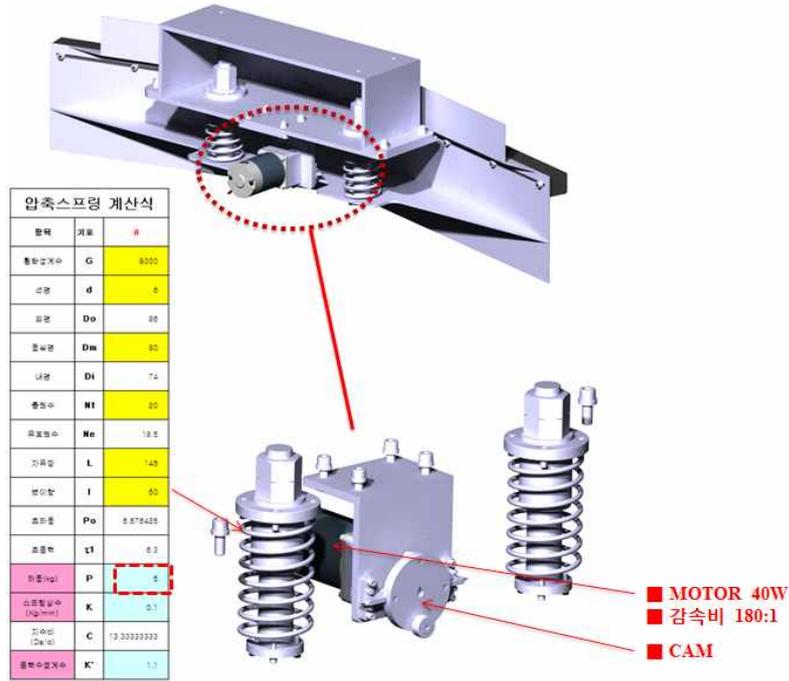
■ 압축스프링 계산식

항목	치수	비고
통径외경수	G	8000
선경	d	12
외경	Do	100
통내경	Di	80
내경	Di	80
중심수	Ni	4
표준치수	W	2.5
외경길이	L	100
변위량	f	80
스프링률	P	27.475
스프링비	Ni	0.3
부동치수	P	275
스프링비수	K	9.5
중심수	C	8
중심수외경수	K'	1.8

<구동 모터 및 압축 스프링 선정>

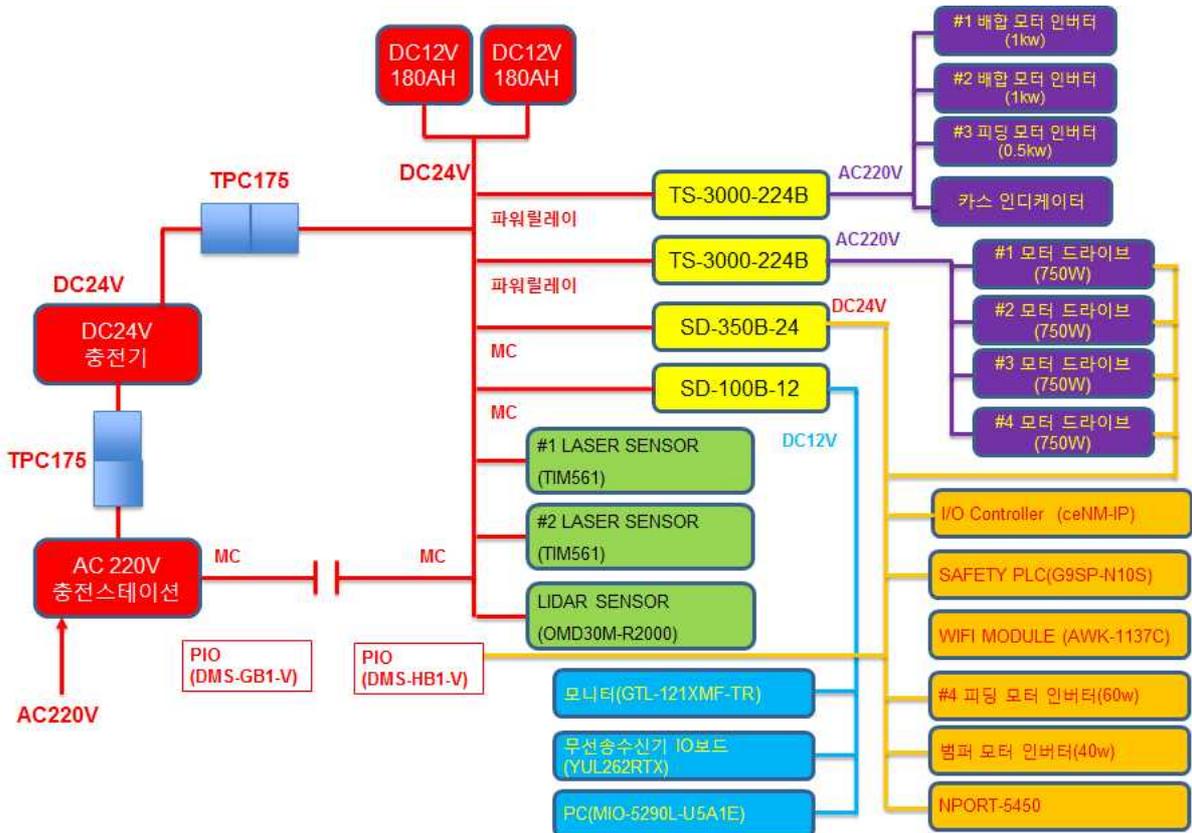
(3) 범퍼 시스템

- 경사면에 이동시 상하 이동이 가능한 범퍼 시스템 구축

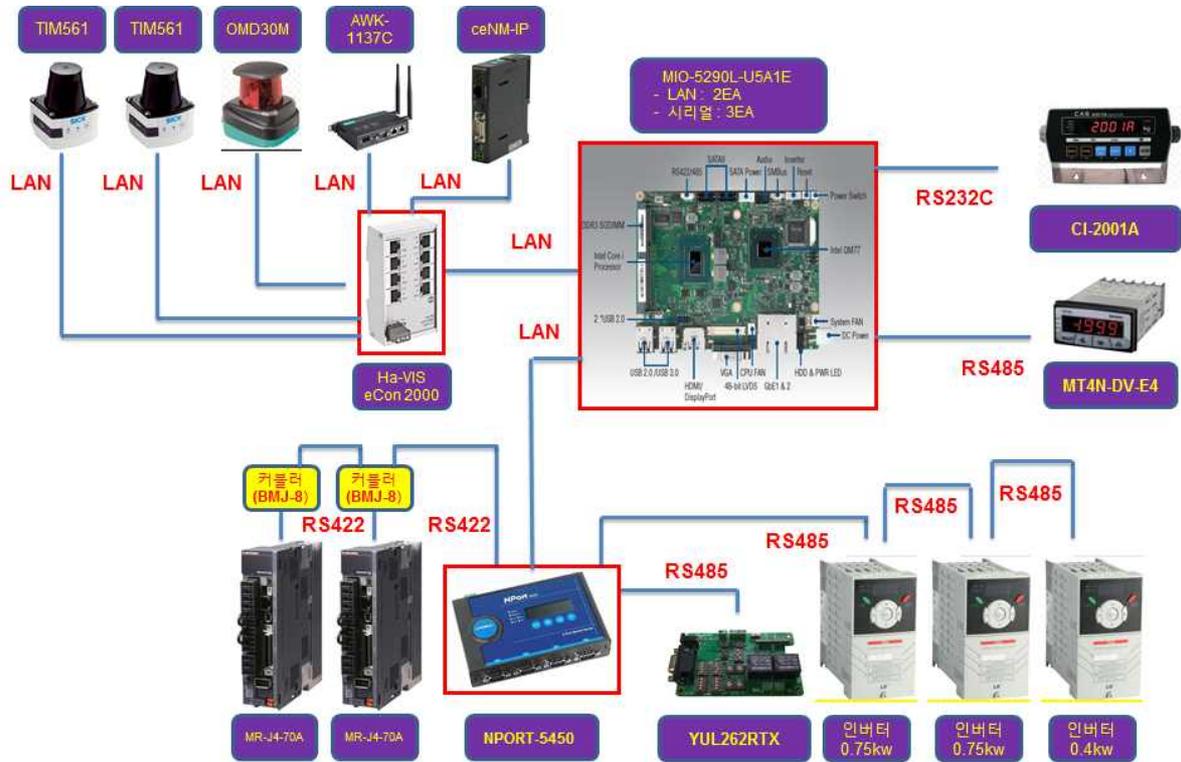


<UP/DOWN UNIT 모터 및 스프링 선정>

나. 자율주행로봇 플랫폼 제어 및 전장부 설계



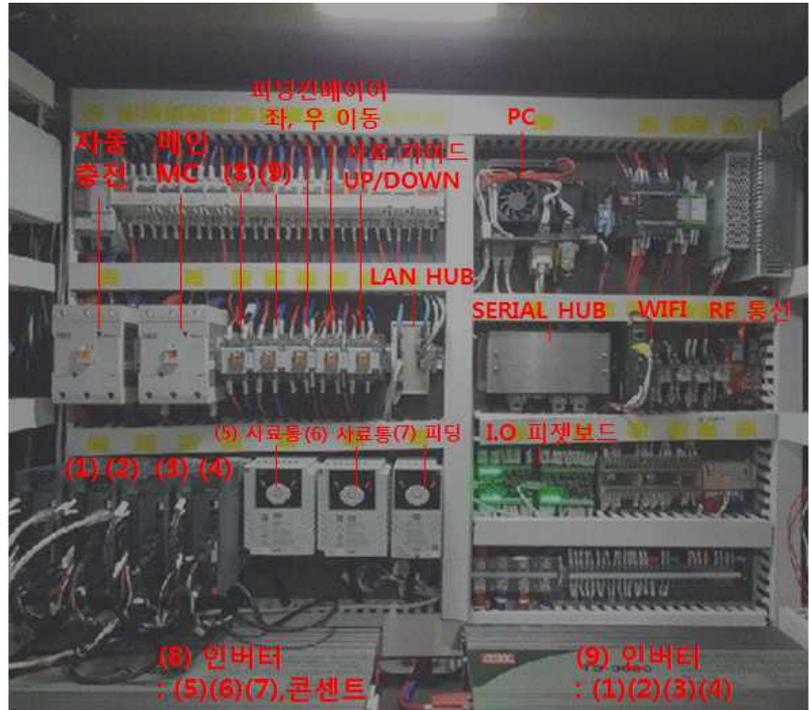
<전원부 개념도>



<통신부 개념도>

- ◆ 로드셀 인디게이터 : CI-2001A
- ◆ 안테나
 - WIFI 2EA
 - RF 1EA
- ◆ 작업등
- ◆ 클링팬, 팬필터
- ◆ 패널 상부에 라이다 센서 설치
- ◆ 패널 메타
- ◆ USB 포트 2EA, 랜 포트 1EA(커버형)
- ◆ 모니터 : GTL-121XMF-TR
 - 터치 기능 제외(모니터 COVER 제외)
- ◆ 스위치
 - RESET, AUTO/MANUAL, EMS, POWER OFF
- ◆ OPENING COVER
 - : 양쪽 개폐형으로 설계 요청

<자율주행로봇 플랫폼 전장함 외형 설명도>



<자율주행로봇 플랫폼 전장함 배치도>

다. 자동충전스테이션 개발

- 자율주행로봇을 위한 자동/수동모드 변환이 가능한 자동충전스테이션 개발
- 자율주행로봇과 자동충전스테이션의 통신 체계 정의

■ 납충전기(DD-8000-MAX-80A)

- 자동충전스테이션 내부에 설치
- 입력 : AC 220V 단상
- 출력 : DC 24V 80A

■ 자동 충전스테이션

1. OPNING COVER : SIDE 위치
2. SIDE COVER : 팬필터, 쿨링팬 설치
3. 수동충전케이블 필요(수동 충전용 스위치 필요)
4. 케이블 베어 설치

■ 입력부 : AC 220V 단상

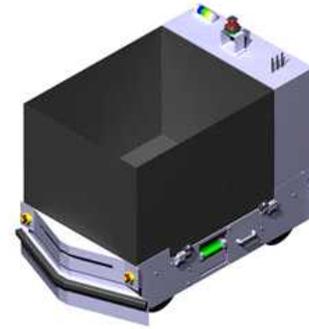
■ 수동 충전케이블 출력부 : DC 24V

■ 수동 충전용 케이블 길이

<자동충전스테이션 구조 설명>



◆ PIO 통신
: DMS-HB1-V



■ 자동충전스테이션

■ 모바일로봇

2. 작동 시작 전송
- 신호 타워: 녹색 점등

4. 작동 중
- 신호 타워: 녹색 점멸등

5. 작동 완료 전송
- 신호 타워: 황색 점등

◆ 고장시: 적색 점등

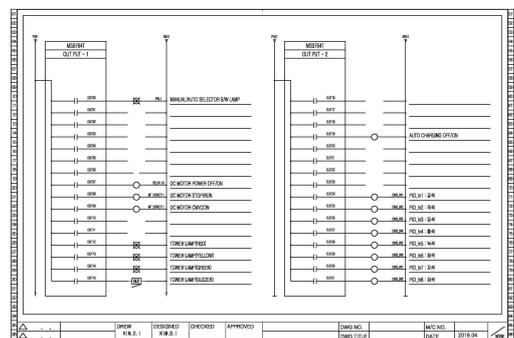
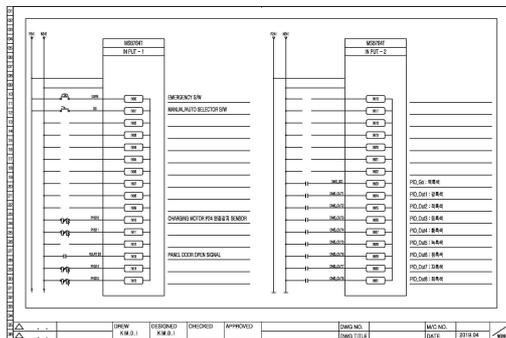
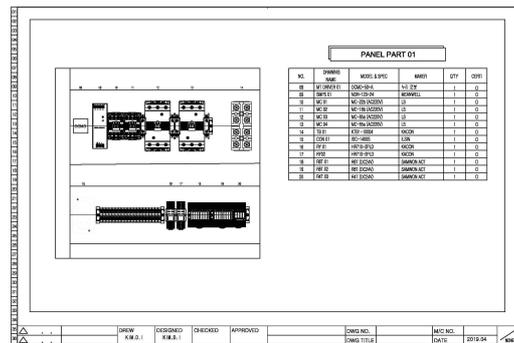
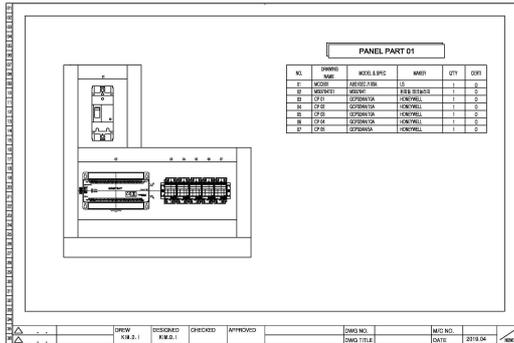
1. 자동충전스테이션 작동 명령 :
- 신호 타워: 황색 점등 (대기 중)

3. 자동충전스테이션 중지 명령 :
- 지정 전압 감지시
- 서버에서 작동 명령시
- 신호 타워: 황색 점등(대기 중)

6. 모바일로봇 주행시작

◆ 고장시: 적색 점등

<자동충전스테이션과 자율주행로봇 플랫폼 통신체계>



<자동충전스테이션 전장부 회로도면>

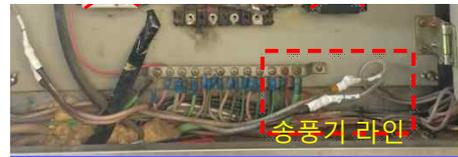
라. 측사용 통합제어함 제작

- 전남대학교 봉황농장에 통합제어함 배치

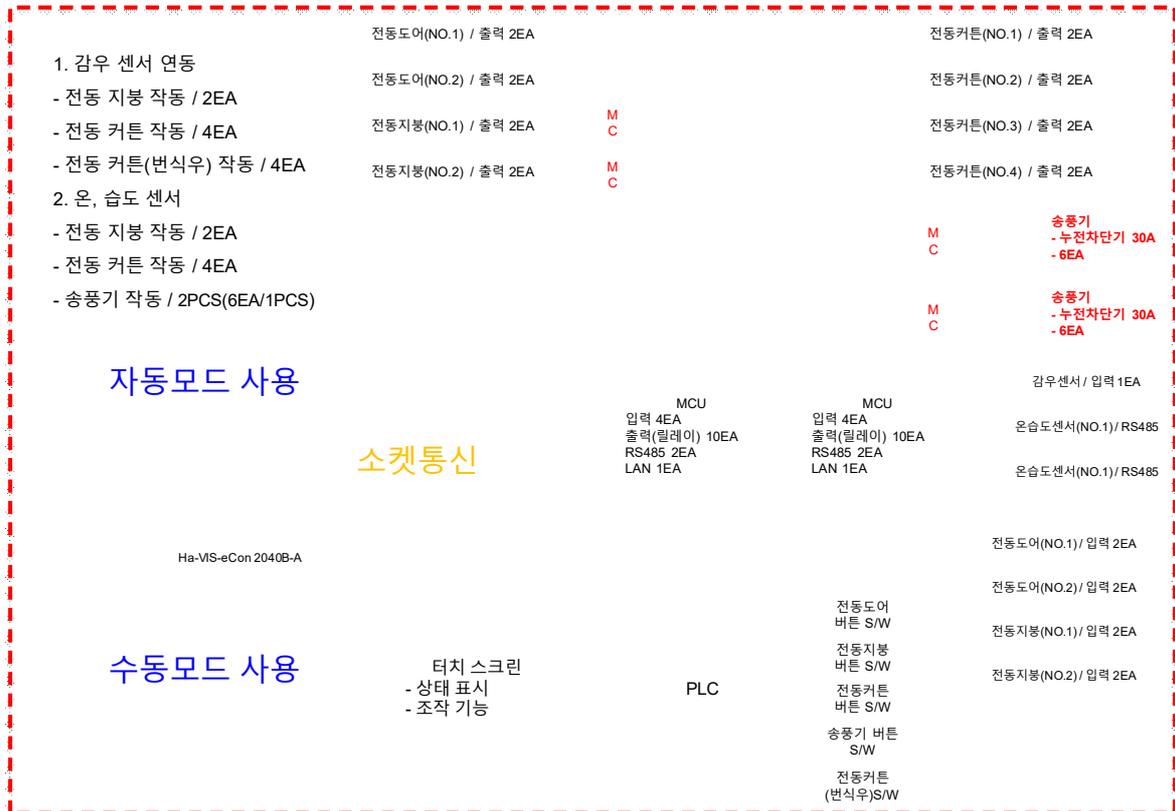
통합 제어함

통합제어함 라인

분전반



<기존 시설을 이용한 통합제어함 제작 및 배치>



<통합제어함 기능 블록도>

- ◆ 모드 선택 스위치(수동/자동)
- 수동시 로컬에서 작동
- 자동시 서버실에서 작동

- ◆ 터치스크린
- 작동상태 표시
- 작동연동 버튼

전원 램프

현재 미사용

비상정지(EMS) 스위치 : 모든 작동 정지

커튼 열림 버튼

도어 열림 버튼

커튼 정지 버튼

도어 정지 버튼

커튼 닫힘 버튼

도어 닫힘 버튼

지붕 열림 버튼

송풍기 운전 버튼

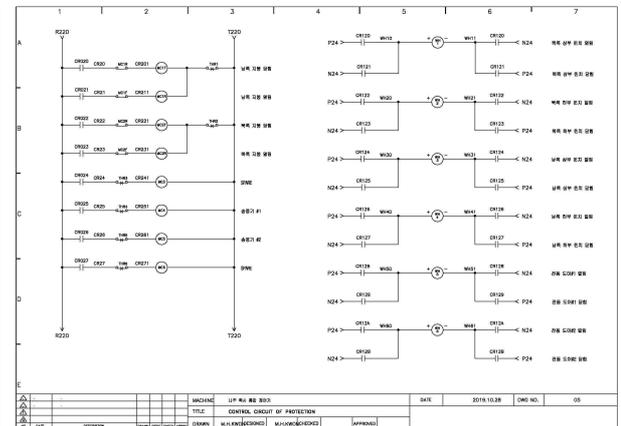
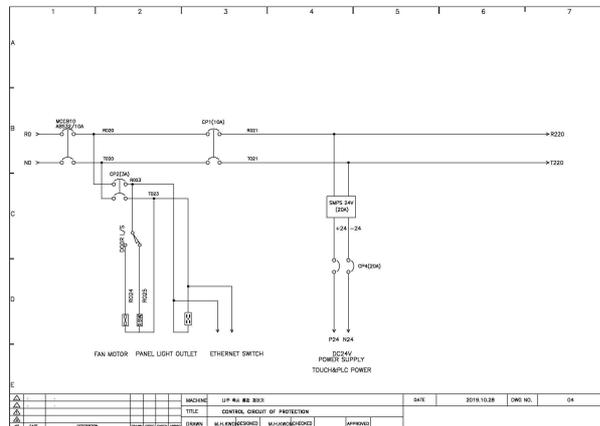
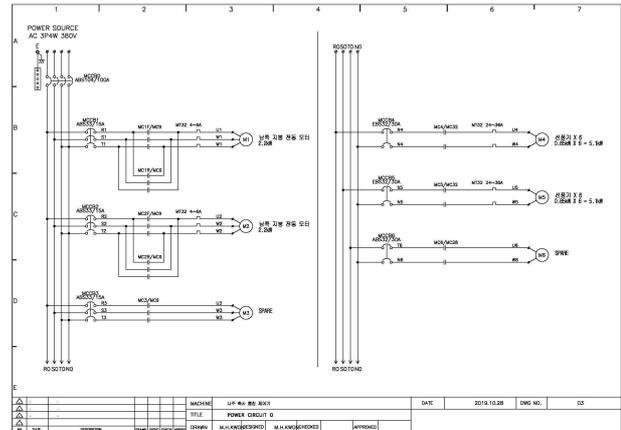
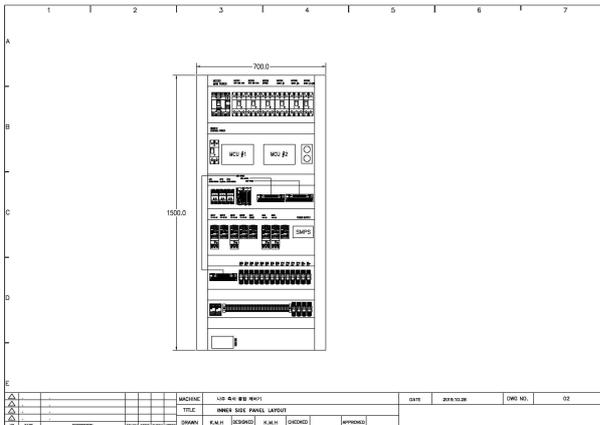
지붕 정지 버튼

송풍기 정지 버튼

지붕 닫힘 버튼

번식우 커튼 버튼
(열림/정지/닫힘)

<통합제어함 외부 스위치 설명>



- | | | |
|-----|-----|---|
| (1) | (4) | (1) 믹서가동
: 믹서가동 및 유압펌프 가동 |
| (2) | (5) | (2) 믹서정지
: 믹서정지 및 유압펌프 정지 |
| (3) | | (3) 모드 선택
- 수동 : 수동 조작
- 자동1 : 레일자동 모드
- 자동2 : 모바일로봇 연동 모드 |
| | | (4) 앞문열림(누르고 있어야 함)
- 컨베이어 하강 -> 개폐창 열림 -> 컨베이어 회전 |
| | | (5) 앞문닫힘(누르고 있어야 함)
- 컨베이어 정지 -> 개폐창 닫힘 -> 컨베이어 상승 |
| | | (6) 변속
- 저속 : TMR 사료 배합시 사용
- 고속 : TMR 사료 외부 배출시 사용 |
| (6) | (7) | (7) 수동 컨베이어배출(누르고 있어야 함)
: 잔류 TMR 사료가 있을시 사용 |
| | (8) | (8) 유압펌프 : 항상 가동으로 선택 |

<TMR 배합기 수동모드>



■ 레일 자동화(TMR 사료 배합은 수동)

1. 유압펌프 : 항상 가동으로 선택
2. 모드 선택 : 자동 1
3. AUTO START
 - 누름 : 자동 시작
 - 누름 : 일시 정지
 - 누름 : 재시작
4. 컨베이어 DOWN 및 개폐창(양 측면) 열림
5. 컨베이어 벨트 동작
6. 믹서 가동(고속 모드)
7. TMR 배합기 전진(유압모터)
8. 리미트스위치(2번) 감지(완료 위치 감지)
9. TMR 배합기 정지
10. 믹서 정지
11. 컨베이어 벨트 정지
12. 컨베이어 UP 및 개폐창(양 측면) 닫힘
13. TMR 배합기 후진(유압모터)
14. 리미트스위치(1번) 감지(복귀 위치 감지)
16. TMR 배합기 정지

<TMR 배합기 자동모드(레일자동화)>

Auto
Start

Mode

유압펌프

■ 자율주행로봇 연동 모드 (TMR 사료 배합은 수동)

1. 유압펌프 : 항시 가동으로 선택
2. 모드 선택 : 자동 2
3. AUTO START
4. TMR 배합기 전진(유압모터)
5. 리미트스위치(2번,3번) 감지
6. 대기
7. 모바일로봇 도착(시작 신호 보냄)
8. TMR배합기 작동 준비(회신 신호 보냄)
9. 컨베이어 DOWN 및 개폐창(한쪽 측면) 열림
10. 컨베이어 벨트 동작
11. 믹서 가동(고속 모드)
12. 모바일로봇에서 정지 신호 보냄
13. TMR배합기 정지 준비(회신 신호 보냄)
14. 믹서 정지
15. 컨베이어 벨트 정지
16. 컨베이어 UP 및 개폐창(양 측면) 닫힘
17. TMR배합기 작업 종료 신호 보냄(5초간)
18. 모바일로봇 이동 시작(TMR 사료 공급 시작)

<TMR 배합기 자동모드(자율주행로봇 연동)>

(이상알람 해제)

(TMR 사료 무게 표시)

(현재 날짜, 시간)

(유압 모터 정지)

(믹서 가동 정지)

(TMR 배합기
위치 상태 표시)

(믹서 역가동 정지)

(좌측이동 버튼)

(우측이동 버튼)

(이상상태 표시)

(배합기 뒷문 닫힘)

(배합기 앞문 닫힘)
- 앞문 닫힘 및 컨베이어 위치 복귀

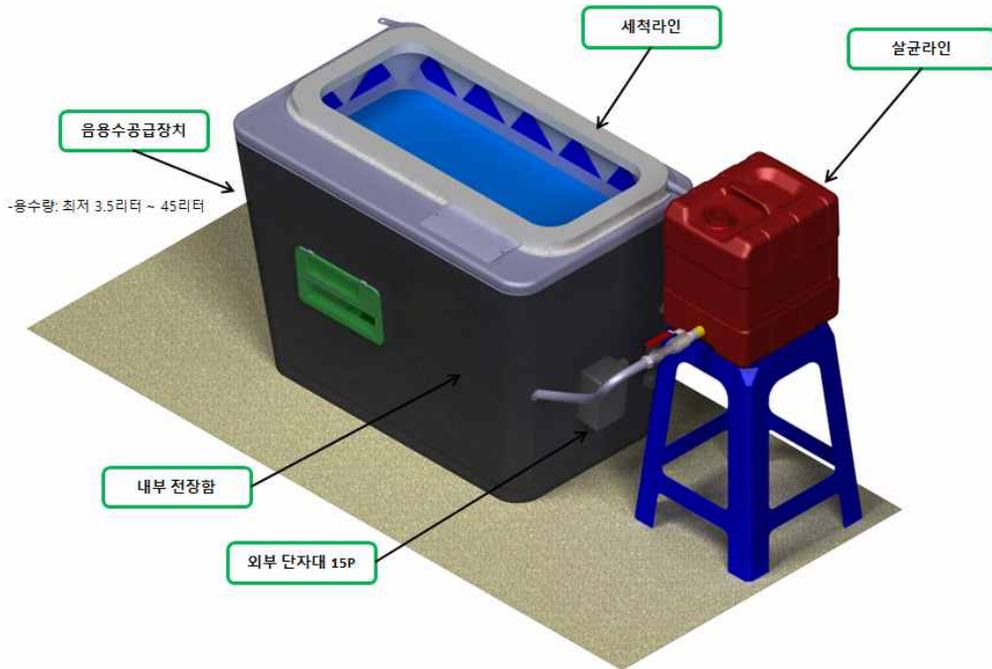
(컨베이어 작동 정지)

<TMR 배합기 터치스크린 화면 구성(운전화면)>

바. 음용수 공급장치 자동화

(1) 음용수 공급장치 외부

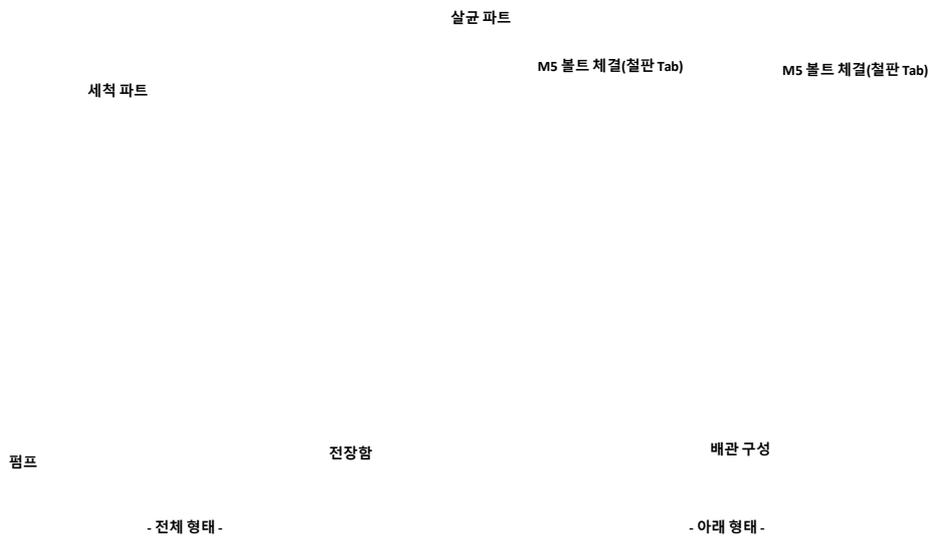
- 기존 수동 음용수 공급장치에 폐수, 살균, 세척 동작 기능을 추가하여 자동화로 구성
- 내부 전장함 안에 있는 통합 보드를 통해 제어 시퀀스를 동작
- LAN Ethernet 통신을 이용해 서버 PC에서 동작을 직접 실행



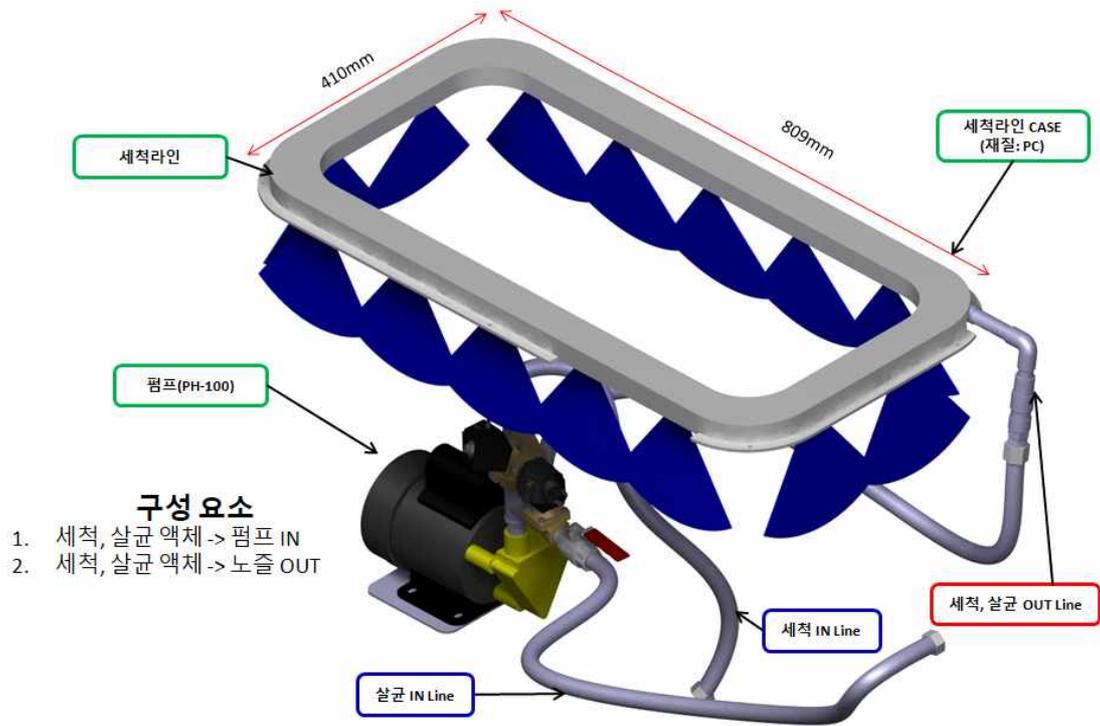
<음용수 공급장치 자동화 구성>

(2) 음용수 공급장치 내부(세척, 살균부분)

- 펌프를 통해 세척을 하며, 외부 피톤치드 액을 이용한 살균 작업으로 구성
- 내부 전장함 안에 있는 통합 보드를 통해 제어 시퀀스를 동작



<음용수 공급장치 내부 기구 배치>



<음용수 공급장치 내부 구성(세척, 살균라인)>

6.5° 세척 각도

노즐 분사 각도 72°

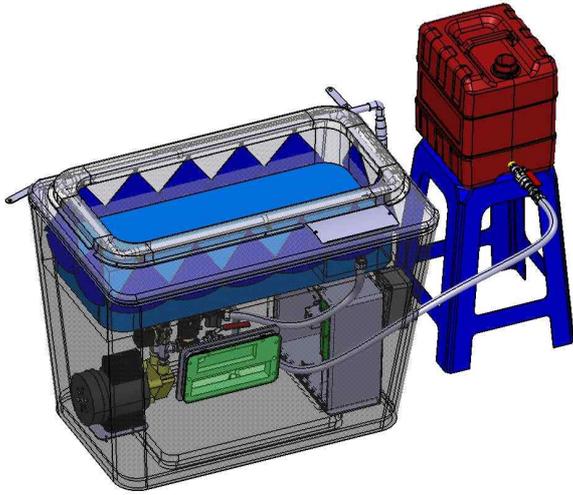
<구성 요소>

Nozzle 72' 14ea npt ½ 나사 규격

<음용수 공급장치 세척노즐 구성(세척라인)>

(3) 음용수 공급장치 전장부

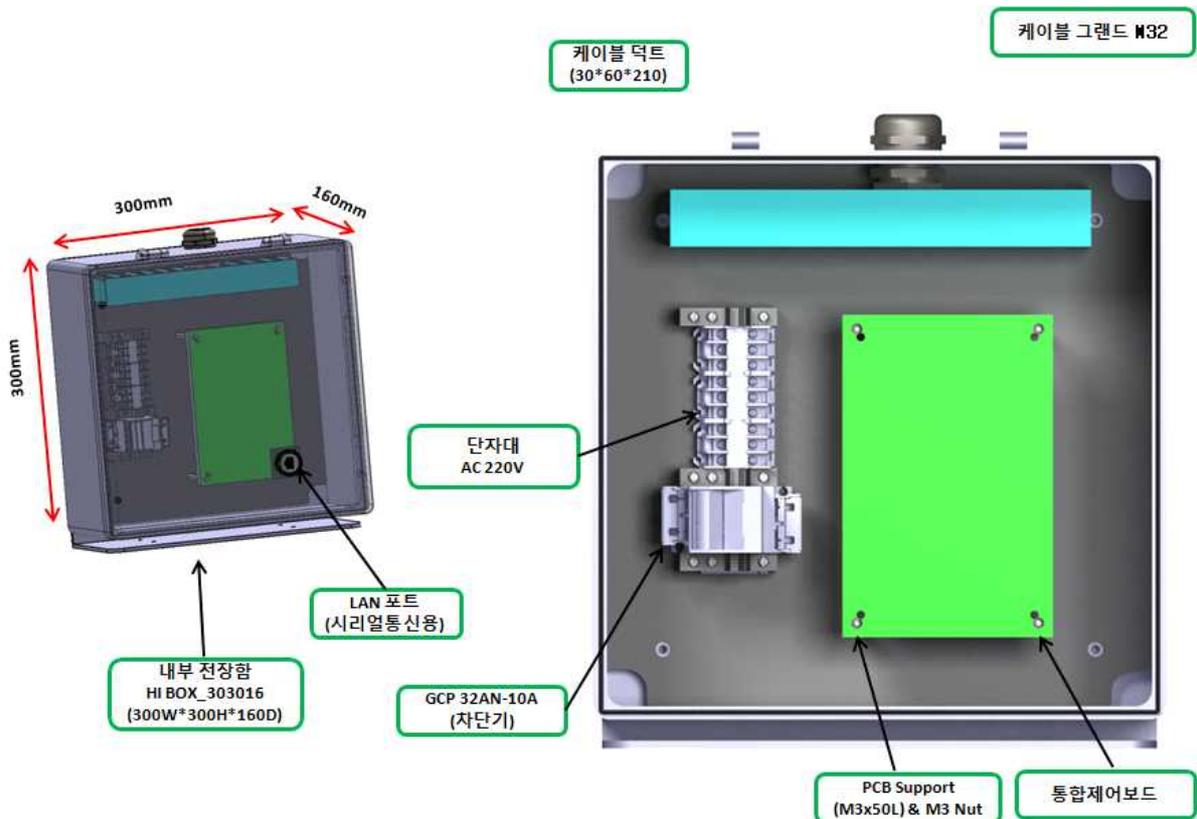
- 기존 수동 음용수 공급장치와 통합제어보드가 담긴 제어함을 외부에 있는 15P 단자박스를 통하여 전장 결선



전원

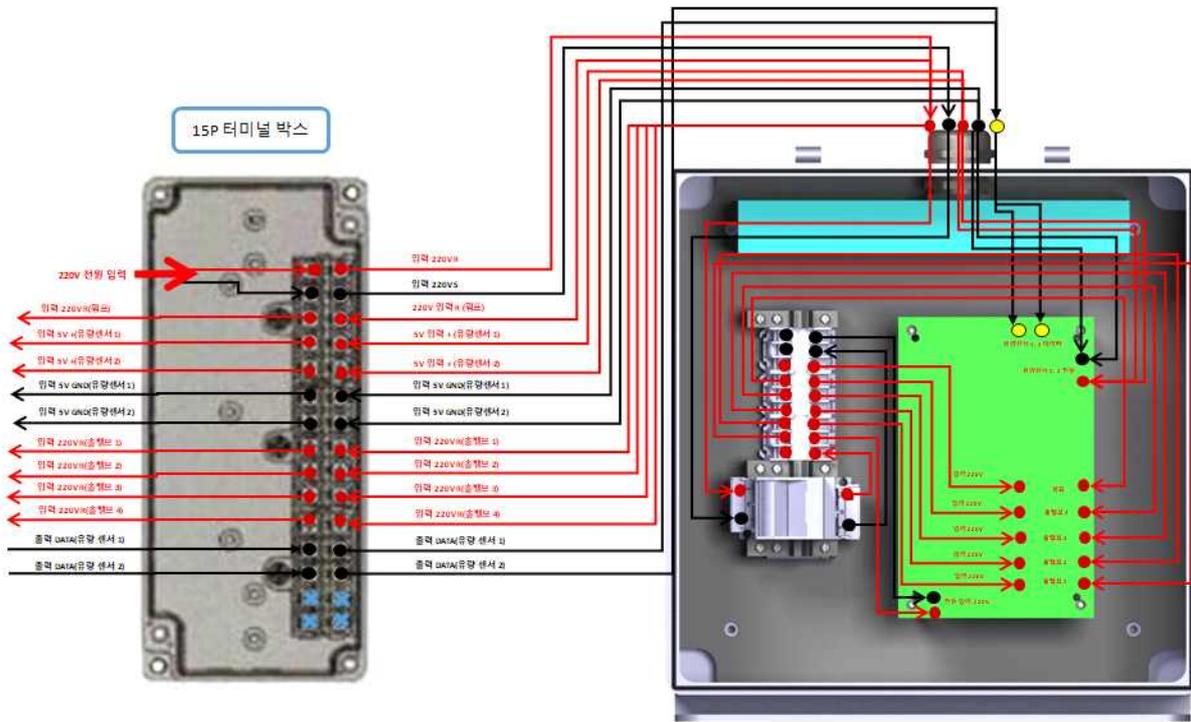
<음용수 공급장치 외부 결선>

- 기존 수동 음용수 공급장치에 통합제어보드가 담긴 제어함을 장착하여 음용수 공급장치를 자동화로 구성



<음용수 공급장치 내부 전장함 구성>

- 음용수 공급장치 내부 센서를 외부 15P 단자박스를 통해 통합제어보드가 담긴 제어함과 연결된다.



<음용수 공급장치 내의 전장합 결선 구성>

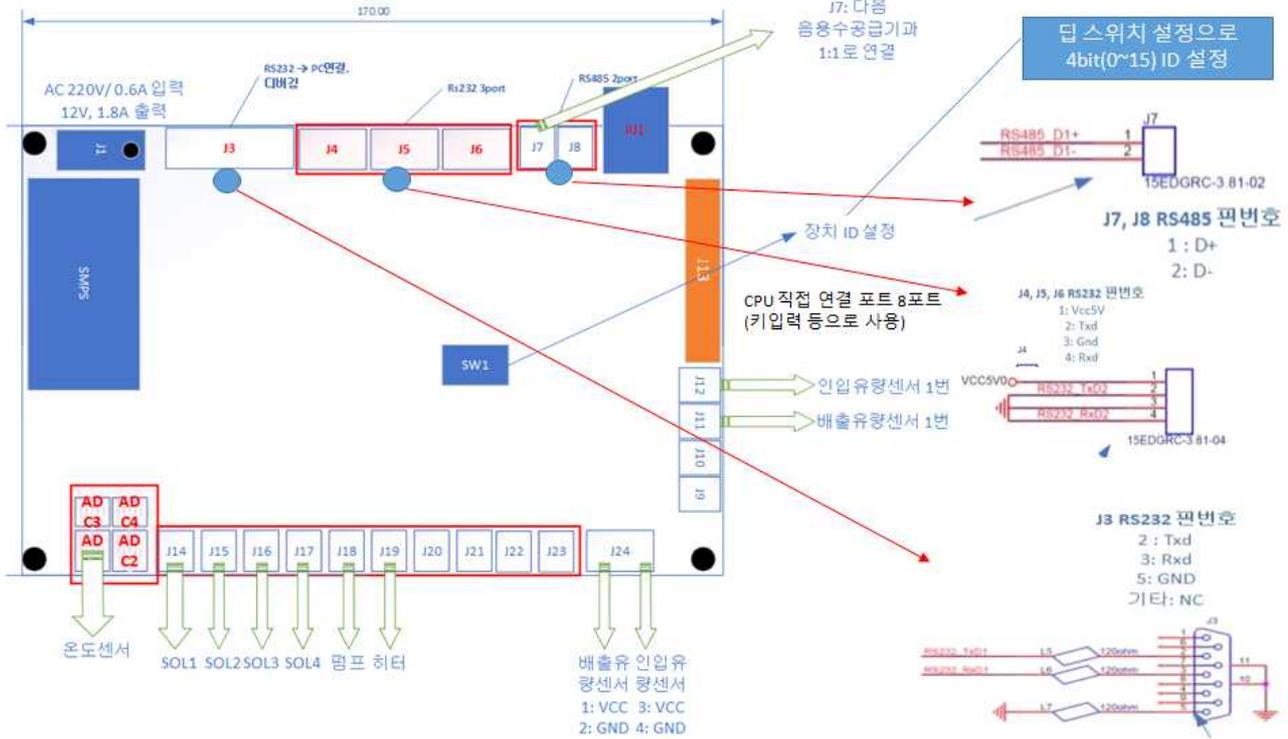
(4) 음용수 공급장치용 통합제어기 구성

- 기존 수동 음용수 공급장치 내부(제어함의 구성요소)에 있는데, 전원 공급뿐만 아니라 릴레이 역할 및 외부 시리얼 통신, 작업 시퀀스를 동작시키는 역할을 맡고 있다.



① 소스 다운로드 포트

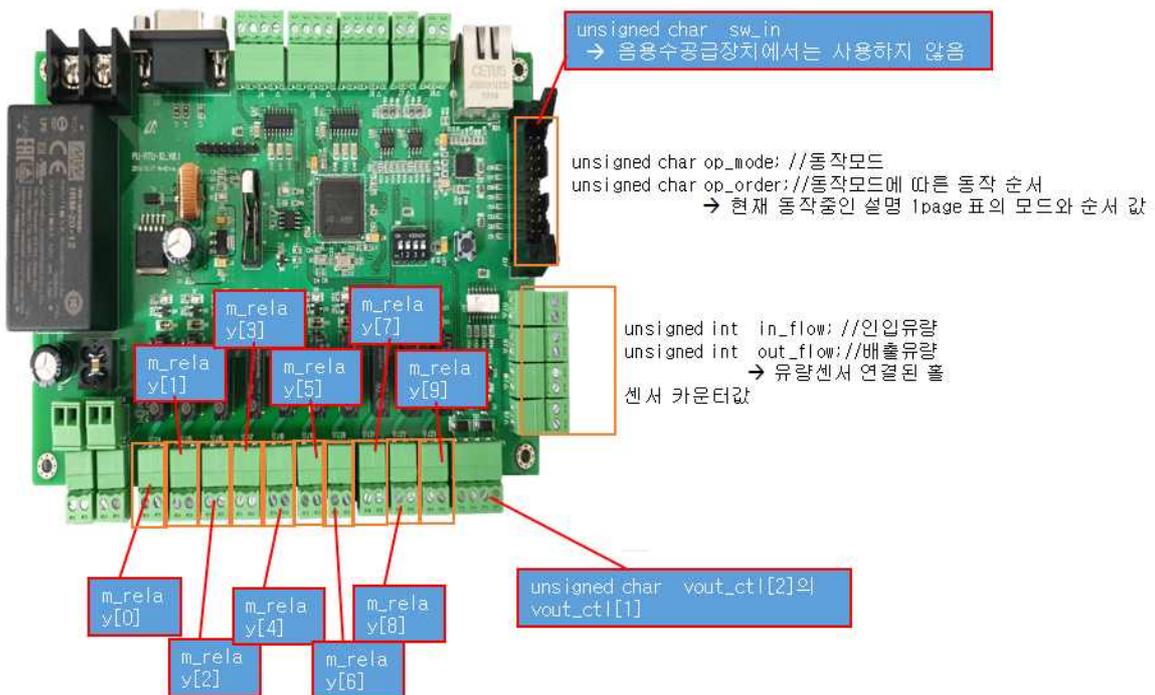
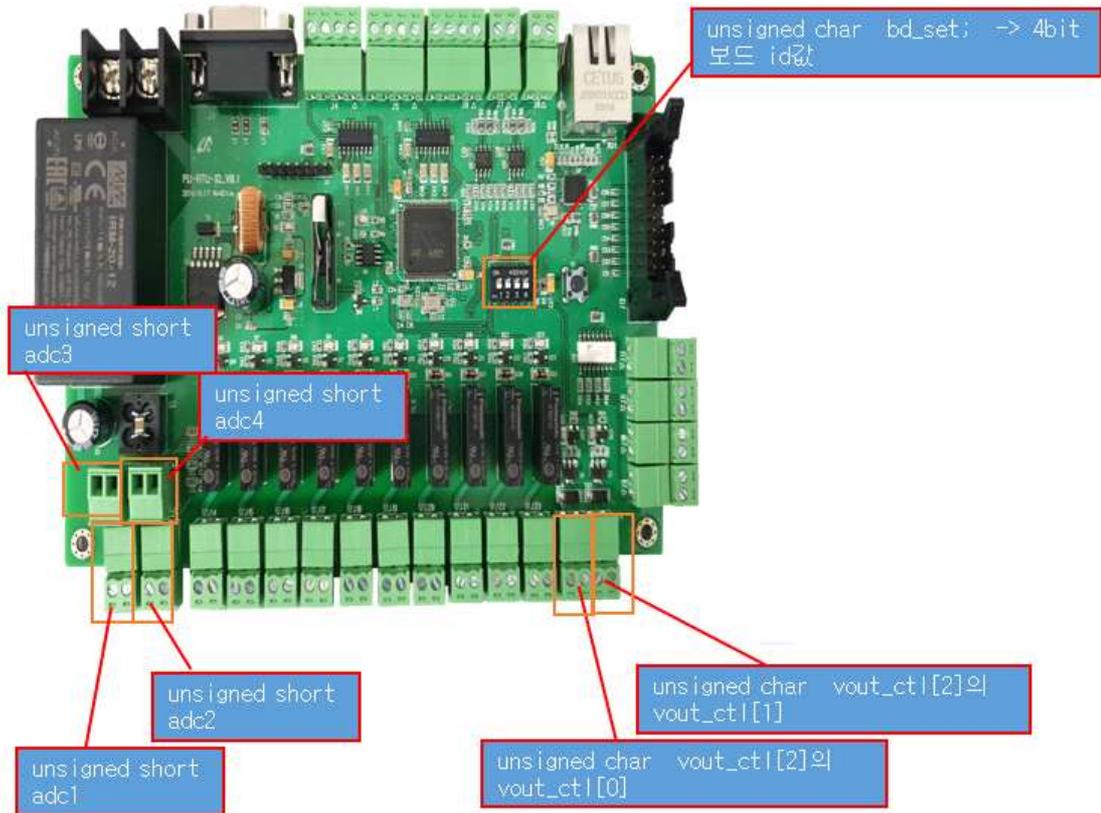
<음용수 공급장치용 통합제어기 제작>



<음용수 공급장치용 통합제어기 포트별 기능 설명>

<표. 음용수 공급장치용 통합제어기 연결 구성 부품>

NO.	품명	사양(1EA 기준)	수량	신호 방식	그림
1	#1 솔밸브(Normal Open)	15A 솔밸브(DC220V/0.09A) 20W	1	보드 릴레이 연결	
2	#2,3,4 솔밸브(Normal Close)	15A 솔밸브(DC220V/0.09A) 20W	3	보드 릴레이 연결	
3	유량센서	YF-201B(DC5V/0.4A) 4.8W	2	보드 유량 단자 연결	
4	펌프	PH-WM100(AC220V, 1.6A) 360W	1	보드 릴레이 연결	



<음용수 공급장치용 통합제어기 상태 구조체>

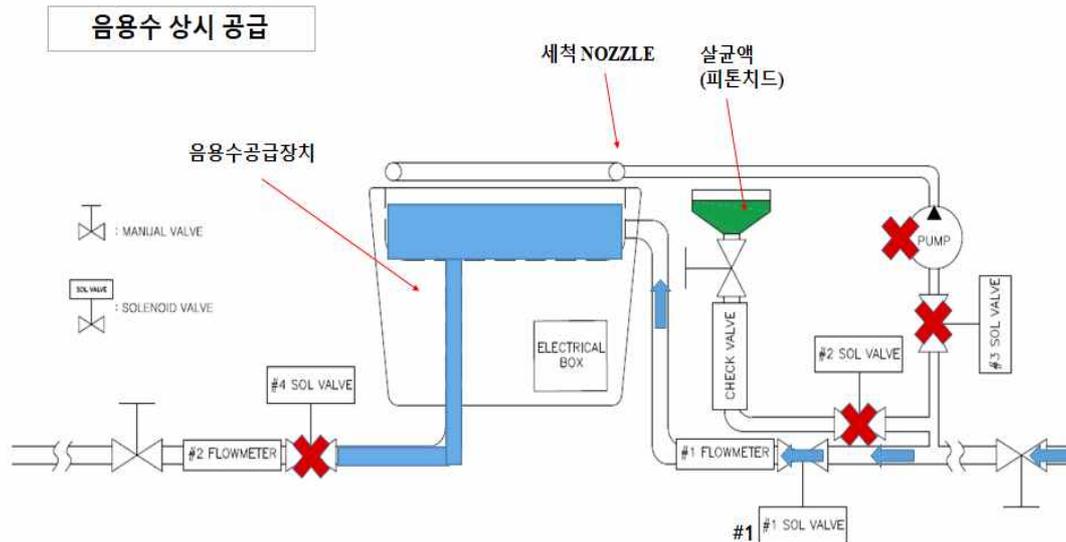
(5) 음용수 공급장치 자동화 시퀀스 동작

- 음용수 공급장치 동작 설정

- 수동: 웹서버에서 원하는 동작 시나리오만 실행 가능
- 자동: 설정한 값에 따라 동작 시나리오를 순차적으로 수행함
- 동작에 대한 결과 데이터시트는 웹서버에서 관찰 가능함

○ 음용수 공급장치 동작 시나리오: 상시공급

수동 TEST 시나리오 # 0

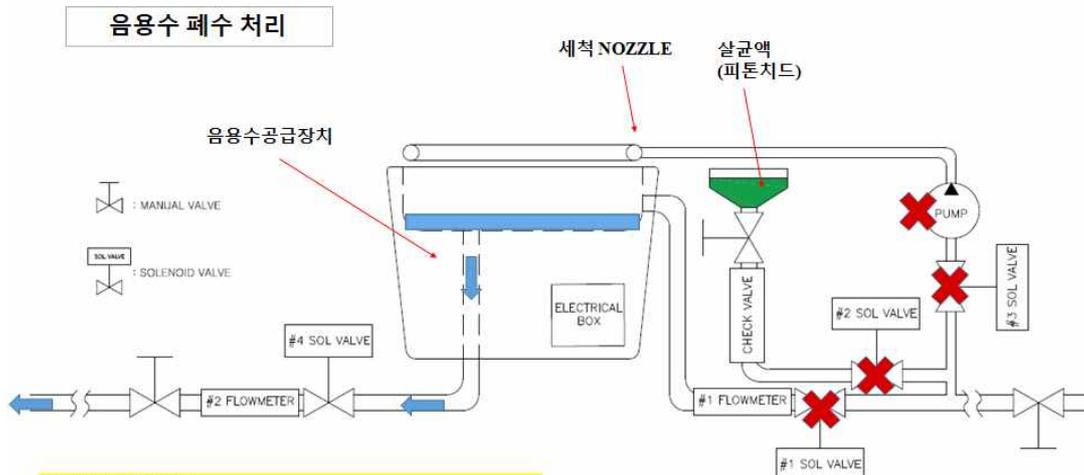


- ◆ 음용수 상시 공급
- #1, #2, #3, #4 SOL VALVE : OFF ▶ 물을 상시 공급
* #1 SOL VALVE는 '상시 열림', 나머지 SOL VALVE는 '상시 닫힘'

<음용수 공급장치 상시공급 시나리오>

○ 음용수 공급장치 동작 시나리오: 폐수처리

수동 TEST 시나리오 # 1



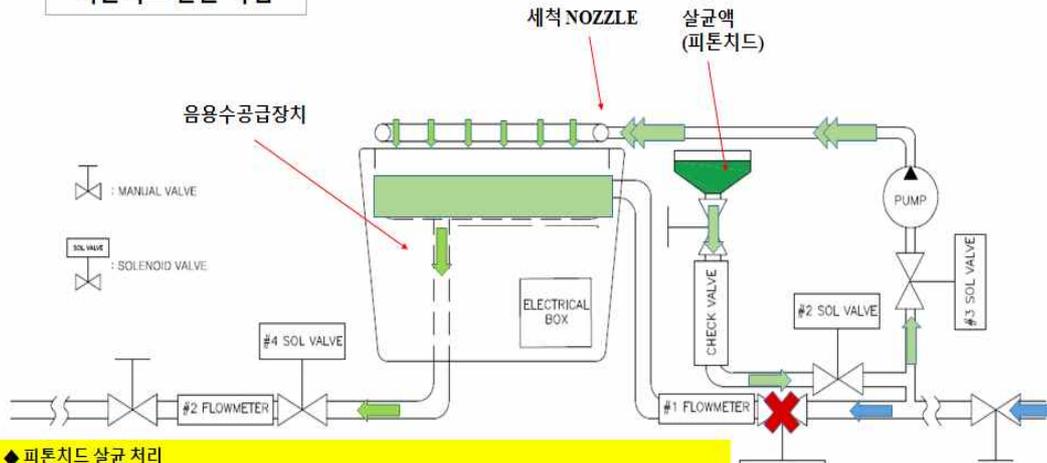
- ◆ 음용수 폐수 처리
- #2 SOL VALVE, #3 SOL VALVE : OFF
#1, #4 SOL VALVE : ON ▶ 남아있는 물을 먼저 폐기한다.
 - #2 유량 센서 데이터가 없을 시, #4 SOL VALVE : OFF
 - #1, #2, #3, #4 SOL VALVE : OFF ▶ 물을 상시 공급
* #1 SOL VALVE는 '상시 열림', 나머지 SOL VALVE는 '상시 닫힘'

<음용수 공급장치 폐수처리 시나리오>

○ 음용수 공급장치 동작 시나리오: 살균작업

수동 TEST 시나리오 # 2

피톤치드 살균 작업



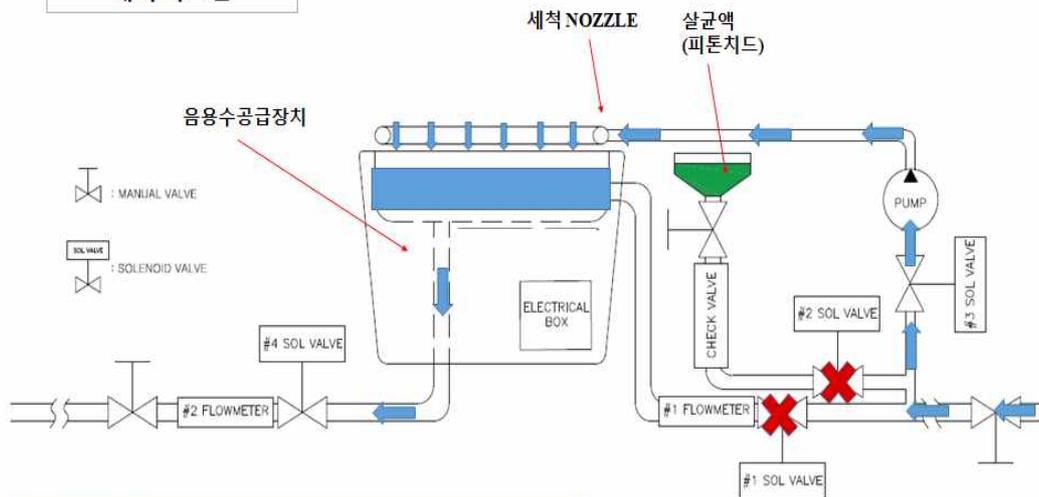
- ◆ 피톤치드 살균 처리
- #2 SOL VALVE, #3 SOL VALVE : OFF
#1, #4 SOL VALVE : ON
▶ 남아있는 물을 먼저 폐기한다.
 - #2 유량 센서 데이터가 없을 시, #4 SOL VALVE : OFF, #2, #3 SOL VALVE, PUMP : ON
 - #1 Timer Set (피톤치드 투입 시간) → #2, #3 SOL VALVE, PUMP : OFF, ▶ 펌프를 통해 피톤치드 투입
 - #2 Timer Set (살균 소요 시간) → #1 SOL VALVE : OFF, #4 SOL VALVE : ON
 - #2 유량 센서 데이터가 없을 시, #4 SOL VALVE : OFF
▶ 살균 작업 후, 섞인 물을 폐기
 - #1, #2, #3, #4 SOL VALVE : OFF
▶ 물을 상시 공급
- *#1 SOL VALVE는 '상시 열림', 나머지 SOL VALVE는 '상시 닫힘'

<음용수 공급장치 살균작업 시나리오>

○ 음용수 공급장치 동작 시나리오: 세척작업

수동 TEST 시나리오 # 3

세척 시스템



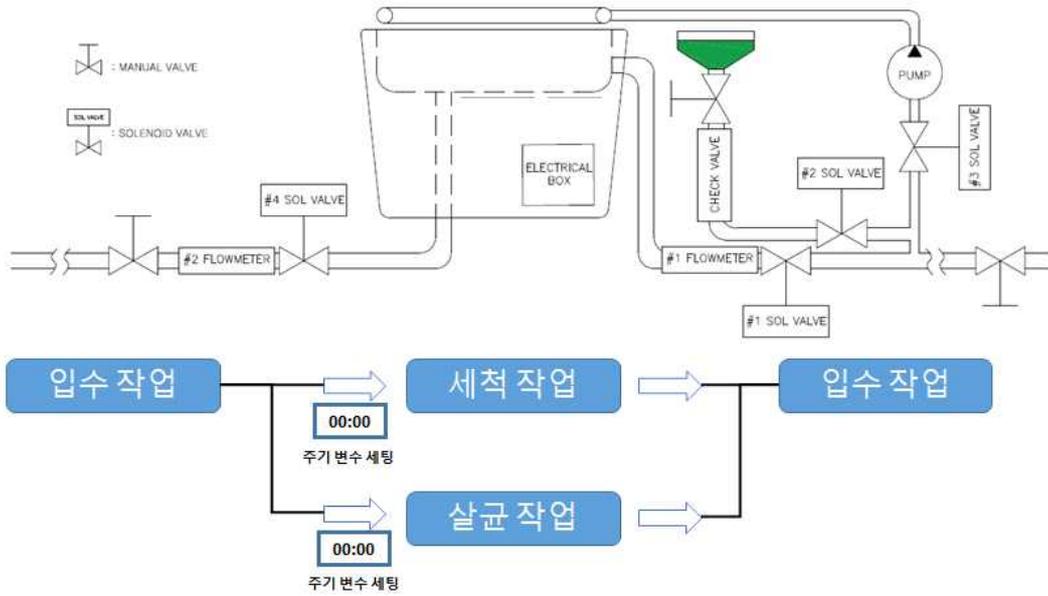
- ◆ 세척 시스템
- #1, #2 SOL VALVE : OFF
#3, #4 SOL VALVE, PUMP : ON
▶ 펌프를 작동, 세척 노즐로 음용수장치 세척
 - #1 Timer Set (펌프 작동 시간) → #3 SOL VALVE, PUMP : OFF
 - #1, #2, #3, #4 SOL VALVE : OFF
▶ 물을 상시 공급
- *#1 SOL VALVE는 '상시 열림', 나머지 SOL VALVE는 '상시 닫힘'

<음용수 공급장치 세척작업 시나리오>

○ 음용수 공급장치 동작 시나리오: 자동작업

자동 TEST 시나리오

자동 작업



- ▶ 설정된 셋팅 값에 따라 세척 작업과 살균작업이 동작
(두개의 작업 중 어느 한 개라도 자동운행 설정한 시간이 되면 시나리오가 실행된다.)

<음용수 공급장치 자동작업 시나리오>

사. 웹 기반 ICT 기자재 패키지 원격 및 모니터링 프로그램 개발(Web Server 개발)

(1) 사용자 정의

(가) 사용자 분석

- 프로그램 타겟층은 50대 후반 이상의 저학력의 고령 농민이다.

사용자 정보	연령: 50대 이상 교육: 고졸이하 숙성: 저녁에 일찍 자고 새벽에 일찍 일어나. 인터넷 취약 계층. 영어 취약 계층.
사용자 사용 목적	축산 숙련자들의 고령화, 부족한 일손으로 인해 고된 노동량으로 인해 힘들어 하는 축산 농가의 편의성을 제공하고자 축사에 ICT 연동의 기자재 및 자동 급이 로봇 도입하여 원격으로 모니터링 및 제어를 가능하게 하는데 그 목적이 있다.
사용자 접속환경	인터넷 이용 시간: 2시간/일 컴퓨터 활용 정도: 중급/하급 웹사이트 방문 목적: 이메일 체크, 인터넷 बैं킹 데스크탑 PC 보다 모바일 웹이나 모바일 앱 등 모바일에 접속이 많음

<사용자 분석 정보>

(2) 프로그램 개발 정의

(가) 프로그램 개발 목적

- 웹기반 ICT 패키지 원격 및 모니터링이 가능한 웹 어플리케이션 서버와 웹서버 개발
- 축산과 자동 로봇 시스템 연계 기술 개발 및 ICT 기반 기술을 연계한 웹 개발

(나) 프로그램 개발 목표

- ICT 기자재 패키지와 웹 서버의 연동을 통해 원격 모니터링 및 제어 가능
- 사육 단계별 조사료 급이, 음용수 공급장치, 송풍기 연계 생육환경 관리 등 총 3개 데이터베이스 구축

(다) 프로그램 특징

- 축산업 종사자의 고령화에 따른 편의를 위해 음용수 공급장치 및 송풍기 등의 센서 장치들, 자율주행 급이 로봇을 통한 급이를 제공한다.
- 이를 제어하는 로봇제어시스템(Robot Control System: RCS 로봇컨트롤시스템)을 통해 로컬 제어와 ICT기반으로 IOT 장비들을 원격 모니터링 및 제어 가능하다.
- 반응형 웹어플리케이션 프로그램으로 어떤 모바일 장치에서도 접속 가능하다.

(라) 프로그램 개발 범위

- IOT 장비들을 웹사이트에서 모니터링 및 제어가 가능하다.
- 통신 방식은 IOT 표준 프로토콜인 MQTT를 사용하고, Json 데이터 포맷을 이용한다.
- 자동 로봇 송/수신 및 서버 제어 명령은 MQTT 통신 기반으로 Json 데이터 방식을 개발한다.
- 로컬 서버 정보 입력(센서 정보)는 RESTfull API 적용하여 웹서버에 수신한다.

- 장비들의 관련 데이터는 DB저장 및 조회 가능하다.
- IP 카메라와 연동할 때 업체 제공 웹사이트를 이용한다.
- 문자 서버와 연동하여 문자로 알람을 보낸다.

(마) 성공기준

- 한우사 영상/장애물/온도/습도 모니터링 프로그램 개발
- 송풍기 상태/음용수 공급장치 상태 모니터링 프로그램 개발
- 생육 기간별 상태 관리 프로그램 개발
- 사육단계별 조사료, 정밀 급이, 음용수 공급장치, 가변형 송풍기 상용화 연계 , 생육환경 데이터베이스 구축

(바) 기술적 요구사항

- 기자재의 ICT 기술 연동
- ICT 기자재와 서버의 원격 통신망 안전성/신뢰성, 접속 성공률, 접속 방법의 편리성
- 원격 웹 서버와의 통신을 위한 고정IP 필요.(포트포워딩으로도 가능)
- 웹 서버 구축 구성
- WIFI 통신 및 표준규격 통신에 따른 개발
- 단말 환경의 오류, 문제점 및 구성 환경 테스트
- 관련 정보 데이터베이스 확보, 보관 및 이용 환경

(사) 개발환경

- 웹서버 PC를 별도로 운영한다.
- 웹서버 개발 환경은 OS를 제외하고 무료 라이선스를 사용한다.
- “급이농장” 웹서버는 아래와 같은 환경에서 개발되었다.

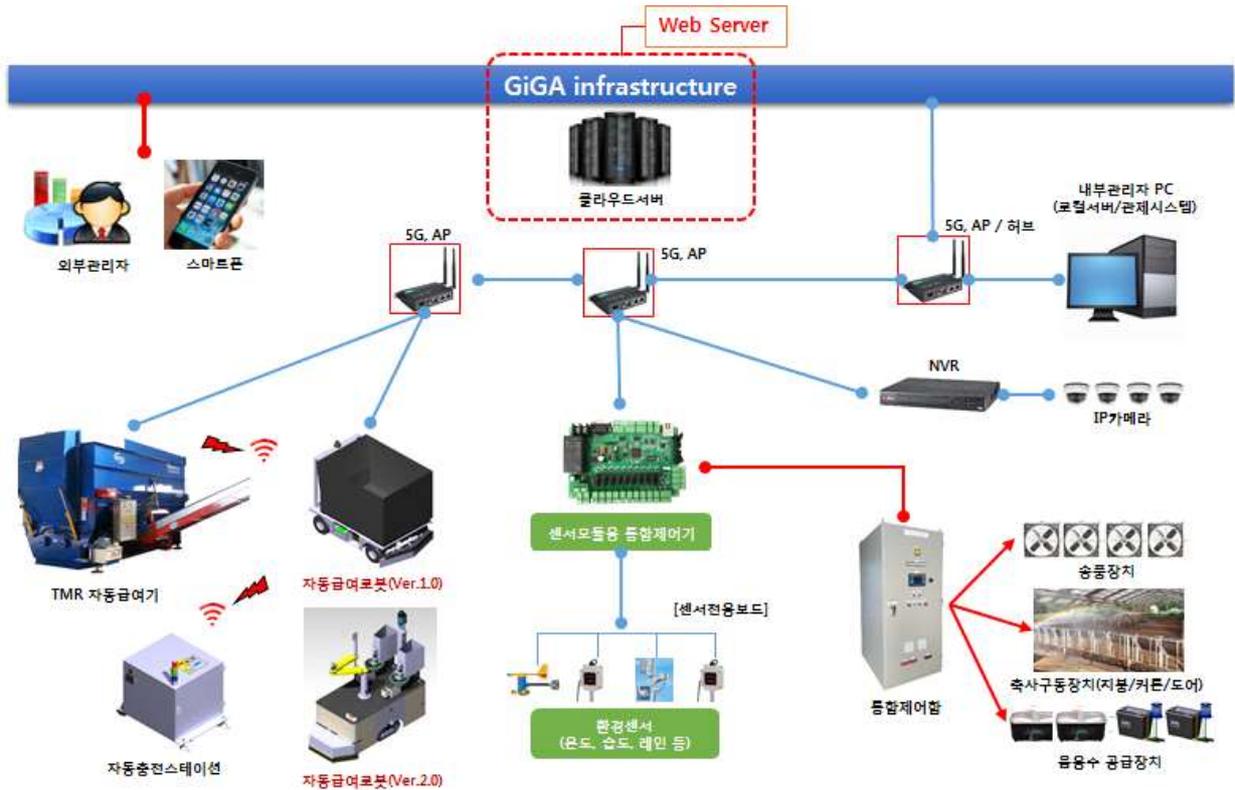
구분	내용
OS	Windows 2016 Server
Web Server	Apache
DB	MariaDB
언어	HTML5, Javascript, CSS, PHP, C++(MFC)
라이브러리	jQuery - HTML 클라이언트 사이드 조작 라이브러리 pixi.js - 2D 이미지 처리(로봇 이동 뷰어) chart.js - 차트 생성 라이브러리 Bootstrap - 반응형 디자인 라이브러리 mosquitto - MQTT 통신 라이브러리 happyHttp - Restful API 연계통신용 라이브러리

<개발 환경도>

(3) 구성도

(가) 하드웨어 구성도.

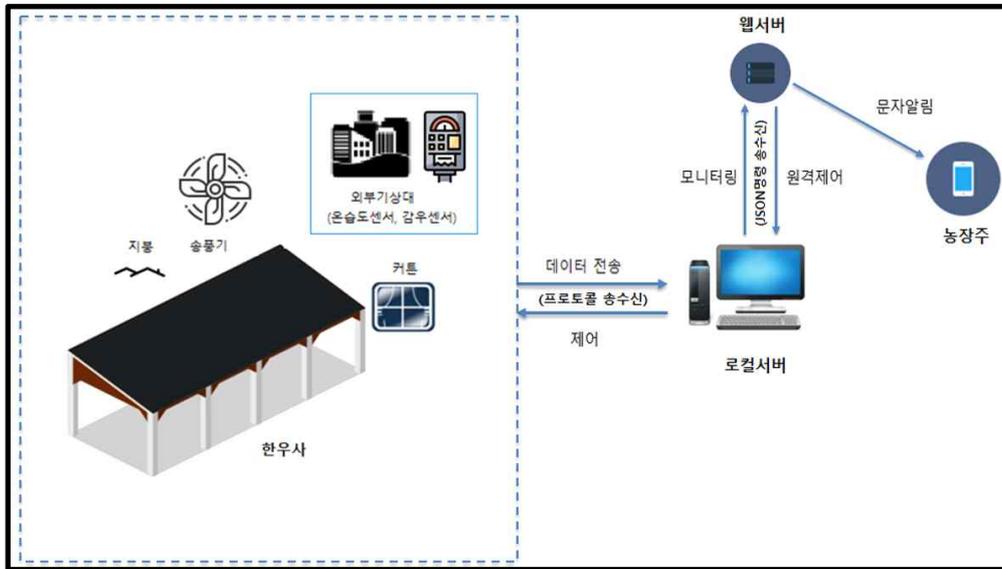
- 인터넷 기반에서 웹서버와 로컬 서버를 송수신을 통해 각 장치들이 연결되어 외부에서 원격으로 모니터링 및 제어가 가능하다.
- 하부구조 구성은, 웹서버, 로컬서버(게이트웨이), 각 장치로 구성되어 있다.
- 각 장치들은, 온습도 센서 2EA, 감우 센서 1EA, 전동 지붕 2EA, 전동 커튼 4EA, 송풍기 2EA(총 12EA), IP카메라 6EA로 구성되어 있다.



<하드웨어 구성도>

(나) 프로그램 구성도

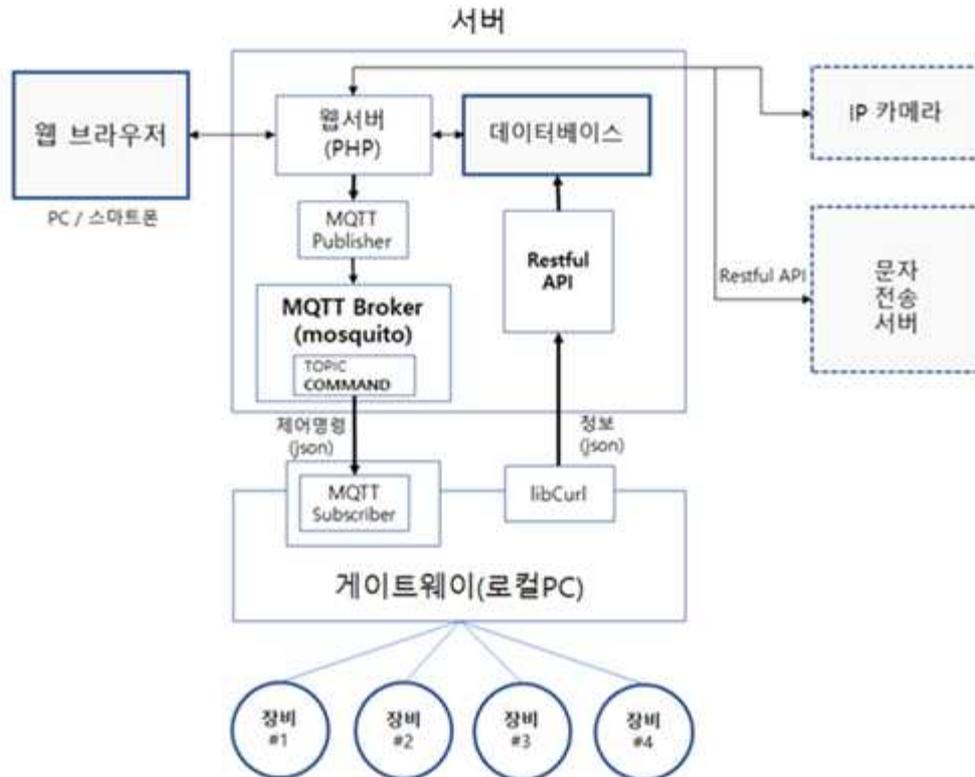
- 장치별 데이터를 로컬 서버(게이트웨이)로 보내면 웹서버로 데이터 포맷을 변경하여 해당 데이터를 전송한다.
- 전송된 데이터를 값을 확인하여, 온도, 습도를 초과하였을 경우나 비가 오는 경우에 대해 알람 설정을 체크한 상태에 따라 문자 알람을 보낸다.



<프로그램 구성도>

(다) 시스템 구성도

- 통합 제어기용 IOT 모니터링 및 제어 개발을 목표로 한다.
- 시스템 이름은 “급이농장” 이라 한다.
- 웹 서버와 장비들의 연계를 담당하는 로컬 서버(게이트웨이), 문자 전송, 날씨 정보, CCTV 영상 데이터 처리를 위한 외부 서비스로 구성되어 있다.
- 웹사이트 및 데이터베이스 그리고 외부 연계 통신 관련 개발 사항 전반을 정리한다.



<시스템 구성도>

① 외부 시스템

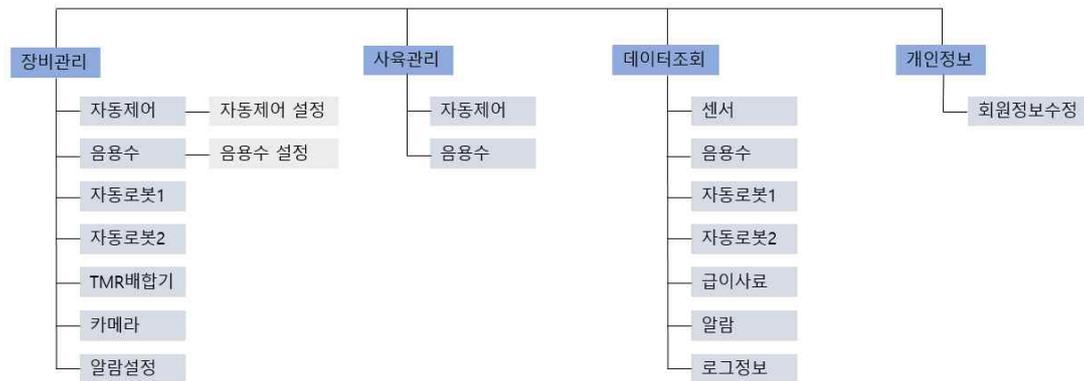
- IP 카메라 : 농장 현장을 촬영하는 카메라 장비
- 문자 전송 서버 : 사용자에게 휴대폰 문자를 전송해 주기 위해 사용하는 문자 전송 서버

② 내부 시스템

- 로컬 서버 PC (게이트웨이)
- DB : 회원 정보/센서 정보/제어 정보 보관하는 데이터베이스
- 웹서버
- 웹 브라우저(PC,안드로이드폰 등)

(4) 메뉴 구조

- 초기 화면에 대표적인 정보는 표시된다.
- 최상위인 시작화면에서 진입 가능하고, 메뉴의 하위 메뉴를 선택했을 때도 진입 가능한 계층구조이다.
- 깊이(Depth)는 3 ~4 Depth로 진입하기 쉬운 구조이다.



<메뉴 구성도>

(가) 음용수 공급장치 구성 정보

상태	형식	비고
기능설정	text	자동(설정된 시간및 주기에 따라 자동 동작) 수동
동작기능	text	폐수기능,물공급기능,살균기능,세척기능
물공급량	integer	하루동안 (리터)
설정된 살균주기	time	0:00
살균횟수	integer	
설정된 세척주기	time	0:00
세척횟수	integer	
설정기간	text	월,화,수,목,금,토

<음용수 공급장치 구성 정보>

(나) 자동 제어 구성 정보

상태	형식		비고
온도설정	integer	°c	
습도설정	integer	%	
동작장치	text		비올때와 비안올때 동작 장치들을 표시 비올때: 지붕,커튼,송풍기 비안올때: 지붕,커튼
지붕들기시간	text	매일 or 선택	선택: 월/화/수/목/금/토/일
지붕들열림시간	time	(분)hh:mm am	
지붕들닫힘시간	time	(분)hh:mm am	
커튼들기시간	text	매일 or 선택	선택: 월/화/수/목/금/토/일
커튼들 열림시간	time	(분)hh:mm am	
커튼들 닫힘시간	time	(분)hh:mm am	

<자동 제어 구성 정보>

① 온/습도 센서

상태	형식		비고
온도	integer	°c	온/습도 센서
습도	integer	%	

<온습도 센서 구성 정보>

② 강우량 센서

상태	형식		비고
강우상태	integer		비가 오고 안옴을 표시

<강우량 센서 구성 정보>

③ 지붕

상태	형식	
지붕동작상태	text	열림/정지/닫힘/고장
지붕동작시간	time	(분)hh:mm am

<지붕 구성 정보>

④ 커튼

상태	형식	
커튼동작상태	text	열림/정지/닫힘/고장
커튼동작시간	time	(분)hh:mm am

<커튼 구성 정보>

⑤ 전동문(도어)

상태	형식	
도어동작상태	text	열림/정지/닫힘

<전동문 구성 정보>

⑥ 송풍기

상태	형식	
송풍기동작상태	text	열림/정지/닫힘
송풍기동작시간	time	(분)

<송풍기 구성 정보>

(다) 자동로봇 V1 구성 정보

상태	형식	
운행상태	text	대기중/주행시작/사료공급시작/사료공급 완료/급이시작/급이중/급이완료/주행종료
위치정보 x	integer	
위치정보 y	integer	
위치정보 θ	integer	
잔여 사료량	integer	
급이 설정량	integer	
배터리 상태	text	
사료가이드 상태	text	상단/하단/고장
장애물상태(전방)	text	장애물/장애물없음
장애물상태(후방)	text	장애물/장애물없음
범퍼상태(전방)	text	충돌/충돌없음/고장
범퍼상태(후방)	text	충돌/충돌없음/고장
사료컨베이어상태(전방)	text	작동중/정지/고장
사료컨베이어상태(후방)	text	작동중/정지/고장
피딩 컨베이어 모터 정보	text	정회전/역회전/정지/고장
피딩 컨베이어 상태 위치	text	중앙/좌측/우측/고장
주행모터상태(전방우측)	text	작동중/정지/고장
주행모터상태(전방좌측)	text	작동중/정지/고장
주행모터상태(후방우측)	text	작동중/정지/고장
주행모터상태(후방좌측)	text	작동중/정지/고장

<자동 로봇1 구성 정보>

(라) 자동로봇 V2 구성 정보

상태	형식	
운행상태	text	
위치정보 x	integer	
위치정보 y	integer	
위치정보 θ	integer	
사료량 상태	integer	사료가득/사료부족
배터리 상태	integer	충전중/충전완료/배터리부족
사료가이드 상태	text	위/아래/고장
장애물상태(전방)	text	장애물/장애물없음
장애물상태(후방)	text	장애물/장애물없음
범퍼상태(전방)	text	충돌/충돌없음/고장
범퍼상태(후방)	text	충돌/충돌없음/고장
피딩 컨베이어 상태	text	작동중/정지/고장
주행모터상태(우측)	text	작동중/정지/고장
주행모터상태(좌측)	text	작동중/정지/고장
로봇팔#1모터	text	작동중/정지/고장
로봇팔#2모터	text	작동중/정지/고장
로봇팔#3모터	text	작동중/정지/고장
로봇팔#4모터	text	작동중/정지/고장
로봇팔 그리퍼#1모터	text	작동중/정지/고장
로봇팔 그리퍼#2모터	text	작동중/정지/고장
게이브 밸브 #1	text	작동중/정지/고장
게이브 밸브 #2	text	작동중/정지/고장

<자동 로봇2 구성 정보>

(마) TMR배합기 구성 정보

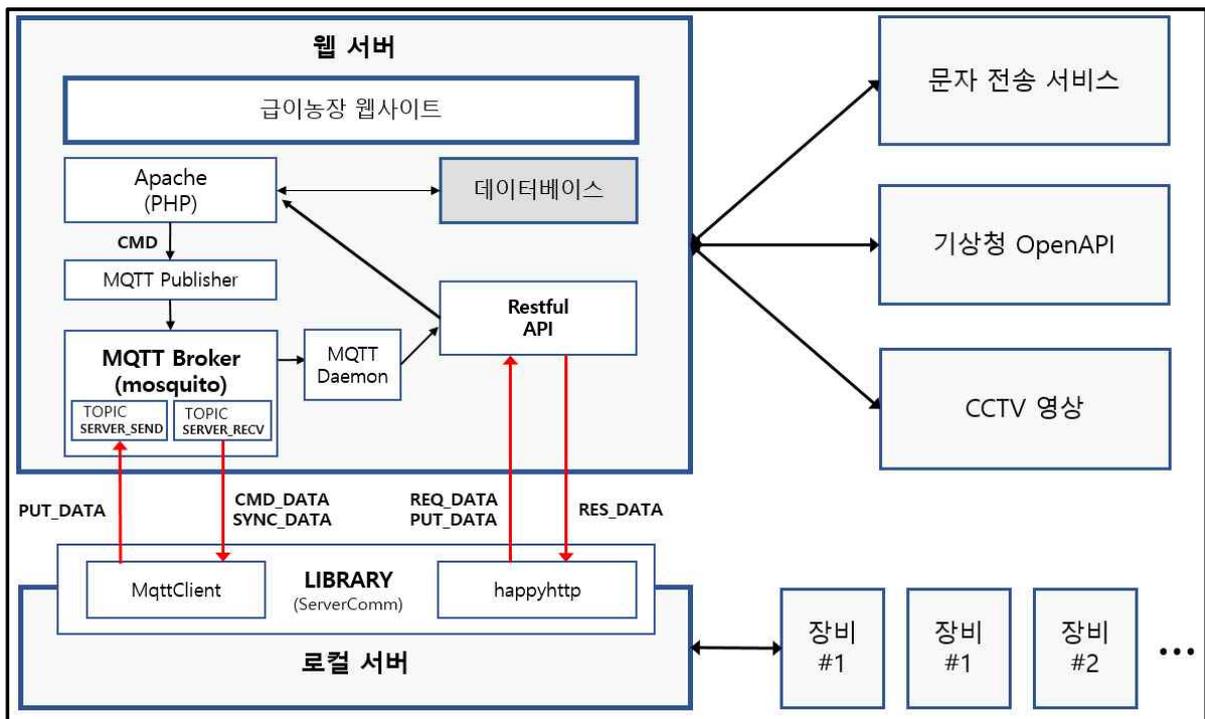
상태	형식	비고
모드 상태	text	수동/자동/자동1
배합기작동상태	text	자동1(레일),자동2(모바일로봇)
컨베이어위치	text	급이시작/급이중/급이정지/급이완료/믹서기고장,컨베이어고장,배출구고장
컨베이어위치	text	위/아래
컨베이어상태	text	동작/정지
믹서기상태	text	가동중/정지/고장
TMR위치	text	설정된 배합시간 표시
TMR위치	text	시작위치/종료위치/급이위치
버킷상태	integer	열림/닫힘/고장
유압상태	text	동작/정지
사료총중량	integer	kg

<TMR 배합기 구성 정보>

(5) 인터페이스 설계서

- 로컬 서버(게이트웨이)와 웹서버와의 데이터 송수신을 위한 사항에 대한 설계 내용이다.
- 로컬 서버와 웹서버간의 송신 관련 사항에 대해 정의한다.
- 로봇 관련 송수신과 웹서버에서 로컬 서버로 송신되는 명령은 MQTT 프로토콜을 사용한다.
- 센서 정보 관련된 사항은 RESTful API 를 사용하여 로컬 서버에서 웹서버에 송신한다.
- 로컬 서버와 웹서버 송수신 데이터는 JSON포맷이다.

(가) 시스템 구조



<인터페이스 설계도>

(나) JSON 포맷 기본구조

```
{
  "version": "1.0",
  "data_type": "REQ_DATA" / "PUT_DATA" / "RES_DATA" / "CMD_DATA" / "SYNC_DATA",
  "data_mode": "INTERVAL" / "EVENT",
  "data_id": "// 화면 ID(ex: 자동제어 설정->CONTROL_SETTING)",
  "data": [
    {
      "db_name": "DB 이름",
      "table_name": "테이블 이름",
      "data": {
        // 해당 DB 테이블 내용을 json 포맷으로 변환하여 전달
      }
    },
    {
      .....
    }
  ]
}
```

<JSON 포맷 기본구조>

(다) 데이터 정보 저장(PUT_DATA) 구조

- 로컬서버에서 웹서버에 정보를 전송할 때 사용한다.

```
{
  "version": "1.0",
  "data_type": "PUT_DATA",
  "data_mode": "INTERVAL" 또는 "EVENT",
  "data": [
    {
      "db_name": "DB 이름1",
      "table_name": "테이블 이름1",
      "data": {
        // DB 테이블 저장할 데이터
      }
    },
    {
      "db_name": "DB 이름2",
      "table_name": "테이블 이름2",
      "data": {
        // DB 테이블 저장할 데이터
      }
    },
    {
      .....
    }
  ]
}
```

- data_mode
 - INTERVAL : 1분 단위로 보내는 정기적인 메시지
 - EVENT : 로봇 장비 등 이벤트 발생시 보내는 메시지

<PUT_DATA 구조>

(라) 동기화 요청(SYNC_DATA)

- 웹서버에서 설정 할때 로컬에 보내는 데이터.

```
{
  "version": "1.0",
  "data_type": "SYNC_DATA",
  "data_id": "// 화면 ID(ex: CONTROL_SETTING)",
  "data": [
    {
      "db_name": "DB 이름1",
      "table_name": "테이블 이름1",
      "data": {
        // 변경된 설정 DB 테이블 내용을 json 포맷으로 변환하여 전달
      }
    },
    {
      "db_name": "DB 이름2",
      "table_name": "테이블 이름2",
      "data": {
        // 변경된 설정 DB 테이블 내용을 json 포맷으로 변환하여 전달
      }
    },
    {
      .....
    }
  ]
}
```

- data_id (코드명)**
- 자동제어 설정 : CONTROL_SETTING
 - 음용수 설정 : WATER_SETTING
 - 로봇1 : ROBOT_1
 - 로봇2 : ROBOT_2
 - 알람 설정 : ALARM
 - 가축 정보 : LIVESTOCK_INFO
 - 사료 정보 : FEED_INFO

<SYNC_DATA 구조>

(마) 제어 명령(CMD_DATA)

```

{
  "version": "1.0",
  "data_type": "CMD_DATA",
  "data":
  [
    {
      "device": "제어 명령어 적용할 디바이스",
      "cmd_type": "제어 명령어 종류"
    },
    {
      .....
    },
    {
      .....
    }
  ]
}

```

디바이스 (device)	명령어 종류 (cmd_type)
지붕1	열림
지붕2	정지
커튼1	단원
커튼2	가동
커튼3	물공급
커튼4	폐수
송풍기1	살균
송풍기2	세척
도어1	은수
도어2	로봇 시작
음용수공급장치1	로봇 정지
음용수공급장치2	로봇 복귀
로봇1	로봇 충전
로봇2	

<CMD_DATA 구조>

(6) 화면 설계서

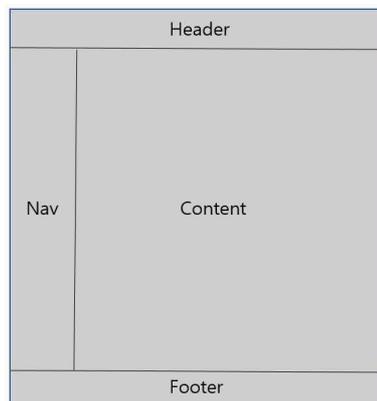
- 급이 농장 웹사이트 화면 설계 내용이다

(가) 화면 설계 요건

- 타겟층을 고려하여 폰트 크기를 일반(10pixel)보다 크게 하였고, 영어의 사용을 자제하고 한글을 사용하였다.
- 사용자의 편의성을 위하여 넓고 얇은 계층 구조를 사용하여 화면 설계를 하였다.
- 웹브라우저는 일반 User가 많이 사용하는 인터넷 익스플로러(Internet Explorer 11)위주로 화면 설계를 했다.
- PC와 모바일 에서 사용 가능한 반응형 웹이 개발요건이다.

(나) 레이아웃

- 상단에 헤더 영역, 좌측에 네비게이션 영역, 우측에 콘텐츠 영역, 하단에 푸터 영역이 배치된다.
- 데스크톱 웹사이트와 모바일 웹 사이트의 레이아웃은 동일하다.
- 모바일 웹 사이트의 레이아웃은 콘텐츠 영역이 좌우에 배치되는 단이 하나의 단으로 구성 되어진다.
- 데스크탑(PC)과 모바일 모두 사용 가능하도록 반응형 웹의 레이아웃으로 구성된다.



- 헤더(Header)
: 로고, 프로그래밍, 날짜/날씨, 접속자명
- 네비게이션(Nav)
: 메뉴
- 콘텐츠(Content)
: 메뉴 선택시 해당 내용
- 푸터(Footer)
: 저작권자 표시

<레이아웃 구조>

(다) 기본 화면 구조

- 다음은 기본 화면 레이아웃 구조이다.
- 상단: 좌측: 회사로고, 가운데: 애플리케이션 이름(“급이농장”), 일자, 시간, 날씨
- 우측: 로그인명 표시
- 하단: 저작권자 표시
- 좌측의 메인 메뉴에 속한 하부 메뉴를 선택 가능하다.



<기본 화면 구조도>

(라) 화면 설계서 내용

① 메인화면

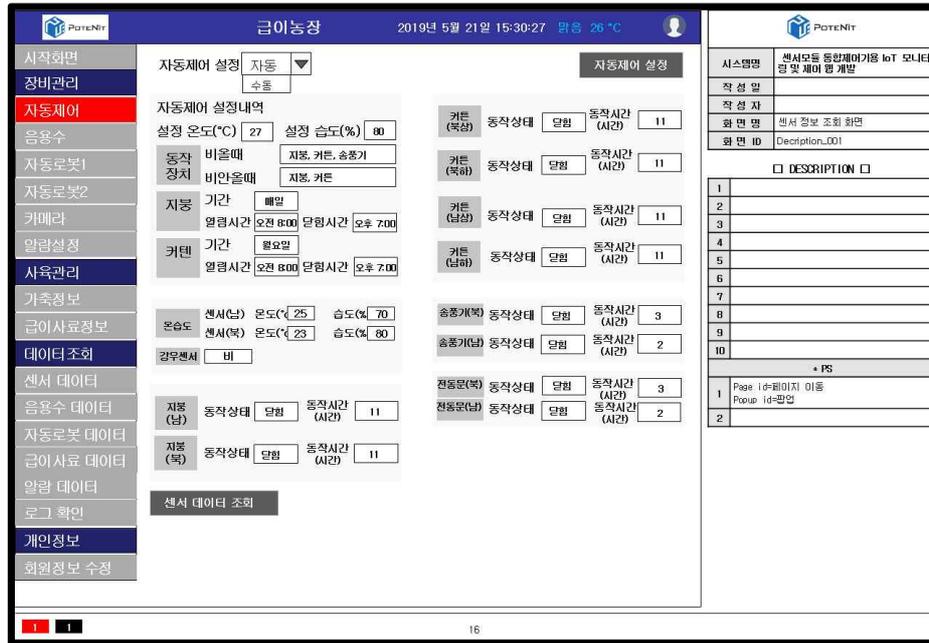
- 각 장치들에 대한 중요 정보를 한 화면에서 모니터링 함
- 인터넷 익스플로러 화면에서는 좌측 상단에는 농장에 설치된 총 6개의 영상정보 확인



<메인 화면 구조>

② 자동제어화면

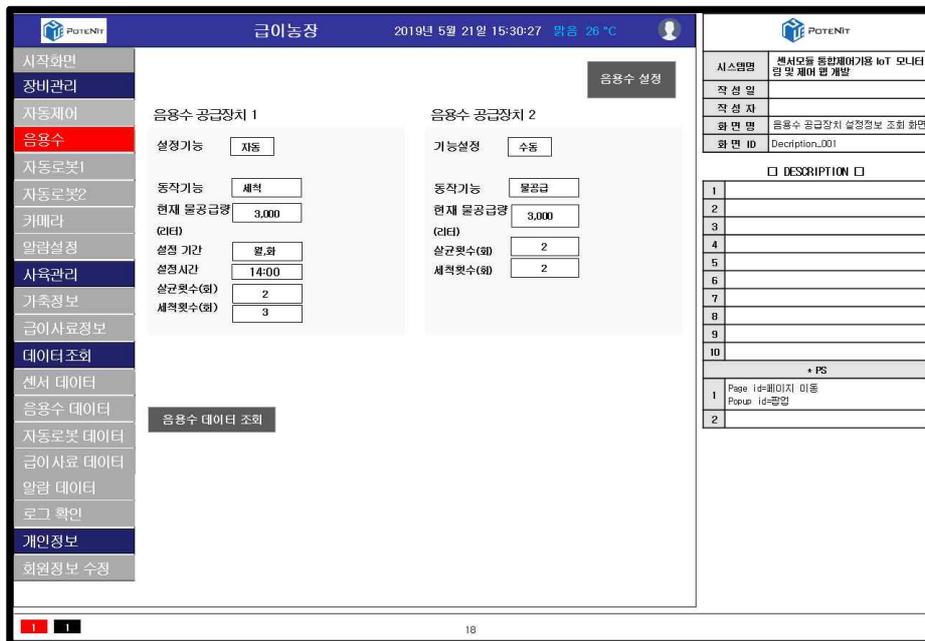
- 온/습도 센서, 강우 센서, 지붕,커튼, 송풍기, 전동문에 대한 상태를 확인 가능하다.
- 자동 운행 설정에 대한 설정 내역의 정보 확인이 가능하며, 자동제어 설정 버튼을 클릭하여 자동 운행 설정에 필요한 정보를 설정할 수 있다.



<자동제어 정보 모니터링 화면>

③ 음용수 공급장치 모니터링 화면

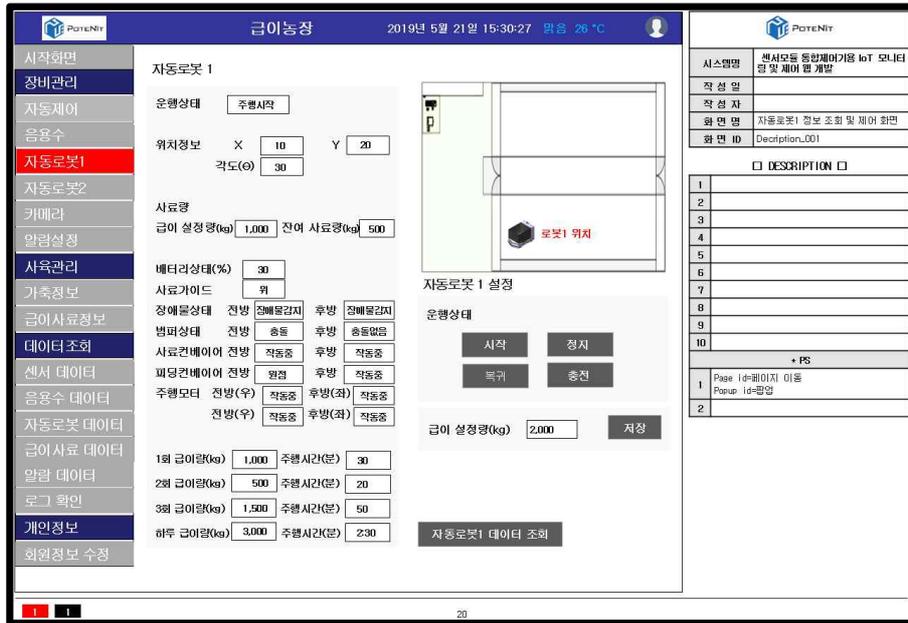
- 음용수 공급장치에 대한 정보 조회 화면으로 음용수 공급장치1, 2번에 대한 세부 정보와 설정값을 확인 가능하다.



<음용수 공급장치 정보 모니터링 화면>

④ 자동로봇 모니터링 및 제어 화면

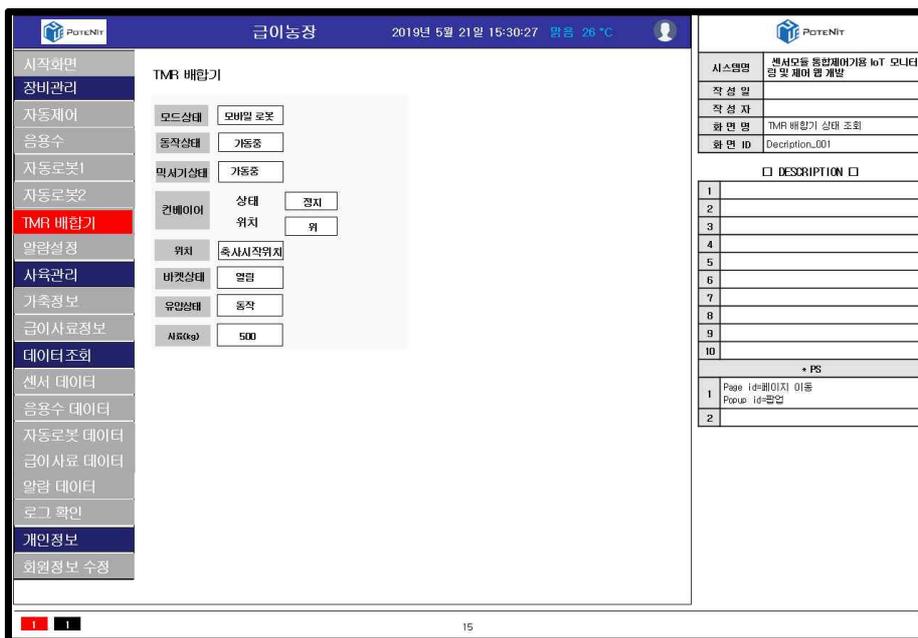
- 자동로봇 V1의 세부 모니터링 및 제어를 위한 페이지이다.
- 자동로봇 V2의 경우 위 화면과 유사한 화면으로 구성되어 있다.
- 위치정보는 우측 지도에 로봇 위치와 동기화하여 표시한다.



<자동 로봇 모니터링 및 제어 화면 >

⑤ TMR배합기 화면

- TMR배합기에 대한 세부 정보 확인을 위한 모니터링 화면이다.



<TMR 배합기 모니터링 화면 >

⑥ 카메라 화면

- 카메라는 업체 제공 URL이나 프로그램으로 연결 가능하도록 한다.

⑦ 알람 설정 화면

- 지정된 온도와 습도, 강우, 고장 체크에 따라 그에 대한 정보를 문자로 알려주는 것을 알람을 설정하는 화면이다.

금이농장 2019년 5월 21일 15:30:27 맑음 26 °C

알람 발송 기준 설정

온도(°C) 27 전체 체크 해제

습도(%) 강 80 전체 체크 해제

강우 비음 고장 그룹 알람

적용

그룹 핸드폰 리스트

이름	핸드폰번호	설명
<input checked="" type="checkbox"/> 사용자(default)	010-1234-1234	사용자
<input checked="" type="checkbox"/> 종길동	010-1234-5678	작업자1
<input checked="" type="checkbox"/> 임격정	010-1122-3344	작업자2

이름 핸드폰번호 설명 수정 추가

알람 데이터 조회 적용

시스템명 센서모듈 통합제어기용 IoT 모니터
작성일
작성자
화면명 알람 설정 화면
화면 ID Description_001

DESCRIPTION

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

* PS

1 Page 1(총페이지 1)중
Page 1(1)~1(1)까지

2

<알람 설정 화면 >

⑧ 가축 정보 화면

- 해당 가축동에 대한 가축 정보 등록 및 수정 가능하다.

금이농장 2019년 5월 21일 15:30:27 맑음 26 °C

가축동 리스트

가축동 번호	가축종류	성장단계	가축마리수
<input type="checkbox"/> 1	한우(비육우)	기세우	10
<input type="checkbox"/> 2	한우(비육우)	기세우	10

가축동 수정 추가

가축 종류 가축마리수

가축동 선택 1번

가축 리스트 모두 2번 총 마리수 23 마리 삭제

등록번호	종류	성별	출생일	생후월령	성장단계	이전체중	현재체중	설명
<input type="checkbox"/> 123456789	한우	기세우	2019.10.12	3(개월)	어린송아지	100	150	
<input type="checkbox"/> 123456790	젖소	암소	2018.10.13	15(개월)	비육전기	1,000	1,500	
<input type="checkbox"/> 123456791	육우	숫소	2018.10.13	15(개월)	비육전기	1,200	1,800	

1 2 3 4 5 6 7 8 9 >>

등록 번호

가축종 수정 추가

종류 성별

출생일 생후월령 성장단계

이전체중 현재체중 설명

시스템명 센서모듈 통합제어기용 IoT 모니터
작성일
작성자
화면명 가축동 및 가축 정보 관리 화면
화면 ID Description_001

DESCRIPTION

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

* PS

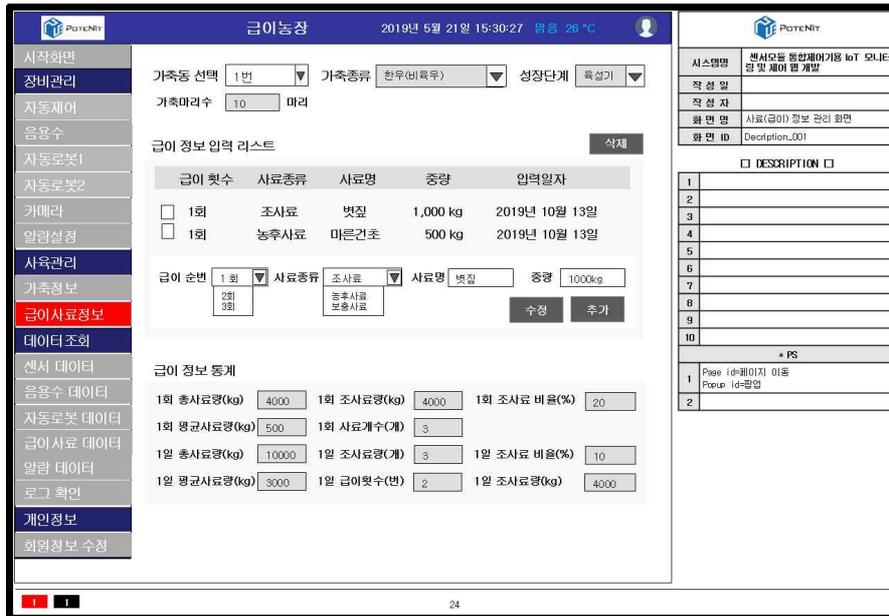
1 Page 1(총페이지 1)중
Page 1(1)~1(1)까지

2

<가축 정보 관리 화면 >

⑨ 급이 사료 정보

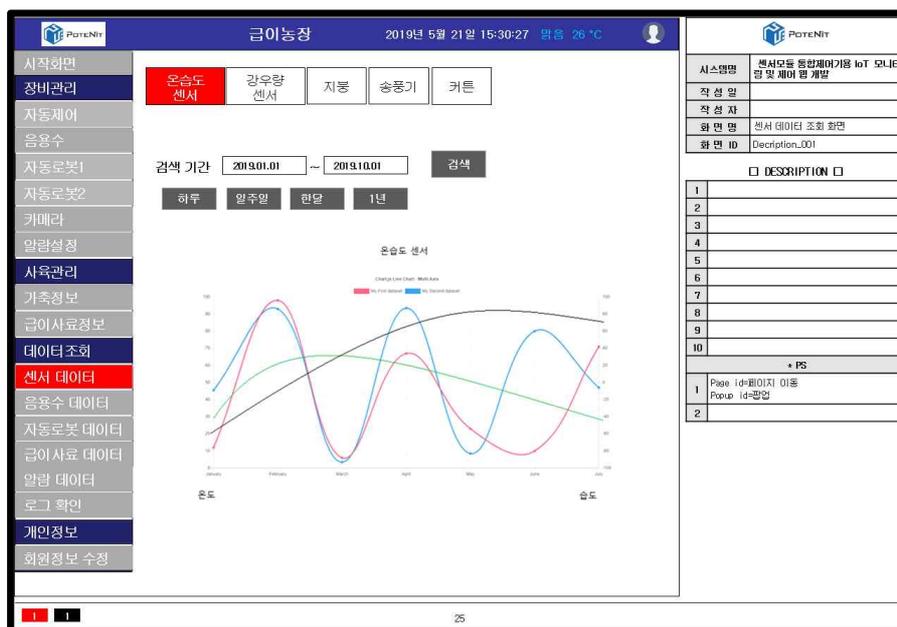
- 가축에게 급이 할 때 마다 급이 되는 사료 정보를 입력해 줘야 한다.
- 하루 동안 입력된 급이 정보에 따라 급이 정보 통계 정보를 보여준다.



<급이 사료 정보 관리 화면>

⑩ 데이터 조회

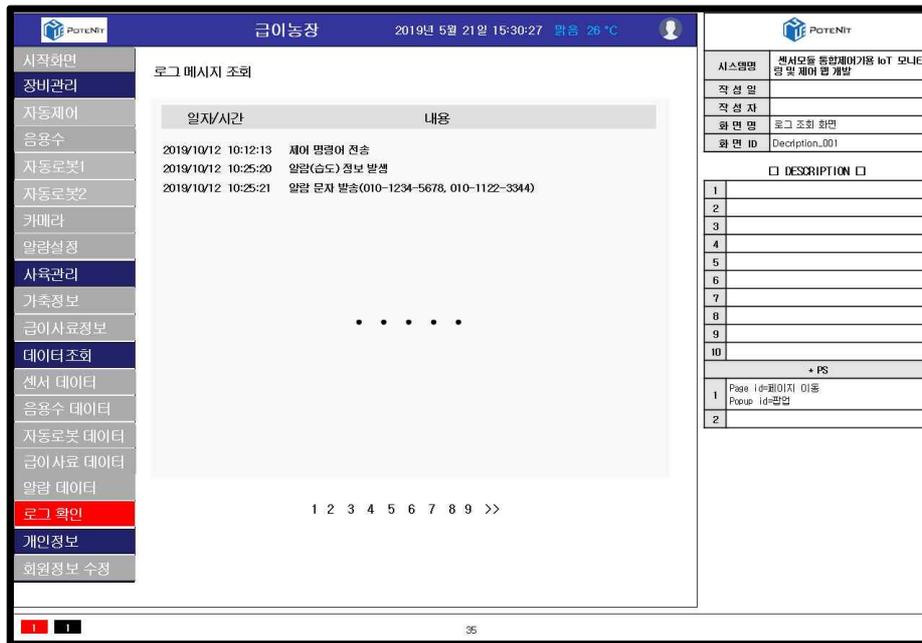
- 하루/일주일/한달/1년 단위로 통계 처리되는 차트 그래프의 정보를 보여줌
- 센서 데이터에서는 온습도 센서, 강우량 센서, 지붕, 송풍기, 커튼에 대한 데이터 확인
- 자동로봇 V1는 급이량과 주행시간이 표시되고, 자동 로봇2는 주행시간이 표시됨
- 음용수 데이터는 물공급량이 표시됨
- 급이 사료 데이터는 조사료의 이름, 사료량을 표시됨
- 알람 데이터는 알람이 울린 데이터가 표시됨



<온습도 센서 데이터 화면>

⑪ 로그 확인

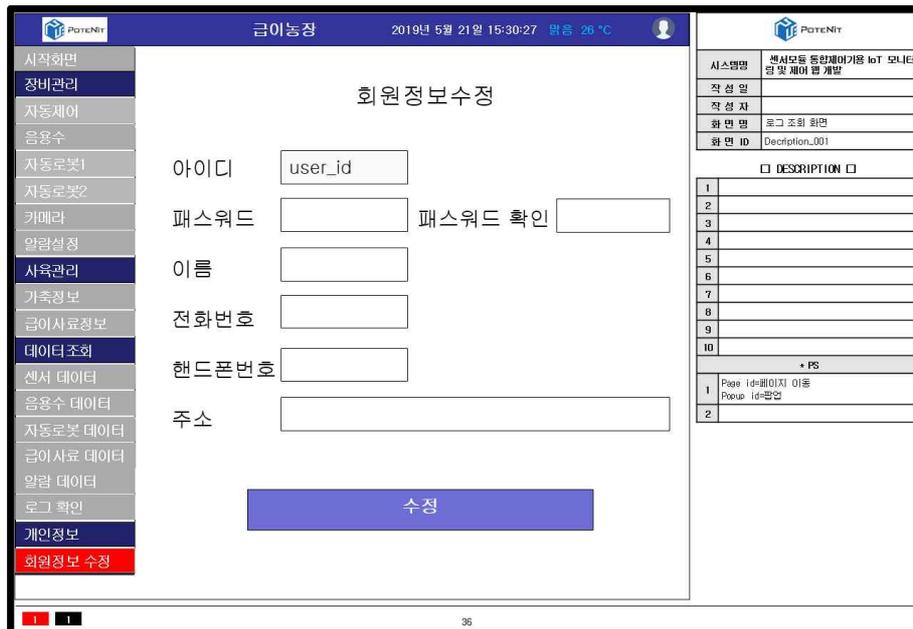
- 시스템 내부에서 발생하는 로그 발생 시간 및 내용 정보를 보여준다.
- 관리자 권한인 사용자만 로그 정보 확인이 가능하다.



<로그 확인 화면>

⑫ 회원정보 수정 화면

- 회원 정보를 수정 가능한 화면이다.



<회원정보 수정 화면>

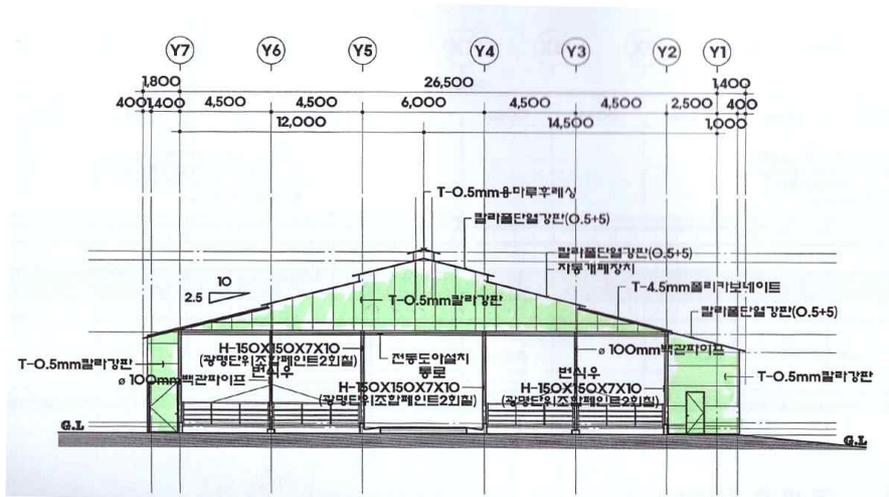
아. 측사 자율 주행 시스템 개발

(1) ICT 장치 연동 자동 조사료 급이기 자동화 로직 개발

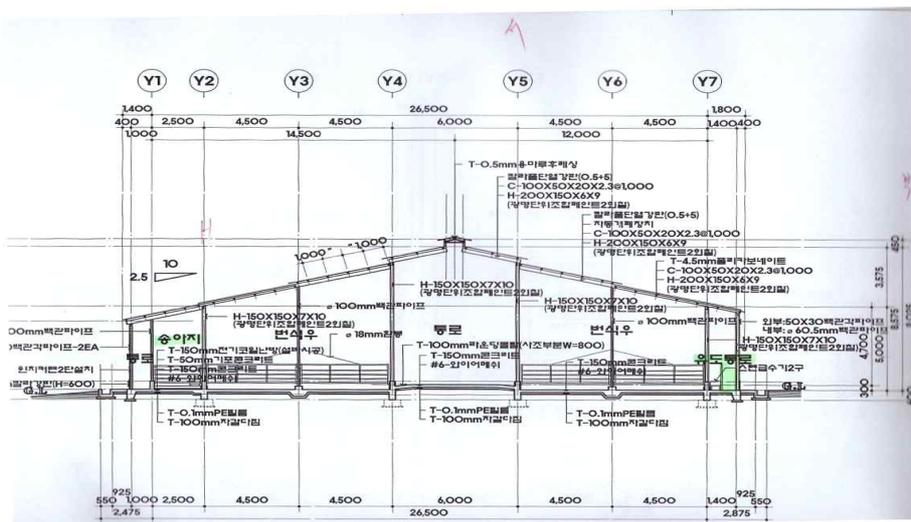
(가) 측사 지도 작성 기술

- 실제 적용되는 측사 환경을 사전 조사 및 모사하여 실제 환경에 적합한 기법 개발
 - 측사 내부 구조는 반복되는 형태로 정형화된 환경이며 측사 외부 중 급이 로봇이 주행하는 공간은 정형화된 구조들로 이루어짐
 - 다양한 한우 측사의 형태에 대응하기 위해서 대표적인 한우 측사(전남대/나주실습장)를 표준으로 지도작성 및 시험을 위한 사전 조사 도면을 바탕으로 진행
 - 표준 측사에서 지도작성 및 이를 기반으로 한 모의시험 환경을 구축함으로써 측사 환경을 잘 반영한 지도를 작성하는 데에 용이

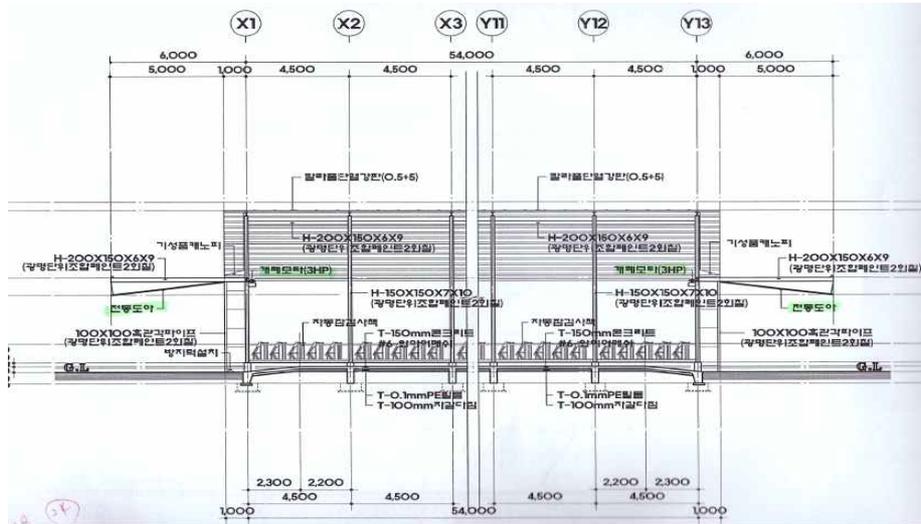
○ 측사 시설 현황 조사



<측사 표준 도면/구조정면도>



<측사 표준 도면/급유구 정면도>

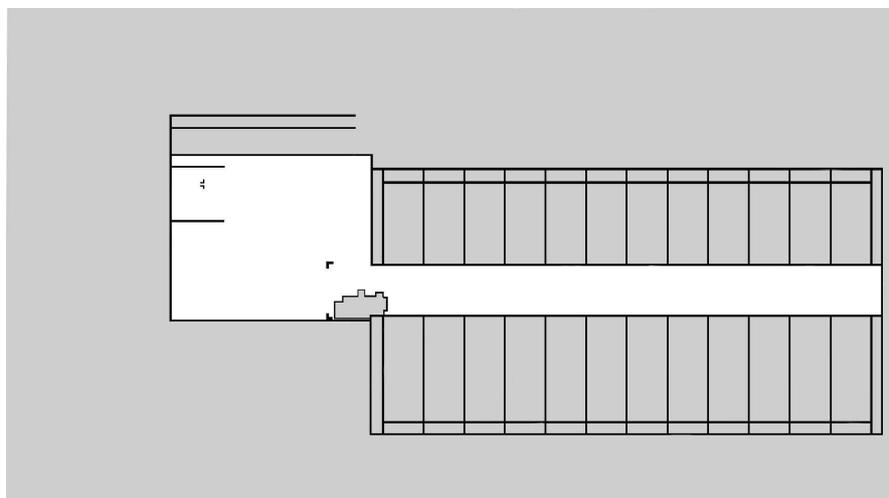


<축사 표준 도면/측면도>



<기존 TMR 배합기 작업>

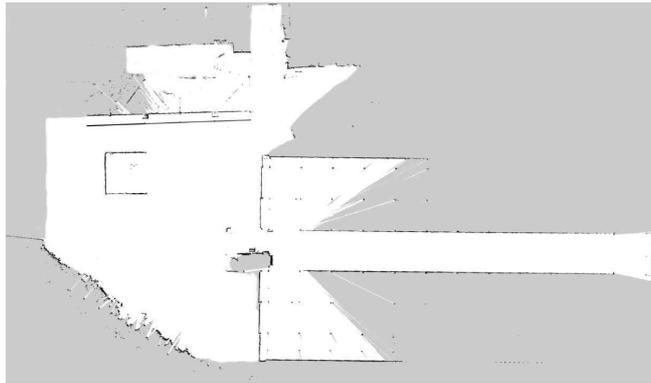
- 축사의 설계 표준안에 부합하는 설계도면을 기반으로 한 지도작성
 - 축사표준설계도를 기반으로 작성된 축사 설계도면을 바탕으로 기준이 되는 특성을 반영하여 지도작성
 - 위 축사 도면을 기반으로 자율주행 플랫폼의 하드웨어 및 제어 특성을 반영하여 2D 환경지도를 작성



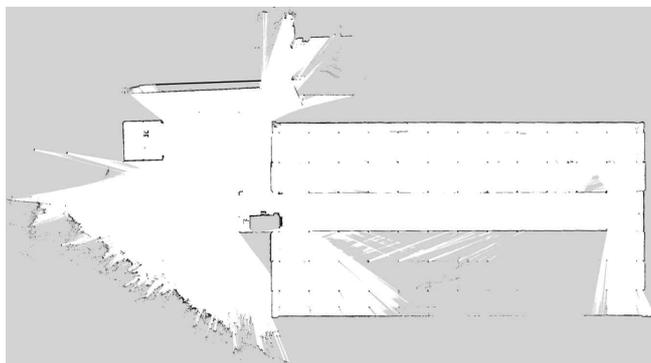
<2D 환경지도>

○ 측사 환경 기반 지도작성

- 측사환경지도를 작성하기 위해 레이저 기반 거리 센서(Laser Range Finder)와 엔코더(Encoder) 스캔-서브맵 매칭(scan - submap matching)기술을 이용하여 지도를 작성
- 자율주행 플랫폼의 위치를 노드로 작성하고 이후 최적화 작업을 통해 지도를 작성하는 그래프-슬램기법(Graph-SLAM) 적용



<급이 로봇 V1의 점유격자 지도>



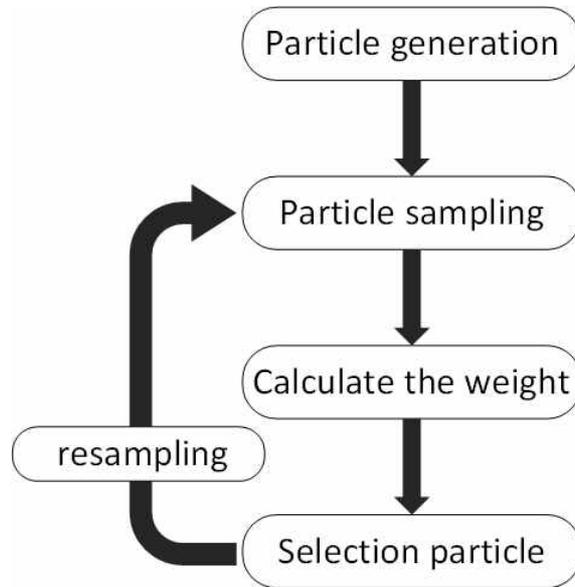
<급이 로봇 V2의 점유격자 지도>

- 같은 환경 내에서도 로봇이 인지하는 환경에 맞춘 지도를 작성함으로써 측사 환경에 적합한 지도작성

(나) 급이 로봇의 위치추정 기술

○ 측사 환경에서의 위치추정

- 측사환경지도 내에서 레이저 센서(Laser Range Finder)와 엔코더(Encoder) 정보를 이용하여 위치추정을 수행
- 위치추정을 통해 자율주행 플랫폼은 가장 최적의 파티클 위치를 기반으로 현재 위치를 추정
- 측사 외부 주행 시 바퀴의 미끄러짐으로 인한 로봇 위치에 대한 노이즈가 커지는 현상을 보상하기 위해 로봇의 위치로 추정되는 파티클의 분포를 조절하려 위치 추정 정밀도를 높임
- 파티클 필터(Particle filter) 기반으로 한 위치추정 프로세스는 다음과 같음



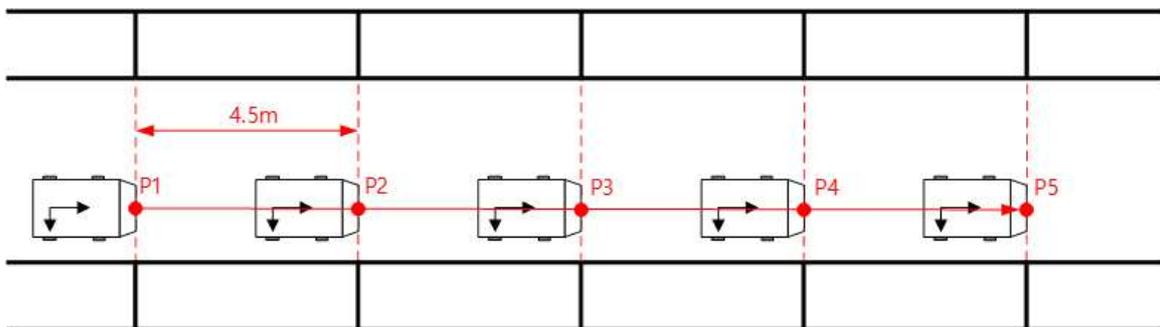
<파티클 필터 기반의 위치추정 프로세스>

- 축사 내 위치추정 시험 환경 및 구성은 다음과 같음



<축사 환경 사진>

- 시험 시나리오는 축사 내 자율주행 플랫폼이 주행 가능한 영역 내에서 진행되었음

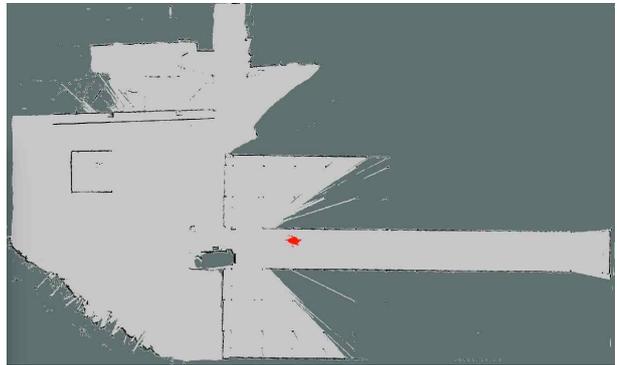
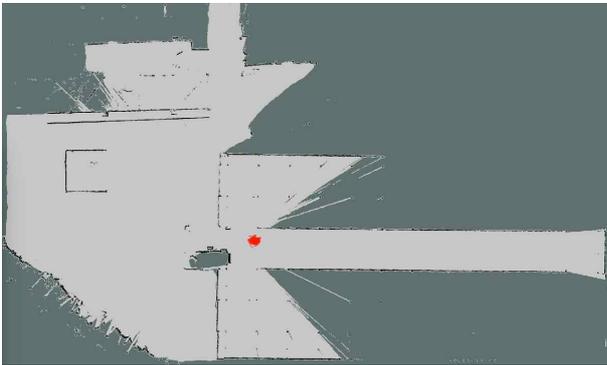


<위치추정 정밀도 시험을 위한 시나리오>

- 위치추정 시험 시나리오는 축사 내 자율주행 플랫폼이 주행 가능한 영역 내에서 진행함
- 위 그림과 같이 P1 ~ P5까지의 지점을 지정하고 실제 이동 거리와 추정된 위치들의 거리를 비교하여 위치추정 오차를 측정함

- 사료 급이 구간의 시작점 중 다섯 지점을 P1부터 P5까지로 지정하고 위 그림에서 명시한 각 지점에서 다음 지점까지 이동했을 때 추정되는 위치 간 거리와 실제 이동 거리를 비교하여 위치추정 정밀도를 계산함
- 급이 로봇의 위치추정 정밀도 테스트의 과정은 다음과 같음

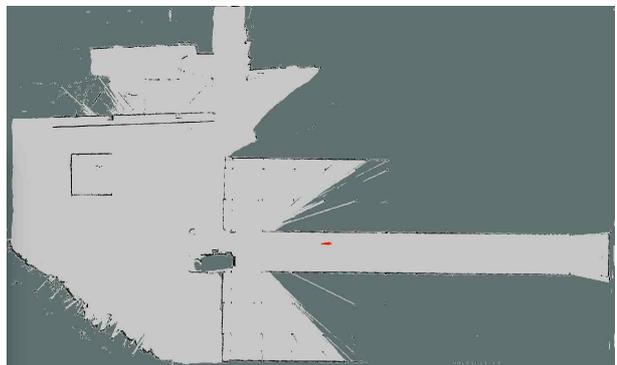
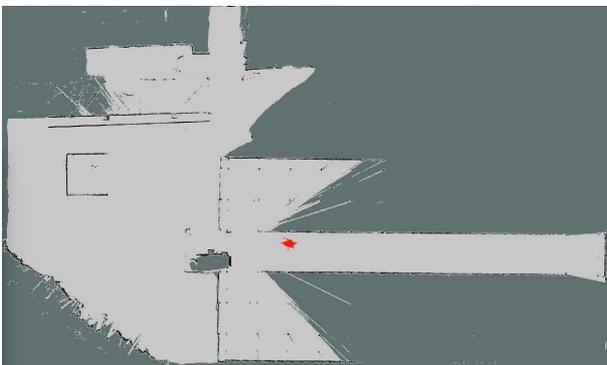
$P_1 \rightarrow P_2$



P1 : (46.01, 21.68)

P2 : (50.42, 21.77)

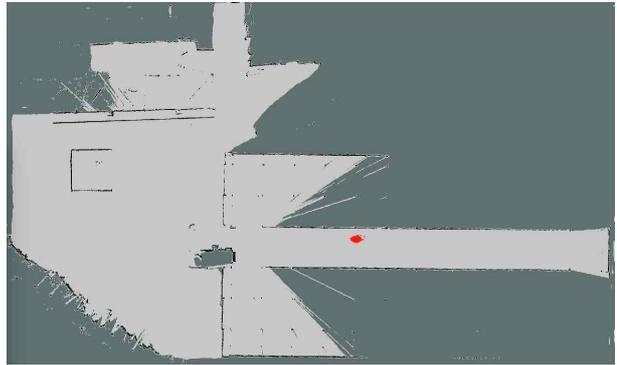
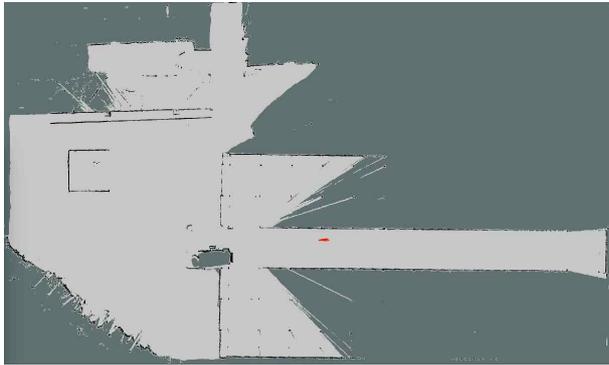
$P_2 \rightarrow P_3$



P2 : (50.42, 21.77)

P3 : (54.99, 21.87)

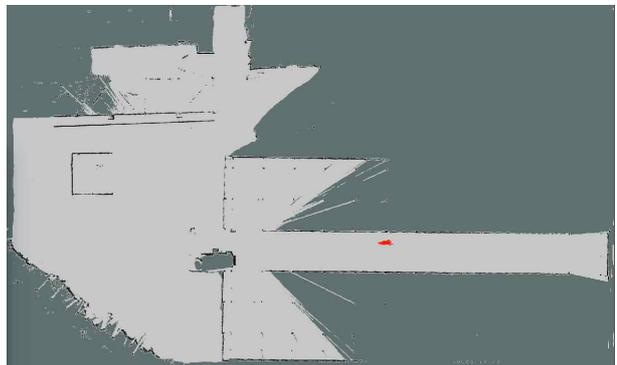
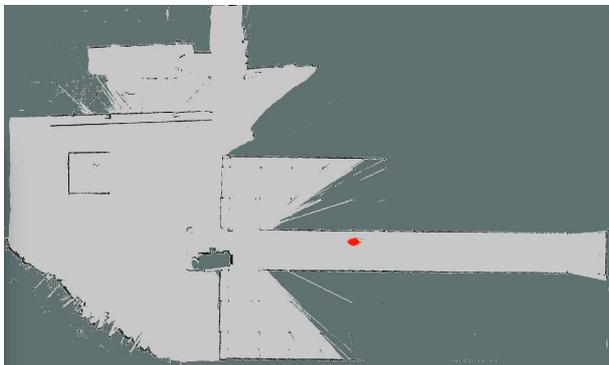
$P_3 \rightarrow P_4$



P3 : (54.99, 21.87)

P4 : (59.51, 21.88)

$P_4 \rightarrow P_5$



P4 : (59.51, 21.88)

P5 : (64.04, 21.82)

<위치추정 정밀도 시험 과정>

○ 측사 환경 내 위치추정 정밀도 측정 결과

<표. 측사 내 위치추정 시험 결과 정량적 분석>

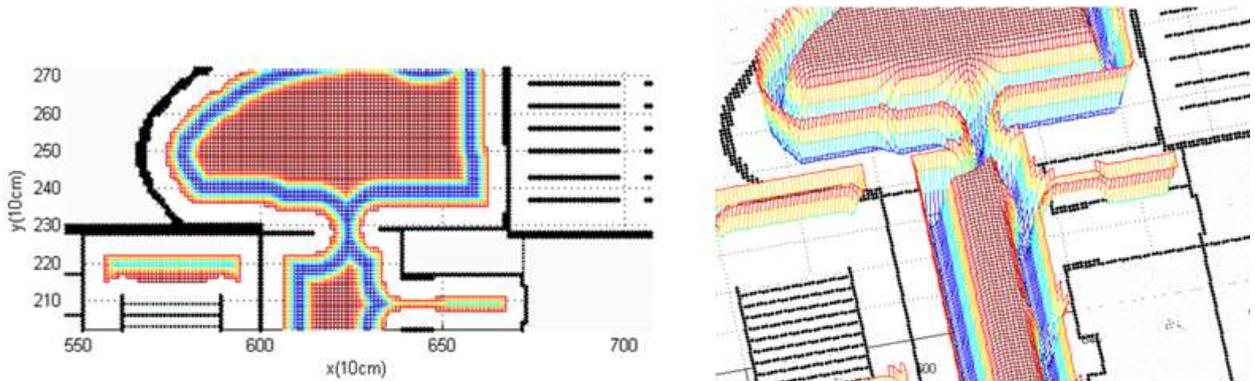
(단위: m)

이동 구간	실제 이동 거리	위치추정 기반 이동 거리	이동 거리 오차	over 10m
$P_1 \rightarrow P_2$	4.5	4.41	0.09	X
$P_2 \rightarrow P_3$	4.5	4.57	0.07	X
$P_3 \rightarrow P_4$	4.5	4.52	0.02	X
$P_4 \rightarrow P_5$	4.5	4.53	0.03	X

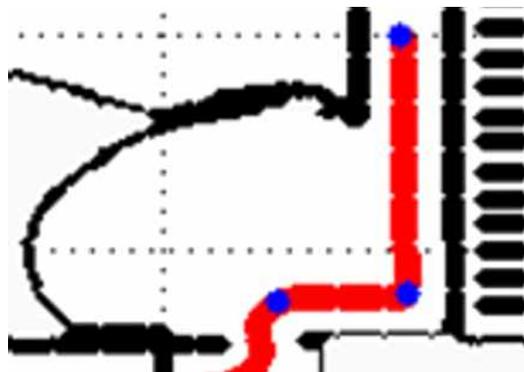
- 급이 로봇의 위치추정 결과의 정량적 분석을 통해 알 수 있듯이 위치추정 정밀도의 목표치인 10cm(0.10m) 이내를 만족함

(다) 자동 급이 로봇 시스템

- 측사 환경용 운동제어 기술 개발
- 측사 내 사료급이/청소 작업에 대한 운동제어 기술
- 자율주행 플랫폼 운동제어 시뮬레이션
 - A* 기반 경로 생성 기술은 주변 환경 지도에 대한 비용함수를 조절하여 다양한 형태의 경로를 생성할 수 있음



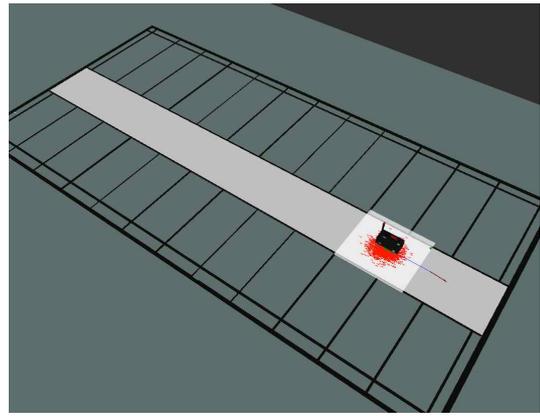
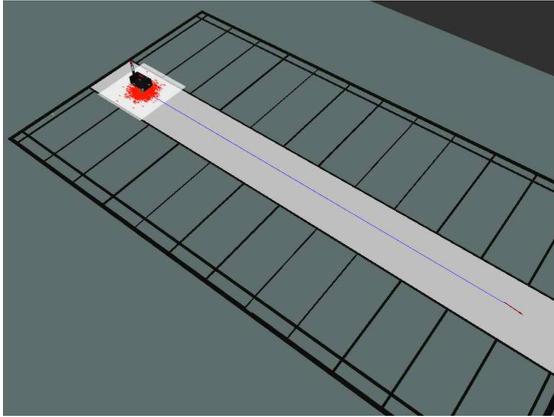
<경로생성 비용 함수 예시: 비용함수에서 청색 부를 따라 이동>



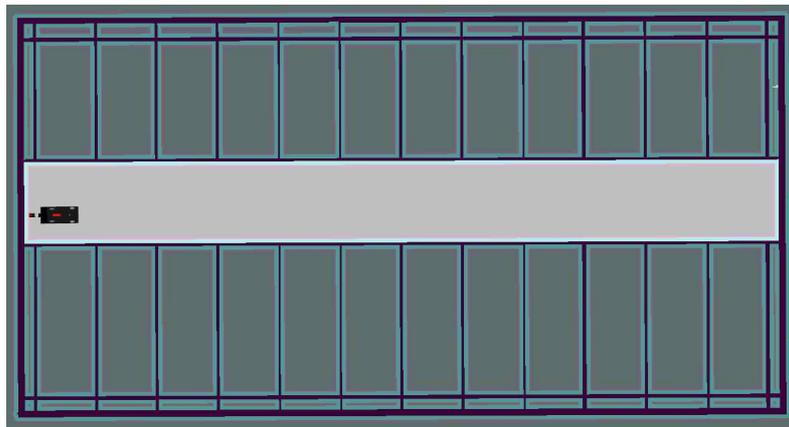
<경로 생성 결과 예시>

- 작업에 대해서 다음과 같은 비용함수 계산 방법을 개발
- 급이의 경우 급이구를 최저함수 계산
- 청소의 경우 급이구에서 원거리를 최저함수 계산

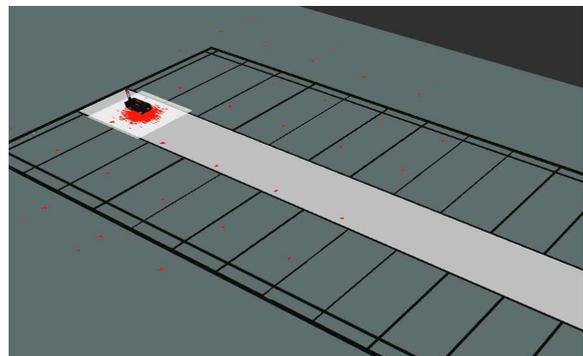
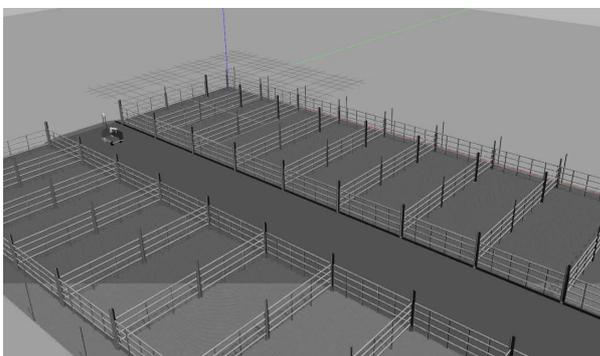
○ 경로생성 시험 결과



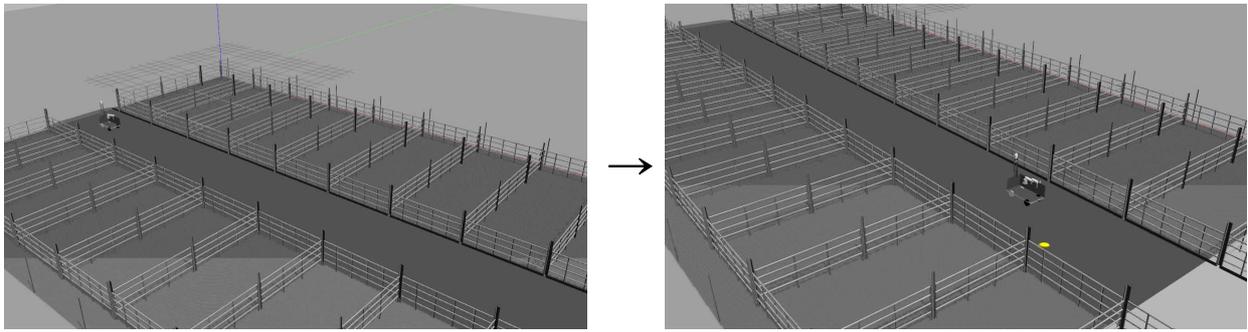
<제어화면에서 자율주행 플랫폼의 경로 생성 및 제어>



<경로생성 비용 함수를 적용한 시뮬레이션 환경 >

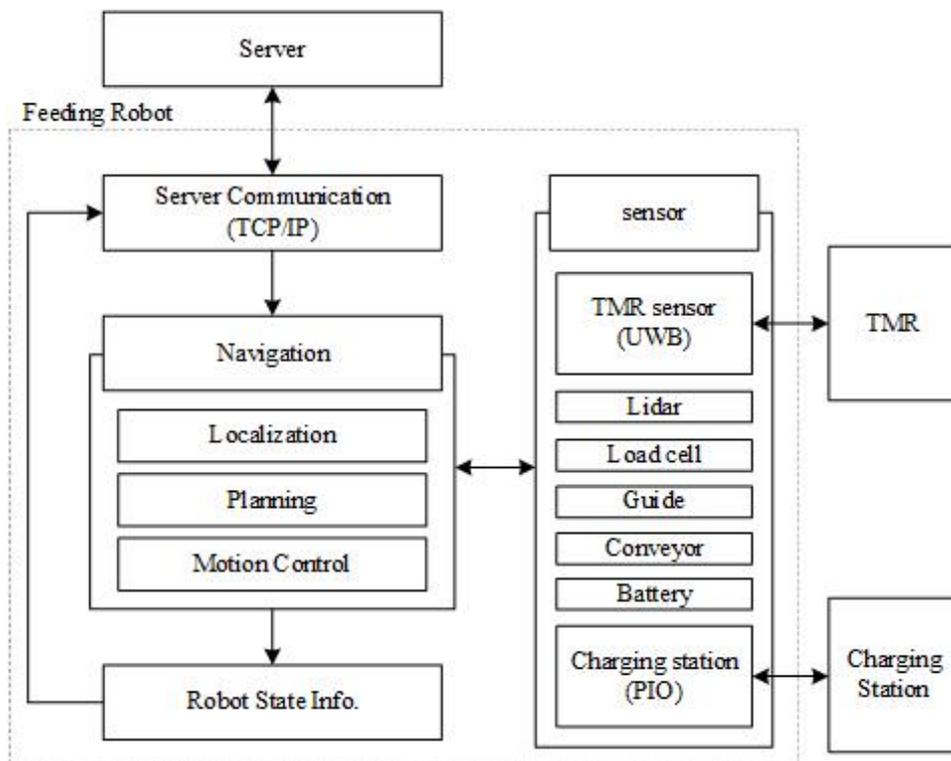


<3D 시뮬레이션 환경에서의 자율주행 시험:
(좌) 시뮬레이션 환경 모델, (우) 주행제어기 화면>

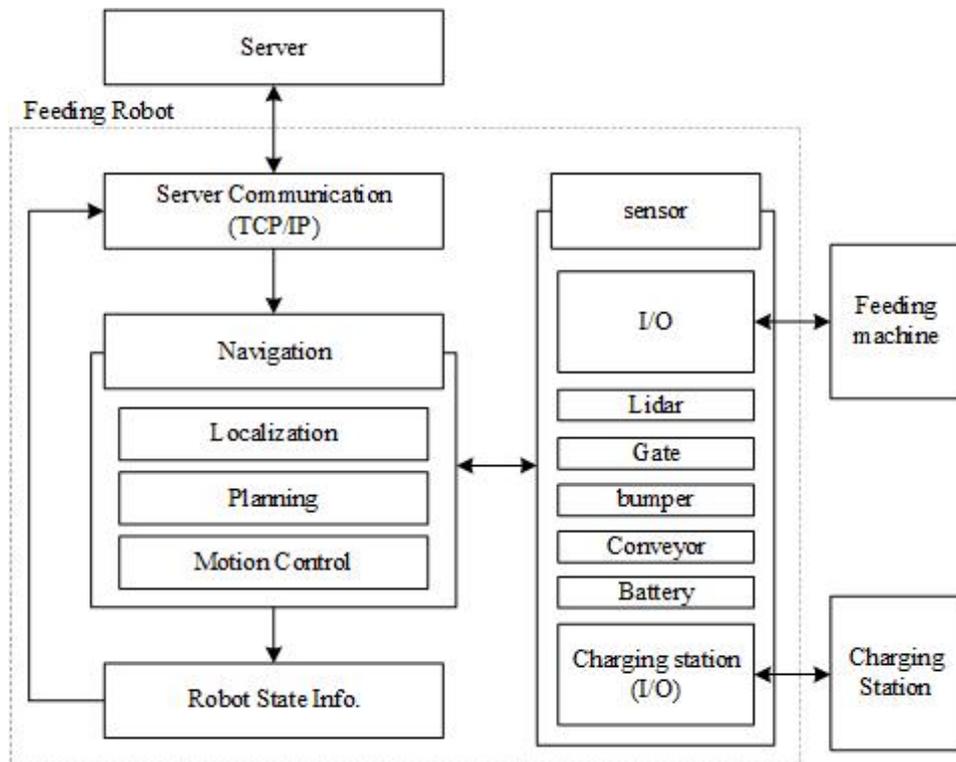


<3D 시뮬레이션 환경에서의 자율주행 플랫폼>

- Pure pursuit 기법을 통해 자율주행 플랫폼의 원하는 움직임으로 제어가 가능
- 축사 환경에 따라 운동 계획을 수정하여 자율주행 플랫폼의 유연한 운동제어가 가능
 - Pure pursuit 기법은 Path point를 지정하여 해당 지점을 거쳐 진행하도록 하는 것이 가능하기 때문에 긴 통로 형태의 정형화된 축사 환경에서 복잡한 계산을 통한 경로 생성 및 수정이 이루어지는 것이 아닌 단순하고 신속한 운동제어가 가능함
- 사료 급이 시스템 구성은 다음과 같음

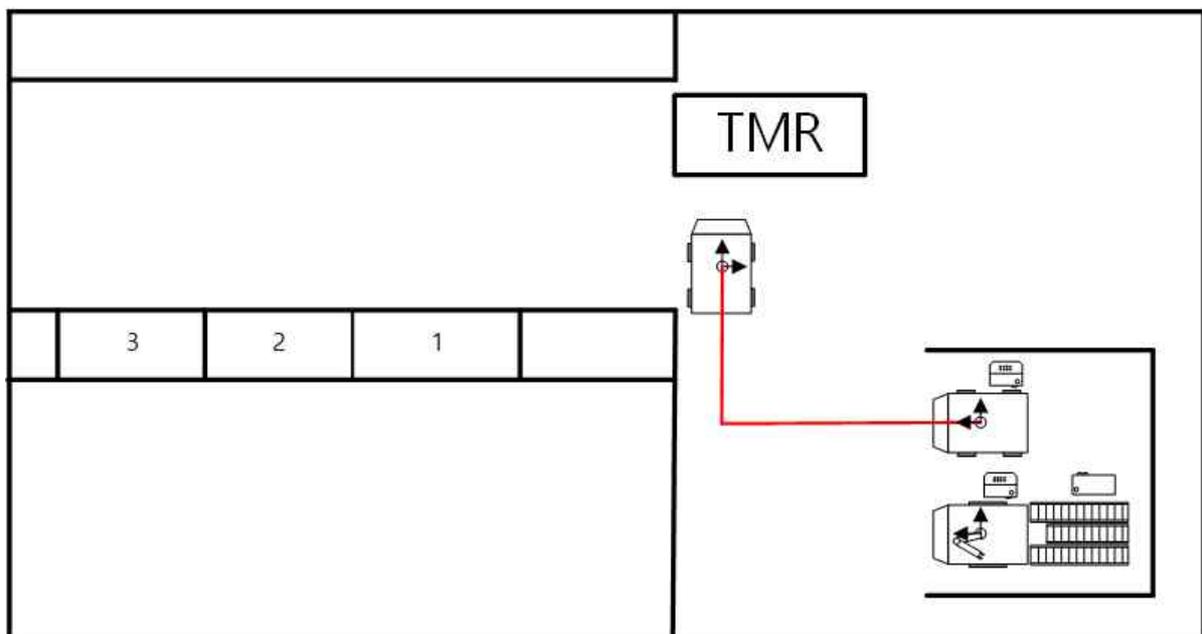


<급이 로봇 V1>



<급이 로봇 V2>

- 자동 급이 시스템은 사료 공급, 자율 주행, 사료 급이, 자동 충전으로 구분됨
- 사료공급은 급이 로봇 V1의 경우 TMR 배합기로부터 사료를 공급받으며, 급이 로봇 V2의 경우 별도의 사료공급장치를 통해 공급받음
- 급이 로봇 V1의 사료공급 과정은 다음과 같음





(1)



(2)



(3)



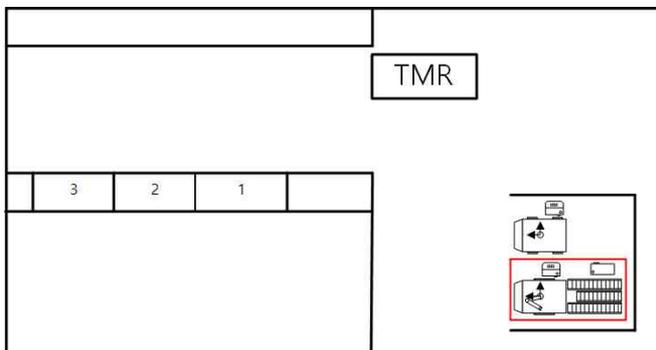
(3)

<급이 로봇 V1의 사료공급>

- 급이 로봇 V1은 대기 위치를 시작으로 TMR 배합기 위치로 자율 주행 이동 후 조사료를 공급 받음

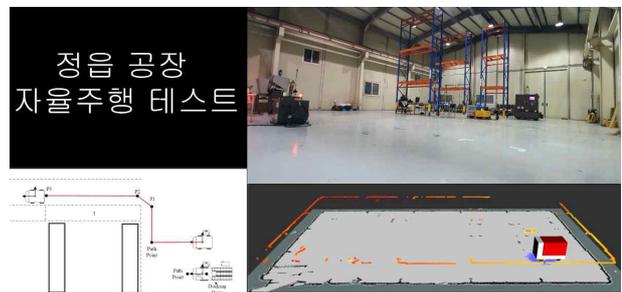
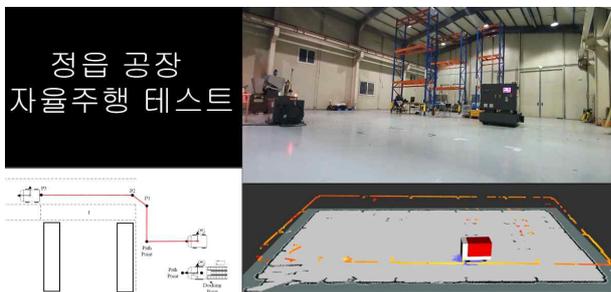
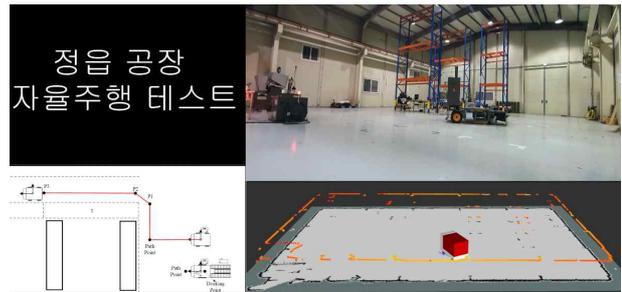
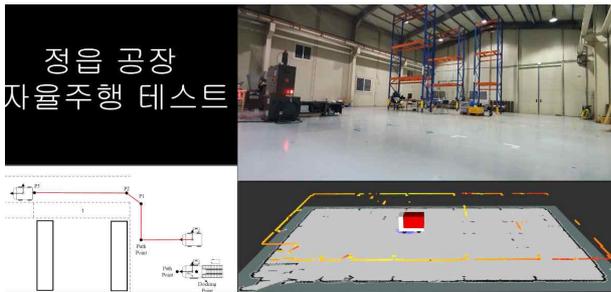
○ 급이 로봇 V2의 사료공급 과정은 다음과 같음

- 급이 로봇 V2은 대기 위치에서 사료공급장치로부터 농후사료를 공급받음

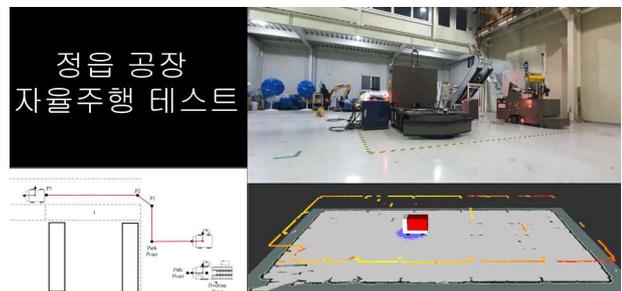
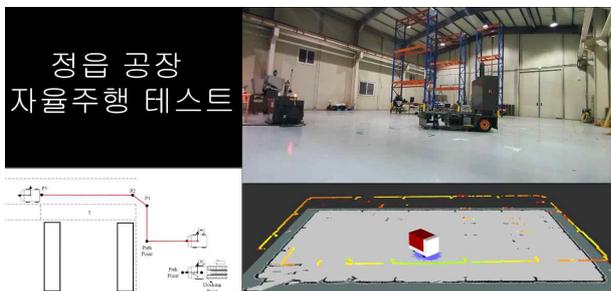
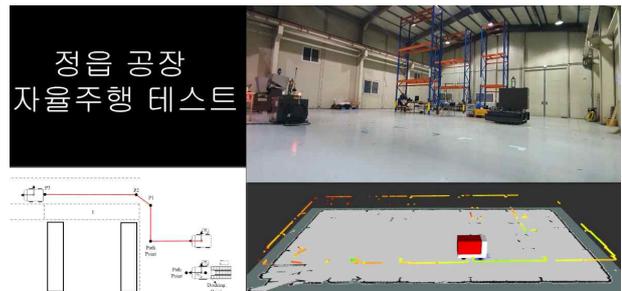
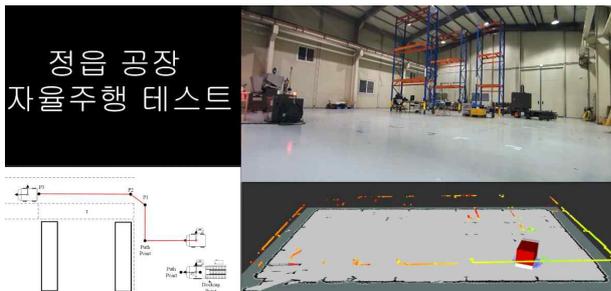


<급이 로봇 V2의 사료공급>

- 자율 주행은 앞서 언급한 위치추정 기술과 경로 생성 기술(A*), 운동 제어 기술(Pure pursuit)을 사용하였음
- 축사 환경에서 적용 전 모사 환경에서의 자율주행은 대기 장소에서 사료 급이 시작 위치까지 진행 후 다시 복귀하는 테스트를 진행



<초기 위치에서 사료 급이 위치까지 자율 주행>

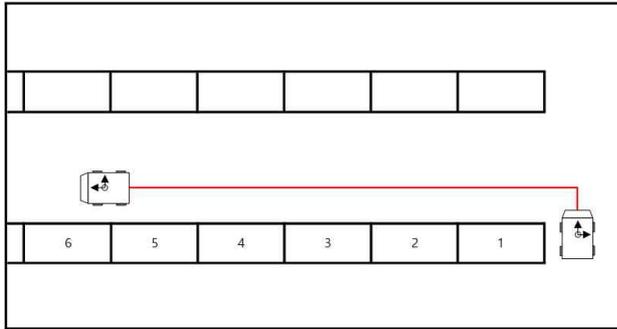


<초기 위치 복귀>

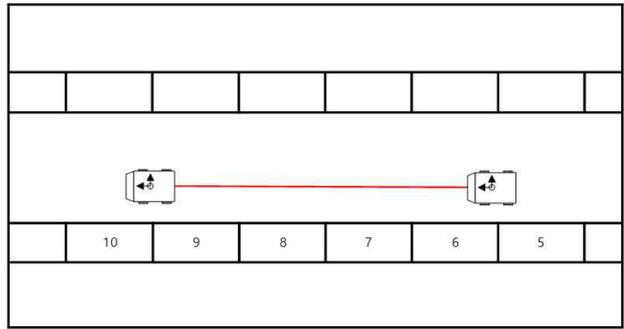
<축사 모사 환경에서의 급이 로봇 V1의 자율주행>

- 축사 환경에서의 자율주행은 전반적인 이동 명령을 수행하면서 이루어짐

- 사료 급이는 급이 로봇 V1의 경우 조사료를, 급이 로봇 V2의 경우 농후사료를 급이하며 초기 서버 명령에서 지정한 급이 구간에 사료를 급이함
- 급이 로봇 V1의 사료 급이는 다음과 같이 이루어짐



<사료 공급 후 자율주행>



<그림., 사료 급이>



(1)



(2)



(3)



(3)

<급이 로봇 V1의 사료 급이>

○ 급이 로봇 V2의 경우 고출력/저정밀 매니플레이터를 위한 경로 생성기술을 RRT 기법을 기반으로 하여 기계학습 기술과 연동한 경로 생성 기술을 개발

○ RRT 기법(Rapidly-exploring Random Trees)

- random sampling을 통해서 경로를 생성
- 생성된 경로들을 학습하여 최적의 경로 선택하여 실제 매니플레이터 경로제어에 반영

```

BUILD_RRT( $q_{init}$ )
1   $T.init(q_{init})$ 
2  for  $k = 1$  to  $K$  do
3     $q_{rand} \leftarrow RANDOM\_STATE();$ 
4     $EXTEND(T, q_{rand});$ 
5  Return  $T$ 

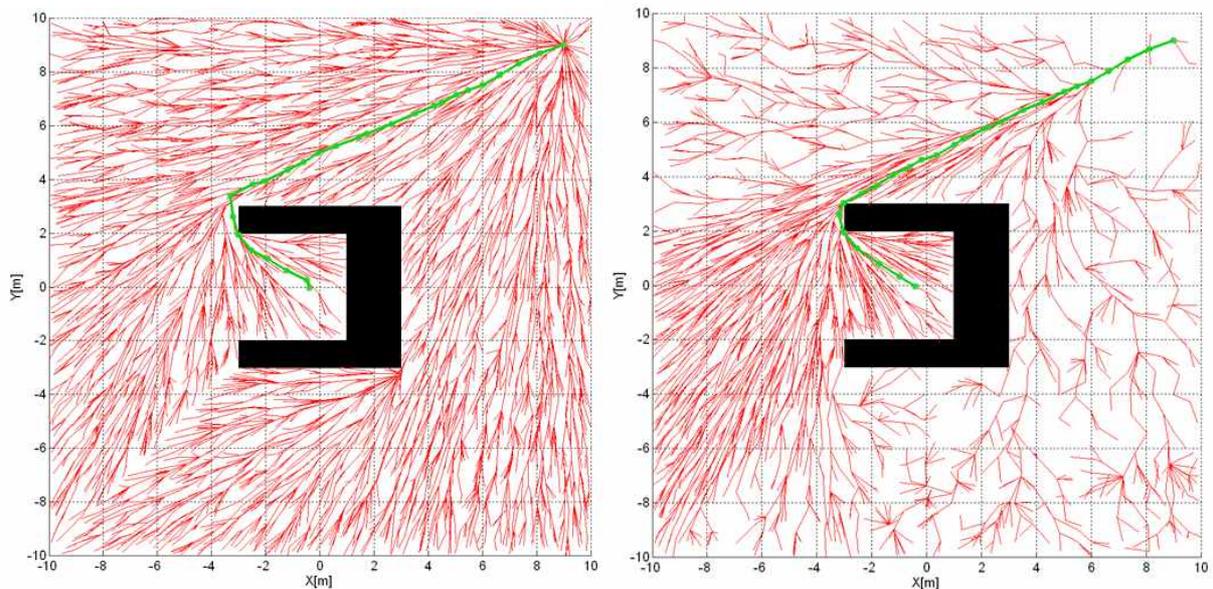
```

```

EXTEND( $T, q$ )
1   $q_{near} \leftarrow NEAREST\_NEIGHBOR(q, T);$ 
2  if  $NEW\_STATE(q, q_{near}, q_{new}, u_{new})$  then
3     $T.add\_vertex(q_{new});$ 
4     $T.add\_edge(q_{near}, q_{new}, u_{new});$ 
5    if  $q_{new} = x$  then
6      Return  $Reached;$ 
7    else
8      Return  $Advanced;$ 
9  Return  $Trapped;$ 

```

<RRT Algorithm>

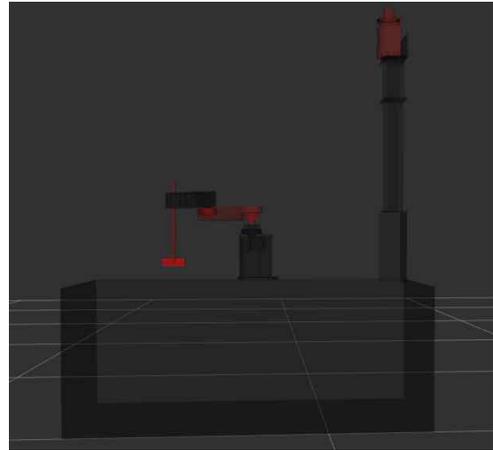
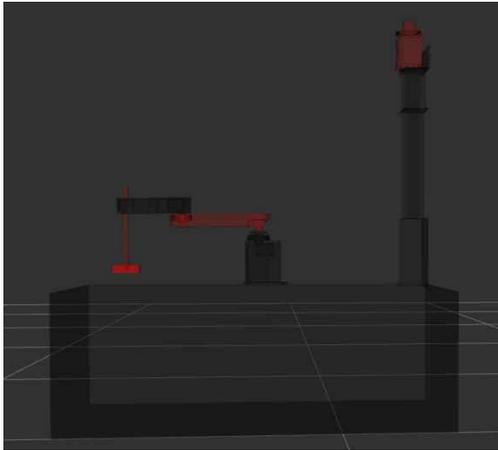


<RRT Algorithm 2차원 경로생성 예시: (좌) RRT*, (우) Goal-biased RRT*>

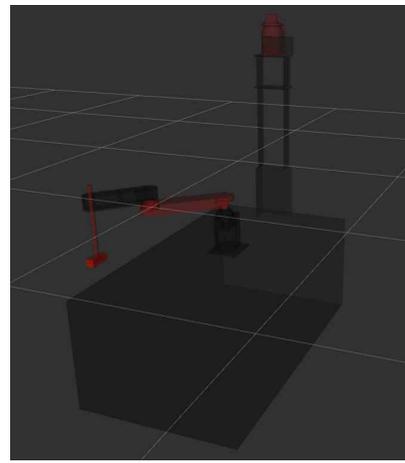
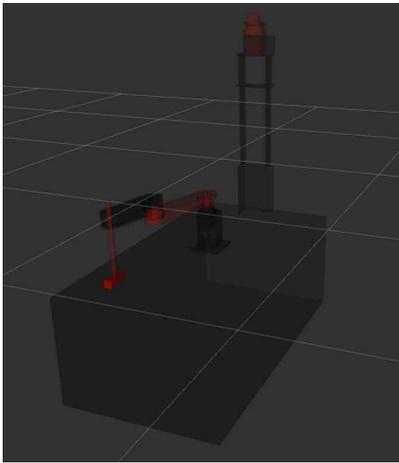
* 참고문헌: S. Karaman and E. Frazzoli, "Incremental Sampling-based Algorithms for Optimal Motion Planning", Robotics: Science and Systems (RSS) Conference, 2010.

○ 매니플레이터 시뮬레이션

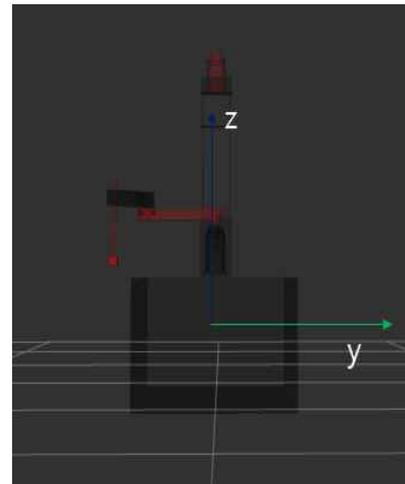
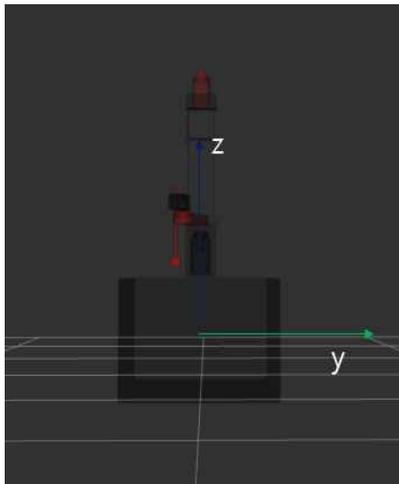
- 매니플레이터의 최적의 경로를 생성하기 위한 기계학습단계
- RRT 기법을 적용하여 고출력/저정밀 매니플레이터에 적합한 경로생성



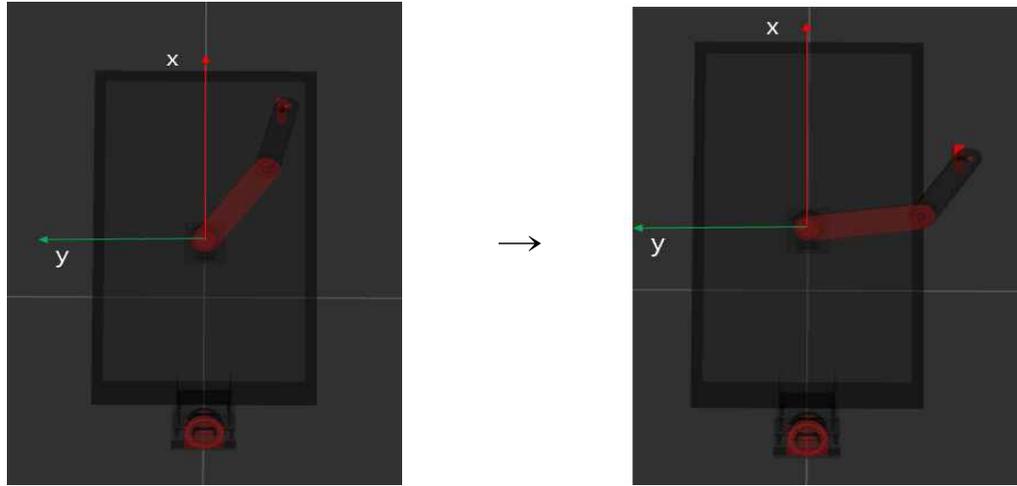
<측면에서 본 매니플레이터의 경로>



<대각선에서 본 매니플레이터의 경로>



<정면에서 본 매니플레이터의 경로>



<위에서 본 매니플레이터의 경로>



<사료 급이 단계>

○ 1단계. 사료 급이 준비 단계



(1)

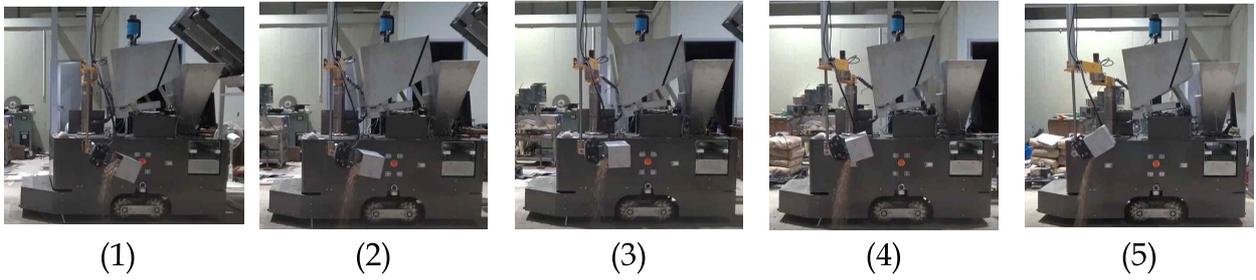
(2)

(3)

<사료 급이 준비 단계 구성>

- 사료 급이 준비단계는 사료 급이 라인까지 매니플레이터의 엔드-이펙터가 도달하는 과정을 말함
- 로봇 팔은 크게 회전 관절(revolute joints)과 프리즘 관절(prismatic joints)로 구성됨, 회전 관절은 자율주행 플랫폼의 농후 사료통으로부터 사료를 전달받는 위치에서 사료 급이 위치까지 이동시키고 프리즘 관절은 사료가 급이 라인을 벗어나는 것을 방지하기 위해 엔드-이펙터를 지면으로부터 최대한 가깝게 이동시키는 역할을 함

○ 2단계. 사료 급이 단계



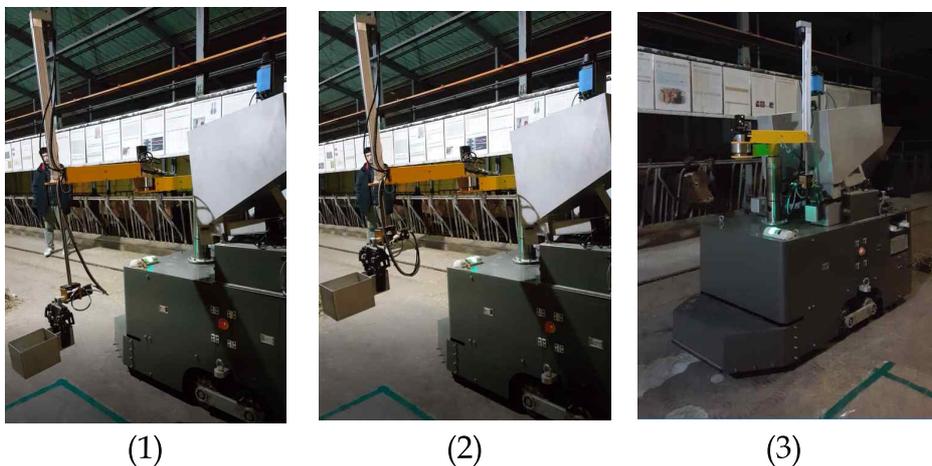
<사료 급이 단계 구성>

- 사료 급이 단계에서는 하나의 사료 급이구간은 총 5마리의 소가 먹이를 먹을 수 있는 구조로 되어 있기 때문에 사료를 분할하여 급이하여야 함
- 사료 급이 단계 구성 사진과 같이 엔드-이펙터의 회전 관절을 이용하여 사료통의 기울기를 조절함으로써 아래 농후사료 급이 결과 사진과 같이 한 구간 내에서 5번 분할 분배됨



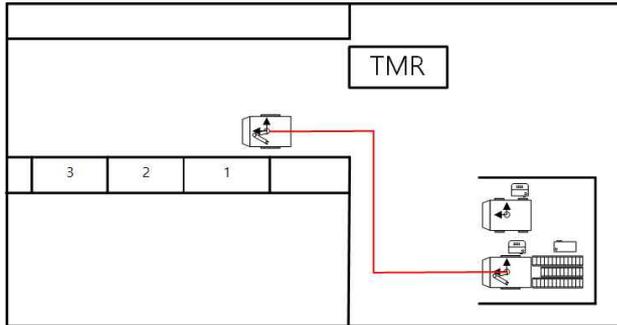
<농후사료 급이 결과>

○ 3단계. 초기위치 복귀 단계

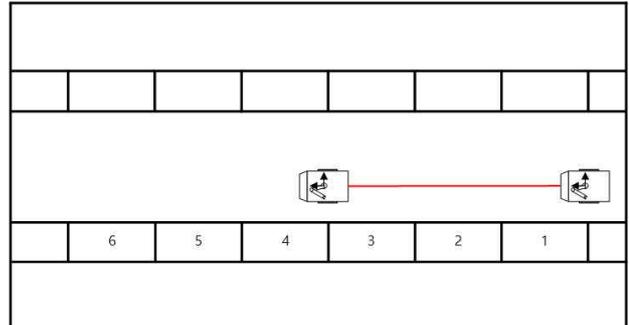


<초기위치 복귀 단계 구성>

- 초기위치 복귀 단계는 한 구간의 사료 급이 완료 후 다음 구간의 사료 급이를 위해 자율주행 플랫폼의 탑재된 농후 사료통으로부터 사료를 전달받기 위해 복귀하는 과정임
- 초기위치 복귀 단계의 제어 순서는 사료급이 준비단계의 역순임
- 위 기술이 적용된 급이 로봇 V2의 사료 급이는 다음과 같이 이루어짐



<사료 공급 후 자율주행>



<사료 급이>



(1)



(2)



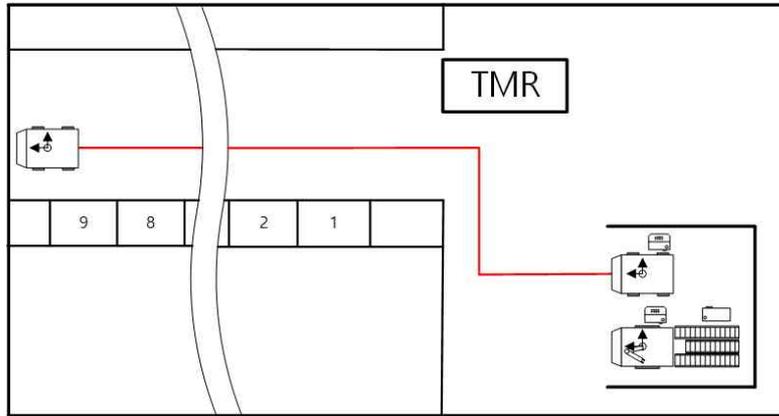
(3)



(4)

<급이 로봇 V2의 사료 급이>

- 자동 충전은 현재 위치에서 대기 장소(초기 위치)로 돌아가 충전 명령을 수행하는 것
- 다음 그림은 급이 로봇 V1이 사료 급이를 완료 후 자동 충전을 위해 대기 장소로 이동하는 상황을 보여줌



(1)



(2)



(3)



(4)

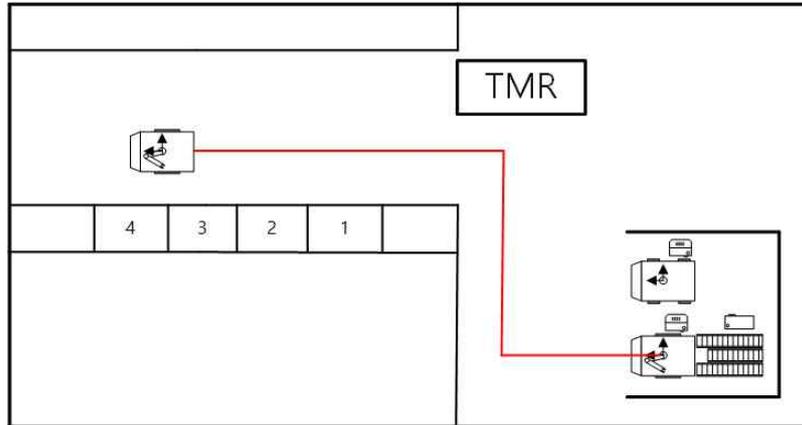


(5)



(6)

<급이 로봇 V1의 자동 충전>



(1)



(2)



(3)



(4)

<급이 로봇 V2의 자동 충전>

- 급이 로봇 V1의 경우 전면 하단 가이드를 통해 사료 급이 라인 밖으로 나온 사료를 급이 라인 안쪽으로 넣어주는 기능이 있음
- 사료 급이 라인 밖으로 나온 사료를 밀어주는 역할을 통해 축사 내부를 정리된 상태로 유지함
- 해당 기능을 하는 급이 로봇 V1의 전면부는 다음과 같음
- 급이 로봇 V1 전면부 하단에 위치한 가이드는 상하 움직임을 통해 급이를 하지 않는 일반적인 사항에서는 가이드를 올린 상태에서 운용하며 급이를 진행하는 구간에서는 가이드를 최하단으로 내려 사료 급이 라인 밖으로 나온 사료를 안으로 넣어주는 역할을 함
- 테스트 사진과 같이 실 환경에서 자동 급이 로봇이 운용되는 상황에서 한우에게로 사료 전달력을 높이고 축사 내 환경을 정돈된 상태로 유지함을 확인함



<급이 로봇 V1 하드웨어 구성>



<급이 로봇 V2 기능 테스트>

자. 조사료 및 배합사료 급여 실증



<조사료 및 배합사료 급여 실증 개념도>

- 배합사료 및 조사료 급여로봇에 사료급여량과 급여 빈도를 설정하고 급여를 실시함
- 급여 후 30분 후에 사료(배합사료 및 조사료) 잔량을 측정하여 사료 섭취량을 계산함
- 조사료는 건초(벧집), 옥수수 담근먹이, IRG 담근먹이 형태로 급여를 하여 조사료 형태별 사료 섭취량과 배합사료 섭취량의 조합을 계산함
- 배합사료 및 조사료 급여로봇에 사료급여량과 급여 빈도를 설정하고 급여를 실시함
- 음용수 공급장치는 기존 음용수 공급장치와 개선 음용수 공급장치를 동시에 운영하여 장단 점을 측정하고 위생상태 및 오염정도를 비교 분석함
- 송풍장치는 한우사 개폐장치와 연계하여 작동유무를 설정하여 생육환경에 대한 육안 평가를 실시함

2-4 연구개발 성과

(단위 : 건수, 백만원, 명)

성과 목표	사업화지표											연구기반지표									
	지식 재산권				기술 (이전)		사업화					기술인증	학술성과			교육지도	인력양성	정책· 활용· 홍보		영 농· 활용	
	특허출원	특허등록	품종등록	프로그램등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출	투자유치		논문		논문평균IF			학술발표	정책제안		홍보전시
													SCI	비SCI							
단위	건	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	건	명	건	건	건		
가중치	10			10			50							10	10				10		
최종목표	2			1			3							2	2				1		
1차년도	목표	2		1			3							2	2				1		
	실적	2		1			3							3	3				1		
소계	목표	2		1			3							2	2				1		
	실적	2		1			3							3	3				1		
종료 1차년도								100													
종료 2차년도		1						500													
종료 3차년도								1,000													
종료 4차년도		1						2,000													
종료 5차년도								5,000													
소계		2		1				8,600													
합계	2	2		1			3	8,600						3	3				1		
달성도 (%)	100			100			100							150	150				100		

가. 국내 및 국제학술회의 발표

No	논문명	학회명칭	발표자	발표일시	장소	국명
1	People detection using 3D information-based data attribute analysis	ICAT20019	김주민	2019.06.20~06.22	광주광역시	대한민국
2	System building for continuous autonomous driving operation in formalized environment	ICAT2019	김주민	2019.06.20~06.22	광주광역시	대한민국
3	Convolutional Neural Network using Collision Grid Map based on probability scheme for collision prediction	ICMR2019	조준형	2019.11.27~11.29	제주도	대한민국

Junior Poster Session I ICAT2019-P01

People detection using 3D information-based data attribute analysis

Jumin Kim¹, Yoonchang Sung², Chang-bae Moon^{1*}

¹ School of Mechanical Engineering, Chonnam National University
² Electrical and Computer Engineering, Virginia Polytechnic Institute and State University
 Corresponding author: Chang-bae Moon, Email: cbmoon@jnu.ac.kr

Keywords: Mobile robot, Target detection, Support vector data description (SVDD), Data classification, Laser scanner

1. Introduction
 One of the target tracking problems of mobile robots is target detection. Target detection is the design of a sensor model to distinguish target from raw data. To distinguish between non-human and human, the sensor model design includes what kind of sensor to use and what characteristics to use.
 First, various sensors such as a Camera, a Lidar, a Radar, and an Ultrasonic sensor are used to detect a person. The most commonly used sensors are cameras and lasers. Although the camera have many features that can analyze the target from the image of the surrounding environment, it is sensitive to environmental factors such as lighting. The laser scanner can acquire precise distance information in a short time and it is easy to link with the autonomous navigation technology of mobile robot, so it is widely used for target detection research.
 In the early days of a study on target detection using laser sensor, there were many techniques for recognizing the target based on the 2D data. Recent research has been actively carrying out target detection using 3D information due to various information and robustness of 3D laser sensors. In this paper, we propose a 3D information-based target detection method. Data analysis used support vector data description (SVDD) [1] and binary classification.
 The rest of this paper is organized as follows. Section 2 introduces the research methods and Procedure. Section 3 consists of experimental results and discussion, and Section 4 provides conclusions.

2. Research Method and Procedure
 In order to detect a person, it is necessary to classify the raw data received from the sensor and recognize the target data. In this study, we analyze the characteristics of human body by receiving three-dimension information and distinguish between people using attribute of each person.
 Figure 1 shows three-dimension data of person. Fig. 1(b) shows the human 3D data and fig. 1(c) shows the data extracted from the height shown in fig. 1(a). The process of

extracting and classifying target data is as follows.

$$\epsilon_{h(i),z} = |h_i - A(i)|, \epsilon_{h(i),z} < \epsilon_{\text{threshold}} \quad (1)$$

Fig. 1. Data of 3D laser sensor

In Eq. 1, $\epsilon_{h(i),z}$ represents the magnitude of the error between the i -th measurement height and the target height. When $\epsilon_{h(i),z}$ is within $\epsilon_{\text{threshold}}$, the i -th measurement is classified as the target height. SVDD was used for data classification. The attributes analyzed using SVDD are girth, width and p. p is related to depth and width. The classification boundary is derived by analyzing the correlation between the attributes. It is determined whether the data is the target or not. (Eq. 2)

$$\min L(R^2, a, \xi) = R^2 + C \sum_{i=1}^n \xi_i$$

$$s.t. \|x_i - a\|^2 \leq R^2 + \xi_i, \xi_i \geq 0, \forall i, x_i = \begin{pmatrix} A_{1,i} \\ A_{2,i} \end{pmatrix} \quad (2)$$

After the SVDD step, we train the attributes that match each target to distinguish between targets. At this step, binary classification is used. Through these two steps, it is possible to detect a person in the cognitive range of sensor and to judge whether or not the current target data matches a specific target based on previously training data.

3. Results and Discussion
 This section consists of the verification of the classification technique mentioned in section 2. Fig. 2 shows the result of analyzing the data using SVDD. Fig.

Junior Poster Session I ICAT2019-P04

System building for continuous autonomous driving operation in formalized environment

Jumin Kim¹, Dal Hyung Kim², Chang-bae Moon^{1*}

¹ School of Mechanical Engineering, Chonnam National University
² Department of Mechanical Engineering and Energy Processes Southern Illinois University Carbondale
 Corresponding author: Chang-bae Moon, Email: cbmoon@jnu.ac.kr

Keywords: Autonomous driving, Smart animal farming industry, Automation system, mobile robot, laser scanner

1. Introduction
 As the aging of the country and the decline in the number of people, many studies related to automation in various fields of agriculture are carried out. In the case of animal farming, there are many studies in various environments where ducks, pigs, dairy cattle, and cows are raised. Among these, the automation research on feeding is significant. The existing studies on automation system in agriculture are as follows. 1) A method of driving by a designated route using a magnetic sensor, and 2) A method of feeding by installing a fixed structure. In addition to this, automation systems using various methods have been studied. However, it has been difficult to modify or expand the system. In this paper, we propose an autonomous navigation based system. The experiment result shows that the stability of the system is secured and the system is easy to modify or expand.

2. Research Method and Procedure

Fig. 1. Configuration of mobile robot

The automation system consists mainly of mobile robots. The sensors mounted on mobile robots are laser and camera. The lasers are used for position estimation, path generation and obstacle avoidance. The camera is used for the user to remotely check the environment inside the barn. The manipulator and the conveyor mounted on the mobile robot serve to distribute the feed.

The system can be divided into waiting step and operation step (Fig. 2). The waiting step consists of charging, feed replenishment, and monitoring in barn. The charging function is activated when the mobile robot have low battery during operation or in standby mode. The charging terminal is connected between the charging station and the

mobile robot in the fixed position. The laser and the photo sensor are used for matching the charging position.

Fig. 2. Configuration of Automation system

In Feed replenishment stage, the mobile robot receives feed from the feed supply system located in the waiting area and uses the proximity sensor to check the delivered amount. In the case of monitoring in barn, the system was constructed so that it can be monitored and controlled from a remote location by configuring a wireless communication network. At the operation step, it consists of feeding and cleaning. The mobile robot feeds the concentrated feed stuff using the robot arm and the roughage and dry feed using the conveyor belt. The cleaning function is to push the feed out of the feed line into the feed line during operation step.

3. Results and Discussion

Fig. 3. Experiment environment

The experimental environment is shown in Fig. 3 and follows the standard of cow barn in Korea. The right side

Convolutional Neural Network using Collision Grid Map based on probability scheme for collision prediction.

J. H. Jo¹, C.B. Moon^{*}

^{1,2} School of Mechanical Engineering, Chonnam National University, Gwangju, Republic of Korea

^{*}Corresponding author: cbmoon@jnu.ac.kr

1. Introduction

There are many studies [1], [2] in which robots feed and monitor cattle in livestock environment. When mobile robot feeds the cattle, there is a problem with cow sticking their head out of the fence to feed them and colliding with the robot.

Recently, it was proposed Convolutional Neural Network(CNN) [3] based on image data for object classification. In proposed method [3], Neural network learns the feature of image data using gradient descent for optimizing loss function.

It has proposed in [4] has proposed that 3d point cloud data is applied to Convolutional Neural Network. Voxelnet [4] modelled the occupancy grid map of three types of binary data using for 3d point cloud. VoxNet network learns the occupancy grid map to object classification.

In this paper, Collision Grid Map(CGM) is proposed using 3d point cloud data to predict the collision between the cattle and the mobile robot in barn environment. The Collision Grid Map is composed of 2-channel. First channel is constructed by location data in x-y plane. Second channel is composed of depth data about z-direction. the point cloud data is measured by situation and created the Collision Grid Map. Then, the generated Collision Grid Map is applied to the Convolutional Neural Network to predict the collision of livestock.

2. Collision Grid Map

There is invariant of permutation problem that 3d point cloud data is applied to Convolutional Neural Network. The proposed method [4] modelled voxel of the binary occupancy grid, density grid, hit grid. Then network is learned by voxel to solve invariant of permutation problem. The method is proposed that Collision Grid Map scheme is based on probability to solve invariant of permutation problem and predict the collision between the robot and the cattle.

Equation (1) shows measurement data s and grid map M . Measured data is x , y and z data of the sensor coordinate system. Grid map M consists of two channels.

$$s = \{s\} = \{x, y, z\}, M = \{m_{1,1}, m_{2,1}\} \quad (1)$$

The posterior of Collision Grid Map is shown as equation (2). In order to calculate the posterior efficiently, log odds notation can be defined.

$$p(m|s) = \prod_i p(m_i|s) \quad (2)$$

log odds notation can be calculated using present point cloud data and previous point cloud data. when initial grid map is free state, initial Collision Grid Map can be omitted.

The first channel of the Collision Grid Map uses the discretization function G to grid the x and y data in the point cloud. When discretization data correspond to grid cell, grid cell values are added up in counts one by one.

The second channel is consisted of the average of depth z data. Grid cell has on depth value that occurred to collision situation and non-collision situation.

3. Experimental Results

3d point cloud data is measured in barn environment using D435 from intel as shown Fig. 1. D435 has maximum resolution 1920 x 1080 and maximum frame rate 30 FPS. It can be measured up to 10 meters. The data in the case of non-collision situation, when there is fence only, has been measured 2,000 data. Similarly, the data in the case of collision situation, when cow sticks their head out of the fence, has been measured 2,000 data. The data is divided into 1,800 training data and 200 test data each.



Fig 1 Intel real sense depth camera D435

In order to generate Collision Grid Map, cell resolution is set to 0.01m and the map size to be 150 x 100. Based on the sensor coordinate, x , y

<국제 학술 발표 3건>

나. 지식재산권(특허, 실용신안, 의장, 디자인, 상표, 규격, 신품종, 프로그램)

No	지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재)	국 명	출원			등록			기여율
			출원인	출원일	출원번호	등록인	등록일	등록번호	
1	축사용 오토피딩 로봇 및 이를 위한 사료배합기 자동 공급 방법	대한 민국	포테닛 (주)	2019.12 .03	10-2019-0 159382	-	-	-	100%
2	자동세척기능을 구비한 축사용 음용수 자동공급장치	대한 민국	포테닛 (주)	2019.12 .03	10-2019-0 159383	-	-	-	100%
3	급이농장	대한 민국	포테닛 (주)	-	-	포테닛 (주)	2020.01 .14	C-2200-00 2966	100%

출원번호통지서

출원번호통지서

출원일자 2019.12.03
특기사항 심사청구(유) 공개신청(우) 창조번호(DP190148)
출원번호 10-2019-0159382 (접수번호 1-1-2019-1250679-15)
출원인명칭 포테넷 주식회사(1-2010-009073-5)
대리인성명 윤재승(9-2002-000187-9)
발명자성명 남형도 이수준 서정길 이재욱
발명의명칭 측사용 오토피딩 로봇 및 이를 위한 사료배합기 자동 공급방법

출원일자 2019.12.03
특기사항 심사청구(유) 공개신청(우) 창조번호(DP190149)
출원번호 10-2019-0159383 (접수번호 1-1-2019-1250680-51)
출원인명칭 포테넷 주식회사(1-2010-009073-5)
대리인성명 윤재승(9-2002-000187-9)
발명자성명 남형도 이수준 서정길 이재욱
발명의명칭 자동세척기능을 구비한 측사용 용종수 자동급공장치

특허청장

특허청장

<<안내>>

<<안내>>

- 1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 통해 확인하실 수 있습니다.
2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 동봉된 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 우체국 또는 은행에 납부하여야 합니다.
3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [특허고객번호 정보변경(경정), 정정신고서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.
4. 특허(실용신안 등) 출원은 명세서 또는 도면의 보정이 필요한 경우, 등록결정 이전 또는 의결서 제출기간 이내에 출원서에 최초로 첨부된 명세서 또는 도면에 기재된 사항의 범위 안에서 보정할 수 있습니다.
5. 외국으로 출원하고자 하는 경우 PCT 제도(특허 실용신안)나 마드리드 제도(상표)를 이용할 수 있습니다.
6. 본 출원사실을 외부에 표시하고자 하는 경우에는 아래와 같이 하여야 하며, 이를 위반할 경우 관련 법령에 따라 처벌을 받을 수 있습니다.
7. 중언언이 직무수행과정에서 개발한 발명을 사용자(기업)가 명확하게 승계하지 않은 경우, 특허법 제62조에 따라 심사단계에서 특허거절결정되거나 특허법 제133조에 따라 등록이후에 특허무효사유가 될 수 있습니다.
8. 기타 심사 절차에 관한 사항은 동봉된 안내서를 참조하시기 바랍니다.

- 1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 통해 확인하실 수 있습니다.
2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 동봉된 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 우체국 또는 은행에 납부하여야 합니다.
3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [특허고객번호 정보변경(경정), 정정신고서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.
4. 특허(실용신안 등) 출원은 명세서 또는 도면의 보정이 필요한 경우, 등록결정 이전 또는 의결서 제출기간 이내에 출원서에 최초로 첨부된 명세서 또는 도면에 기재된 사항의 범위 안에서 보정할 수 있습니다.
5. 외국으로 출원하고자 하는 경우 PCT 제도(특허 실용신안)나 마드리드 제도(상표)를 이용할 수 있습니다.
6. 본 출원사실을 외부에 표시하고자 하는 경우에는 아래와 같이 하여야 하며, 이를 위반할 경우 관련 법령에 따라 처벌을 받을 수 있습니다.
7. 중언언이 직무수행과정에서 개발한 발명을 사용자(기업)가 명확하게 승계하지 않은 경우, 특허법 제62조에 따라 심사단계에서 특허거절결정되거나 특허법 제133조에 따라 등록이후에 특허무효사유가 될 수 있습니다.
8. 기타 심사 절차에 관한 사항은 동봉된 안내서를 참조하시기 바랍니다.

<특허출원 통지서(2건)>



프로그램의 내용

프로그램출원번호: 42870

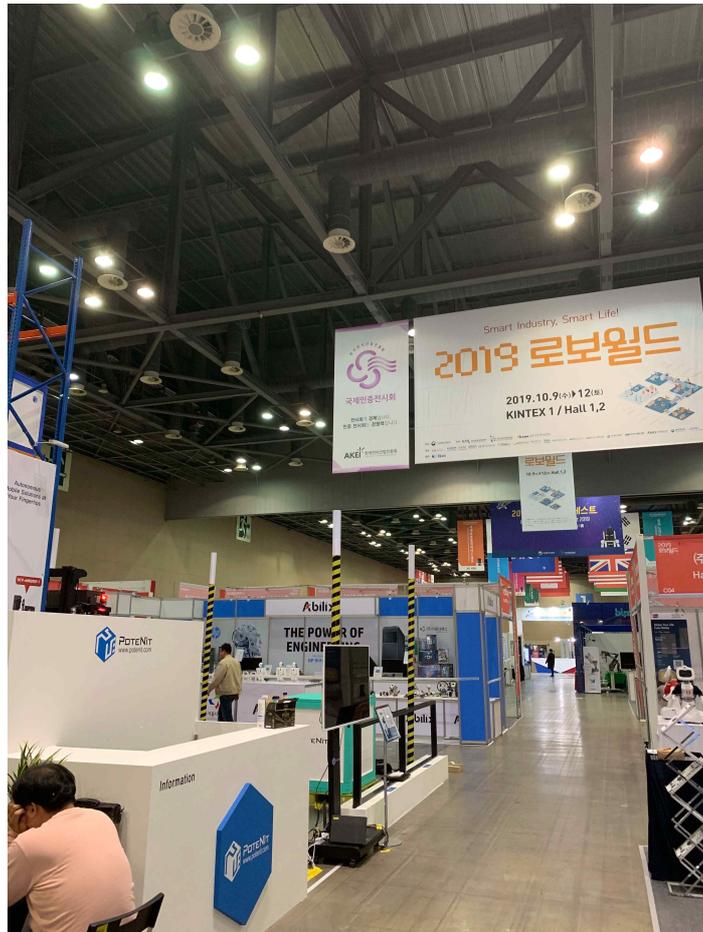
Table with program registration details including title '프로그램등록부', application number '10-2019-002909', and inventor information.

Table with program content details including title '특수한 자동화 구분기', main content '특수한 물체의 이격... 자동화 구분기', and other technical specifications.

<프로그램등록(1건)>

다. 홍보/전시 자료

- 국내 최대 로봇전시회인 '로보월드2019'에 참석하여 개발된 축사자동화 로봇 홍보S



<2019 로보월드 홍보전시: 2019.10.09 ~ 2019.10.12>

라. 교육지도 자료

○ 기자재 패키지 예비사용자, 한우사육농가를 대상으로 한 교육지도 프로그램 운영

- 1차 교육지도 프로그램

- 일시 : 2019년 5월 31일
- 장소 : 전남대학교 농업마이스터 대학
- 대상 : 농업마이스터 대학 한우반 교육생 20명
- 교육내용 : 국내외 자동화 축사 및 스마트팜의 현황과 기대 방향



- 2차 교육지도 프로그램

- 일시 : 2019년 6월 18일
- 장소 : 전남 장흥군 축산사업소
- 대상 : 장흥군내 한우사육농가 15명, (사)전국한우협회, 장흥축협, 장흥군 축산업무 관계자
- 교육내용 : 한우사육농가 대상으로 한 ICT 축사 및 로봇시장에 대한 기대와 활용



- 3차 교육지도 프로그램

- 일시 : 2019년 8월 21일
- 장소 : 전남 장흥군 농업기술센터
- 대상 : 장흥군내 한우사육농가 15명, (사)전국한우협회, 장흥축협, 장흥군 축산업무 관계자
- 교육내용 : 스마트 팜 자동 관리 시스템



마. 사업화성과 및 매출실적

○ 사업화 성과

항목	세부항목			성 과	
사업화 성과	매출액	개발제품	개발후 현재까지	-	
			향후 3년간 매출	40억원	
		관련제품	개발후 현재까지	3억원	
			향후 3년간 매출	40억원	
	시장 점유율	개발제품	개발후 현재까지	국내 : 0% 국외 : 0%	
			향후 3년간 매출	국내 : 20% 국외 : 2%	
		관련제품	개발후 현재까지	국내 : 30% 국외 : 0%	
			향후 3년간 매출	국내 : 50% 국외 : 2%	
	세계시장 경쟁력 순위	현재 제품 세계시장 경쟁력 순위			-
		3년 후 제품 세계 시장경쟁력 순위			-

○ 사업화 계획 및 매출 실적

항 목	세부 항목		성 과		
사업화 계획	사업화 소요기간(년)		2019.01.22 ~ 2020.01.21.(12개월)		
	소요예산(백만원)		666.700		
	예상 매출규모 (억원)		현재까지	3년후	5년후
			-	40	80
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년후	5년후
		국내	-	20	40
국외		-	2	4	
향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획		TMR(자가배합섬유질사료)급이기 및 자동급이 로봇 무인연동작업을 통한 축사 자동화 시스템 상용화			
무역 수지 개선 효과	(단위: 억원)		현재	3년후	5년후
	수입대체(내수)		-	-	-
	수 출		-	-	-

3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

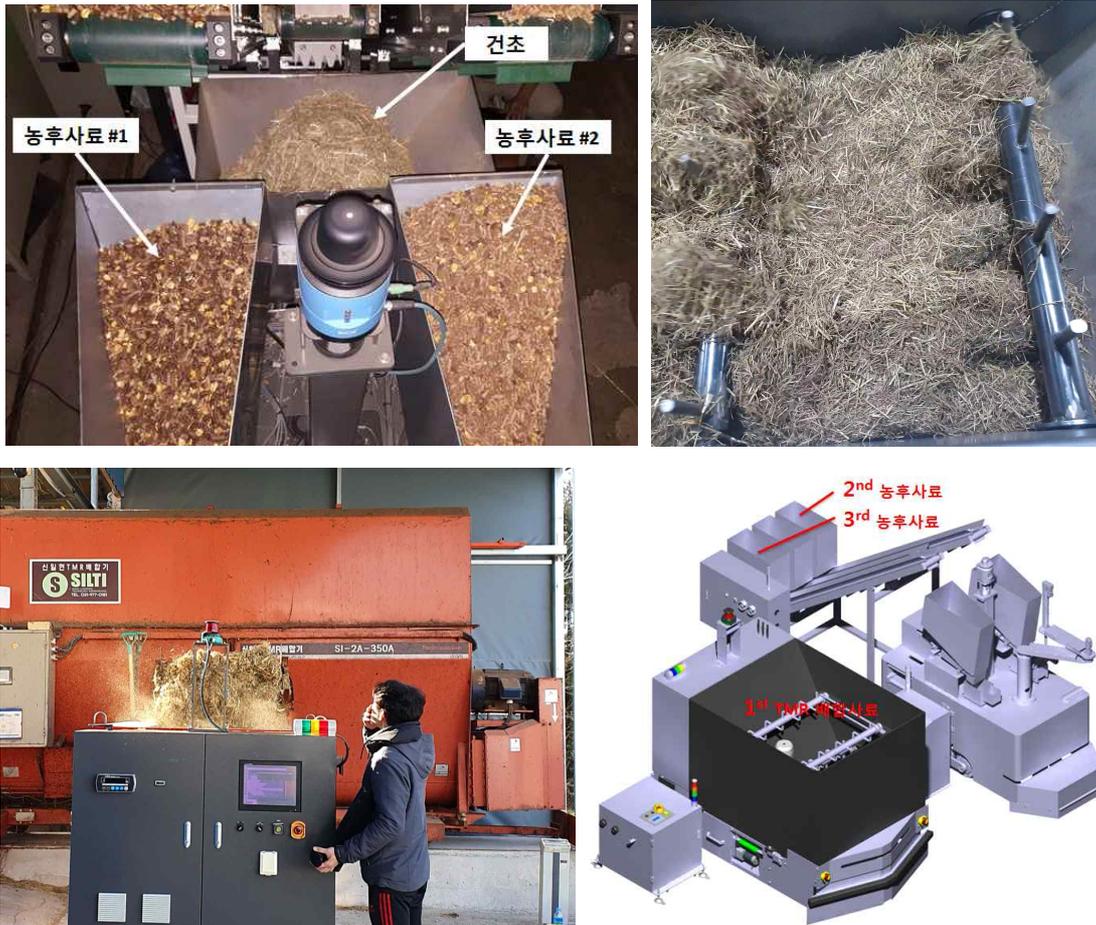
3-1. 목표

평가 항목	단위	전체 항목에서 차지하는 비중 (%)	세계최고 수준 보유국/보유기업 (/)	연구개발 전 국내수준	개발 목표치	평가 방법	
			성능수준	성능수준			
축산작업성능	사료 급이 종류	종	5	(미국/Lely) 1	-	3	자체평가
	1회 사료 급이시간	min	10	(미국/Lely) 60	-	65	공인시험성적서 (외부기관공인확인)
	사료 공급 성공률	%	5	(미국/Lely) 95	-	95	공인시험성적서 (외부기관공인확인)
사료 급이 로봇	지도 정밀도	cm	5	(일본/Omron) 10	-	10	공인시험성적서 (외부기관공인확인)
	위치추정 정밀도	cm	5	(일본/Omron) 10	-	10	공인시험성적서 (외부기관공인확인)
	이동 플랫폼 Payload	kg	10	(미국/CIEA rpath Robotics) 1,000	-	500	공인시험성적서 (외부기관공인확인)
ICT 기자재 패키지	음용수 공급 장치 종류	개	10	-	-	2	자체 평가
	가변형 송풍기 종류	개	10	-	-	2	자체 평가
	ICT 센서 모듈 통합제어기 보드당 처리 용량	개	20	-	-	8	공인시험성적서 (외부기관공인확인)
	ICT 기자재 데이터베이스 구축	건	20	-	-	3	공인시험성적서 (외부기관공인확인)

3-2. 목표 달성여부

가. 축산작업성능

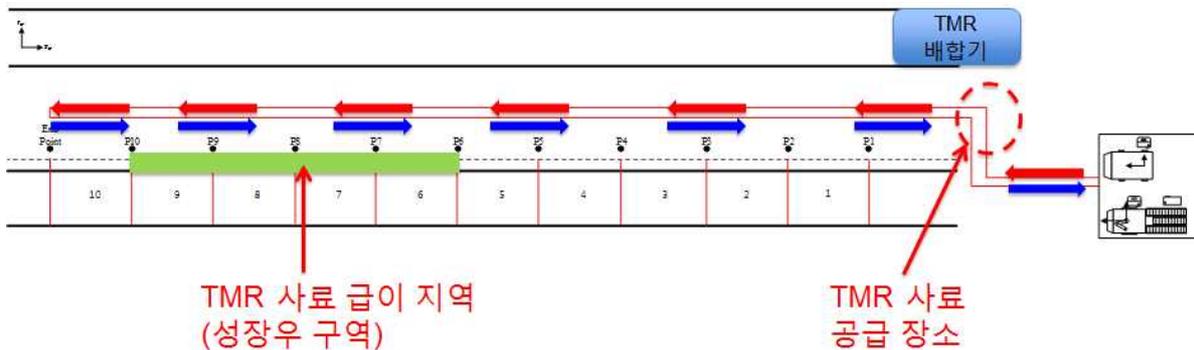
(1) 사료 급이 종류 3종류 달성(자체평가)



<사료 급이 3종류>

(2) 1회 사용 급이시간 65min 이내 달성(공인시험성적서)

- 시험 방법: 자동 급이 로봇이 배터리 완충 후 연속 주행 및 급이 작업 후 충전이 필요하기까지의 동작 시간



<급이시간 공인시험 계획도>

3.1.1. 사료 급여 시간

(1) 시험방법

- 1) 자동화 로봇이 배터리 충전 지역부터 연속 주행 및 사료 급여 후 배터리 충전 지역으로 되돌아가는데까지 걸리는 시간을 측정한다.

(2) 시험사진



TRF-RC-007(00)161110 본 시험상격서는 ㈜디티앤씨의 승인 없이서는 복제 및 재발급이 금지됩니다. 페이지: 6 / 27

G4B(www.g4b.go.kr)진위확인코드 : gJMD3A8plyM=

(계속)



TRF-RC-007(00)161110 본 시험상격서는 ㈜디티앤씨의 승인 없이서는 복제 및 재발급이 금지됩니다. 페이지: 7 / 27

G4B(www.g4b.go.kr)진위확인코드 : gJMD3A8plyM=



d. 주행 완료



e. 소요시간

[그림 1] 시험사진

TRF-RC-007(00)161110 본 시험성적서는 ㈜디티앤씨의 승인 없이서는 복제 및 재발급이 금지됩니다. 페이지: 8 / 27



(3) 시험결과

<표 4> 시험결과

평가항목	목표치	시험결과	비고
① 출발 : 배터리 충전지역			
② 임무 : 연속 주행 및 사료 급여	65 min 이내	22 min 16 s	이상 없음
③ 도착 : 배터리 충전지역			

TRF-RC-007(00)161110 본 시험성적서는 ㈜디티앤씨의 승인 없이서는 복제 및 재발급이 금지됩니다. 페이지: 9 / 27



(3) 사료공급 성공률 95% 이상 달성(공인시험성적서)

- 실증 단지 공간 내에서 10m 구간 자동 급이 작업 후 총 공급 사료 중량(A)과 급이 공간 외의 사료 중량(B)의 비율 / 성공률 = $(A/(A+B)) \times 100\%$

(B구역)  (B구역)

TMR 사료 급여 지역(A 구역)

<사료공급 성공률 공인시험 계획도>

3.1.2. 사료 급여 성공률

(1) 시험방법

- 1) 자동화 로봇이 사료 급여 지역 (폭 0.8 m, 길이 18 m)에 사료 공급 시 목표 지역에 사료 배출량을 측정한다.

(2) 시험사진



TRF-RC-007(00)161110 본 시험성적서는 ㈜디티앤씨의 승인 없이는 복제 및 재발급이 금지됩니다. 페이지: 10 / 27



G4B(www.g4b.go.kr)진위 확인코드 : qIMD3A8pIyM=



(계속)



TRF-RC-007(00)161110 본 시험성적서는 ㈜디티앤씨의 승인 없이는 복제 및 재발급이 금지됩니다. 페이지: 11 / 27



G4B(www.g4b.go.kr)진위 확인코드 : qIMD3A8pIyM=



(계속)



d. 급여 사료 (16.45 kg)



e. 급여 지역 이탈사료 (0.05 kg)

[그림 2] 시험사진



(3) 시험결과

< 표 5 > 시험결과

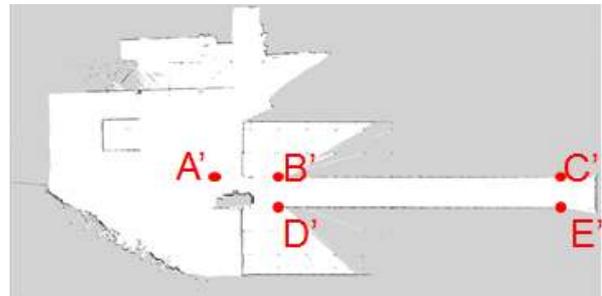
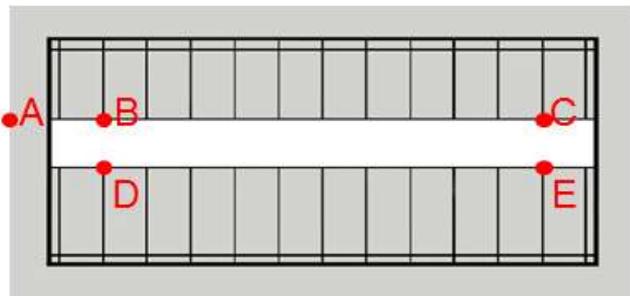
평가항목	목표치	시험결과	비고
사료 공급시 목표지역 사료 배출량 성공률	급여 지역 내 95 %	㉠ 전체사료 : 16.50 kg ㉡ 성공사료 : 16.45 kg ㉢ 실패사료 : 0.05 kg ㉣ 성공률 : 99.7 %	이상 없음

• 성공률 = 성공사료 / 전체사료 X 100



(4) 지도 정밀도 10cm 이내 달성(공인시험성적서)

- 축사 내부 지도 작성 후 지도 정밀도 측정 방법 : 작성된 지도에서의 측정값과 실측값을 비교했을때 오차범위 10cm 이내에 들어오는지를 확인
- 목표 = AB 와 AB' '값의 차이가 10cm 이내에 들어오는 것을 기준



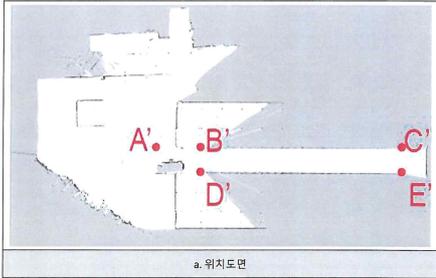
<지도정밀도 공인시험 계획도>

3.1.3. 지도 정밀도

(1) 시험방법

1) 작성된 지도 내 측정값과 측사 실측값의 차이를 확인한다.

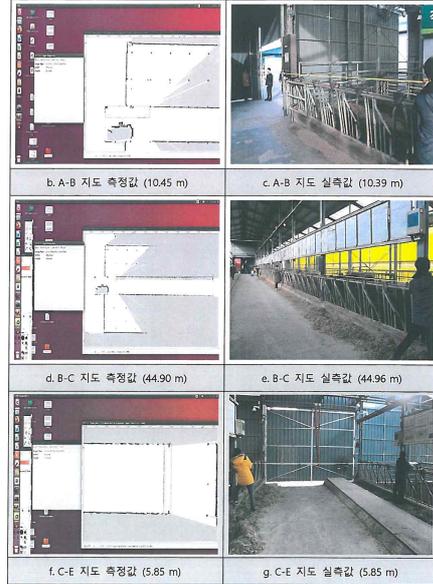
(2) 시험사진



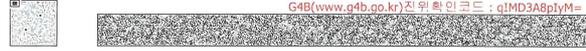
TRF-RC-007(00)161110 본 시험성적서는 ㈜디티앤씨의 승인 없이는 복제 및 재발급이 금지됩니다. 페이지: 14 / 27



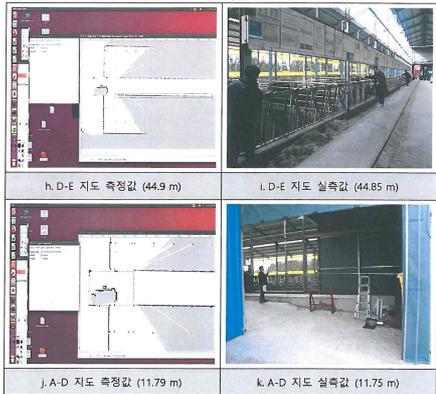
(계속)



TRF-RC-007(00)161110 본 시험성적서는 ㈜디티앤씨의 승인 없이는 복제 및 재발급이 금지됩니다. 페이지: 15 / 27



(계속)



TRF-RC-007(00)161110 본 시험성적서는 ㈜디티앤씨의 승인 없이는 복제 및 재발급이 금지됩니다. 페이지: 16 / 27



(3) 시험결과

<표 6> 시험결과

평가항목	목표치	시험결과			비고	
		측정 위치	지도 내 측정값 (A)	실측값 (B)		오차 (C)
지도 내 측정값과 측사 실측값 오차비교	10 cm 이내	A-B	10.45 m	10.39 m	0.06 m	이상 없음
		B-C	44.90 m	44.96 m	0.06 m	
		C-E	5.85 m	5.85 m	0 m	
		E-D	44.9 m	44.85 m	0.05 m	
		A-D	11.79 m	11.75 m	0.04 m	

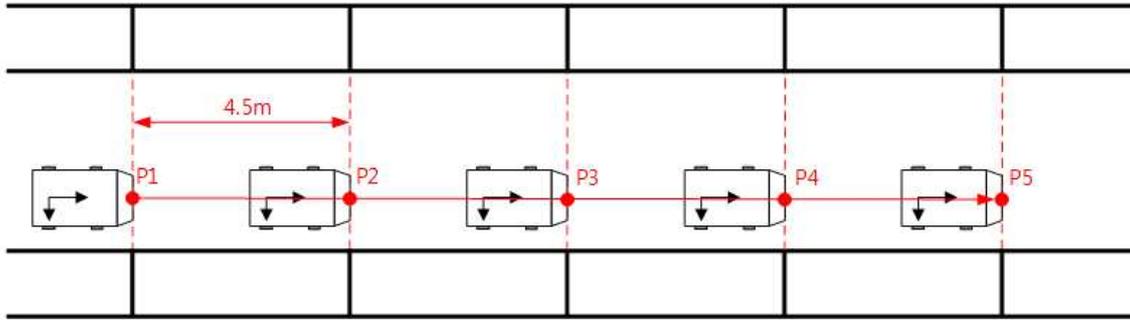
• 오차 (C) = | (A) - (B) |

TRF-RC-007(00)161110 본 시험성적서는 ㈜디티앤씨의 승인 없이는 복제 및 재발급이 금지됩니다. 페이지: 17 / 27



(5) 위치추정 정밀도 10cm 이내 달성(공인시험성적서)

- 측사 내에서 위치 추정 정밀도를 측정하기 위한 5개의 점(측사 구간별 기둥 위치)을 설정
- 각 위치에서의 위치 추정값을 구하고 이전 위치와의 거리 차 값과 실제 거리 값을 비교



→ (P1, P2), (P2, P3), (P3, P4), (P4, P5)

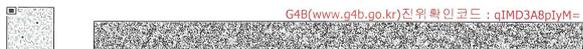
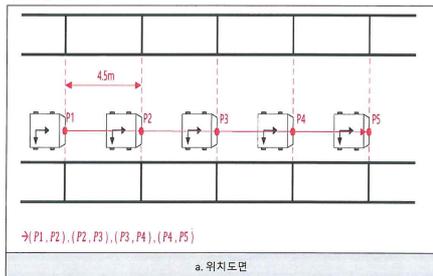
<위치추정 정밀도 공인시험 계획도>

3.1.4. 위치 추정 정밀도

(1) 시험방법

- 1) 자동화 로봇의 이동거리를 실측한 후 위치추정 기반 이동거리와의 차이를 비교한다.

(2) 시험사진



(계속)

<p>b. P1-P2 실측 이동거리 (4.50 m)</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>구분</th> <th>좌표</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>P1</td> <td>x: 46.0095966214</td> </tr> <tr> <td>P2</td> <td>x: 50.4217775313</td> </tr> <tr> <td>이동거리 (P2 - P1)</td> <td>4.41 m</td> </tr> </tbody> </table>	구분	좌표	P1	x: 46.0095966214	P2	x: 50.4217775313	이동거리 (P2 - P1)	4.41 m
	구분	좌표							
	P1	x: 46.0095966214							
P2	x: 50.4217775313								
이동거리 (P2 - P1)	4.41 m								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>구분</th> <th>좌표</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>P2</td> <td>x: 50.4217775313</td> </tr> <tr> <td>P3</td> <td>x: 54.9925394529</td> </tr> <tr> <td>이동거리 (P2 - P1)</td> <td>4.57 m</td> </tr> </tbody> </table>	구분	좌표	P2	x: 50.4217775313	P3	x: 54.9925394529	이동거리 (P2 - P1)	4.57 m	
구분	좌표								
P2	x: 50.4217775313								
P3	x: 54.9925394529								
이동거리 (P2 - P1)	4.57 m								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>구분</th> <th>좌표</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>P3</td> <td>x: 54.9925394529</td> </tr> <tr> <td>P4</td> <td>x: 59.5098419011</td> </tr> <tr> <td>이동거리 (P2 - P1)</td> <td>4.52 m</td> </tr> </tbody> </table>	구분	좌표	P3	x: 54.9925394529	P4	x: 59.5098419011	이동거리 (P2 - P1)	4.52 m	
구분	좌표								
P3	x: 54.9925394529								
P4	x: 59.5098419011								
이동거리 (P2 - P1)	4.52 m								
<p>d. p2-p3 실측 이동거리 (4.50 m)</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>구분</th> <th>좌표</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>P3</td> <td>x: 54.9925394529</td> </tr> <tr> <td>P4</td> <td>x: 59.5098419011</td> </tr> <tr> <td>이동거리 (P2 - P1)</td> <td>4.52 m</td> </tr> </tbody> </table>	구분	좌표	P3	x: 54.9925394529	P4	x: 59.5098419011	이동거리 (P2 - P1)	4.52 m
구분	좌표								
P3	x: 54.9925394529								
P4	x: 59.5098419011								
이동거리 (P2 - P1)	4.52 m								
<p>f. p3-p4 실측 이동거리 (4.50 m)</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>구분</th> <th>좌표</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>P3</td> <td>x: 54.9925394529</td> </tr> <tr> <td>P4</td> <td>x: 59.5098419011</td> </tr> <tr> <td>이동거리 (P2 - P1)</td> <td>4.52 m</td> </tr> </tbody> </table>	구분	좌표	P3	x: 54.9925394529	P4	x: 59.5098419011	이동거리 (P2 - P1)	4.52 m
구분	좌표								
P3	x: 54.9925394529								
P4	x: 59.5098419011								
이동거리 (P2 - P1)	4.52 m								



(계속)

	구분	좌표
	P4	x: 59.5098419011
	P5	x: 64.0444660204
	이동거리 (P2 - P1)	4.53 m
h. p4- p5 실측 이동거리 (4.50 m)		i. 위치추정기반 이동거리

[그림 4] 시험사진

(3) 시험결과

<표 7> 시험결과

평가항목	목표치	시험결과			비고	
		측정 위치	실측 거리 (A)	위치추정기반 이동거리 (B)		오차 (C)
위치 추정 기반 이동거리와의 오차 비교	10 cm 이내	P1-P2	4.50 m	4.41 m	0.09 m	이상 없음
		P2-P3	4.50 m	4.57 m	0.07 m	
		P3-P4	4.50 m	4.52 m	0.02 m	
		P4-P5	4.50 m	4.53 m	0.03 m	
					* 오차 (C) = (A) - (B)	

TRF-RC-007(00)161110 본 시험성적서는 ㈜디앤씨에의 승인 없이는 복제 및 재발급이 금지됩니다. 페이지: 20 / 27



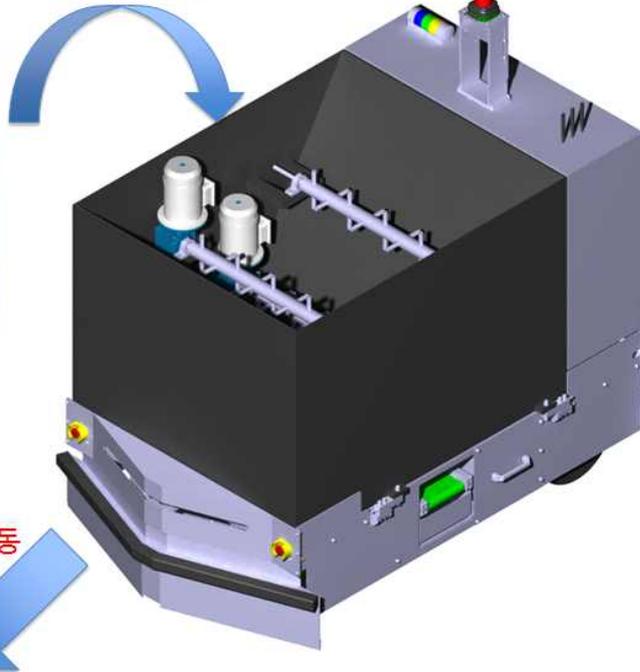
G4B(www.g4b.co.kr)진위 확인코드 : qIMD3A8pIyM=

(6) 이동플랫폼 Payload 500kg 이상 달성(공인시험성적서)

- 자동 급이 로봇이 적재 할 수 있는 사료의 중량 측정



상부에 상차



1m 이동

<이동플랫폼 Payload 측정 공인시험 계획도>

3.1.5. 이동 플랫폼 Pay load

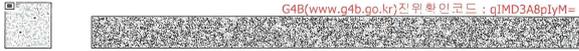
(1) 시험방법

- 1) 자동화 로봇 상부에 500 kg 적재 후 이동가능 여부를 확인한다.

(2) 시험사진



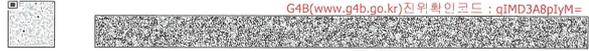
TRF-RC-007(00)161110 본 시험성적서는 ㈜디티앤씨의 승인 없이는 복제 및 재발급이 금지됩니다. 페이지: 21 / 27



(계속)



TRF-RC-007(00)161110 본 시험성적서는 ㈜디티앤씨의 승인 없이는 복제 및 재발급이 금지됩니다. 페이지: 22 / 27



(3) 시험결과

<표 B> 시험결과

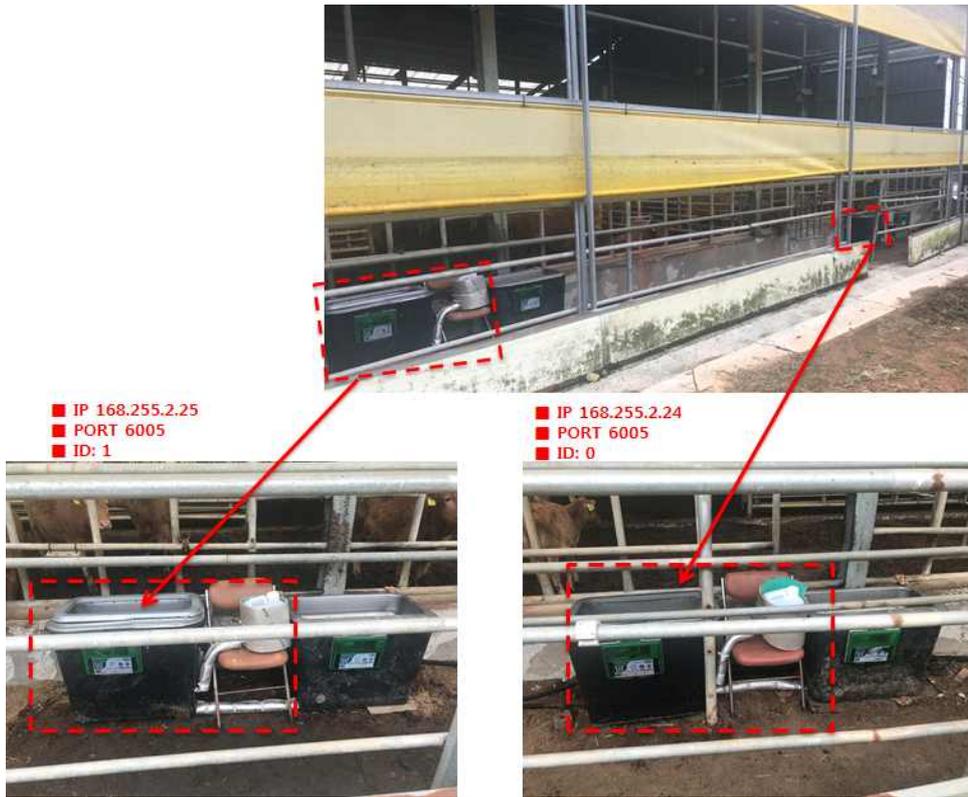
평가항목	시험결과	비고
500 kg 적재 후 이동가능 여부 확인	이동가능	이상 없음

TRF-RC-007(00)161110 본 시험성적서는 ㈜디티앤씨의 승인 없이는 복제 및 재발급이 금지됩니다. 페이지: 23 / 27



(7) 음용수 공급 장치 2개 제작 설치 달성(자체평가)

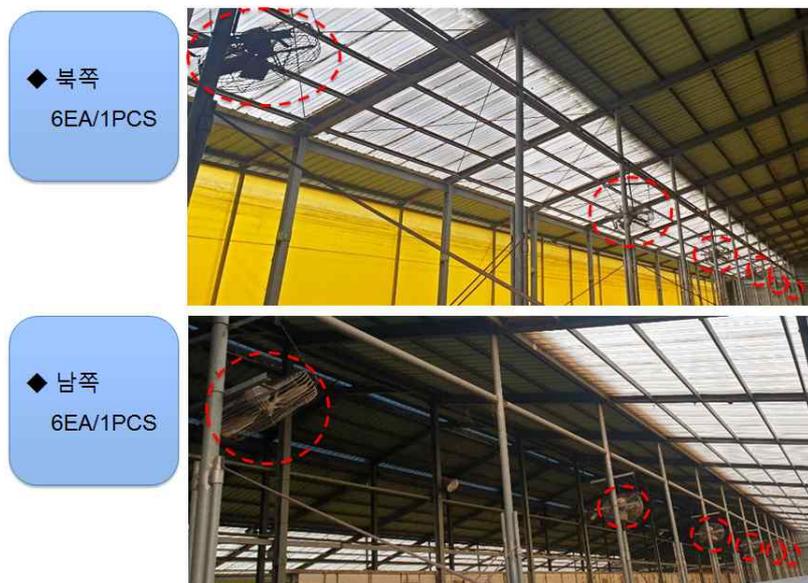
- 축사 내 ICT 연동 음용수 공급장치 2개 설치



<ICT 연동 음용수 공급장치 전남대학교 봉황농장 설치>

(8) 가변형 송풍기 2개 이상 제작 설치 달성(자체 평가)

- 축사 내 기존 송풍기 ICT 연동 작업을 통해 원격제어/모니터링 시스템 구축



<ICT 연동 송풍기>

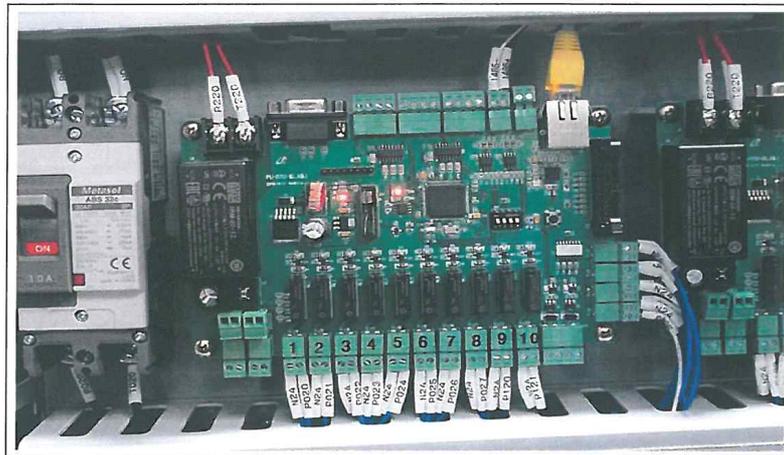
(9) ICT 센서 모듈 통합제어기 보드당 처리 용량 8개 이상 달성(공인시험성적서)

3.1.6. ICT 센서모듈 통합제어기 보드당 처리용량

(1) 시험방법

- 1) 센서모듈 통합제어기의 입력, 출력 포트 수를 확인한다.

(2) 시험사진



[그림 6] ICT 센서 모듈 통합제어기

(3) 시험결과

<표 9> 시험결과

평가항목	목표치	시험결과	비고
센서모듈 통합제어기의 입력, 출력 포트 수 확인	8 포트 이상	10 포트	이상 없음



G4B(www.g4b.go.kr)진위확인코드 : qIMD3A8pIyM=



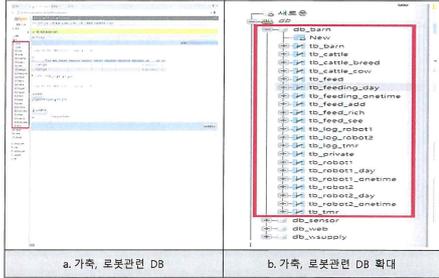
(10) ICT 기자재 데이터베이스 구축 3건 이상 달성(공인시험성적서)

3.1.7. ICT 기자재 데이터베이스 구축

(1) 시험방법

- 1) 웹서버를 통한 데이터 베이스 구축 3건 이상을 확인한다.

(2) 시험사진



TRF-RC-007(00)161110 본 시험성적서는 ㈜디티앤씨의 승인 없이는 복제 및 재발급이 금지됩니다. 페이지: 25 / 27



G4B(www.g4b.go.kr)진위 확인코드 : qIMD3A8plyM=



(계속)



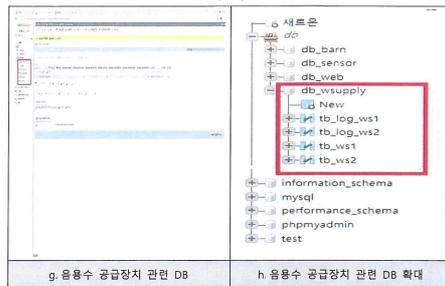
TRF-RC-007(00)161110 본 시험성적서는 ㈜디티앤씨의 승인 없이는 복제 및 재발급이 금지됩니다. 페이지: 26 / 27



G4B(www.g4b.go.kr)진위 확인코드 : qIMD3A8plyM=



(계속)



[그림 7] 시험사진

(3) 시험결과

<표 10> 시험결과

평가항목	목표치	시험결과	비고
데이터 구축 확인	3건 이상	4건	이상 없음

-끝-

TRF-RC-007(00)161110 본 시험성적서는 ㈜디티앤씨의 승인 없이는 복제 및 재발급이 금지됩니다. 페이지: 27 / 27



G4B(www.g4b.go.kr)진위 확인코드 : qIMD3A8plyM=



4. 연구결과의 활용 계획

4-1. 연구개발 결과의 활용방안

가. 기술개발 가능 수준

- 핵심 부품 설계 및 개발
 - 실용화를 위한 축사 전체 시스템 및 부품 도면의 상세 설계
 - 타 기종 적용을 위한 요소 부품, 측정/제어/통신 장치 등의 기준 제시
- 모니터링 인프라 구축을 위한 시스템 설치/장착 기술
 - 개발된 실시간 원격 모니터링 시스템에 대한 환경 분석 및 측정/통신 안정성이 고려된 최적 설치/장착 기술
 - 축사 작업 및 모니터링을 위한 시작품 개발 및 양산 개발을 고려한 펠드 적용 기술개발

나. 기술개발의 산업화 및 실용화 가능성

- 양산 개발 전략방향
 - 핵심부품의 상세도면을 바탕으로 과제가 완료되는 시점에 맞추어 적용 및 양산 체제 구축
 - 국내외 실정 및 구매 경향에 적합한 제품과 수출 경쟁국보다 앞서는 신기술 도입에 따라 영업 및 생산전략 수립
 - 연구 추진 단계에서 최종 결과물의 실용화가 조기에 가능하도록 계획 수립
 - 실시간 측정 및 원격 통신 기술, 진단 기술 개발을 동시에 진행하고 시작품 개발과 통합 시스템 구축 후 효율성, 내구성 평가를 통해 조기 실용화를 위한 방향으로 추진계획 수립
 - 정확한 맵핑, 시간최소화, 사용자 중심의 인터페이스를 위한 H/W 및 S/W 최적화 작업 계획 수립
 - 자율주행 급이로봇의 안정화 작업 완료 후 양산을 위한 제작은 전문 농축산 기계 제작 업체와의 협업을 통해 실용화 수행
 - 자율주행 급이로봇 및 한우사 ICT 기자재의 산업화 및 실용화는 축산 농가의 영세성을 고려하여 렌탈방식(구독서비스)의 비즈니스 모델이 선호됨
- 안전화 전략방향
 - 다양한 환경 및 비상상황에 대비한 안전센서 적용을 위한 계획 수립
 - TMR 및 자율주행로봇 플랫폼 등 모바일부에 Danger zone 적용 계획 수립
 - Web 서버 및 로봇 관제시스템의 안전화를 위한 이중 제어장치 구성 계획 수립
 - 축사 메인제어함의 수동/자동 모드 계획 수립
 - 다양한 시나리오에서 자율주행 실험 후 필요시 스테레오 카메라를 추가 장착하여 자율주행 및 장애물 감지 성능을 향상

4-2. 기대성과 및 파급효과

가. 기술적 측면

- 주행기술은 축산 환경뿐 아니라 서비스로봇, 산업로봇 등 거의 모든 분야의 인간지원 기능을 갖는 지능로봇에서 핵심적으로 필요한 기술. 지금까지는 로봇관련 회사에서도 주로 단기적인 플랫폼 제작에만 집중하고 주행 기술 연구에 대한 장기적인 계획을 통한 개발은 부족한 상태. 앞으로 자율 주행기술과 관련하여 로봇 산업체와의 공동연구 및 상품화를 통하여 미래 로봇산업 발전에 일익을 담당할 수 있으리라 기대됨
- 로봇의 종류와 다양한 환경 변화, 작업의 목적 등에 적합한 자율 주행 패키지를 개발함으로써 미국, 일본과 같은 선진국에서 대규모 투자를 통한 로봇을 이용한 산업장비, 각종 실버 복지 산업 등과 같이 다양한 산업 분야에 파급효과 기대됨
- 환경에 대한 지도는 주행 뿐 아니라 로봇의 다양한 작업에 꼭 필요한 요소로 지도를 자율적으로 작성하는 기능은 주행패키지 상품화를 위해서 꼭 필요한 기능. 단계 연구를 통하여 소수의 동적장애물이 존재하는 대부분의 실내외 환경에서 실패 없이 자율적인 지도 작성이 가능한 모듈을 개발한다면 로봇뿐만 아니라 많은 주행시스템에서 기본 지도 작성 모듈로 사용될 것으로 기대됨
- 동적 장애물이 존재하는 환경에서 다양한 목표에 도달하기 위한 경로계획 및 운동제어 기술은 이동로봇의 신뢰성 및 강인성에 직접 연관이 있는 기술로, 주행시스템의 실용화 및 상품화를 위해 꼭 필요함. 다양한 로봇에 적용했을 때 다양한 환경에서 안정적으로 동작하는 경로계획 및 운동제어 기술을 개발한다면 이동로봇 뿐 아니라 주행보조기기 등의 자율주행시스템에서 기본 주행모듈로 사용될 것으로 기대됨
- ICT 융합 모니터링 기술과 원격 조작을 가능하게 하는 기술을 개발함으로써 현재로서는 로봇이 자동화하기 어려운 기술을 원격으로 조작하여, 기존 로봇이 상업적으로 적용하기 어려운 분야를 개척할 수 있을 것으로 예상됨
- 자율주행 특히, 순찰주행은 경비로봇의 핵심기술 중 하나이기 때문에 지능형 로봇분야에서 세계 3대 로봇강국으로 성장하기 위해서는 반드시 국내 기술로써 상용화하여야 하며, 선진국의 상용화 제품의 성능을 능가하는 기술수준을 목표로 개발이 진행되어 개발된 기술의 개별적인 상품화 및 타 응용분야의 로봇으로의 적용성 및 활용성도 함께 고려하여 이후 개발을 진행하고자 함
- 개발된 축사자동사료급이 로봇시스템을 이용한 사육단계별 맞춤형 급이를 통한 정밀급이 관리가 가능할 것으로 기대
- 축사 내 자율주행 기술을 활용한 실환경 테스트를 통한 검증이 이루어짐으로서 실제 축사환경에 다양한 서비스를 제공하기 위한 로봇기술개발이 촉진 될 것으로 기대
- ICT 기술연동을 통한 축사 내 주요장치의 제어 및 생육환경 계측을 통한 사양 및 위생 관리 장치의 현장 활용 기대

나. 경제적·산업적 측면

- 원격 관리 및 실시간 자동 모니터링을 통해 축산업 종사자의 작업 시간을 경감시켜 다른 경제 활동을 가능하게 할 뿐만 아니라 축산 환경을 개선하고 농산물 생산의 효율을

높여 수익을 증대시킬 수 있음

- 단순 이동 작업이 아닌 복합 작업기술을 개발함으로써 지적재산권 선점이 가능함
- 축산업 외 타 산업과의 연계로 새로운 분야의 산업 발전 유도
- 대한민국의 선진 ICT/IOT기술을 접목하여 언제 어디서든 정확하게 관리하여 사고를 예방하고 생산력 향상 기대
- 노동력 투입의 지속성으로 인하여 축산업을 3D업종으로 인식하고 있으나 자동화 장비를 활용한 노동력 개선으로 인하여 축산업의 경쟁력 제고
- 동물복지형 친환경 축산을 위한 기반 구축 기대
- 한우의 사육환경 개선으로 인하여 한우산업의 생산성 개선
- 축사 내 요구 조건을 만족하고 다목적 작업을 수행하는 기술개발을 통해서 실제 축사환경에서 동작하는 상용화된 로봇의 상품화를 가능하게 할 것으로 기대

다. 사회적 측면

- 축산업은 노동력을 주로 외국인을 고용하고 있으니 이를 자동화 기계로 대체가 가능하여 생산비 절감 효과 기대
- 인력난이 심각하여 축산업은 주로 외국인 노동자를 생산현장에 활용하는 것이 대부분이지만 기계화를 통하여 24시간 실시간 환경모니터링이 가능하여 생산시설의 쾌적한 환경개선 효과 기대
- 축산 전문 인력을 장비 운영과 관리에 맞춰서 양성함으로써 축산의 새로운 패러다임 제공
- 가축 관리 빅데이터를 이용하여 인공지능 머신러닝의 데이터로 개발하여 정밀도를 높여 축산업의 선진화 기대

[별첨 1]

연구개발보고서 초록

과 제 명	(국문) 한우사에 적용 가능한 ICT 기자재 패키지 사업화				
	(영문) Industrialization of ICT Equipment Package Applicable to Hanwoo Barn				
주관연구기관	포테넷(주)		주 관 연 구 책 임 자	(소속) 포테넷(주)	
참 여 기 업	전남대학교		(성명) 노치원		
총연구개발비 (666,700 천원)	계	666,7000	총 연 구 기 간	2019.01.22 ~ 2020.01.21(1년)	
	정부출연 연구개발비	500,000	총 참 여 연 구 원 수	총 인 원	12명
	기업부담금	166,700		내부인원	12명
	연구기관 부담금	0		외부인원	0명

○ 연구개발 목표 및 성과

본 연구에서는 기 개발된 ICT 기반 축사자동급이 및 다기능작업로봇을 통해서 축사 환경에서의 한우 사육단계별 맞춤형 조사료 급이 프로그램을 고도화 및 산업화하고, ICT 연동을 통한 원격제어/모니터링기능을 통해 축사 내 음용수 공급장치 및 송풍장치를 고도화 및 산업화하는 기술을 개발한다.

본 연구개발의 목적은 다음과 같다.

- 사육단계별 맞춤형 자동급이 로봇시스템 고도화 개발을 통한 정밀사양관리 및 생산성 향상
- ICT 기반 다기능 음용수 공급장치 및 송풍장치 개발을 통한 축사정밀위생관리

본 연구의 개발내용은 다음과 같다.

- 한우 사육단계별 맞춤형 조사료 정밀 급이 프로그램 상용화
- ICT 장치 연동 원격제어/모니터링기능을 통한 무인 사양제품 고도화 및 상용화
- ICT 장치 연동(위생, 사양(음수 횡수) 등) 음용수 공급 장치 제품 고도화 및 상용화
- 센서 데이터에 기반한 외부 풍환경 대응 가변형 송풍기 고도화 및 상용화
- ICT 기자재 입출력을 위한 센서 모듈 통합제어기 개발
- 웹기반 ICT 기자재(자동 조사료 급이기, 음용수 공급 장치, 가변형 송풍기, 기타 환경 센서 등)의 패키지 관리 시스템 개발 및 인터페이스 개발
- ICT 기반 기자재 패키지 시스템 현장 실증 및 데이터베이스 구축

○ 연구내용 및 결과

- 자동사료급이를 위한 자율주행로봇 1SET 개발
- 자율주행로봇을 위한 자동충전스테이션 1SET 개발

- 자율주행로봇, TMR 사료급이기, 축사 내 로봇 및 장치제어를 위한 관제시스템 개발
- 통합시스템 관제 및 빅데이터 분석을 위한 웹서버 개발
- 사료 급이 종류 3종 달성
- 1회 급이시간 65min 이내 달성
- 사료 공급 성공률 95% 이상 달성
- 지도 정밀도 10cm 이내 달성
- 위치추정정밀도 10cm 이내 달성
- 이동 플랫폼 Payload 500kg 달성
- 음용수 공급장치 개발 및 2SET 현장 배치 달성
- 가변형 송풍기 2SET 현장 적용 달성
- ICT 센서모듈 통합제어기 개발 및 처리용량 8EA 달성
- ICT 기자재 데이터베이스 구축 완료
- 논문발표(3건), 특허출원(2건) 달성

○ 연구성과 활용실적 및 계획

- Web 서버와 로봇 및 장치 제어를 위한 관제시스템 구축을 통한 축사 내 자동화 로봇 도입을 통한 무인화시스템을 이루어 농촌 인력난 해결 및 생산력 증대 효과 기대
- 가축 관리 빅데이터를 이용한 축사정밀사양 관리 가능 효과 기대
- 로봇을 통한 복합작업기술을 개발함으로써 지적재산권 선점 가능 기대
- 축산업 외 타 산업과의 연계로 새로운 분야의 산업발전 유도 기대

[별첨 2]

자체평가의견서

1. 과제현황

		과제번호		319035-01	
사업구분	농림축산식품연구개발사업				
연구분야	축산업기계시스템		과제구분		단위
사업명	1세대 스마트 애니멀팜 사업화				주관
총괄과제			총괄책임자		
과제명	한우사에 적용 가능한 ICT 기자재 패키지 사업화		과제유형		개발
연구기관	포테닛(주)		연구책임자		노치원
연구기간 연구비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차연도	2019.01.22 ~ 2020.01.21	500,000	166,700	666,700
	2차연도				
	3차연도				
	4차연도				
	5차연도				
	계	2019.01.22 ~ 2020.01.21	500,000	166,700	666,700
참여기업	전남대학교				
상대국		상대국연구기관			

※ 총 연구기간이 5차연도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망

2. 평가일 : 2020.07.15

3. 평가자(연구책임자) : 노치원

소속	직위	성명
포테닛(주)	부사장	노치원

4. 평가자(연구책임자) 확인 : 노치원

본인은 평가대상 과제에 대한 연구결과에 대하여 객관적으로 기술하였으며, 공정하게 평가하였음을 확약하며, 본 자료가 전문가 및 전문기관 평가 시에 기초자료로 활용되기를 바랍니다.

확약	
----	--

[별첨 2]

자체평가의견서

1. 과제현황

		과제번호	319035-01		
사업구분	농림축산식품연구개발사업				
연구분야	축산업기계시스템		과제구분	단위	
사업명	1세대 스마트 애니멀팜 사업화			주관	
총괄과제			총괄책임자		
과제명	한우사에 적용 가능한 ICT 기자재 패키지 사업화		과제유형	개발	
연구기관	포테닛(주)		연구책임자	노치원	
연구기간 연구비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차연도	2019.01.22 ~ 2020.01.21	500,000	166,700	666,700
	2차연도				
	3차연도				
	4차연도				
	5차연도				
	계	2019.01.22 ~ 2020.01.21	500,000	166,700	666,700
참여기업	전남대학교				
상대국		상대국연구기관			

※ 총 연구기간이 5차연도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망

2. 평가일 : 2020.07.15

3. 평가자(연구책임자) : 노치원

소속	직위	성명
포테닛(주)	부사장	노치원

4. 평가자(연구책임자) 확인 : 노치원

본인은 평가대상 과제에 대한 연구결과에 대하여 객관적으로 기술하였으며, 공정하게 평가하였음을 확인하며, 본 자료가 전문가 및 전문기관 평가 시에 기초자료로 활용되기를 바랍니다.

확약

I. 연구개발실적

※ 다음 각 평가항목에 따라 자체평가한 등급 및 실적을 간략하게 기술(200자 이내)

1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

- 정량적 평가 항목을 모두 완료함으로써 축사 내 무인화 시스템을 가능케 하는 자율주행 로봇 플랫폼 사양을 갖추게 됨
- Web 서버 및 축사관제시스템 구축을 통한 축사 내 자동화로봇 도입 이루게 됨
- 공인인증시험을 통해 사양도출이 잘 이루어졌으며, 자체평가는 계획된 실험을 통해서 잘 이루어졌음

2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

- Web 서버 및 축사관제시스템 구축을 통한 축사 내 자동화로봇도입을 통해 무인화시스템을 이루어 농촌 인력난 해결 및 생산력 증대 효과 기대
- 가축 관리 빅데이터를 이용한 축사정밀사양 관리 가능 효과 기대
- 로봇을 통한 복합작업기술을 개발함으로써 지적재산권 선점 가능 기대
- 축산업 외 타 산업과의 연계로 새로운 분야의 산업발전 유도 기대

3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

- 개발된 Web 서버, 축사관제시스템, 축사자동사료급여 로봇시스템의 ICT 연동을 통해 사육단계별 맞춤형 정밀 급이 관리시스템 구축
- 개발된 자동급이로봇 V1과 자동급이로봇 V2의 연동작업을 위한 축사환경 테스트 진행
- 로봇 상품화를 위해 홍보 및 농업환경 기반의 자율주행로봇 적용 작업
- 자체 Web 서버 개발을 통해 축사 내 음용수공급장치 및 송풍기 등 주요장치의 제어 및 생육환경에 대한 빅데이터 구축

4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

- 연구 방법 및 과정이 연구계획서에서 제시한 대로 성실하게 수행된 것으로 판단됨
- 연구는 충실히 수행한 것으로 사료되지만 축사의 무인화시스템을 상품화하기 위해서는 보다 실제적인 문제(현장적용, 가격경쟁 등)를 가지고 접근하는 것이 필요하다고 사료되며, 과제 종료 후에도 상용화 및 고도화 작업을 통해서 단계별 상품화를 진행하는 것이 필요하다고 판단됨

5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : (아주우수, **우수**, 보통, 미흡, 불량)

- 특허 출원은 2건으로 목표치 100% 달성
- 지적재산권등록(프로그램등록)은 1건으로 목표치 100% 달성
- 학술발표는 3건으로 목표치 150% 달성
- 교육지도는 3건으로 목표치 150% 달성

II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
사료 급이 종류: 3종류	5	100	사료급이 3종류 달성 (자체평가)
1회 사료 급이시간: 65min	10	100	1회 급이시간 65min 이내 달성 (공인시험성적서)
사료공급 성공률: 95%	5	100	사료공급 성공률 95% 이상 달성 (공인시험성적서)
지도 정밀도: 10cm	5	100	지도 정밀도 10cm 이내 달성 (공인시험성적서)
위치추정 정밀도: 10cm	5	100	위치추정 정밀도 10cm 이내 달성 (공인시험성적서)
이동플랫폼 페이로드: 500kg	10	100	이동플랫폼 페이로드 500kg 이상 달성(공인시험성적서)
음용수 공급 장치 종류: 2개	10	100	음용수 공급 장치 2개 이상 제작 설치 달성(자체평가)
가변형 송풍기 종류: 2개	10	100	가변형 송풍기 2개 이상 제작 설치 달성(자체평가)
ICT 센서 모듈 통합제어기 보드당 처리 용량: 8개	20	100	ICT 센서 모듈 통합제어기 보드당 처리 용량 8개 이상 달성 (공인시험성적서)
ICT 기자재 데이터베이스 구축: 3건	20	100	ICT 기자재 데이터베이스 구축 3 건 이상 달성(공인시험성적서)
합계	100	100	

III. 종합의견

1. 연구개발결과에 대한 종합의견

- 본 연구에서 개발된 검사자동화 로봇시스템은 공인인증시험을 통한 사양도출이 잘 이루어졌고 그 외 항목은 자체평가를 통해 계획서에서 제시한 정량적 평가 항목을 모두 완료함으로 검사 내 무인화 시스템을 가능케 하는 로봇시스템 사양을 갖춘 것으로 판단 됨
- 본 연구를 통해 개발된 검사자동화로봇 시스템을 통해 검사 내 무인화 시스템의 구축이 이루어진다면, 구제역 및 기타 질병으로부터 가축을 보호하고, 축산업의 생산력 증가를 이룰 것으로 기대됨
- 검사의 무인화시스템을 상품화하기 위해서는 보다 실제적인 문제(현장적용, 가격경쟁 등)를 가지고 접근하는 것이 필요하다고 사료되며, 과제 종료 후에도 상용화 및 고도화 작업을 통해서 단계별 상품화를 진행하는 것이 필요하다고 판단됨

2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

- 계획서에서 제시한 10가지의 정량적인 평가에 대해 모두 공인인증시험을 받기가 불가하여, 중요한 핵심 기술을 우선 항목으로 하여 공인인증시험을 하였음. 육안으로 판단 가능한 3가지 항목은 자체평가를 실시하였음

3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

- Web 서버 개발을 통한 검사 내 응용수공급장치 및 송풍기 등 주요장치의 제어 및 생육 환경에 대한 빅데이터 구축 진행은 매우 필요한 작업이며, 각각의 제품에 내장되어 있는 소형제어기를 통해 모듈별 제어 및 관리가 가능할 때 제품의 기능 확장을 이룰 수 있으며 이를 통해 검사 관리 효율 및 편리성을 증대 할 수 있을 것으로 판단 됨
- 검사 내 Web서버와 검사관제시스템의 연동은 기존 검사 환경에서 한 번도 시도되지 않은 시스템이며 이를 통해서 다수의 자율주행로봇 및 IOT 장치들의 연동제어가 가능함으로 최종 목표인 ICT 연동 무인로봇자동화시스템을 이루는 데 기존시스템 대비 진일보하는 밑거름이 될 것이라 판단됨
- 기존 TMR 급이기의 자동화를 통해 개발된 검사자동급이로봇과의 연동작업이 이루어진다면 검사자동화시스템 상용화가 가능할 것으로 판단 됨
- 검사의 무인화시스템을 상품화하기 위해서 값비싼 로봇의 농가적용을 위한 정부 보조금 정책이 필요함

IV. 보안성 검토

※ 보안성이 필요하다고 판단되는 경우 작성함.

1. 연구책임자의 의견

○ 자체 보안관리 진단표를 작성하고 체크하는 것이 필요

2. 연구기관 자체의 검토결과

구분	체크항목	결과 체크 (√ 표)	비고 (미실시 사유)
보안관리 체계	○ 기관 내 보안관리규정을 제정/적용하고 있다	○(√), X()	
	○ 보안관리 조직이 있으며, 자체 보안점검실시 등 잘 운영되고 있다	○(√), X()	
	○ 보안교육을 정기적(1회이상/연)으로 실시하고 있다	○(√), X()	
	○ 보안사고에 대한 방지대책 및 비상시 대응계획이 준비되어 있다	○(√), X()	
참여연구원 관리	○ 참여연구원에 대하여 보안서약서를 받았다	○(√), X()	
	○ 참여연구원에게 보안관리의 중요성 등을 인식시키고 있다	○(√), X()	
연구개발 내용/결과 관리	○ 주요 연구자료 및 성과물의 무단유출 방지대책을 수립하고 있다	○(√), X()	
	○ 보안성 검토 방법 및 절차를 이행하고 있다	○(√), X()	
	○ 기술이전 관련 내부규정 및 절차를 준수하고 있다	○(√), X()	
연구시설 관리	○ 연구시설 보안관련 내부규정 또는 지침을 이행하고 있다	○(√), X()	
	○ 주요 시설에는 보안장비가 설치되어 있다	○(√), X()	
	○ 보호구역이 지정되어 있다	○(√), X()	
정보통신망 관리	○ 정보통신망 보안관련 내부규정 또는 지침이 구비되어 있다	○(√), X()	
	○ 보안관리책임자의 승인 항목이 구분되어 있다	○(√), X()	
	○ 주요 데이터에 대해 백업을 실시하고 있다	○(√), X()	
	○ 개인용 정보통신장비(노트북, USB메모리)에 대하여 인가/관리중이다	○(√), X()	
	○ 전산망 보호를 위한 HW 및 SW 등을 도입하여 적용하고 있다	○(√), X()	
	○ 직책, 임무별 열람 권한을 차등화하여 부여하고 있다	○(√), X()	

[별첨 3]

연구성과 활용계획서

1. 연구과제 개요

사업추진형태	<input type="checkbox"/> 자유응모과제 <input checked="" type="checkbox"/> 지정공모과제	분 야	1세대 스마트 애니멀팜 사업화	
연구과제명	한우사에 적용 가능한 ICT 기자재 패키지 사업화			
주관연구기관	포테닛(주)		주관연구책임자	노치원
연구개발비	정부출연 연구개발비	기업부담금	연구기관부담금	총연구개발비
	500,000	166,700	0	666,700
연구개발기간	2019.01.22 ~ 2020.01.21			
주요활용유형	<input type="checkbox"/> 산업체이전 <input type="checkbox"/> 교육 및 지도 <input type="checkbox"/> 정책자료 <input checked="" type="checkbox"/> 기타(사업화) <input type="checkbox"/> 미활용 (사유:)			

2. 연구목표 대비 결과

당초목표	당초연구목표 대비 연구결과
① 사료 급이 종류: 3종류	사료급이 3종류 달성 (자체평가)
② 1회 사료 급이시간: 65min	1회 급이시간 65min 이내 달성 (공인시험성적서)
③ 사료공급 성공률: 95%	사료공급 성공률 95% 이상 달성 (공인시험성적서)
④ 지도 정밀도: 10cm	지도 정밀도 10cm 이내 달성 (공인시험성적서)
⑤ 위치추정 정밀도: 10cm	위치추정 정밀도 10cm 이내 달성 (공인시험성적서)
⑥ 이동플랫폼 페이로드: 500kg	이동플랫폼 페이로드 500kg 이상 달성 (공인시험성적서)
⑦ 음용수 공급 장치 종류: 2개	음용수 공급 장치 2개 이상 제작 설치 달성 (자체평가)
⑧ 가변형 송풍기 종류: 2개	가변형 송풍기 2개 이상 제작 설치 달성 (자체평가)
⑨ ICT 센서 모듈 통합제어기 보드당 처리 용량: 8개	ICT 센서 모듈 통합제어기 보드당 처리 용량 8개 이상 달성(공인시험성적서)
⑩ ICT 기자재 데이터베이스 구축: 3건	ICT 기자재 데이터베이스 구축 3건 이상 달성 (공인시험성적서)

* 결과에 대한 의견 첨부 가능

3. 연구목표 대비 성과

성과 목표	사업화지표											연구기반지표									
	지식 재산권				기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과				교육 지도	인력 양성	정책 활용·홍 보		기타 (타연 구활 용등)
	특 허 출 원	특 허 등 록	품 종 등 록	프 로 그 램 등 록	건 수	기 술 료	제 품 화	매 출 액	수 출 액	고 용 창 출	투 자 유 치		논문		논 문 평 균 IF	학 술 발 표			정 책 활 용	홍 보 전 시	
													SC I	비 SC I							
단위	건	건	건	건	건	백 만 원	백 만 원	백 만 원	백 만 원	명	백 만 원	건	건	건	건	명	건	건			
가중치	10			10			50							10	10			10			
최종목표	2			1			3							2	2			1			
연구기간내 달성실적	2			1			3							3	3			1			
달성율(%)	100			100			100							150	150						

4. 핵심기술

구분	핵심기술명
①	측사자동급이 로봇 플랫폼
②	측사자동급이로봇을 위한 자율주행 제어 및 운영 기술
③	측사자동급이로봇 및 장비 자동화를 위한 관제시스템
④	측사자동급이로봇 및 빅데이터 활용을 위한 웹서버 구축

5. 연구결과별 기술적 수준

구분	핵심기술 수준					기술의 활용유형(복수표기 가능)					
	세계 최초	국내 최초	외국기술 복	외국기술 제	외국기술 소화·흡수	특허 출원	산업체이전 (상품화)	현장애로 해	결	정책 자료	기타
①의 기술		V				V					
②의 기술		V									
③의 기술		V									
④의 기술		V									

6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	개발된 축사자동사료급이 로봇시스템을 이용한 사육단계별 맞춤형 급이를 통한 정밀급이 관리가 가능할 것으로 기대
②의 기술	축사 내 자율주행 기술을 활용한 실환경 테스트를 통한 검증이 이루어짐으로서 실제 축사환경에 다양한 서비스를 제공하기 위한 로봇기술개발이 촉진 될 것으로 기대
③의 기술	축사 내 Web서버와 관제시스템의 연동을 통해서 다수의 자율주행로봇 및 IOT 장치들의 연동제어가 가능함으로 ICT 연동 무인로봇자동화시스템 구축 기대
④의 기술	ICT 기술연동을 통한 축사 내 주요장치의 제어 및 생육환경 계측을 통한 사양 및 위생관리 장치의 현장 활용 기대

7. 연구종료 후 성과창출 계획

성과목표	사업화지표										연구기반지표								
	지식 재산권				기술 실시 (이전)		사업화				기술인증	학술성과			교육지도	인력양성	정책 활용홍보		기타 (타연구활용등)
	특허출원	특허등록	품종등록	프로그램등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출		투자유치	SCI	비SCI			논문평균IF	학술발표	
단위	건	건	건	건	건	백만원	백만원	백만원	백만원	명	건	건	건	건	건	명			
가중치	10			10			50							10	10				10
최종목표																			
연구기간내 달성실적	2			1			3							3	3				1
연구종료후 성과창출 계획		1													2				

