

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

1세대 스마트 애니멀팜 산업화 기술개발사업 2021년도 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-003742-01

젓소 스마트 축사용 표준기반 통합제어 시스템 고도화 및 실증

2021.12.29.

주관연구기관 / 주식회사 리얼팜
협동연구기관 / 국립축산과학원

농 립 축 산 식 품 부
(전문기관)농림식품기술기획평가원

제 출 문

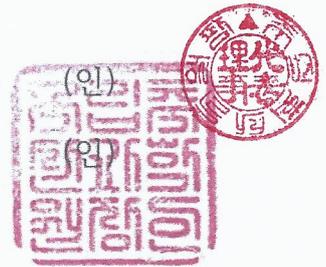
농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “젯소 스마트 축사용 표준기반 통합제어 시스템 고도화 및 실증”(개발
기간 : 2020.07.03. ~ 2021.09.02.)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2021.12.15

주관연구기관명 : 주식회사 리얼팜 (대표자) 장익준

협동연구기관명 : 국립축산과학원 (대표자) 박범영



주관연구책임자 : 고미애

협동연구책임자 : 권경석

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

< 요약 문 >

사업명		농림축산식품연구개발사업				총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)	
내역사업명 (해당 시 작성)		1세대 스마트 애니멀팜 산업화 기술개발사업				연구개발과제번호	320098-1
기술분류	국가과학기술 표준분류	1순위 소분류 코드명 LB0806	40%	2순위 소분류 코드명 EE0203	30%	3순위 소분류 코드명 LB0805	30%
	농림식품 과학기술분류	1순위 소분류 코드명 RC0202	40%	2순위 소분류 코드명 CA0302	30%	3순위 소분류 코드명 CA0399	30%
총괄연구개발명 (해당 시 작성)							
연구개발과제명		젓소 스마트 축사용 표준기반 통합제어 시스템 고도화 및 실증					
전체 연구개발기간		2020. 07. 03 - 2021. 09. 02(1년 2개월)					
총 연구개발비		총 523,400천원 (정부지원연구개발비:400,000천원, 기관부담연구개발비 :123,400천원, 지방자치단체: 천원, 그 외 지원금: 천원)					
연구개발단계		기초[] 응용[] 개발[√] 기타(위 3가지에 해당되지 않는 경우)[]		기술성숙도 (해당 시 기재)		착수시점 기준() 종료시점 목표()	
연구개발과제 유형 (해당 시 작성)							
연구개발과제 특성 (해당 시 작성)							
연구개발 목표 및 내용	최종 목표	<input type="checkbox"/> 젓소 스마트 축사용 표준기반 개방형 통합제어기 및 통합관리 플랫폼 개발 <input type="checkbox"/> 개방형 통합관리 시스템의 젓소 스마트축사 적용 및 실증 <input type="checkbox"/> 젓소 스마트 축사 데이터 기반 생산성 향상을 위한 데이터 활용(안) 개발					
		<p style="text-align: center;">표준기반개방형제어기 H/W + OPEN API S/W + 스마트축사 통합관리 플랫폼 + 스마트축사 데이터 활용방안 및 모델개발 실증</p>					
		그림 1 젓소스마트축사용 표준기반 통합플랫폼 구축 및 활용 최종목표도					

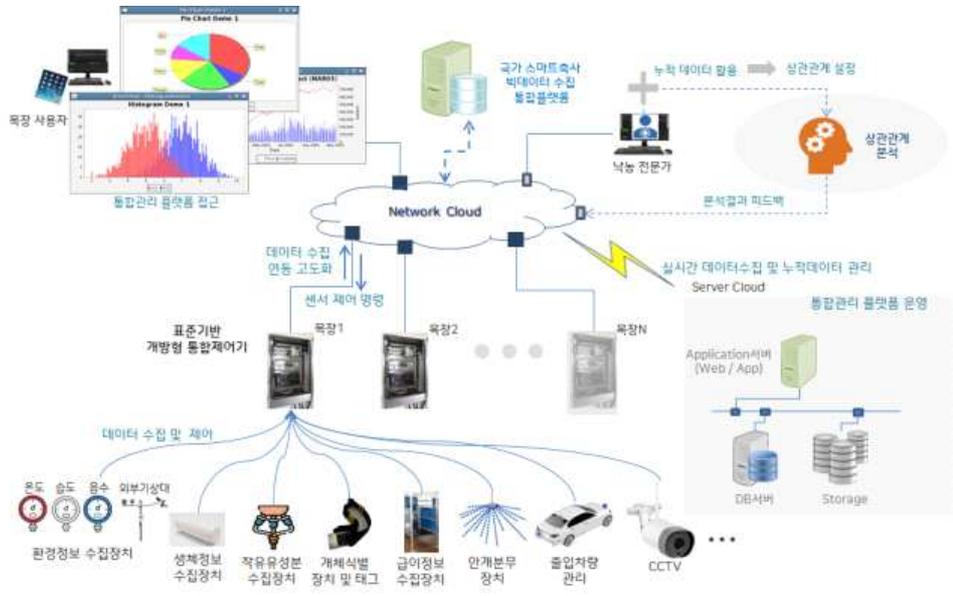


그림 2 젓소 스마트축사 표준기반 통합관리시스템 실증구성도

□ 젓소 스마트 축사용 표준기반 통합제어 시스템 고도화 및 실증

○ 젓소 스마트축사용 개방형 통합제어기 개발

- 표준에 기술된 통신 연결방식, 기 수행과제의 개방형 통합제어기 연결방식 정의(OpenAPI)를 따르는 낙농 스마트팜 장치가 모니터링 및 제어가 가능하도록 하드웨어 설계 및 개발
- 개방형통합제어기의 OpenAPI기반의 데이터 송수신 프로그램 설계 및 개발

: ICT장치 수집데이터가 OpenAPI기반의 통신방식으로 젓소 스마트축사용 통합관리 플랫폼과 송수신될 수 있도록 ICT장치별 표준기반의 인터페이스 기준제시 및 스마트 축사 통합제어기 인터페이스(Open API 연동) 구현실증

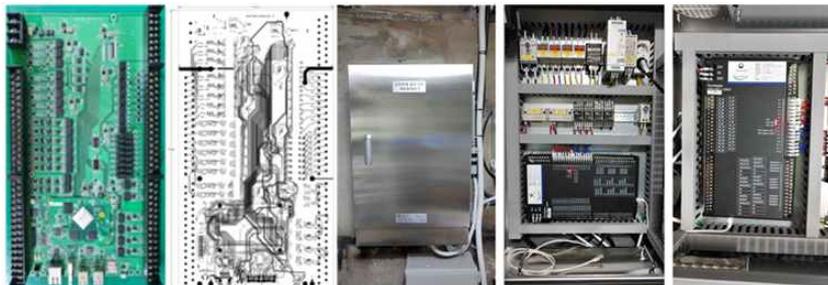


그림 3 표준 기반 낙농 스마트팜의 개방형 통합제어기 개발 및 실증

: 젓소 스마트축사 농가에 구축한 자동사료급이기, 음수관리기, 환경정보 수집장치, 유성분분석장치, 안개분무장치, 생체정보수집장치, 차단방역기 등을 개방형 통합제어기에 연결하여 통합관리 가능하게 구축

○ 젓소 스마트축사용 통합관리 플랫폼 고도화 개발

- 젓소 스마트 축사에 구성된 ICT 장치의 모니터링 및 제어를 위해 개방형 통합제어기와 연동하고 젓소 스마트 축사를 모니터링 및 제어할 수 있는 사용자 프로그램(웹&앱) 개발

: 젓소 개체별 혈통, 건강, 발정, 분만 정보뿐만 아니라 개별 ICT 장치로부터 수집된 데이터를 손쉽게 관찰하고 농가의 운영, 생산 정보에 대한 통계 분석 결과를 제공

전체
내용



그림 4 통합관리 프로그램 모바일 앱 개발 및 실증

- 개방형 제어 기술 및 표준 기반 환경·사양 관리 장치, 사양관리장치, 생체 정보수집장치 연동 고도화
- 국가 스마트축사 빅데이터 수집 통합플랫폼 연동을 위한 인터페이스 개발

○ 젖소 스마트 축사 발생 데이터 신뢰성 검증 및 데이터 활용(안) 개발



그림 5 정상 개체 및 유방염 진단 개체 시계열별 유당 함량 추이 비교분석

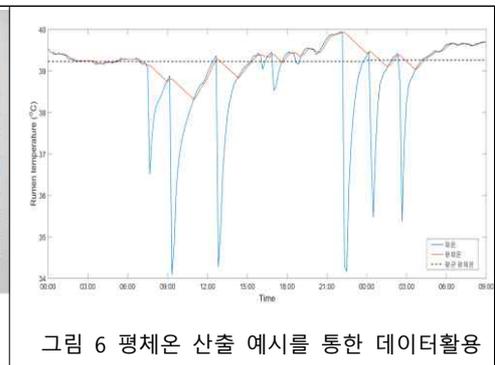


그림 6 평체온 산출 예시를 통한 데이터활용

- 실증을 통해 수집되는 데이터의 유효성검증
- 데이터 상관관계 분석을 통한 농가 생산성 향상을 위한 사양, 환경관리 범위 도출 및 검증

○ 젖소 스마트 축사 표준기반 통합제어기 및 통합관리 플랫폼 실증

- 빅데이터 기반 최적사양관리 개발이 가능하도록 스마트축사 모델구성 및 실증
 - * 급이정보, 환경정보, 음수정보, 착유정보가 실시간으로 수집될 수 있도록 구성
- 1세대 스마트팜 성과 추적을 위한 생산성 평가 (공태일수, 산유량, 유성분 등)



그림 7 젖소 스마트축사 통합플랫폼 운영 웹 프로그램을 통한 생산성 평가 및 농가 실증



그림 8 통합관리플랫폼기반 개체별 유성분분석데이터 활용

연구개발성과

- 정성적 성과
 - 젖소 스마트 축사용 표준기반 개방형 통합제어기 시제품 제작 및 플랫폼 개발
 - 젖소 스마트 축사 발생 수집 데이터(2개소 이상) 연동을 위한 OpenAPI기반 인터페이스 구축 및 농가 실증
 - 낙농 스마트축사 통합관리플랫폼 운영 프로그램 개발 및 시스템 구축, 현장실증을 통한 고도화
 - 1세대 낙농 스마트팜 모델 구성 요소 및 데이터 수집 항목 설정을 통한 2세대 스마트팜 R&D 기반 마련
 - 1세대 낙농 스마트팜 모델 고도화에 따른 성과 추적 평가(산유량, 매출액, 유성분, 공태일수)
 - 낙농 스마트팜 데이터활용(안) 도출을 통한 향후 후속 과제 발굴
- 정량적 성과
 - 개방형 제어기 H/W 시제품 1종
 - : 표준기반 통합제어기
 - 낙농스마트축사 통합관리 운영 웹프로그램 1개
 - : Dairy Farm Manager
 - 낙농스마트축사 통합관리 운영 모바일 앱 프로그램 1개
 - : Dairy Farm Manager Mobile
 - 스마트축사 행동패턴기반 스마트축사 최적화를 위한 시스템 연구 특허출원1개
 - 스마트축사 행동패턴기반 방법 및 시스템 특허출원 1개
 - 특허출원기술기반 기술실시 1건
 - : 정밀축산을 위한 스마트 축사시설 최적화 및 의사결정지원 기술
 - 비SCI논문 1편
 - : 개방형 제어기반 1세대 낙농 스마트팜의 고도화 모델 적용 분석
 - 학술발표 4건
 - : 개방형 제어기반 1세대 낙농 스마트팜의 고도화
 - : ICT정보기반 젖소 음수량 추정모델 농가적용 평가

: THI가 젖소의 산유량,음수량 및 활동량에 미치는 영향분석
 : 스마트팜 ICT장치의 복합 데이터를 활용한 젖소 음수량 추정연구
 - 교육지도 5건
 : 축산스마트팜의 현재와 미래
 : 축산 스마트농업 연구개발 동향
 : 축산 스마트팜 개방 기술 및 축산ICT도입 우수사례
 : ICT기술을 이용한 한우 스마트팜
 : 한국의 축산 스마트팜 사례 소개
 - 기타(연구활용 등)2건
 : ICT정보기반 젖소 음수량 추정 모델의 농가적용
 : 낙농 통합관리 프로그램 활용 방법

연구개발성과 활용계획 및 기대 효과

- 이번 연구를 통해 표준기반 개방형 통합제어기, 통합관리 플랫폼을 제시하고 수집된 데이터의 활용 방안을 제시함으로써 축산 스마트팜 분야 관련 업체가 참조할만한 실증 모델이 구축되었다.
- ICT 장치별 인터페이스 정보 제공 및 실증을 통해 표준 기반의 연결성에 취약한 축산 ICT 장비 업체의 호환성 확보 및 후속 ICT 장치 개발자원의 효율화 확보에 기여할 것으로 전망되고 있다.
- 개발 기술은 다른 축종의 스마트팜에 확대 가능하며, 표준 기반의 플랫폼과 연결 호환성 기반 기술을 활용할 수 있어, 축산 스마트팜 빅데이터 활용 인프라 구축 확대를 촉진하는 효과가 발생될 것으로 기대된다.
- 데이터 활용(안)개발 및 모델발굴로 현재 진행중인 2세대 젖소 스마트팜 모델의 개발요소로 반영하여 개체별 정밀급이 및 급수 개념의 실현으로 확장 가능하며 데이터 기반 모델 개발의 방향성과 시발점을 제공한다

연구개발성과의 비공개여부 및 사유

연구개발성과의 등록·기탁 건수	논문	특허	보고서 원문	연구 시설·장비	기술 요약 정보	소프트웨어	표준	생명자원		화합물	신품종	
								생명 정보	생물 자원		정보	실물
	1	2				2						
연구시설·장비 종합정보시스템 등록 현황	구입 기관	연구시설·장비명	규격 (모델명)	수량	구입 연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	ZEUS 등록번호			
국문핵심어 (5개 이내)	젖소		스마트팜		통합제어기		개방형인터페이스		데이터수집			
영문핵심어 (5개 이내)	dairy		smart farm		Integrated controller		Open API		data acquisition			

최종보고서						보안등급					
						일반[<input checked="" type="checkbox"/>], 보안[]					
중앙행정기관명		농림축산식품부		사업명		농림축산식품연구개발사업					
전문기관명 (해당 시 작성)		농림식품기술기획평가원		내역사업명 (해당 시 작성)		1세대 스마트 애니멀팜 산업화 기술개발사업					
공고번호		농축2020-214호		총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)							
				연구개발과제번호		320098-1					
기술분류	국가과학기술 표준분류	1순위 소분류 코드명 LB0806	40%	2순위 소분류 코드명 EE0203	30%	3순위 소분류 코드명 LB0805	30%				
	농림식품과학기술분류	1순위 소분류 코드명 RC0202	40%	2순위 소분류 코드명 CA0302	30%	3순위 소분류 코드명 CA0399	30%				
총괄연구개발명 (해당 시 작성)		국문									
		영문									
연구개발과제명		국문		젯소 스마트 축사용 표준기반 통합제어 시스템 고도화 및 실증							
		영문		Development and validation of integrated management and control system for smart dairy farm based on standard							
주관연구개발기관		기관명		주식회사 리얼팜		사업자등록번호		125-86-17691			
		주소		(17508)경기도 안성시 보개면 양협길29-67비지터센터202호		법인등록번호		134611-0064000			
연구책임자		성명		고미애		직위		기술연구소장			
		연락처		직장전화 전자우편		휴대전화 국가연구자번호					
연구개발기간		전체		2020. 07. 03 - 2021. 09. 02(1년 2개월)							
		단계 (해당 시 작성)		1단계							
		n단계									
연구개발비 (단위: 천원)		정부지원 연구개발비		기관부담 연구개발비		그 외 기관 등의 지원금		합계		연구개발비 외 지원금	
		현금		현금 현물		지방자치단체 기타()		현금 현물 합계			
총계		400,000		- 123,400				400,000 123,400 523,400			
1단계	1년차										
	n년차										
n단계	1년차										
	n년차										
공동연구개발기관 등 (해당 시 작성)		기관명		책임자		직위		휴대전화 전자우편		비고 역할 기관유형	
공동연구개발기관		국립축산과학원		권경석		농업연구사				공동 국립연	
위탁연구개발기관											
연구개발기관 외 기관											
연구개발담당자 실무담당자		성명		김명호		직위		부장			
		연락처		직장전화 전자우편		휴대전화 국가연구자번호					

이 최종보고서에 기재된 내용이 사실임을 확인하며, 만약 사실이 아닌 경우 관련 법령 및 규정에 따라 제재처분 등의 불이익도 감수하겠습니다.

2021년 12월 15일

연구책임자: 고미애

주관연구개발기관의 장: 주식회사리얼팜
공동연구개발기관의 장: 국립축산과학원

장익준 (직인)
박범영 (직인)

농림축산식품부장관·농림식품기술기획평가원장 귀하

〈 목 차 〉

1. 연구개발과제의 개요	3
2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행내용	10
3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도	108
4. 목표 미달 시 원인분석	124
5. 연구개발성과 및 관련 분야에 대한 기여 정도	124
6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획	126

1. 연구개발과제의 개요

1) 연구개발의 개요

(1) 연구개발 목적

본 연구과제는 ICT 융복합 기술을 활용한 스마트 농업이 미래 성장 산업화 촉진의 핵심의 하나로 스마트팜 개발 정책 강화 및 지원 사업 확대를 해 나감에 있어 1세대 스마트팜 축산 데이터 및 장비의 상호 운용성과 확장성, 효율성을 고려한 표준기반 기술의 고도화와 실증을 통해 효율적인 스마트팜 산업화 기술개발 모델을 구축하고자 하였다.

1세부과제를 담당하는 주식회사 리얼팜에서는 젯소 스마트축사용 표준기반 통합제어기 및 통합관리플랫폼의 고도화 및 현장실증을 실시하였고, 2협동과제를 담당하는 국립축산과학원에서는 개방형 제어기반 낙농 스마트팜의 데이터 활용(안) 개발 및 성과분석을 제시하였다.

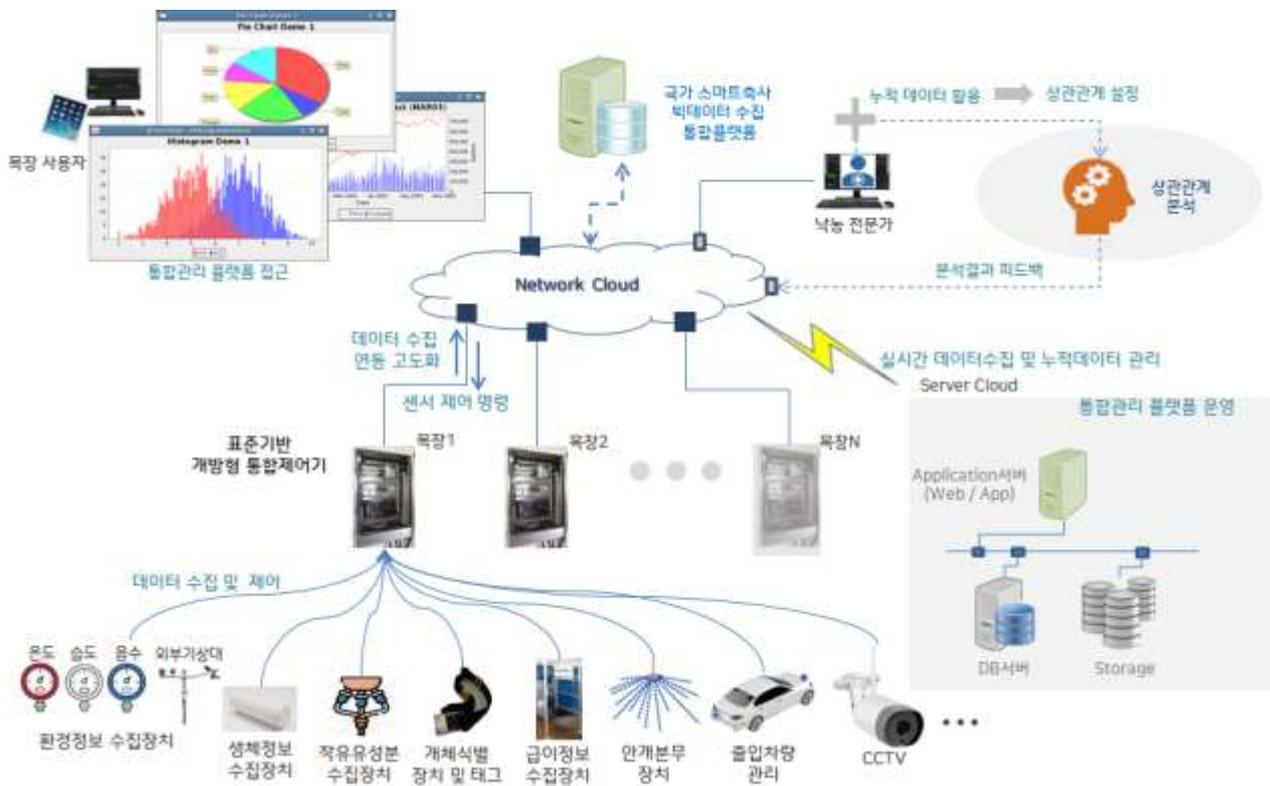


그림 1 젯소 스마트축사 표준기반 통합관리시스템 구성도

(2) 본 연구개발 과제의 필요성

- ICT 융복합을 통한 농업의 미래 성장 산업화 촉진의 핵심요소로 스마트팜 개발 정책을 강화하고 있으며 연구의 지속성을 통해 축산분야에서도 향후 국제 경쟁력 확보를 위해 ICT 기술을 이용, 체계적이고 정밀한 환경제어와 가축관리로 생산성 향상 방안 마련에 대한 요구가 증대되고 있음
 - 농촌진흥청에서는 한국형 스마트팜 및 융복합 기술 활용을 통해 현장 애로 사항을 해결하고자 인공지능, 빅데이터 기반의 스마트 농업기술 개발 및 실용화 관련 정책을 중점적으로 제시 중임
 - ICT 기자재 표준화, 2세대 스마트팜 클라우드 구축, 2세대 스마트팜 핵심기술 개발, 스마트팜 전후방 연관 산업 취업 및 창업지원 등 정책 추진을 위한 다양한 전략을 제시 중에 있음
- 농림축산식품부에서는 젓소 스마트 축사용 ICT 장비 설치 지원을 위한 ‘ICT 융복합 확산사업’을 실시하고 있으며 장치보급위주의 확산사업이 데이터수집 및 빅데이터 구축을 목표로 전환 중임
 - (환경관리) 축사 내부(온도, 습도, 유해가스), 외부(온도, 습도, 풍향, 풍속), CCTV 등의 정보수집 및 원격 모니터링
 - (착유관리) 유성분 분석장치를 이용한 착유관리
 - (사양관리) 사료빈관리기, 자동급이기, 음수관리기 등의 제어를 통한 사양관리
 - (번식 및 건강관리) 체온, 활동량 등의 생체정보수집장치, 발정탐지기 등
 - (경영관리) 생산관리, 경영관리, 납유관리 등을 통한 경영계획 수립 및 분석
- 젓소 스마트 축사용 ICT 융복합 확산의 한계점 및 문제해결을 위한 선행과제가 진행되었음
 - 1세대 낙농 스마트팜 모델에서는 여러 제조업체에 의해 만들어진 각 장치들이 독자적인 통신망과 통신방식을 사용함으로써 각 장치간의 상호 운영이 제한됨
 - 이에 따라 이기종 ICT 장치의 상호 운영성 확보 및 효율적인 데이터 관리를 위하여 개방형 제어 기술 기반 1세대 낙농 스마트팜 모델의 고도화가 실시되었음

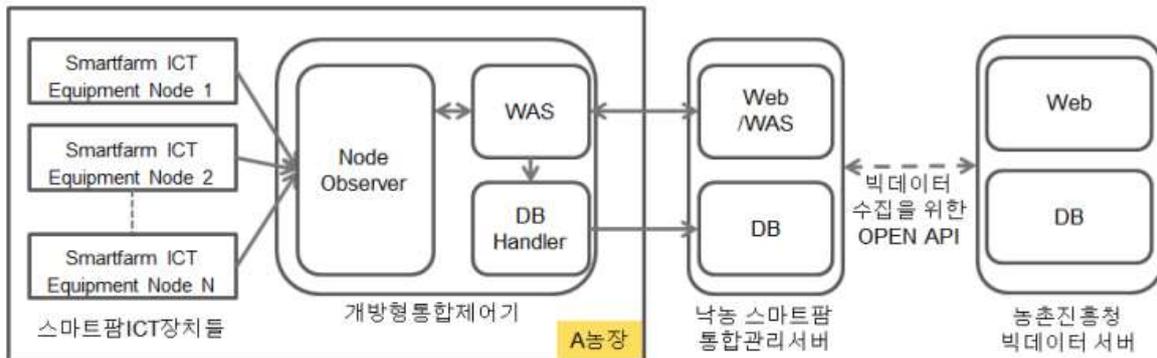


그림 2 1세대 낙농 스마트팜 고도화를 위한 개방형 제어 기반 통합관리 설계 도식

- 선행 연구과제(IPET, 2019)를 통해 낙농 스마트 축사를 구성하는 ICT 기기 산업체별 이기종 장치들로부터 데이터를 수집하여 표준화된 데이터 인터페이스 방식으로 프로토콜을 변환하여 낙농통합관리 서버에 전달 및 관리하는 역할을 하는 개방형 통합제어기를 개발하고 개방형 제어기반 인터페이스(Open API)를 제시하였으며 본 과제를 통해 고도화 및 실증을 진행하고자 하였음
- 젓소 스마트 축사용 표준기반 통합제어 시스템 고도화의 필요성은 다음과 같음
 - 1세대 낙농 스마트팜 모델 고도화과정에서 도출된 개방형 통합제어는 Open API의 소프트웨어 인터페이스 구조로 스마트 축사에 적용되는 ICT 장치별 호환성을 위한 기준을 제시하였음
 - 그러나, 스마트 축사 ICT 기기 산업체별 각각의 자체 프로토콜을 유지 사용함으로써 호환성 미비 등으로 유지보수 및 확장에 어려움이 남아 있는 상황을 고려하였음

- ICT 기기의 호환성 확보를 위한 표준화가 추진 중이나, 산업체 후속주자가 참조하여 사용할 표준기반의 통합제어기 및 통합관리 플랫폼이 부재한 실정임
 - 따라서 기 수행과제의 개방형 통합제어기 연결방식의 정의를 따르면서 스마트축사 ICT 기기 업체가 참조 가능하도록 표준기반의 통합제어기로 가시화 할 필요성이 있음
 - 또한, 스마트 축사에서 생성되는 데이터의 신뢰성 검증 및 활용(안)을 제시함으로써 추후 농가 생산성 향상을 위한 분석용 데이터 확보 및 기능 기반을 마련할 필요가 있음
- 표준 및 개방형 제어 기반 1세대 낙농 스마트팜 고도화를 위한 통합제어기, 통합관리 플랫폼 개발을 통한 요소기술, 데이터의 통합 관리, 현장 실증을 통한 맞춤형 기술 제안 및 성과 분석이 요구되고 있음
- 사양, 환경 관리 및 제어 장치의 적용 및 개방형 제어기를 통한 통합관리 실현
 - 1세대 낙농 스마트팜 고도화 모델 적용을 통한 산유량, 유성분, 공태일수 등 주요 생산지표 성과의 정량적 효과 분석
- 2, 3세대 낙농 스마트팜 R&D를 위한 전주기 빅데이터 생산 기반 조성 필요

2) 연구개발의 목표 및 내용

(1) 최종목표

- 개방형 제어기반 1세대 젓소 스마트 축사 기술 고도화를 기반으로 표준기반 통합제어 시스템의 고도화 및 실증 실시

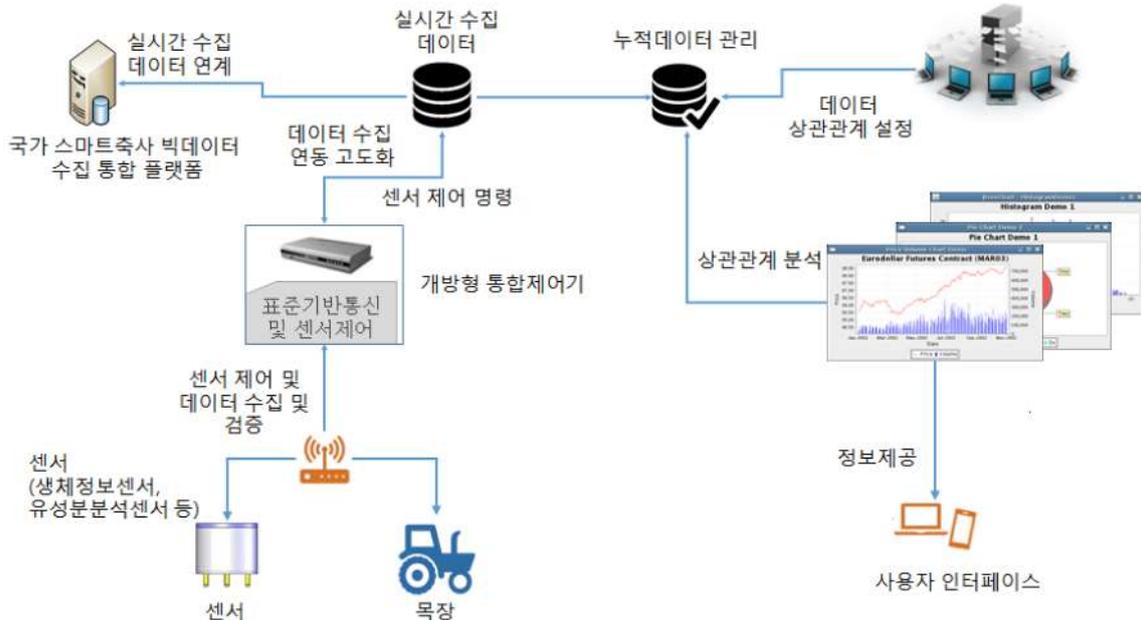


그림 3 젓소 스마트축사용 표준기반 통합제어 고도화 시스템 개발 목표 개념도

- 젓소 스마트 축사용 표준기반 개방형 통합제어기 및 통합관리 플랫폼 개발
 - 표준에 기술된 통신 연결방식, 기 수행과제의 개방형 통합제어기 연결방식 정의를 따르는 낙농 스마트팜 장치가 모두 연동 가능한 통합 제어기의H/W 개발
 - 개방형 통합 제어기와 연동하여 ICT 장치 모니터링 및 제어를 위한 사용자 웹/앱 프로그램 개발
- 개발된 개방형 통합관리시스템을 젓소 스마트 축사에 적용하여 실증 및 평가 수행
 - 표준기반 개방형 통합관리 시스템의 젓소 스마트 축사 설치 및 실증
 - 실시간 데이터 수집 및 축적으로 데이터 활용기반 마련
- 젓소 스마트 축사 발생 데이터 기반 생산성 향상을 위한 데이터 활용안 개발
 - 1세대 낙농 스마트팜 성과 추적을 위한 생산성 평가(공태일수, 산유량, 유성분 등)
 - 실증을 통해 수집되는 데이터의 유효성 검증 및 수집기준 개선
 - 실증을 통해 수집되는 데이터의 사양관리범위, 환경관리범위 도출

(2) 세부목표

과제구분	기관명	세부연구목표
주관기관 1세부	주식회사 리얼팜	<ul style="list-style-type: none"> ○ 낙농 스마트팜의 표준기반 통합제어기 및 통합관리 플랫폼의 고도화 개발 및 실증 <ul style="list-style-type: none"> - 표준 및 Open API 기반 개방형 제어기 H/W개발 - 개방형 제어기반 낙농 ICT 장치 농가 설치 및 실증 - 낙농 빅데이터 전송 및 장치제어를 위한 통합관리 플랫폼 고도화
협동기관 2협동	국립축산과학원	<ul style="list-style-type: none"> ○ 낙농 스마트팜 데이터 활용안 개발 및 성과 분석 <ul style="list-style-type: none"> - 빅데이터 기반 최적사양관리 모델 개발 기반 조성을 위한 표준 및 개방형 제어기반 낙농 스마트축사 모델 구성 및 실증 - 1세대 낙농 스마트팜 고도화 모델의 생산지표 분석 - 낙농 스마트팜 생산성 향상을 위한 데이터 상관분석 및 활용(안) 개발

<제1세부과제 : 젓소 스마트 축사용 표준기반 통합제어기 및 통합관리플랫폼 고도화 및 실증>

구분	개발내용 및 범위
<ul style="list-style-type: none"> ○ 젓소 스마트 축사용 표준기반 통합제어시스템 고도화 개발 및 실증 	<ul style="list-style-type: none"> - 스마트 축사용 표준기반 통합제어기 실증을 위한 H/W 시제품 제작 - 통합제어기 표준기반 개방형 인터페이스 구축 - 개방형 통합제어기 모니터링 및 제어용 사용자 웹/앱 프로그램 개발
<ul style="list-style-type: none"> ○ 젓소 스마트축사 표준기반 통합제어기 및 통합관리 플랫폼 실증 	<ul style="list-style-type: none"> - 표준기반 통합제어기 낙농현장 설치 및 적용 - 표준기반 통합제어기를 통해 수집되는 목장 환경정보, 개체별 착유정보, 개체별 급이정보 데이터 축적 및 관리를 위한 플랫폼 개발

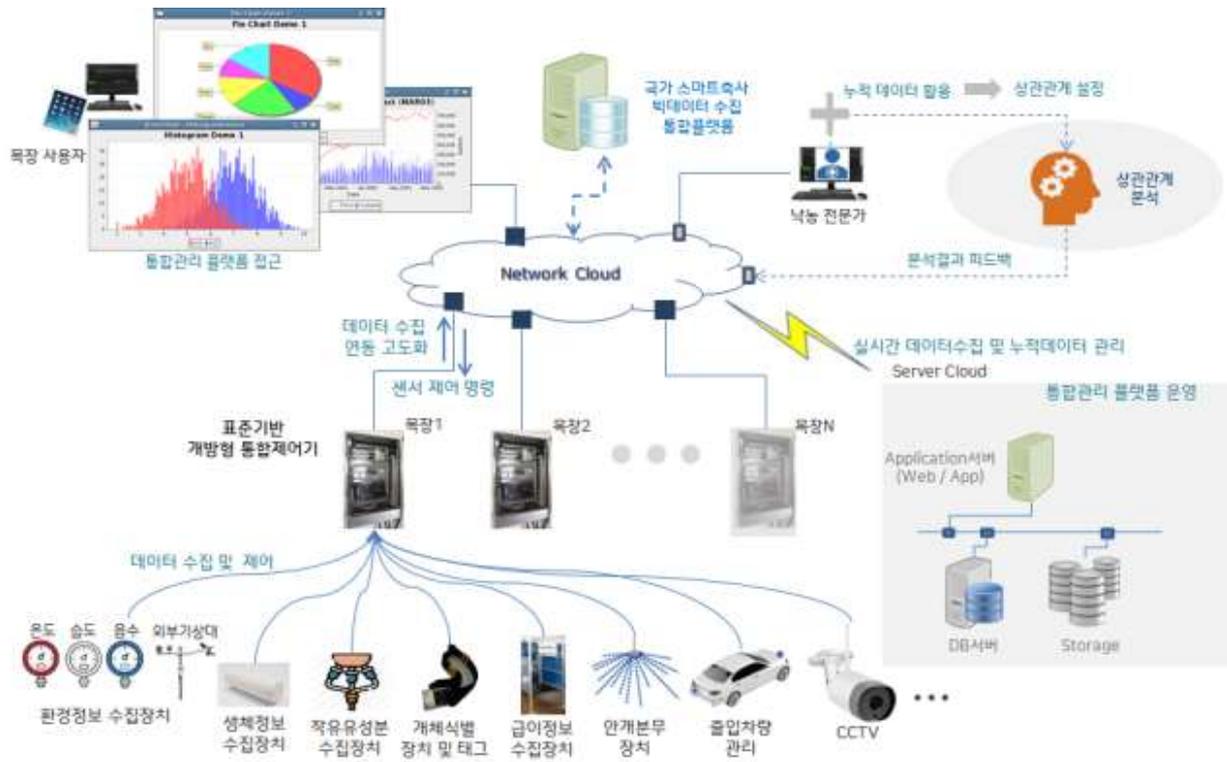


그림 4 젓소 스마트축사 표준기반 통합관리시스템 구성도

<제2협동과제 : 개방형 제어기반 낙농 스마트팜의 데이터 활용안 개발 및 성과분석>

구분	개발내용 및 범위
○ 젖소 스마트축사 표준기반 스마트 축사모델 구성 및 실증	- 빅데이터 기반 최적사양관리 개발이 가능하도록 스마트축사 모델 구성 및 실증 ※ 급이정보, 환경정보, 착유정보가 실시간으로 수집될 수 있도록 구성 ※ 데이터의 송수신 인터페이스, 데이터 수집 주기 최적화(관련기관협의) - 1세대 스마트팜 성과 추적을 위한 생산성 평가(공태일수, 산유량, 유성분 등)
○ 젖소 스마트축사 발생 데이터 신뢰성 검증 및 데이터 수집 기준 개선	- 실증을 통해 수집되는 데이터의 유효성 검증 및 데이터 활용(안) 개발 ※ 데이터 상관관계 분석을 통한 농가 생산성 향상을 위한 데이터 활용(안) 도출 ※ 향후, 빅데이터 기반 2세대 스마트팜 연구를 위한 가이드라인 제시

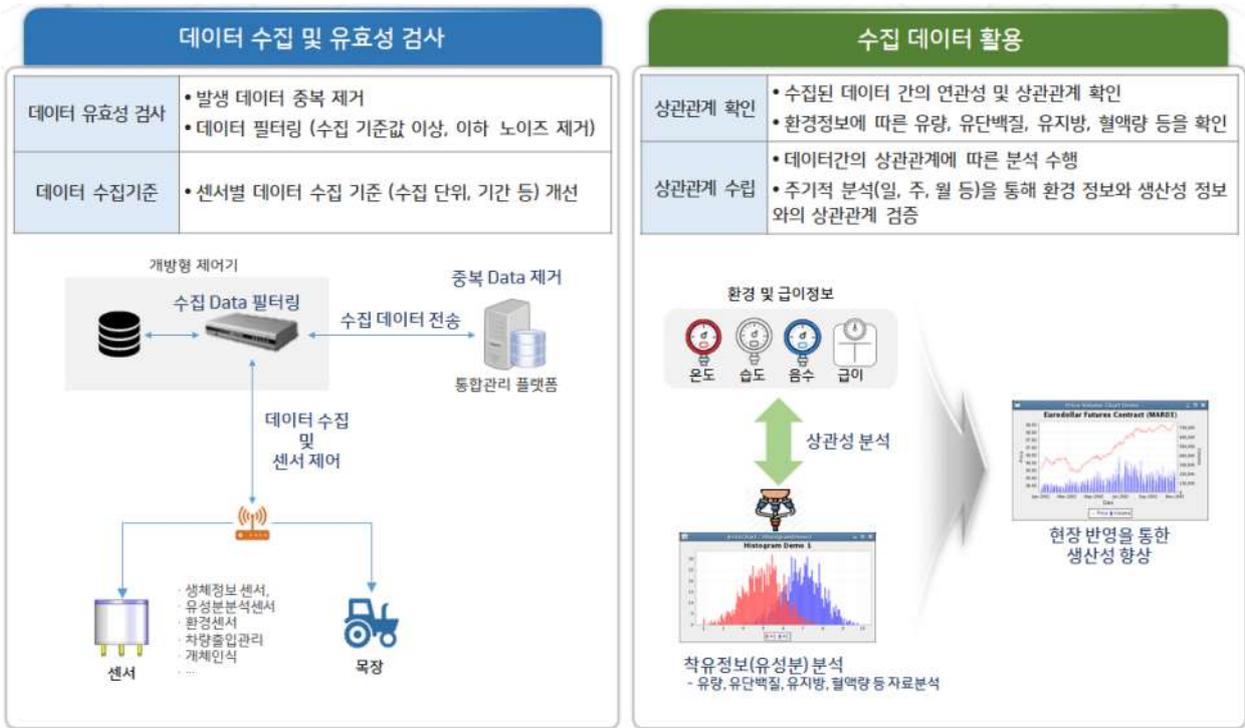


그림 5 젖소 스마트축사 발생 데이터 신뢰성 검증 및 데이터 활용(안) 개발 개요도

2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행 내용

1) 개발 수행과정

(1) 수행과정 개요

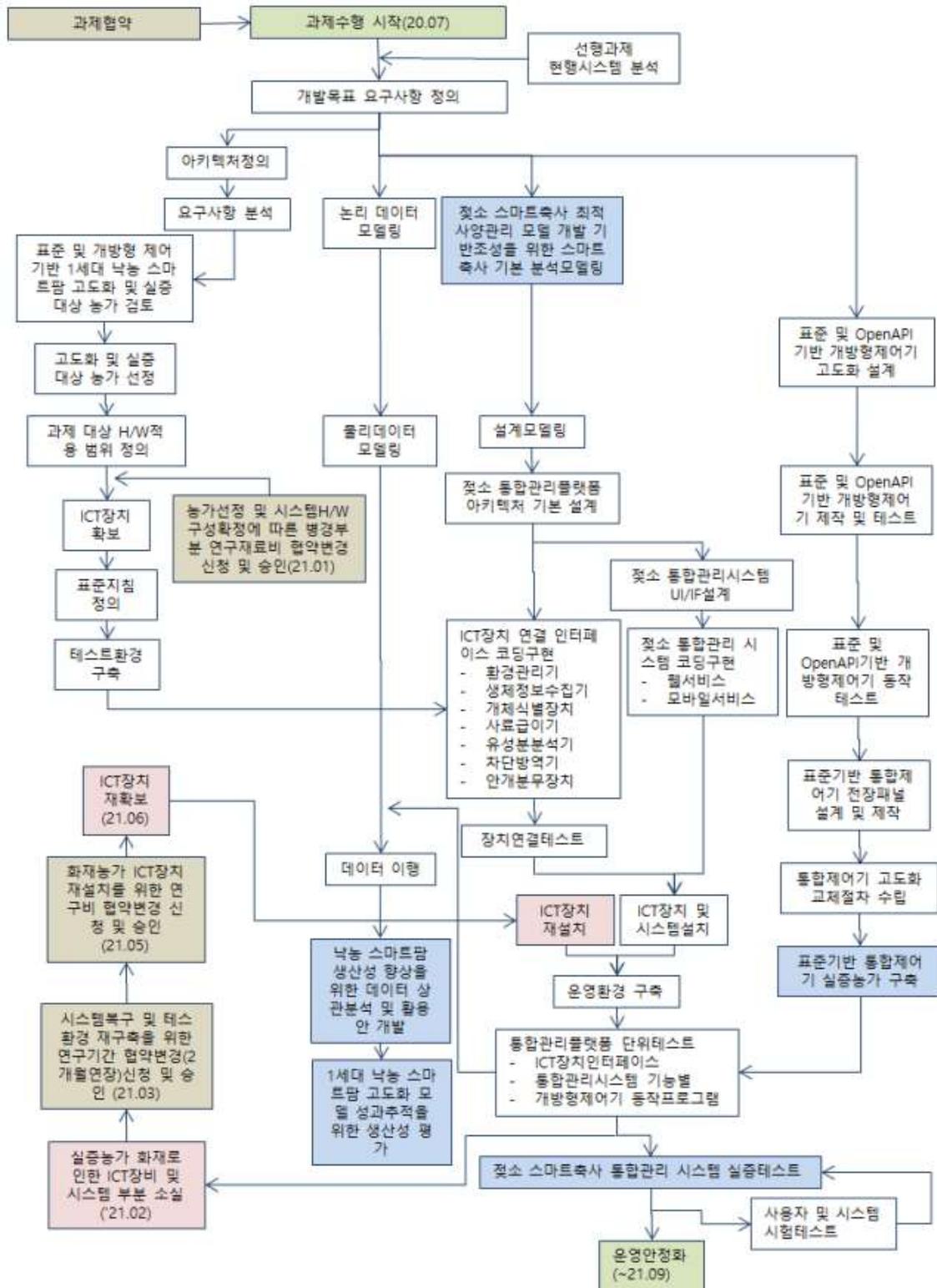


그림 6 연구개발과제의 수행과정 개요도

(2) 농가선정 및 시스템 H/W구성 절차 및 확정

- 1세대 고도화 및 실증 대상농가로 2개 농가 선정

(농장1 : O 목장)

- 1세대 고도화를 위해 선행연구인 ‘1세대 스마트 애니멀팜 고도화 및 실증사업’에서 진행된 “개방형 제어기술 기반 1세대 낙농 스마트팜 모델 고도화 및 검증” 연구개발과제의 대상농가로 참여하였던 농가를 선정하여 연구지속성을 갖도록 하였다.

(농장2 : G 목장)

- 전북지역의 100여두 규모의 젖소 농가를 대상으로 희망농가의 농장현황과, 시설현황, 사육규모, 착유검정성적, 목장주의 운영방식 등을 현장방문 및 조사를 통해 고도화 실증 농가를 선정하였다.
- 신규 실증 농가 선정과 관련한 후보 농가의 사전 답사 및 농가 개요는 표 1과 같다.

표 1 1세대 고도화 및 실증 대상 후보 농가 개요

비교구분	G 목장(김제)	K 목장(익산)
농장현황	- 사육두수: 101두 - 착유두수: 45두 - 작업자: 1명(목장주) - 주소: 전라북도 김제시	- 사육두수: 95두 - 착유두수: 42두 - 작업자: 2명(목장주, 후계농) - 주소: 전라북도 임실군
시설현황	- 전반적으로 낙후된 시설 - 설치장비 · CCTV, 유량측정기, 안개분무기, 사료급이기(10기) · 유량측정기는 수기로 Data수집 - 텐덤(2x3), 자동개폐기 장착	- 육성우, 착유우 그룹을 각각의 목장에 나누어 사육 중 - 설치장비 · CCTV, 유량측정기, 안개분무기, 사료급이기(5기) · 유량측정기 사용하지 않음 - 텐덤(2x3), 자동개폐기 장착
참여예상	- 목장 인수후 농장 성적 향상을 위해 다양한 장비 도입에 적극적 - 검정성적, 일 유량 분석 등 엑셀을 활용한 Data분석 중	- 2세대 후계농으로 데이터 활용에 적극적일 것으로 예상
성적개선	- 검정성적의 305일 유량(2019.08~2020.07) · 9,401 Kg · 전체 평균(10,372 Kg)대비 약 9.4% 낮음 · 평균보다 낮은 성적으로 성적 개선효과가 있을 것으로 판단되나 연구기간(1년) 내 효과가 나타나지 않을 수 있음 - 공태일(2019.08~2020.07) · 약 138일 · 2020년부터 공태일이 증가하고 있어 성적 향상 기대	- 검정성적의 305일 유량(2019.08~2020.07) · 11,162 Kg · 전체 평균(10,372 Kg)대비 약 7.6% 높음 · 평균대비 높은 성적으로 성적 개선효과 낮을 것으로 예상 - 공태일(2019.08~2020.07) · 약 185일 · 위내센서 도입으로 성적 향상 기대
전문가지원	- 대부분을 목장주가 직접 진행 - 임신확인, 분만, 질병 시 수의사 방문	- 오랫동안 거래한 수의사가 있으며 진료 및 컨설팅 역할 수행
비고	- 2018년 귀농 후 목장 인수 - 양계농장 인접으로 AI 발병 시 방문이 불가능할 수 있음 - ICT 장비 외 환경개선 필요	- 2세대 후계농 경영이전 진행 중 - 착유실 물청소를 별도로 실시하지 않으며 건식운영 중
305유량 비교		



선정사유

- > 목장주의 데이터 활용능력 우수
- > 귀농 목장으로 시설에 대한 보완을 꾸준히 진행 중이며, 적극적 참여가 예상 됨
- > 착유성적에 대한 개선 가능성이 높지만 연구기간 내 효과가 나타나지 않을 수 있음
- > 공태일 성적하락에 대한 개선 가능성 높음
- > 젊은 목장으로 ICT 장치, 통합관리 플랫폼 등에 대한 원활한 피드백 기대

유의사항

- > 양계 농장과 인접하여 시 발생 시 출입에 제한이 있을 수 있음
- 장비 설치 등의 목장 방문 일정을 겨울이 오기 전 완료하여야 함
- > 타 목장대비 전반적으로 시설이 낙후되어 있으므로 장비 설치 시 주의 필요

- 1세대 고도화 및 실증 선정 농가 통합관리 플랫폼 H/W구성 검토 및 확정

표 2 1세대 고도화 및 실증 선정 농가 통합관리 플랫폼 H/W구성 검토

장치구분	과제 전후	O 목장(평택)	G 목장(김제)
환경관리기 및 기상대	전	- 온도 데이터 수집 사용 중	- 없음
	후	- 온/습도 환경 데이터 모니터링 데이터 수집연결 - 풍향/풍속 환경 데이터 수집연결	- 온/습도 환경 데이터 모니터링 데이터 수집연결 - 풍향/풍속 환경 데이터 수집연결
유성분 분석기	전	- 헤링본(2x8)착유방식, 자동개폐기 장착방식 - LICA 유성분 분석기 설치 사용 중, 개체 식별기 구축완료	- 텐덤(2x3)착유방식, 자동개폐기 장착방식 - SCR 유량 측정기 설치 사용 중이나 측정 데이터는 수기로 수집 사용 중
	후	- LICA 유성분분석기 유지보수 및 데이터 수집연결	- LICA 유성분분석기 설치 및 데이터 수집연결
개체식별기	전	- 착유실 내 개체 식별 리더기 사용 - 개체 식별 센서 사용	- 착유실 내 착유칸별 개체 식별 장치 없음 - 사료 급이 개체 구분을 위해 개체 식별 태그를 사용 중이나 착유실 개체 식별 장치와 연결성 없음
	후	- 개체 식별 고도화 센서 추가 설치 및 착유우 개체 식별 데이터 수집연결	- 착유칸별 착유우 개체 식별 리더기 설치 연결 착유칸 착유우 개체 식별을 위한 개체 태그 추가 설치 및 연결
CCTV	전	- 우사 모니터링 CCTV 카메라 사용 중 - 착유실 내 모니터링 CCTV 카메라 사용 중	- CCTV 카메라 사용 중이나 웹 연결성 없음
	후	- 우사 및 착유실 CCTV 카메라 유지보수 및 영상 데이터 수집 연결	- 영상 데이터 연결을 위한 연구재료비 배정 계획 없었으며 이후 화재소실로 데이터 모니터링 중지
사료급이기	전	- AFI Milk사의 사료급이기(4대) 사용 중이나 연결호환성 제공안됨	- (주)다운 사료급이기(10대) 사용 중
	후	- 현재 사용 중인 AFI Milk사의 사료 급이 운영시스템을 클라우드 서비스로 전환 시 데이터 수집 연결성 구축하기로 함	- 사료급이기를 이미 운영 중에 있어, 사료급이장치 및 관리 시스템 구입계획을 연구비 사용계획변경을 통해 FTP방식으로 데이터 연결성 확보 및 수집 연결
체중측정 장치	전	- 없음	- 없음
	후	- 체중계 설치 공간 확보 불가 및 공사비 예산초과로 설치 제외 - 연구재료 내역변경 신청 및 승인 처리 완료	
안개분무기	전	- 없음	- 장비 단독으로 수동제어 방식으로 사용 중 - ICT 연결성 없음
	후	- 사료급이기 및 체중측정장치 연구재료비 사용 변경으로 인한 예산 확보로 ICT 장치 변경 추진 - 축사 및 환기구조에 의한 열 스트레스를 경감하기 위해 안개분무장치 사용 권장 및 목장 상담을 통해 확정 - 독립 구동 방식의 안개분무기에 동작데이터 연결성 확보 및 원격 제어를 위한 장치 추가 개발 및 연결	- 초기 계획 시 별도의 연결성 없이 수동제어 방식 적용 예정 - 연구 기간 내 화재로 인한 안개분무장치의 소실로 착유우 사육환경 악화 및 우려 발생 - 긴급 연구비 사용내역 변경 및 농가 자부담 확보를 통해 원격제어 및 데이터 수집 연결성을 가지는 안개분무장치 설치 및 연결
차단방역기	전	- 없음	-없음
	후	- 목장출입차량 감시 및 관리를 위한	- 목장출입차량 감시 및 관리를 위한 차단방역기

	차단방역기 설치 및 영상이력 연결	설치 및 영상이력 연결 - 목장 내 진입 없이 이면도로를 통한 차량출입으로 인접 양계농장으로 들어가는 차량영상을 포함하여 데이터 수집 및 연결 사용
--	--------------------	---

(3) 개발 수행 적용 방법론

- 본 과제를 수행함에 있어 연구계획서를 통한 개발목표가 명확함에 따라 폭포수 모델을 적용하여 개발수행 및 관리를 진행하였다.
 - 스마트축사 통합관리시스템 운영을 위한 소프트웨어 개발(젓소 스마트축사 통합운영 웹 프로그램, 모바일 앱 프로그램)은 표준기반 개방형 통합제어기 개발 진행과 병행하여 진행하고 통합시험단계에서 통합 및 시험운영을 할 수 있게 하였다.
 - 시스템 구축 및 Open API 테스트를 위해 표준기반 개방형 통합제어기 H/W 개발이 완료되는 일정을 고려하여 표준기반 개방형 통합제어기에서 구동될 ICT 장치 인터페이스 구동 프로그램 단위시험 및 운영시험을 먼저 완료 할 수 있도록 소프트웨어 개발을 진행하여 동작확인에 대한 폭포수 모델의 위험요인을 제거하였다.
 - 단위 개발목표 각각에 대해 폭포수 모델을 적용하여 개발을 완료하도록 개발일정 및 검증을 병행하면서 전체 연구개발목표에 대해 단위시험과 통합시험단계에서 각 개발단위의 결과물을 이용하여 통합테스트를 진행하여 시스템 구축을 완료하였다.

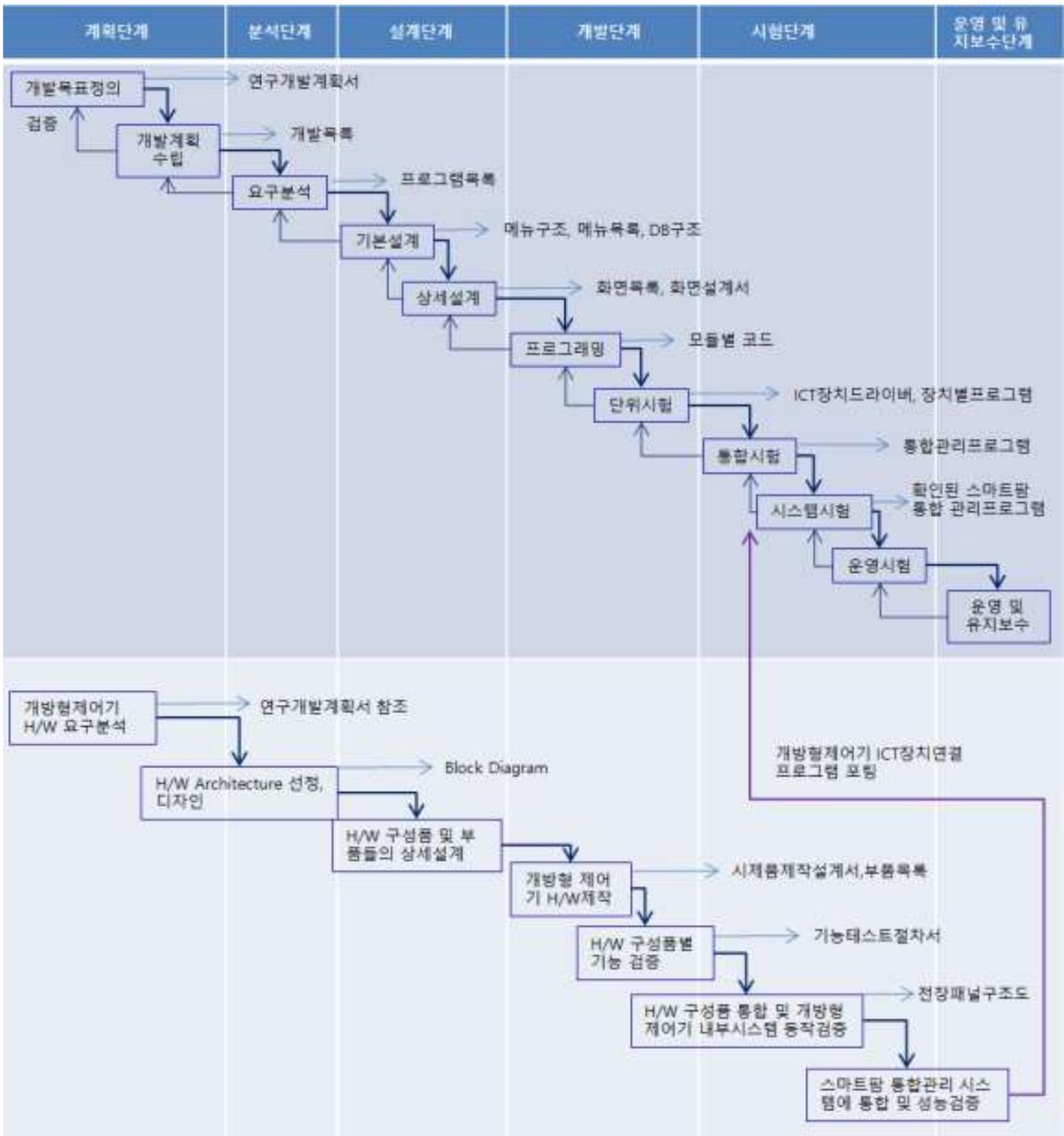


그림 7 통합관리플랫폼 소프트웨어 및 개방형 제어기 개발방법론 개요도

- 본 과제 추진에 있어서의 위험요인은 실증대상 농가의 화재 발생이었으며 화재로 소실된 장비 및 장치에는 본 연구과제 목표 구현을 위해 설치된 하드웨어가 포함됨에 따라 연구 비용과 연구 기간을 고려하여 복구대상에 일부 하드웨어 구성을 과제 목표범위 내에서 변경하고 연구개발 기간에 대한 변경 신청 및 승인을 통해 프로세스의 정상화를 진행하였다.

- 위기발생 및 변경 수용과 위험관리

표 3 연구 수행 중 위기 발생 및 변경 수용과 위험관리 개요

항목	내용
고도화 및 실증 농가 화재발생	<ul style="list-style-type: none"> - 실증 목장 G농가 축사 화재 발생 (2021.2.17.(수)21:20경 젖소 축사 화재발생, 23:00 소방차 농장 도착 후 화재진압 시작됨) - 과제 연구개발목표에 해당하는 주요 데이터 수집 장비 등의 모여 있는 착유실 주변 내벽에 본 과제추진을 위해 설치된 주요 장비 모두 화재로 소실됨 - 화재현장 복구 및 과제개발 관련 시스템 재구축을 위한 장비도입 및 설치일정 추가필요 - 시스템 복구완료기간동안의 데이터 수집 누실 발생으로 데이터 분석 불가 - 따라서 시스템 복구 후 데이터 수집정상화에 걸리는 기간을 고려하여 연구 개발 기간 연장 필요
위험관리	<ul style="list-style-type: none"> - 스마트팜 통합플랫폼시스템에 구축 대상인 ICT 장비 및 장치 연결부 피해 현황 파악 - 실증농가 피해복구 및 연구과제 정상화를 위한 방안 검토 : 연구비, 연구기간, 연구지속성에 대한 검토 - 연구 참여 기관 및 피해농가의 자부담을 포함한 연구비사용내역변경 결정 → 연구비 사용내역 변경요청 및 승인절차 진행 - 소실복구를 위한 ICT 장비 및 기기 추가 확보 및 설치 가능 일정 검토 → 연구기간 연장 변경 요청 및 승인절차 진행 - 시스템 정상화를 위한 별도 개발 일정관리 및 재구축 완료

- 실증대상 G목장 선정 시 목장현장



그림 8 실증대상 G목장 선정 전 현장모습

- 과제 관련 장비 설치공사 목장현장



그림 9 실증대상 G목장 현장 ICT 장치 설치작업 진행 현장모습



그림 10 실증대상 G목장 현장 ICT 장치 설치작업 현장(계속)

- 실증대상 목장의 화재로 인한 ICT 장치 소실



그림 11 실증대상농가 화재발생 및 ICT 장치 소실현장

2) 젯소 스마트축사용 개방형 통합제어기 고도화 개발

(1) 표준 및 Open API기반 개방형 통합제어기 시제품개발 및 제작



그림 12 개방형 통합제어기의 역할구조도

- 표준기반 개방형 통합제어기 H/W의 주요 목표 사양은 아래의 조건을 만족하도록 설계하였다.
 - 표준에 기술된 스마트축사 ICT 장비 통신 연결 방식을 지원하도록 설계하였으며 통신 방식 세부항목은 아래 표와 같다.
 - 아래 표의 통신방식 세부 항목을 만족시킬 수 있도록 표준기반 개방형 통합제어기의 통신 포트 들은 RS232,RS485 등을 포함한 시리얼 통신 포트들과 Ethernet 통신 방식을 사용하는 장치를 연결하기 위한 RJ45포트를 설계에 포함하였다.
 - LoRa 통신 방식과 기타 LTE 방식의 무선 통신을 이용하는 장비와의 통신의 경우 개방형 통합 제어기에 연결 가능하도록 USB포트를 두어 각 통신 방식의 젠더를 연결하여 통신 가능하도록 하였다.
 - 통합관리 플랫폼 서버와의 통신은 Ethernet 포트를 확장하여 통신 허브를 연결하여 가능하도록 하였다.
 - 그 외 개방형 통합제어기 동작 확인을 위한 콘솔 포트 등을 포함하도록 하였다.

표 4 통신방식 세부항목

항목	세부항목	규격	
통신 방식	유선	Ethernet(IEEE802.3); TCP/IP	
		RS-485 ModbusRTU;(필수)9600 bps,(선택)19200 bps, 57600 bps	
	무선	LoRa; 917 MHz에서	
		LTE: 통신사별 주파수 대역	
		ISM 밴드	IEEE802.11x(Wi-Fi포함); 902 MHz에서 928 MHz까지, 2.412 MHz에서 2.484 GHz까지, 4.915 GHz에서
			IEEE802.15.4(Zigbee); 2.405 GHz에서 2.480 GHz까지
IEEE802.15.1(Bluetooth); 2.405 GHz에서			

- 기 수행과제의 개방형 통합제어기 연결방식 정의를 따른다. 정의된 통신방식으로 연결된 센서 및 장치의 데이터는 스마트 축사 통합관리 플랫폼 서버로 전달되어야 하며 이를 위해 선행과제에서 정의된 Open API 기반의 연결 방식을 유지 및 확대함으로써 고도화가 가능하도록 진행하였다.
- 본 연구개발과제에 포함된 젯소 스마트축사에 구축된 장치 및 센서로는 환경 관리 장치 (RS485/Modbus, TTA.KO-10.0979/R1), 사료급이기(Ethernet 또는 RS485 Modbus, SPS-FACT 0001-7293:2018), CCTV 등의 감시 카메라(SPS-FACT 0001-7293:2018), 삽입형 생체정보 수집장치(LoRa 또는 WiFi, Bluetooth, Zigbee, SPS-FACT 0001-7293:2018) 등을 포함하며 이들 장치와 연동이 가능하게 하였다.
- 독립적인 구동이 가능한 장치로 제품화되어 있는 위내 삽입형 센서, 안개분무장치, 사료급이기, 차단방역 카메라 시스템 등은 수집 완료된 데이터를 스마트축사 통합관리 플랫폼에 전달할 수 있도록 데이터 수집 및 전송 프로그램을 개발하여 표준기반 개방형 제어기 내에서 구동하도록 하였다. 다만, 표준기반 개방형 제어기 운영 환경인 Open Source 기반의 LINUX 환경에서의 구동을 지원하지 않는 장치의 경우 각 독립 장치에서 바로 스마트축사 통합관리 운영서버와 통신하여 데이터 송수신이 가능하도록 하였다.
- (모니터링 및 제어를 위한 인터페이스 제공) 스마트 축사로부터 발생하는 ICT 장치데이터는 통합관리 운영서버에서 모니터링 가능하도록 수집 및 관리되고 있으며 제어의 경우 표준기반 통합제어기에 구축된 I/O 포트출력이 발생하도록 프로그래밍이 가능한 환경을 구축하였다.
- 통합관리운영 프로그램이 웹이나 모바일 앱에서의 제어는 기능 구현 및 확인이 가능한 범위로 안개분무장치를 모델링하여 구현하였다.

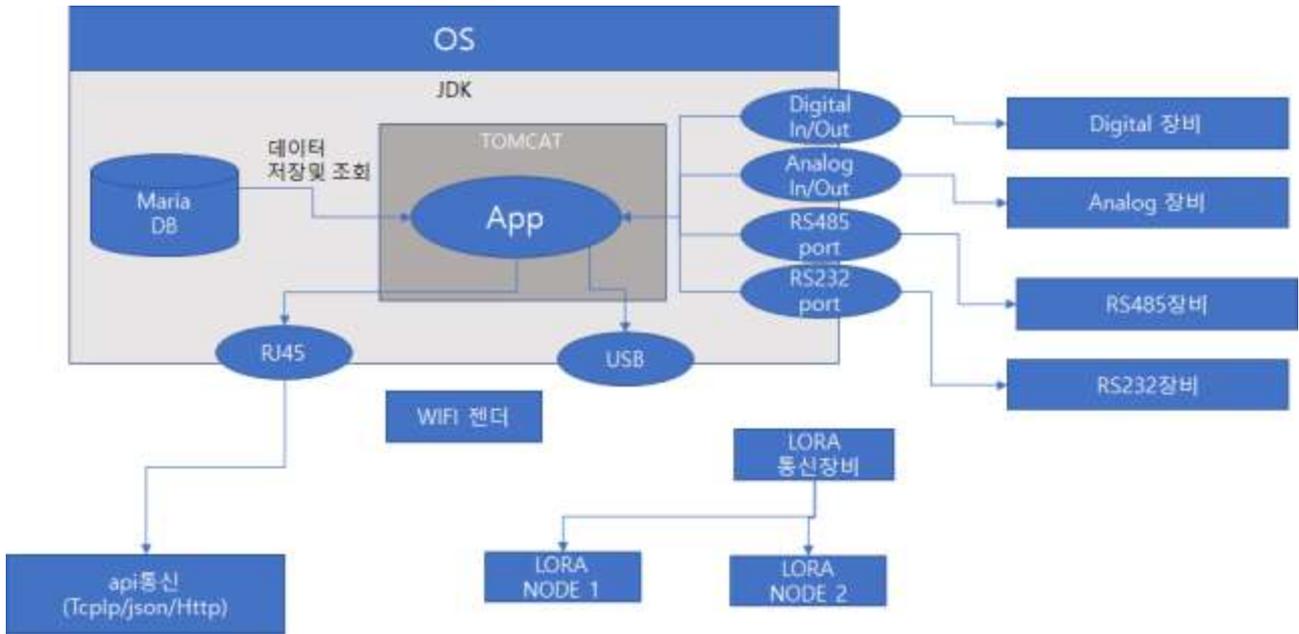


그림 13 표준기반 개방형 통합 제어기 응용 구성 예

- (표준기반 개방형 통합제어기의 응용구성) 표준기반 개방형 통합제어기는 위 그림에서와 같이 다양한 통신방식으로의 연결 및 확장이 가능하도록 하였다.
 - 향후 스마트 축사 구축을 위해 추가되는 장비의 연결성을 고려하여 표준기반 개방형 통합제어기 내부에는 신규 장비에 해당하는 프로토콜로 애플리케이션을 개발하여 탑재 가능한 환경을 제공한다.
 - 데이터 베이스는 Open Source 기반의 MariaDB로 개방형 통합제어기를 구성하였다.
 - 개방형 통합제어기에는 아날로그와 디지털 신호로 입출력되는 센서 및 장치와 연결 가능하도록 구성하였으며 전압 혹은 전류 등의 전기적 신호는 신호변환기 등을 통해 개방형 통합제어기에 연결 될 수 있다. 통합제어기 전장 패널에는 이러한 신호 변환기가 설치 및 연결 가능하도록 터미널 블럭과 레일을 구축하였다.
- 개방형 제어기 시제품 H/W 블록 다이어그램
- 시리얼 포트(RS232,RS485)와 GPIO 포트, Analog I/O 포트와 Digital I/O 포트들은 장비 및 장치의 연결 시 발생할 수 있는 전기적 문제를 고려하여 아이솔레이션 처리를 하도록 설계 하였다.

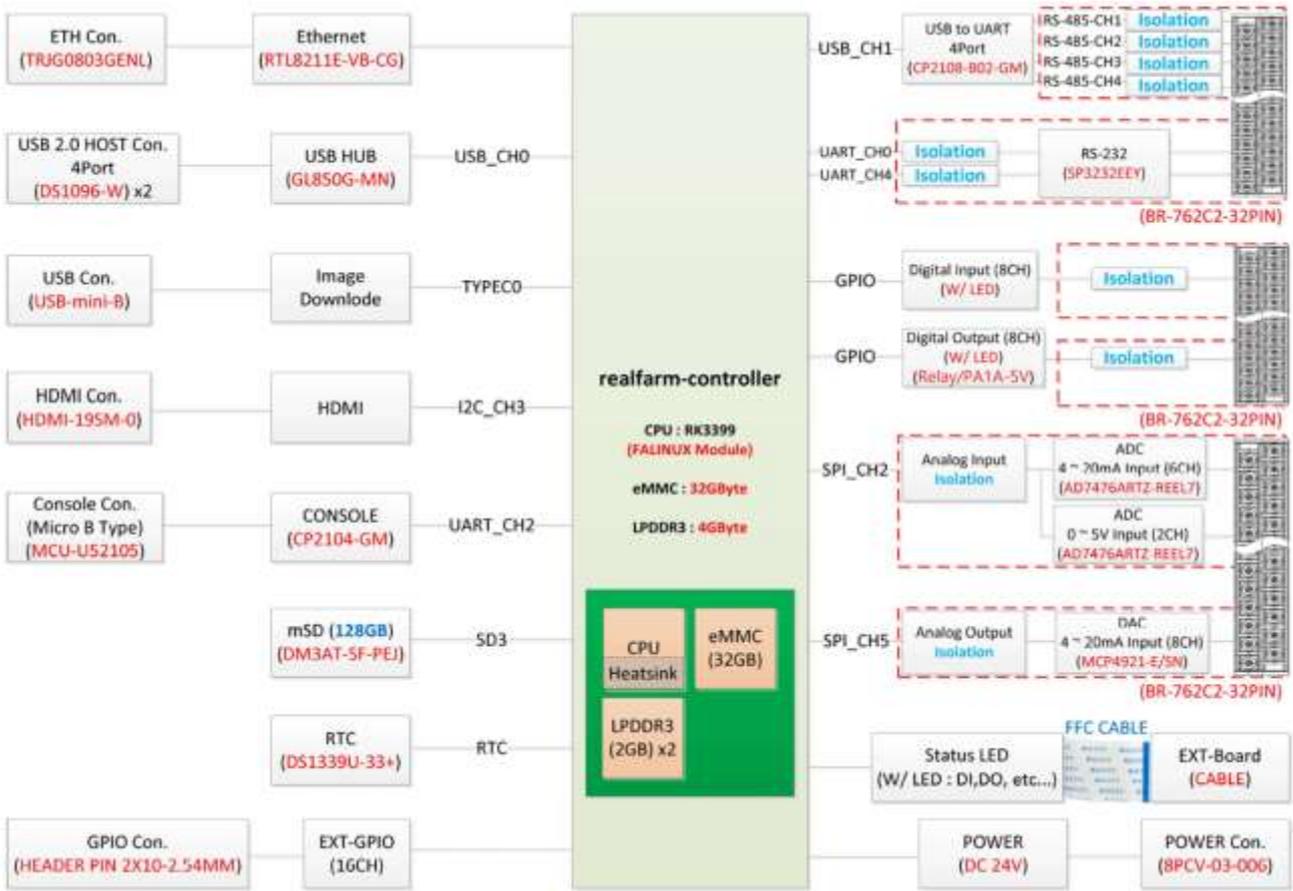


그림 14 개방형 제어기 H/W구조 블록다이어그램

- 개방형 제어기 하드웨어 사양은 다음과 같이 구성하였다.

Item	Specification
MCU	RockChip(RK3399) 6 Core (Dual-core ARM Cortex-A72 and Quad-core ARM Cortex-A53)
DRAM	LPDDR3 2Gbyte x 2
OS	Ubuntu-Arm64
Flash	eMMC 32Gbyte
ETHERNET	1CH Gigabit Ethernet Controller 10/100/1000Mbps
USB HOST	4CH (USB 2.0)
HDMI	1CH
CONSOLE	1CH (Micro B Type)
Micro SD	1CH
RTC	1CH
EXT-GPIO	16CH (GPIO Pin)
RS-485	4CH
RS-232	2CH
DI (Digital Input)	8CH
DO(digital output)	8CH
AI (Analog Input)	6CH
VI (Voltage Input)	2CH
AO (Analog output)	8CH
Ext-LED Board	Status LED
Power	24 @ 3A

그림 15 개방형 제어기 동작 하드웨어 사양

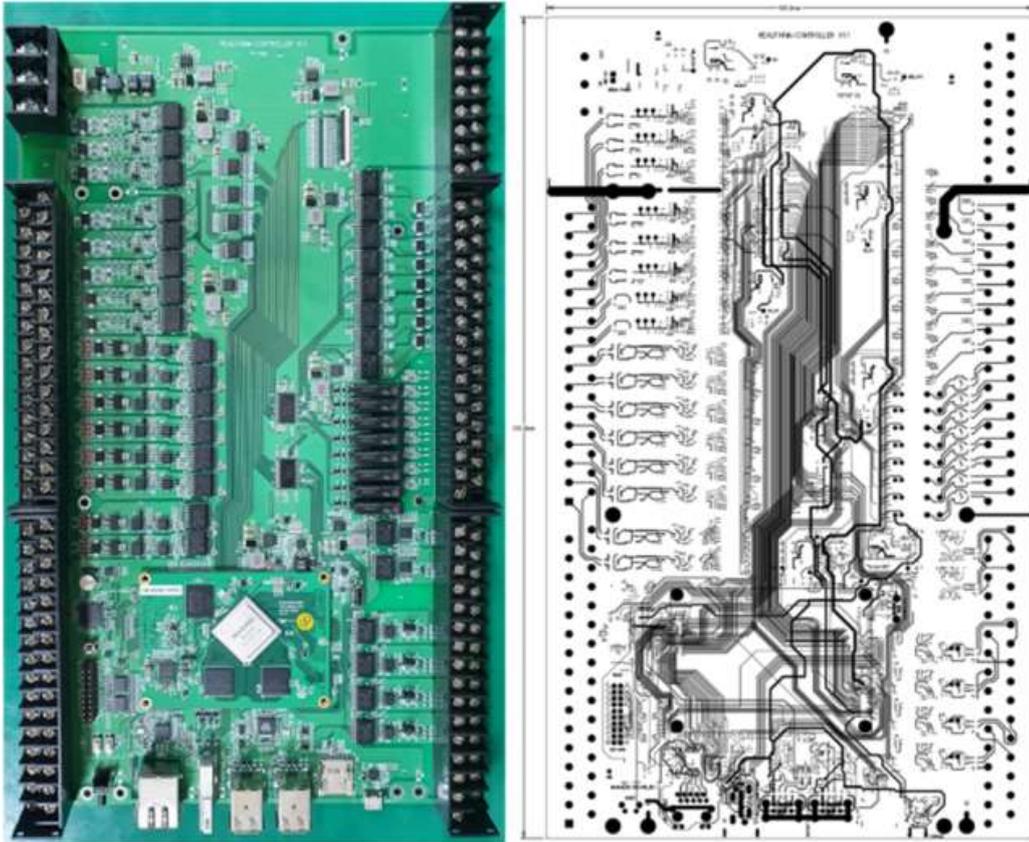


그림 16. 개방형 제어기 내부 구조

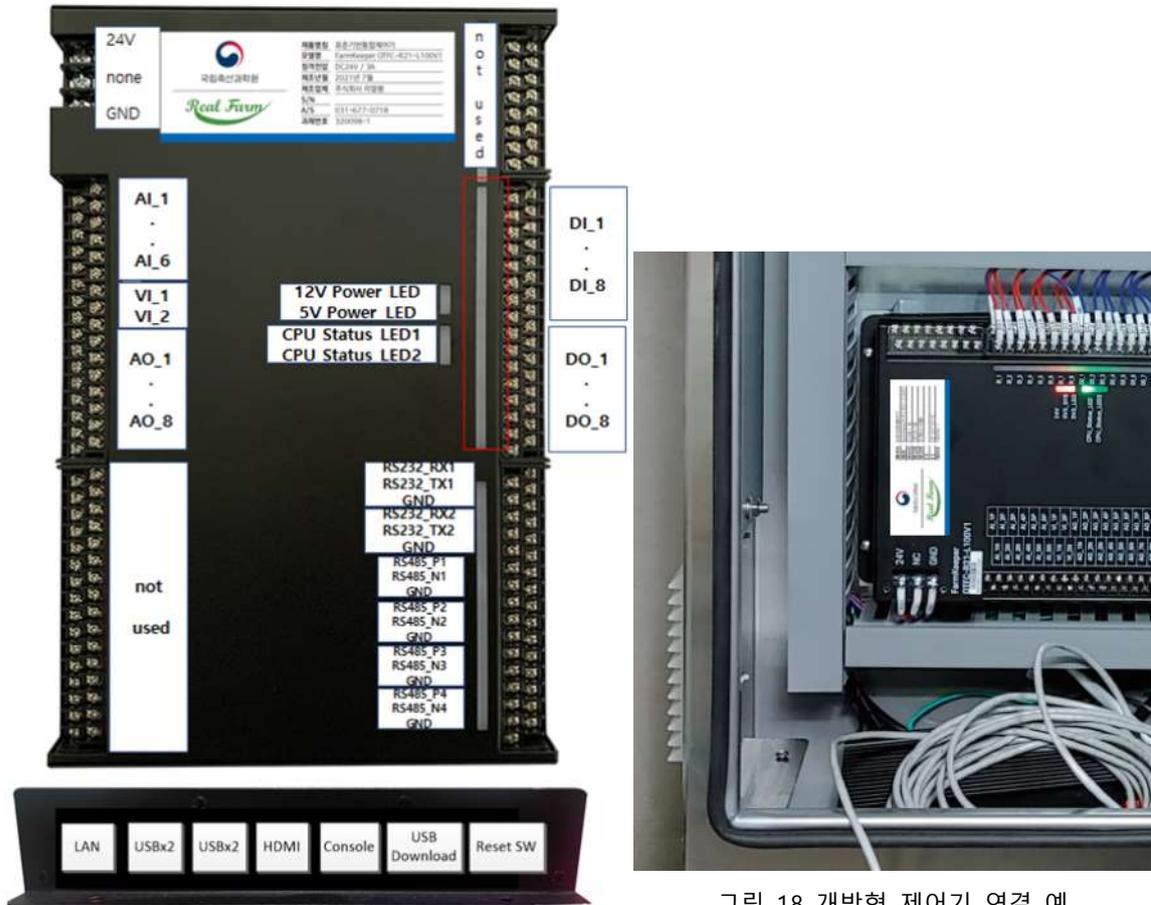


그림 17 개방형 제어기 외형 구조

그림 18 개방형 제어기 연결 예

(2) 통합제어기 인터페이스 구축

- 개방형 제어기 S/W사양

- 개방형 제어기 내부 운영체제 및 데이터 관리 구조 설계는 오픈 소스 기반의 운영체제와 데이터 베이스 매니저, 개발환경에 기반한다.

표 5 개방형 제어기 내부 운영체제 및 버전 개요

구분	설명	버전
OS	ubuntu-arm64	18.04.1
DBMS	MARIADB	10.1.48
JDK	OpenJDK64bit	1.8.0_292
Apache	Tomcat	8.5.32
gcc		7.5.0

- 개방형 제어기 S/W운영환경을 기반으로 스마트측사 구축을 위한 ICT 장치 및 센서 연결을 위한 인터페이스 드라이버 및 프로그램을 설치 운영 가능하도록 하였다.
- 개방형 제어기의 인터페이스는 표준 통신연결방식 정의를 따른다.
- 스마트측사를 위한 내기센서 인터페이스(한국정보통신기술협회 TTAK.KO-10.0980/R1)에 따르며, 스마트 측사에서 사용되는 ICT 기반 내기 센서에 대한 기계적, 전기적 인터페이스 규격과 작동방식을 정의하고 있으며 이를 따른다.
 - 센서 자체의 측정범위와 허용오차, 운용환경에 대한 규격을 정의
 - 기계적 연결인터페이스 정의에서는 결선에서의 색 구별, 단자순서에 대한 정의
 - 전기적 연결 인터페이스에서는 전원 전압의 AC의 범위(AC 220 V/60 Hz)와 DC의 범위(DC 0~12V, DC5~12V) 정의
 - 출력 신호에 대해서는 아날로그 방식으로 전류의 범위(4mA~20mA)와 전압의 범위(0V~5V) 정의
 - 디지털 통신방식은 RS485(9600bps)와 MODBUS RTU를 권장하고 있음
- 본 과제에서는 위 정의된 표준 통신 연결방식인 RS485와 MODBUS RTU 통신 방식의 센서 및 장치를 연결할 수 있도록 개방형 통합제어기의 통신 연결 방식을 설계 하였다.
- 스마트 측사를 위한 외기센서 인터페이스(한국정보통신기술협회 TTAK.KO-10.0979/R1)에는 스마트 측사에서 사용되는 ICT 기반 외기 센서에 대한 기계적, 전기적 연결 규격과 작동 방식을 정의하고 있으며 개방형 제어기는 이들 장치 및 데이터를 수집 연결 가능하도록 하드웨어 구조와 소프트웨어 구조를 제공한다.
- 대상 센서: 기온, 풍향, 풍속, 감우, 습도, 일사, 일조 센서 등 7 종의 센서
 - 측정 규격: 제안 범위
 - 기계적 연결 인터페이스 기술 범위: 결선 형식, 결선 식별, 단자 순서
 - 전기적 연결 인터페이스 기술 범위: 전원 전압, 출력 신호 형태 및 범위

표 6. 축산표준기반 스마트 축사 내기 센서 / 외기센서 인터페이스의 주요 세부 항목기준

기계적 연결 인터페이스 규격			전기적 연결 인터페이스 규격	
결선 형식	결선 식별	단자 순서	전원 전압	출력 신호 형태 및 범위
<2선식>	<2선식>	2선식>	<직류>	<아날로그 전압>
① Y(황색)	①Y(황색):(+)	전원	0 V ~ 12 V	0 V ~ 5 V
② Bk(흑색)	②Bk(흑색):(-)	②접지	②5 V ~ 12 V	
<3선식>	<3선식>	<3선식>	<교류>	<아날로그 전류>
① R(적색)	R(적색):전원	전원	220 V / 60 Hz	4 mA ~ 20 mA
② Y(황색)	②Y(황색):신호	②신호		
③ Bk(흑색)	③Bk(흑색):접지	③접지		
<4선식>	<4선식>	<4선식>		<디지털>
① R(적색)	R(적색):전원	전원		RS485 9 600 bit / s
② Y(황색)	②Y(황색):신호1	②신호1		
③ G(녹색)	③G(녹색):신호2	③신호2		
④ Bk(흑색)	④Bk(흑색):접지	④접지		② Modbus RTU

(3) 젓소 스마트 축사 개방형 통합제어기 설치 및 확인

- 개방형 통합 제어기 동작 전장패널 설계 및 제작

- 전장패널 규격 : 490x790x190mm(측면속판 및 베이스 포함)
- 전장패널 재질 : SUS304 재질로 내식성이 우수한 스테인레스강 사용
- 전장패널 두께 : 2mm로 옥외용으로 사용가능하도록 강도 높임.
- 전장패널 온도조절 : CoolingPan 및 환기구를 좌하,우상에 각각 배치
- 전장패널 유입분진방지 : 각각의 전장패널 환기구에 산업용 필터부착

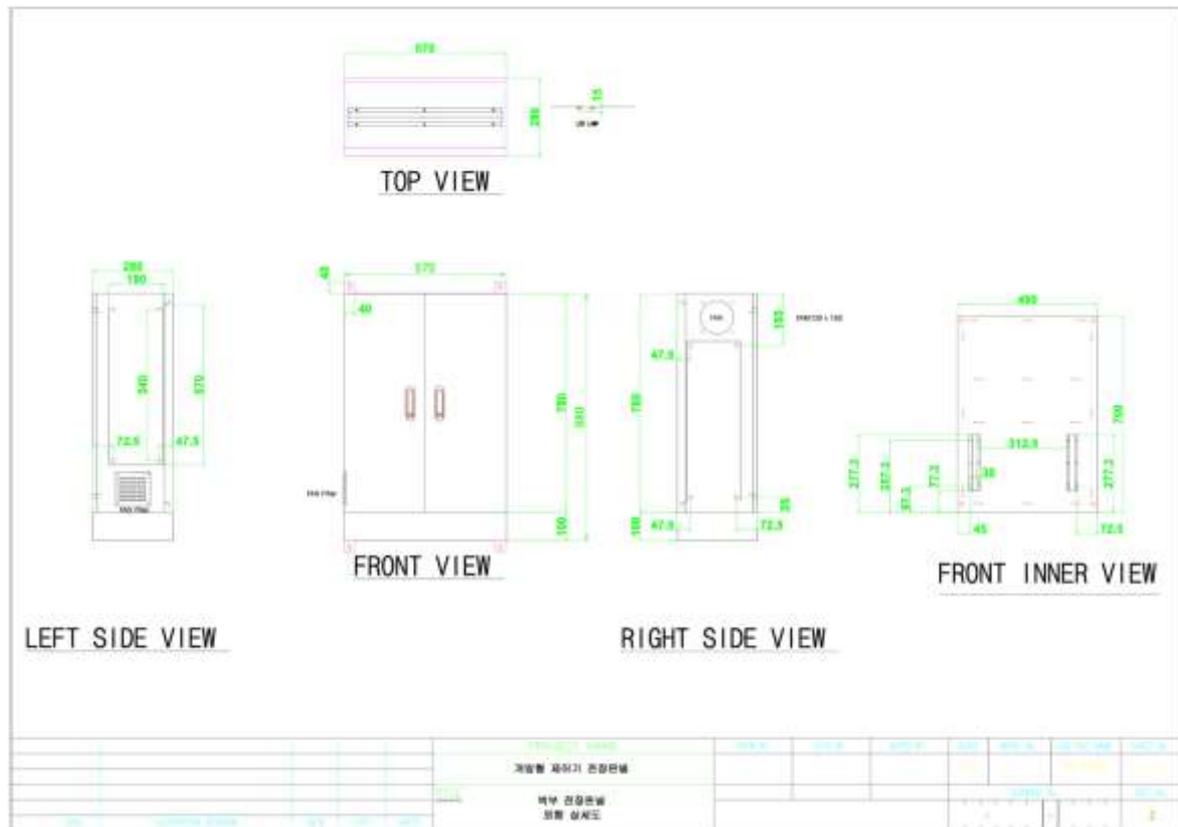


그림 19 개방형 제어기 전장패널 외형 설계도면

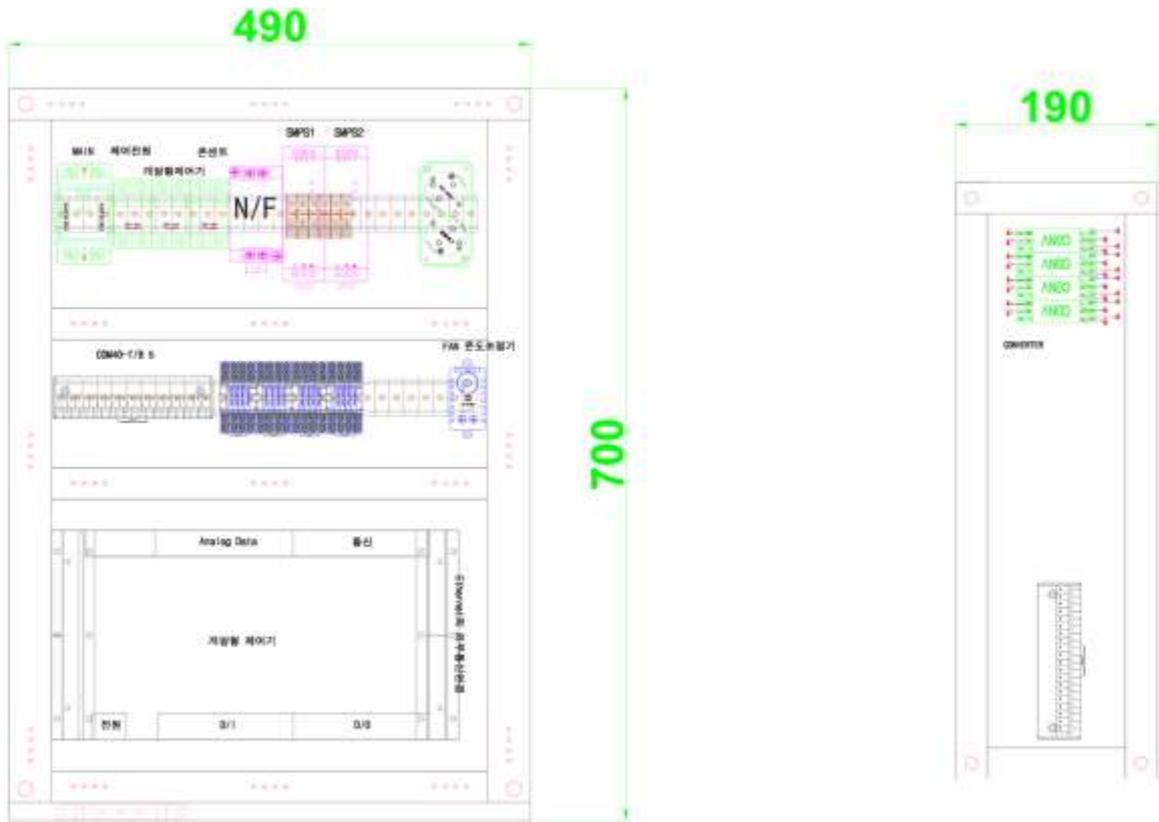


그림 20 개방형 제어기 전장패널 내부 설계도면

- 개방형통합제어기 전장부 설치 위치 및 환경에 대한 고려

- 전장부 설치 위치 : 개방형 톱밥우사 목장의 착유실 입구 개방형 공간 내벽
- 전장부설치 위치의 암모니아(NH3) 측정 농도(ppm)를 고려한 내식성확인: 개방형제어기 및 이를 포함한 전장제어부의 소재가 부식성에 취약한지의 여부를 확인함.
- 사육두수 및 개방형톱밥우사, 착유실입구 위치 등 유사조건에 설치된 NH3센서 수집장치로부터 측정수집된 데이터로부터 과제실증농가의 대기중 가스의 농도를 추정하여 가스의 정도를 확인함. 아래 표와같이 일일평균이 2ppm을 넘지 않았으며 각 기간평균이 0.92ppm과 1.15ppm을 기록하였다.

S목장(경기도 포천소재)				Y목장(경기도 포천소재)			
측정일자	NH3평균	최대	최소	측정일자	NH3평균	최대	최소
2021-10-26	0.137	0.5	0.0	2021-10-26	0.087	0.4	0.0
2021-10-27	0.141	0.7	0.0	2021-10-27	0.070	0.3	0.0
2021-10-28	0.148	1.1	0.0	2021-10-28	0.201	0.6	0.0
2021-10-29	0.241	0.9	0.0	2021-10-29	0.406	1.7	0.0
2021-10-30	0.484	1.2	0.0	2021-10-30	0.533	1.3	0.1
2021-10-31	0.680	1.5	0.0	2021-10-31	1.054	2.1	0.5
2021-11-01	0.807	1.4	0.0	2021-11-01	1.185	2.3	0.4
2021-11-02	0.939	1.9	0.0	2021-11-02	0.845	1.3	0.3
2021-11-03	0.929	2.2	0.0	2021-11-03	0.725	1.2	0.2
2021-11-04	0.760	1.8	0.0	2021-11-04	0.957	1.5	0.7
2021-11-05	0.792	1.7	0.0	2021-11-05	1.243	1.7	0.9
2021-11-06	0.712	2.1	0.0	2021-11-06	1.294	2.3	0.8
2021-11-07	0.766	2.3	0.0	2021-11-07	1.280	2.1	0.5
2021-11-08	0.442	1.0	0.0	2021-11-08	1.095	2.6	0.5

2021-11-09	0.877	1.7	0.4	2021-11-09	1.006	1.5	0.4
2021-11-10	0.960	1.5	0.3	2021-11-10	0.944	1.8	0.3
2021-11-11	0.950	1.8	0.3	2021-11-11	1.171	1.7	0.6
2021-11-12	0.895	1.8	0.3	2021-11-12	0.946	1.4	0.5
2021-11-13	0.913	2.4	0.0	2021-11-13	1.221	2.1	0.8
2021-11-14	1.647	5.2	0.0	2021-11-14	1.934	2.9	1.4
2021-11-15	1.209	2.7	0.0	2021-11-15	1.539	2.1	1.1
2021-11-16	0.774	1.5	0.0	2021-11-16	1.423	2.4	1.1
2021-11-17	0.836	1.6	0.0	2021-11-17	1.343	2.4	1.0
2021-11-18	1.151	2.4	0.0	2021-11-18	1.808	2.3	1.5
2021-11-19	1.388	3.0	0.0	2021-11-19	1.648	2.6	1.0
2021-11-20	1.423	3.9	0.0	2021-11-20	1.330	2.1	0.9
2021-11-21	1.580	2.6	0.0	2021-11-21	1.647	2.4	1.3
2021-11-22	1.191	2.3	0.6	2021-11-22	1.352	2.1	0.7
기간평균	0.92			기간평균	1.15		

- 이 데이터를 토대로 공기중에 분포한 암모니아 가스가 개방형제어기를 포함한 전장패널에 미치는 부식성을 검토하면 SUS304재질의 전장패널은 낙농가에서 설치 및 사용중인 집유탱크와 동일한 재질로 착유실입구라는 유사환경에서 설치 및 사용되는 조건으로 내식성을 확인하는 동일 지표로 볼 수 있다.
 - * SUS304재료 특성
 - : 화학공업 설비, 건축재료, 식품 제조설비, 제지공업, 차량공업, 주방기구 등에 사용
 - : 탄소량이 적어서 내식성, 용접성이 좋고, 고급 스테인리스강으로 광범위하게 사용
 - : 일반 공기 부식이나, 수중에서의 내식성은 매우 우수, 염소 이온(Cl-)에 취약
 - : 극저탄소강으로 입계부식을 방지
- 2019~2020년 전주지역 대기 중 암모니아 농도 분포와 기원 추적(2020, 박준수 외, Journal of Korean Society for Atmospheric Environment) 및 대기부식 시험에 의한 금속의 부식성평가(1997, 장세기, Journal of the Korean Institute of Surface Engineering)에 따르면 대기중에 존재하는 암모니아가 기준치를 넘지 않는다 하더라도 암모니아염 형태로 대기부식에 영향을 미치는 것으로 조사되었다. 따라서 대기환경요소를 변화시키는 것은 본 과제의 논외로 다루어져야 하며 축사를 둘러싼 이러한 환경에서 기기동작이 유지 될 수 있도록 집유탱크와 동일한 스테인레스강으로 내식성을 유지하도록 설계 및 제작하였다.
- 개방형통합제어기의 설치 위치는 개방공간인 착유실 입구이면서 동시에 우사와는 분리되어 사료 등으로 인한 분진에서 분리된 공간이며 계사나 돈사 등의 밀집사육공간내 설치된 전장기와 달리 개방형 공간으로 착유실과 함께 정기적 물청소가 이루어지는 공간으로 일정정도의 분진은 제거되는 환경에서 동작한다.
- 전장패널의 에어필터로 프리필터(Pre Filter)를 부착하여 전장패널로 유입되는 공기의 분진을 걸러내도록 하였다. 즉, 특수합성섬유 또는 금속(Metal) 등의 여과재를 각종 프레임에 장착하여 가장 널리 사용하는 1차 필터(Filter)로서 공기정화기(AHU), 공기청정기, 탈취기 등을 사용하는 일반빌딩, 산업체에서 전처리용 필터로 10 μm 이하의 분진을 포집하는 필터를 사용하였다.(SPS KFIC 0004, 공조용에어필터 단체표준)

- 연구결과(유우사 내부 위치 및 작업형태에 따른 분진 모니터링 및 분석, 2017, Journal of the Korean Society of Agricultural Engineers, 박관용 et.al)에 따르면 무창형태의 계사 또는 돈사와 달리 우사는 주로 개방된 형태로 내부의 분진 배출이 용이한 시설구조이며, 축사시설 각 측정 위치에 따른 분진 농도의 편차가 상대적으로 크다. 즉, 개방형 제어기 전장패널이 설치된 착유실 입구의 경우와 같이 착유작업을 전후한 잦은 물세척 작업으로 착유사내 분진 노출시간이 짧으며 상대습도로 인한 분진발생확률이 극히 낮은 환경에서 동작하도록 구축하였다.



스마트팜 표준기반
개방형제어기



국립축산과학원



본 프로젝트는 농림축산식품부의 재원으로 농림식품기술기획평가원에서
"1세대 스마트 예·내·외장 산업화 기술개발사업 : 스마트 축사용 표준기반 통합제어
시스템 고도화 및 실증" 사업의 지원을 받아 국립축산과학원, 주식회사리얼팜에
하여 연구되었습니다. (과제번호 : 320098-1)



국립축산과학원



제품명칭 표준기반통합제어기
모델명 FarmManager OFFC-521-L100V1
장제번호 DC24V / 3A
제조년월 2021년 7월
제조업체 주식회사리얼팜
소재지 031-677-0718
과제번호 320098-1

그림 21 개방형 통합제어기 전장패널 설치 및 운영현장

(a) O목장 개방형제어기전장패널 설치현장, (b) G목장 개방형제어기 전장패널 설치현장, (c) 개방형제어기 전장패널 및 외관, (d) 개방형제어기 전장패널 내부 전장 및 개방형제어기 운영중, (e) 개방형제어기 외관, (f)개방형 통합제어기 및 전장패널 외부 명판 부착 디자인

(4) 개방형 통합제어기 Open API 송수신 시스템구축 및 실증

- 선행 연구 과제를 통해 개발된 젯소 스마트 축사 개방형 통합제어기 연결 방식 정의를 따른다.
 - 기 수행과제인 ‘1세대 스마트팜 모델 고도화’ 사업의 ‘개방형 제어기술 기반 1세대 낙농 스마트팜 모델 고도화 및 검증’에서는 개방형 통합제어기의 연결방식을 Open API로 정의하였으며 본 고도화 과제를 통해 개방형 통합제어기 H/W를 개발 및 구축함으로써 Open API로 구현된 각 장치 연결 프로그램이 개방형 제어기에 탑재되어 구동되는 형태이다.
 - 기기 자체의 통신인터페이스를 제공하는 ICT 장치에 대해 장치 연결 프로토콜에 따라 데이터 수집을 실시한다.
 - 수집된 각 장치 데이터는 Open API에서 정의한 프로토콜을 지원하도록 개방형 통합제어기에 연결 구성된다. 전용 시스템을 갖고 있는 장치의 경우 외부 인터페이스 연결을 위한 Open API를 추가함으로써 연결한다.
 - 환경모니터링 장치의 경우 RS485 방식으로 Broker & Observer 역할을 하는 통합제어기에 데이터를 송신하며, 제어기에 취합된 데이터는 5분 주기로 HTTP 방식으로 통합관리 SW 서버로 농장 ID, 장치 ID, 측정일시, 온도, 습도, 음수 데이터 등이 JSON 포맷으로 전송한다.
 - 생체정보 수집장치의 경우, 각 장치와 게이트웨이(Gateway) 간 제품 고유의 방식에 따른 통신이 우선 이루어지며, 게이트웨이와 Broker & Observer 간에 TCP/IP 방식을 통해 데이터 전송이 실시되며, 이후, HTTP 방식에 따라 농장 ID, 장치 ID, 측정일시, 위내 온도, 위내 pH(고급형 모델), 개체 활동량 정보 등을 10분 간격으로 낙농 통합관리 서버로 전송한다.
 - 유성분 분석기의 경우, 장치로부터 수집된 농장 ID, 개체 ID, 측정일시, 착유정보, 유량, 유지방, 유단백 등의 데이터를 1일 2회 착유시마다 게이트웨이를 통해, 다시 Broker & Observer로 TCP/IP 방식으로 데이터 전송을 실시하고, 다시 HTTP 방식으로 낙농 통합관리 서버로 전송하여 데이터를 취합하며, 선행 연구 과제의 연결 구현 방식과 동일하게 구축하였다.



그림 22 고도화 및 실증을 위한 대상농가 시스템 구축개념도

- O목장과 G목장 2개소에 대해 표준기반 개방형 통합제어시스템을 구축하여 고도화 및 실증을 진행하였다.

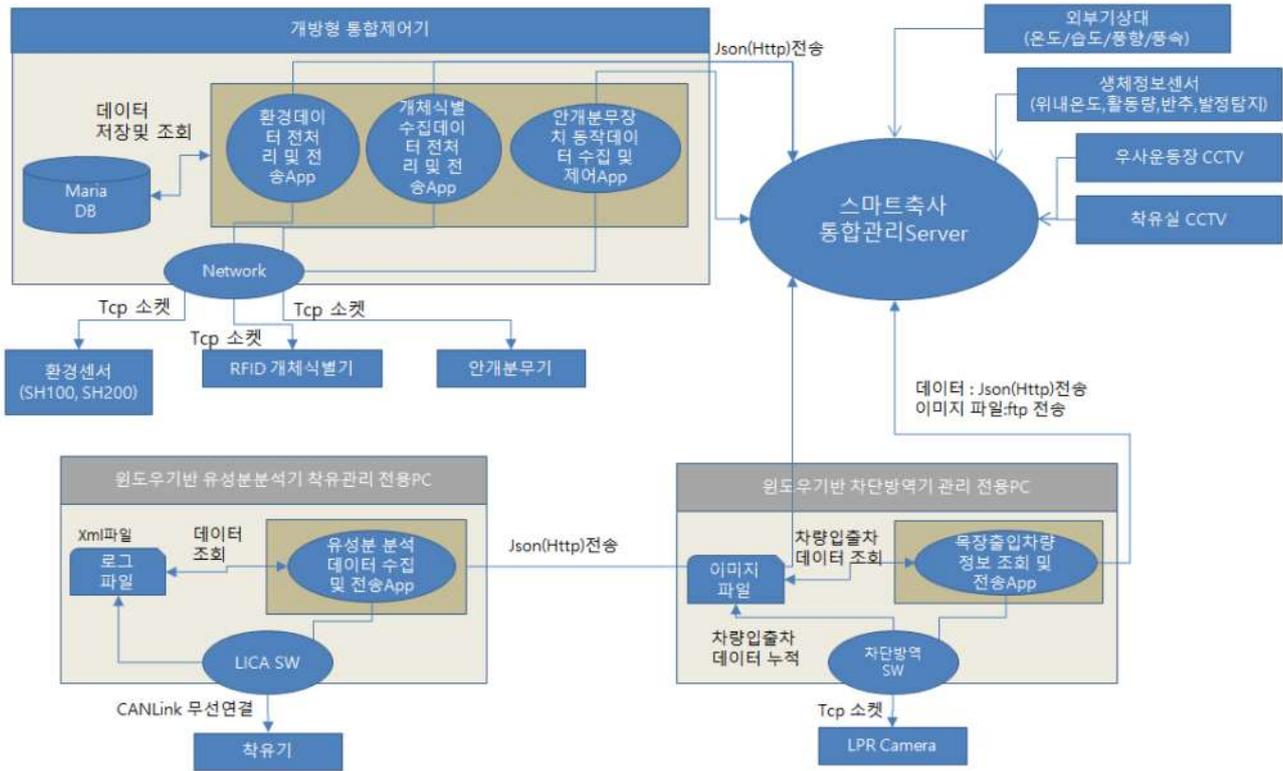


그림 23 O 목장 스마트축사 통합관리플랫폼 구성도

- O목장은 1세대 스마트 애니멀팜 검증농가로서 본 고도화 과제를 통해 표준기반 개방형 통합 제어기를 포함한 스마트축사 통합관리 플랫폼 구축 연속성을 가지게 되었으며 G목장은 기 설치된 장비를 본 연구개발을 통한 표준기반 개방형 통합제어기에 연결함으로써 스마트축사 구축에 필요한 데이터 수집 및 연결성을 확보하였다.
- O목장은 선행 1세대 검증과제에서 설치된 유성분분석기를 사용하고 있으며 헤링본 착유 방식의 착유실을 갖고 있다. 이 유성분분석기는 윈도우 기반의 독립 프로그램으로 유성분 분석센서로부터 수집한 데이터를 관리, 운영하며 본 과제에서는 유성분 분석기가 제공하는 API 기준에 따라 연결성을 확보하도록 유성분 분석 데이터 수집 및 전송 애플리케이션을 개발 및 설치하였다
- O목장에 설치된 차단방역을 위한 차량 출입 감시 카메라 시스템의 경우 출입 차량 관제 프로그램을 제공하여 독립적인 입·출차 모니터링 및 차량 등록 및 조회가 가능하며 윈도우 기반에서 출입 차량 관제 프로그램이 운영되는 시스템이다. 본 과제에서는 스마트 축사 통합 관리 서버 운영의 연결성을 위해 FTP 방식으로 출입 차량에 대한 영상 및 시간, 차량번호 인식 결과 등의 정보를 수집한다.
- 환경관리기, 개체식별기, 안개분무장치 등은 개방형 통합제어기 내에 각각의 데이터 수집 및 전송 애플리케이션이 설치 및 구동된다. 스마트 축사 통합 관리 서버와의 모니터링 및 제어를 위한 데이터 송수신은 JSON(HTTP)로 이루어진다.
- 그 외 O목장에 설치된 외부기상대와 생체정보센서, 운동장 및 착유실에 설치된 CCTV 장치의 데이터 수집 및 모니터링은 장치에서 제공하는 웹 연결 정보를 이용하여 스마트 축사 통합 관리 서버에 연결하였다. CCTV의 경우 웹 주소 링크 형태로 사용자 화면을 제공한다.

- G목장에 구축된 개방형 통합제어기 및 스마트 축사 통합 관리 시스템의 연결 구성도 및 통신 방식은 다음 그림과 같다.

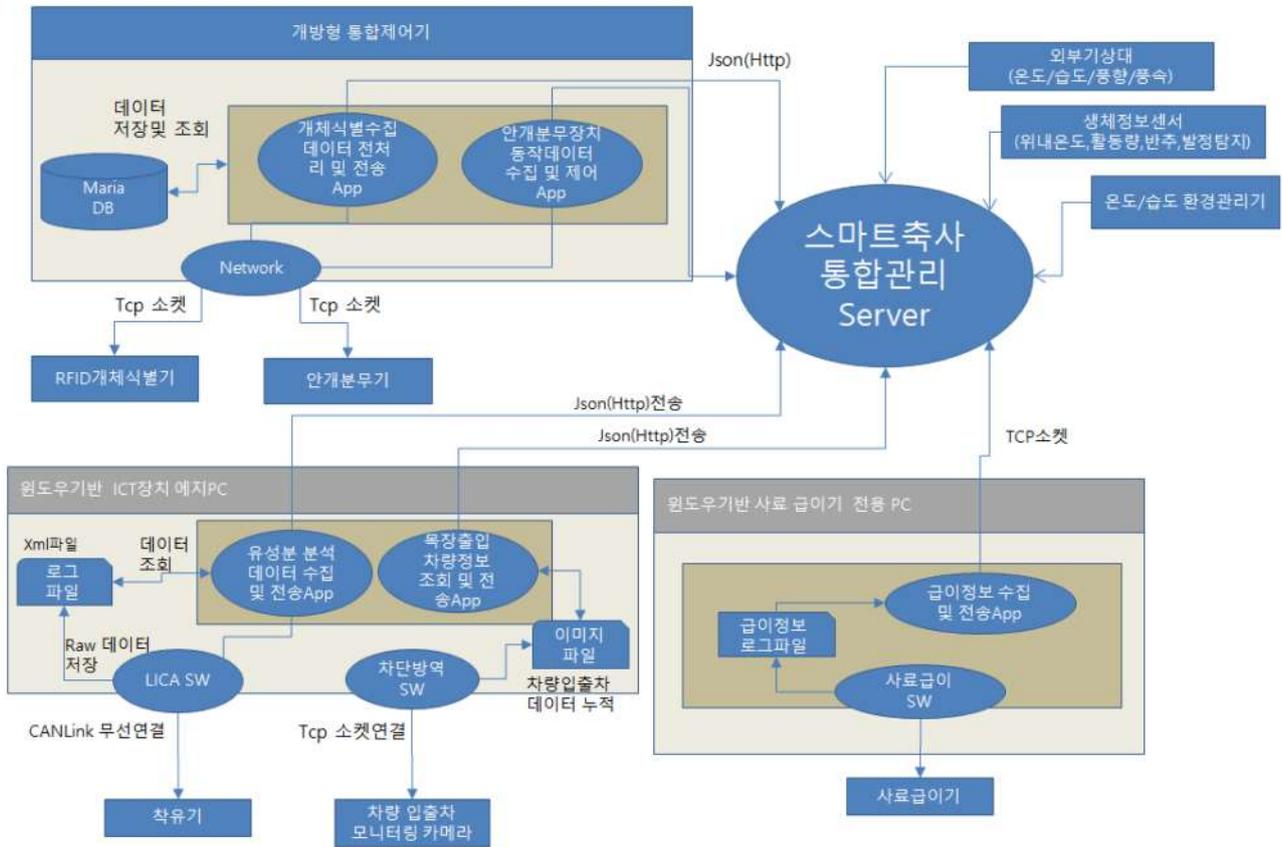
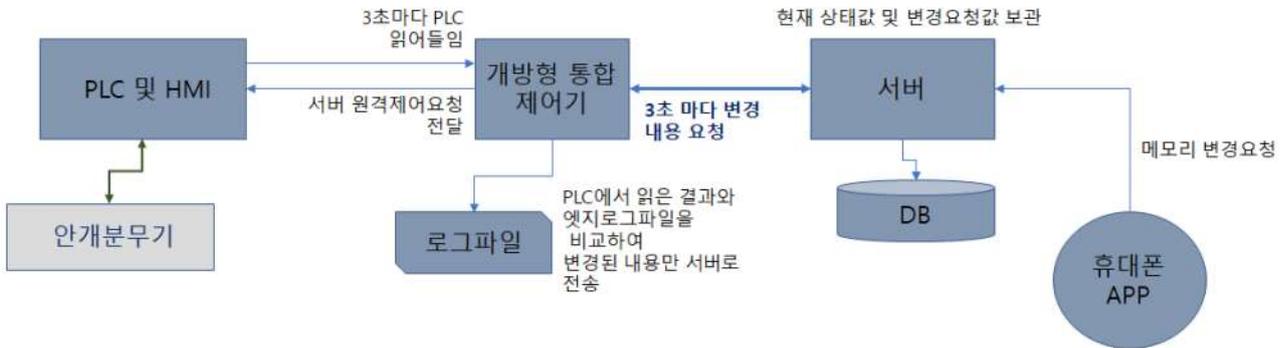


그림 24 G 목장 스마트축사 통합관리 플랫폼 구성도

- G목장은 실증농가 선정 전에 10대의 사료급이기가 사용되고 있었으며 사료 급이 전용 프로그램이 동작하는 윈도우 기반의 컴퓨터를 사용 중 이었다. 본 과제 실증을 위한 스마트 축사 통합 관리 서버와의 연결성 확보는 사료 급이전용 PC에 누적되고 있는 급이정보 로그 파일에 접근하여 데이터를 확보하여 통합 관리 서버로 전송하는 애플리케이션 프로그램을 개발 및 설치함으로써 해결하였다.
- 유량측정을 위한 유량계가 착유칸에 설치되어 있으나 개체 식별 장치는 설치되어 있지 않아 개체별 착유성적은 수기로 기록하여 관리하고 있었다. 사료급이기에 부착된 개체식별기와 동작하는 개체 인식 태그의 경우 사료급이기 전용으로 구축되어 유량계 등의 타 시스템에 사용할 수 없는 구조였다. 본 고도화 및 실증과제에서는 착유칸마다 개체 식별 장치를 설치하고 개체식별기에 반응하는 개체 식별 태그를 G목장 대상우에 설치하였다.
- 착유칸에서 수집된 개체 식별 정보는 착유칸에서 수집된 유성분분석 데이터와 매핑되어 개체별 유성분 분석이 가능하도록 하였다. 유성분분석기는 각 착유칸과 전용 데이터 수집 기간에 CANLink 방식으로 무선 연결되어 있으며 윈도우 기반에서 동작한다. 따라서, 유성분 분석 데이터 수집 및 전송 애플리케이션을 개발하여 스마트축사 통합관리서버로 JSON패킷으로 데이터 전송이 가능하도록 하였다.
- 안개분무장치의 경우 독립 구동이 가능하면서도 원격제어 및 모니터링이 가능하도록 JSON(HTTP) 패킷 구조로 통합관리 서버와 연결된다. 웹 혹은 모바일 앱에서 발생한 원격제어 요구는 JSON으로 개방형 통합제어기 내부에 동작하는 안개분무 동작데이터 수집 및 제어 애플리케이션에 전달되어 안개 분무 제어기로 요구 데이터가 전송된다.

- RS485 통신 방식을 제공하는 개체식별기는 Ethernet 통신 방식 변환기를 거쳐 개방형 통합 제어기와 연결된다. 개방형 통합 제어기 내에는 개체 식별 전처리 및 전송 애플리케이션이 동작하도록 하여 개체 인식 태그로부터 발생하는 태그 데이터가 전처리 과정을 통해 개체 태그 번호를 정리하고 JSON으로 스마트 축사 통합 관리 서버로 전송되도록 구성하였다,
- 안개분무시스템 구성 및 송수신 연결(본 고도화 과제를 통해 추가로 연결된 ICT 장치)



구간	통신 방식	비고
PLC <-> 옛지	TCP 소켓	포트 : 10260 (설치 목장 마다 PLC IP다름)
옛지 <-> 서버	HTTP JSON	포트 : 14280
휴대폰 APP <-> 서버	HTTP	포트 : 12280

그림 25 젓소 스마트축사 안개분무시스템 구성

- 안개분무장치의 경우 O목장은 안개분무장치를 사용하고 있지 않았으며 G목장의 경우 안개분무장치를 사용 중이긴 하였으나 수동제어를 통한 독립 구동 방식으로 목장주가 동작시간, 시작, 멈춤 등을 직접 조작함으로써 사용하고 있었다.
- 본 과제를 통해 안개분무장치의 동작 상태 모니터링 및 동작 조건 설정, 원격 제어가 가능하도록 안개분무장치 데이터를 수집 및 제어할 수 있는 컨트롤러(PLC)와 안개분무전용 HMI 화면 패널을 설계 및 개발하여 현장 구축 하였다.
- 개방형 통합제어기는 안개분무제어 PLC와 통신하며 안개분무장치에 대한 데이터 수집과 원격 제어 명령을 전달하는 구조로 동작한다.
- PLC와 개방형 통합 제어기(에지 PC)는 TCP 소켓 방식으로 통신하며 개방형 통합 제어기와 통합 관리 서버와는 HTTP JSON 통신 방식으로 인터페이스를 구축하였다. 통신 전문 구조는 아래의 그림과 같다.

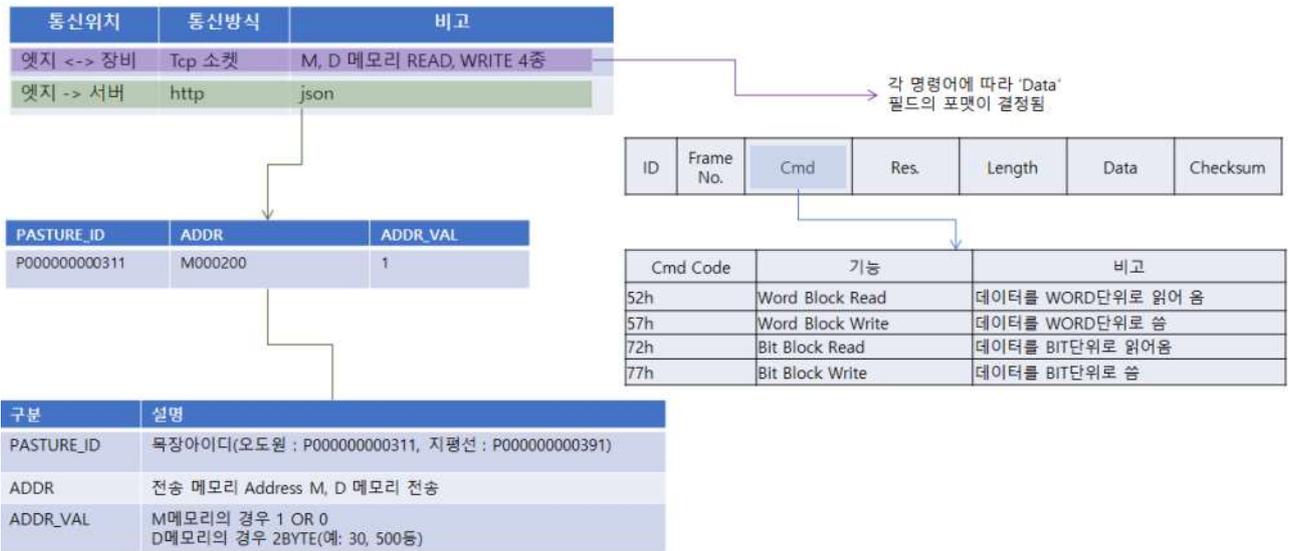


그림 26 ICT 안개분무장치의 통신전문 및 서버 Open API 패킷 전문 구조

- 개방형 통합 제어기와 통합 관리 플랫폼 서버와의 Open API 데이터 전송 전문 구조는 아래의 표와 같다.

표 8 개방형 통합 제어기 Open API 데이터 전송 전문 구조

농장ID	제어 및 모니터링 주소	제어 설정 값
JSON 예시		
<pre>{ "PASTURE_ID": "P000000000311" ,"MM_ADDR": "D000260" ,"MM_VAL": "30" ,"REQ_NO": "100" ,"PROC_YN": "N" }</pre>	<p>변경될 데이터를 엡지 PC에서 서버로 요청, 해당 데이터를 수신한다. 해당 데이터는 휴대폰 APP을 통해 등록된 변경 내용임 해당 내용은 N개가 처리 가능하다. 예시 :목장ID : P000000000311 처리 항목 : 동작시간 값 :30(분) 에 대한 처리 요청</p>	
<pre>{ "PASTURE_ID": "P000000000311" ,"MM_ADDR": "D000260" ,"MM_VAL": "30" ,"REQ_NO": "100" ,"PROC_YN": "Y" }</pre>	<p>요청된 내용을 처리후 서버로 결과를 전송한다. 요청 내용이 정상 처리되었으면 PROC_YN이 "Y", 처리 실패의 경우 "N"으로 전송된다. 해당 데이터는 1건씩 전송된다. 예시 :목장ID : P000000000311 처리 항목 : 동작시간 값 :30(분) 에 대한 처리완료</p>	
<pre>{ "PASTURE_ID": "P000000000391" ,"ADDR": "D000260" ,"ADDR_VAL": "29" }</pre>	<p>현재 상태 전문은 3초마다 장비에 현재 값을 읽어 서버로 전송한다. 해당 동작은 자동적으로 이루어지며 현재 상태를 읽어 파일과 메모리에 보관된 값과 다른 경우 (사용자가 패널을 통해 제어한 경우) 서버로 전송, DB 상에 값을 동기화 한다. 예시 :목장ID : P000000000391 처리 항목 : 동작시간 값 : 29(분)</p>	



○목장 안개분무설치 전 환경



○목장 안개분무제어실 설치 현장확인



안개분무노즐제작



안개분무 노즐 설치



안개분무 제어패널 제작



안개분무제어기 인터페이스환경설정



안개분무장치 설치완료 및 제어실 내부



○목장 안개분무제어 운영

그림 27 안개분무장치 인터페이스 개발 및 설치, 구동확인 과정(○목장 예)

- 목장 차량 출입 관리 차단 방역 시스템 설치 및 연결(본 고도화 과제를 통해 추가로 연결된 ICT 장치)
 - 차단방역기를 목장출입구에 설치함으로써 목장을 드나드는 차량에 대한 출입 사진과, 출입 시간, 차번 인식 결과 등을 기록 및 조회 가능하다.
 - O목장과 G목장은 각기 다른 제조사의 제품을 설치함으로써 다양한 제조사가 동일한 통신방식으로 연결되어 개방형 통합 제어기에 연결 및 통합 관리 서버로 전송되는 것을 보여주었다.
 - O목장의 경우 차단방역기 설치 구성도는 다음과 같다. 목장출입구의 구조는 입차도와 출차도의 구분이 없어 차량이 입차하는지 출차하는지 구분하기 위해서는 입차 방향의 차량과 출차 방향의 카메라를 각각 설치하는 방법과 입차를 인식하는 검지기와 출차를 인식하는 검지기를 각각 설치하여 사용하는 방법이 있다. O목장은 이 가운데 입차 검지기와 출차 검지기를 두어 입차 시의 차량번호판과 출차 시의 차량번호판 확보할 수 있는 영상을 얻도록 시스템 구성을 하였다.

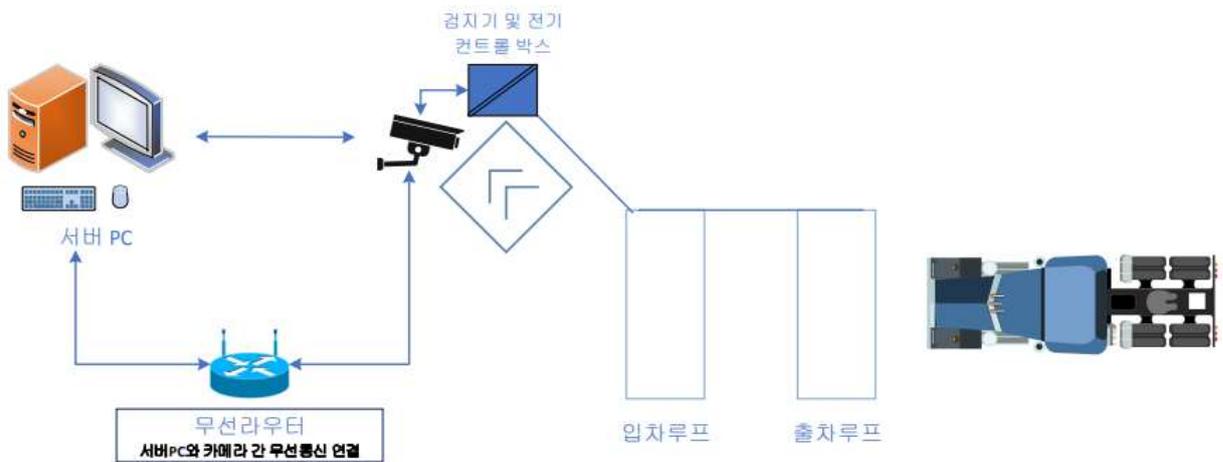


그림 28 O목장 차단방역기 설치구성도



○목장 진출입로

○목장 입차검지기 및 출차검지기 설치현장

○목장 차단방역 감시카메라 설치

○목장 차량출입관제시스템전용 운영 프로그램

그림 29 차단방역 감시카메라 설치 및 운영(○목장 예)

- 차단 방역 감시 카메라로부터 발생하는 차량 출입 정보가 스마트 축사 통합 관리 서버와 연결되는 인터페이스 구조는 다음의 그림과 같다. 차번 인식 역할을 하는 LPR 카메라는 차량의 출입을 카메라로 촬영 및 인식하고 그 결과를 출입 차량 관리 전용 컴퓨터에 저장한다. 개방형 통합 제어기는 출입 차량 관리 전용 컴퓨터에 저장된 차량 이미지 및 출입 정보를 수집하여 통합관리 플랫폼 서버로 HTTP JSON 방식으로 전송한다.

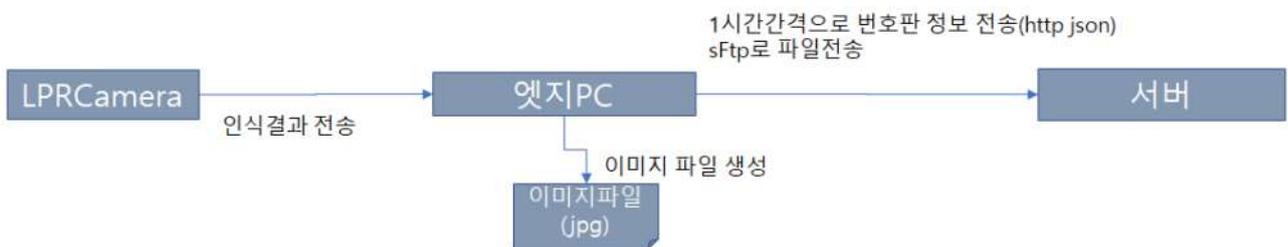


그림 30 차단방역기 연결구조 및 Open API 동작 개요

- 개방형 통합 제어기와 스마트 축사 통합 관리 서버와의 통신 전문 구조는 아래와 같다. 정보는 목장 아이디와 측정 날짜와 시간, 차번 인식 정보, 촬영 이미지 경로가 포함된다.

표 9 개방형 통합 제어기, 스마트 축사 통합관리 서버 통신 전문 구조

통신위치	통신방식	비고
개방형 통합 제어기 -> 스마트 축사 통합 관리 서버	Sftp	이미지 파일 전송
개방형 통합 제어기 -> 스마트 축사 통합 관리 서버	http	Json(번호판)

- JSON 전문구조의 예는 다음과 같다.

표 10 차량출입관제시스템 JSON 전문구조

PASTURE_ID	MEA_DATE	CAR_PLATE	FILEPATH
P000000000311	20171211152423	49러0191(미인식시 NG)	/data/VEHICLE/P000000000271/2017/12/11/201712111513554.jpg
구분	설명		
PASTURE_ID	목장아이디(오도원 : P000000000311, 지평선 : P000000000391)		
MEA_DATE	차단 방역기 인지 일시		
CAR_PLATE	차단 방역기 인지 차량 넘버 사진은 생겼으나 번호판 미인식의 경우 NG로 생성		
FILEPATH	서버에 저장된 파일 경로		

- 유성분 분석 시스템 구성 및 송수신 연결(G목장의 경우 본 고도화 과제를 통해 추가로 연결된 ICT 장치)



그림 31 유성분 분석기 연결구조

- 본 고도화 및 실증과제 대상 농가에 설치된 유성분 분석 시스템은 윈도우 기반의 전용 엷지 pc에서 구동하는 전용 프로그램이 유성분 분석 센서들로부터 데이터를 수집 및 관리한다. 유성분 분석 내용은 로그 파일로 저장되며 이 분석 로그 데이터를 수집하여 통합 관리 서버로 전송하는 애플리케이션이 윈도우 기반의 개방형 통합 제어 프로그램으로 동작하도록 하였다.
- 유성분 분석 센서와 유성분 분석 데이터에 대한 로깅과 전송에 관한 설정 파일에 설정 값을 정하고 로그 관련 테이블에 대한 정의를 참조하여 구축한다.
- Open API 전문규격은 다음과 같다.

표 11 유성분분석기 Open API 전문 규격

통신위치	통신방식	비고
착유유성분분석기 -> 엷지PC	Tcp 소켓	json
엷지PC ->스마트축사 통합관리 서버	Tcp 소켓	생성데이터 전체

- 착유 유성분 분석기에서 엷지 pc로의 전문 예는 아래와 같으며 엷지 pc에서 스마트 축사 통합 관리 서버로의 JSON 전송 전문은 동일한 포맷으로 TCP 소켓 전송을 한다.

표 12 유성분 분석기 JSON 전문 구조

max_temperature	duration	average_conductivity	max_conductivity	final_blood	eventid	start_time	end_time		
37.50	5.58	5.14	6.70	0.00	202970	2021-09-28T15:54:04.950+09:00	2021-09-28T15:59:30.253+09:00		
status	bail	final_yield	max_flow_rate	max_flow_rate_time	average_flow_rate	final_fat	final_protein	final_lactose	mastitis_number
yieldsense_final	4	18.17	8.62	3.92	3.25	3.77	3.31	4.65	8.45

- 유성분 분석 데이터 전송 전문 각 필드에 대한 데이터 내용은 다음과 같다.

표 13 유성분 분석기 데이터 전송 전문 각 필드 데이터 상세 설명

구분	설명
status	yieldsense_wash_result : 착유전 세척 단계 Startcowmilkingcycle : 착유 시작 Yieldsense_immediate : 착유 중간의 검사 단계(여러 번 수행) Yieldsense_final : 최종 결과값 - 해당 데이터 만 전송
bail	착유지점, 착유기 번호
final_yield	최종 생산량
max_flow_rate	최대 유량
max_flow_rate_time	최대 유량 시간
average_flow_rate	평균 유량
final_fat	최종 유지방
final_protein	최종 유단백
final_lactose	최종 유당
mastitis_number	유선염 갯수
max_temperature	최대 온도
duration	지속시간
average_conductivity	평균 전도도
max_conductivity	최대 전도도

final_blood	최종 착유속 혈액양
eventid	Startcowmilkingcycle : 착유 시작 Yieldsense_immediate : 착유 중간의 검사 단계(여러 번 수행) Yieldsense_final : 최종 결과값 - 해당 데이터 만 전송 위의 3단계를 연결하는 KEY 값
start_time	착유 시작시간(Startcowmilkingcycle시간과 동일)
end_time	착유 종료시간

사료 급이 시스템 구성 및 송수신 연결(G목장에 사용 중인 사료급이기를 본 고도화 과제를 통해 데이터를 통합관리서버와 연결)

- G목장에 설치된 사료급이기는 개체별 사료 급이 데이터에 관한 설정 및 섭취량 등을 확인할 수 있는 사료 급이 전용 프로그램이 목장주 컴퓨터에 설치 및 사용되고 있는 운영 환경을 고려하였다.
- 개방형 통합 제어기에 사료 급이 데이터 수집 및 전송 프로그램이 설치 운영되는 환경이 아니므로 사료 급이 데이터를 통합 관리 운영 서버로 전송하기 위한 전송 처리 프로그램을 개발 및 동작하도록 하였다. 사료급이기 운영 프로그램이 스마트 축사 통합 관리 서버로 바로 전송하는 데는 접속 권한 및 보안 등의 문제가 발생할 우려가 있으므로 중간 전달 역할을 하는 개발 서버를 거쳐 통합 관리 서버로 전달되도록 시스템을 구성하였다. 시스템 구성도는 다음의 그림과 같다.

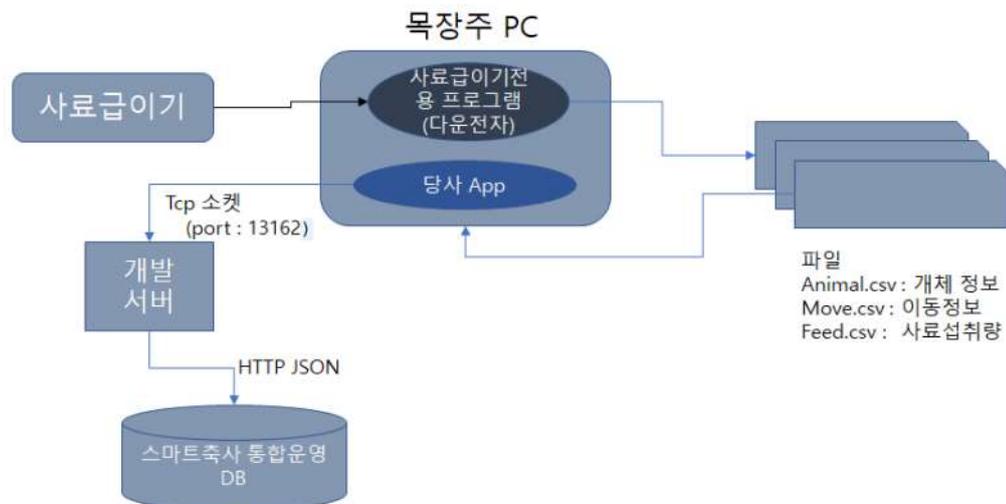


그림 32 사료급이장치 시스템구성 및 Open API 연결구조

- 사료급이시스템 데이터에 대해 옛지 pc에서 스마트 축사 통합관리 서버로의 Open API 전문 구조 및 그 예와 내용에 대해 설명하면 다음과 같다. 사료급이기가 관리하는 데이터는 사료 섭취량 설정 및 섭취에 관한 정보와 사료급이기로 접근한 개체에 대한 급이 시작과 종료 시간을 포함하는 두 가지 경우를 구분하여 설명한다.
- 사료섭취량에 관한 JSON 전문 구조와 전문 예는 다음과 같다

표 14 사료급이시스템 JSON 전문 구조

EQUIPME NT_ID	PASTURE _ID	Feeder EventId	Feeder Indvdllid	MeaYMD	Feed1 Set	Feed1 Supply	Feed2 Set	Feed2 Supply	Feed3 Set	Feed3 Supply
EFS00001	P0000000 00391	123704	33	2021-09- 29	17100	97	2000	97	0	0
구분		설명								

EQUIPMENT_ID	설정된 장치아이디
PASTURE_ID	목장아이디(G목장 : P000000000391), O목장은 해당 장치 없음(독립외산장비 사용중)
FeederEventId	사료급이전용프로그램(다운전자) 관리 아이디
FeederIndvdlId	관리개체 아이디
MeaYMD	측정일
Feed1Set	설정된 사료량(1-3 동일)
Feed1Supply	먹은 사료량(1-3 동일)

- 개체식별장치의 구성 및 송수신 연결

- O목장은 선행 연구 과제를 통해 설치된 장비를 고도화대상으로 연결하고 G목장은 본 고도화 과제를 위해 개체식별장치를 착유실 각 착유칸마다 설치하여 개체식별데이터를 개방형통합제어기를 거쳐 스마트축사 통합관리 서버로 수집 완료되는 구성을 갖는다.

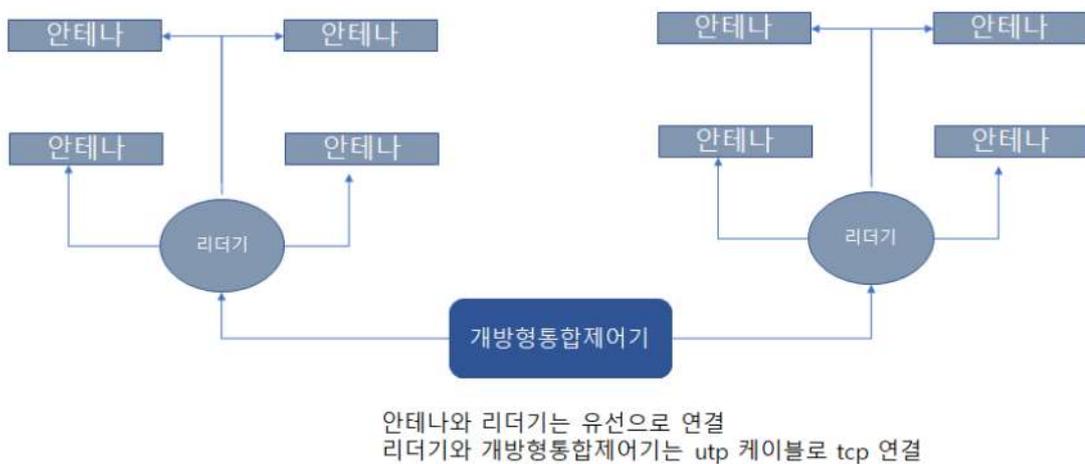


그림 33 O목장 개체식별장치 구성

- 개방형 통합 제어기에서 설치 및 구동 되는 개체 식별 장치 데이터 수집 프로그램은 TCP 클라이언트로 동작하고 개체 식별 태그를 읽어 들인 개체 식별 리더기가 TCP 서버가 되어 수신한 태그 정보를 전달 받는다
- O목장에 선행과제를 통해 설치된 개체 식별 장치는 2x8의 헤링본 착유실로 하나의 리더기가 최대 4개의 안테나와 연결되는 구조로 설치되어 있다. 모든 착유칸 마다 리더기가 설치된 것이 아니어서 내부적으로 읽어 들인 태그의 시간과 순서를 착유 진입 시간 및 착유 정보를 참조하여 연결하는 내부 프로그램을 별도로 두고 운영된다.
- 개방형통합제어기는 개체 식별 리더기가 수집하는 주기에 따라 중복 리딩으로 같은 태그가 연속해서 읽어 들어지므로 이렇게 읽어 들인 태그 정보를 전 처리를 통해 필터링하고 정리하여 스마트 축사 통합 관리 서버로 전송한다.
- G목장의 개체 식별 장치의 구성은 다음의 그림과 같다. 본 고도화 및 실증과제를 통해 설치된 G목장의 개체 식별 장치는 RS232 시리얼 통신 방식을 제공하는 제품을 설치 및 사용하였다. 따라서 통신 연결선의 거리 및 통신 방식이 용이하도록 TCP 통신 변환기를 각 리더기에 설치하여 시스템을 구성하였다. G목장의 경우 2x3 텐덤 방식의 착유실로 각 착유칸 마다 개체 식별이 가능하도록 하였다.

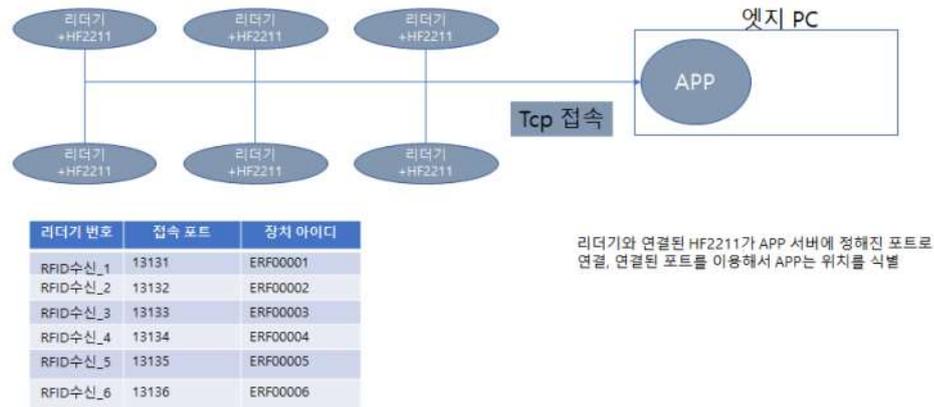


그림 34 G목장 개체식별장치 구성

- O목장과 G목장 모두 개체 식별 리더기에서 개방형 통합 제어기(옛지 PC)로의 연결은 TCP 소켓 방식으로 연결되며 개방형 통합 제어기에서 스마트 축사 통합 관리 서버로의 연결은 HTTP JSON 방식으로 구축하였다. JSON 전문을 예로 들어 설명하면 다음과 같다.

표 15 개체 식별 장치 JSON 전문

TAG	Disc	Last	Antenna	READS_CNT	PASTURE_ID	SENSOR_ID
00000027	2021/08/05 05:23:13	2021/08/05 05:23:13	1	3	P000000000311	192.168.0.202
구분	설명					
TAG	RFID Value					
Disc	최초 TAG 인식 시간					
Last	최종 TAG 인식 시간					
Antenna	인식 안테나(1-8)					
READS_CNT	최초 ~ 최종 인식시간중 인식 횟수					
PASTURE_ID	목장아이디(O목장 : P000000000311, G목장 : P000000000391)					
SENSOR_ID	리더기 아이피(O목장 2, G목장 6)					

- 환경 수집 장치의 연결 및 Open API 전송 전문

- 시리얼 통신 방식으로 연결되는 환경 데이터 수집 장치의 경우 개방형 통합 제어기에 연결 후 스마트 축사 통합 관리 서버로의 연결은 다음과 같은 HTTP JSON 방식을 따르도록 하였다.

표 16 환경 수집 장치 JSON 전문

Address	TEMPERATURE	HUMIDITY	FLOW_CN	POWER	CRE_DATE	PASTURE_ID	EQUIP_ID
1	6	40			2019-11-15 09:36:42	P000000000311	EAB00001
구분	설명						
Address	장치의 RS485 Address						
TEMPERATURE	온도						
HUMIDITY	습도						
FLOW_CN	음수						
POWER	최초 ~ 최종 인식 시간 중 인식 횟수						
PASTURE_ID	목장 아이디(O목장 : P000000000311, G목장 : P000000000391)						
EQUIP_ID	부여된 장치 아이디						

(2) 통합 관리 플랫폼 운영 웹 프로그램 화면 설계

- 설계된 메뉴 구조와 메뉴 세부 목록 및 화면 설계 진행 시 화면 설계서를 작성하여 각 화면의 액션에 따른 기능과 상세 항목에 대한 설계를 진행하였다.

단위업무 명	개체관리	화면 명	개체 목록	화면 ID	PG-110101	작성자	김명호
화면 경로	생산관리 > 개체관리		프로그램 ID	PL-110101		작성/수정일	2019-04-03

Description

- 목장의 개체목록을 표시한다.
- 1 개체그룹(우군) 조회조건 선택
 - 목장별 개체그룹(우군)관리 테이블 참조
 - default: 전체
- 2 관리번호, 활동등록번호, 개체식별번호 조회조건 선택
 - 관리번호
 - 코드관리?
 - 조회영역은 자동완성 제공
- 3 개체이름 조회조건 입력
 - default: 공백
 - 자동완성 가능 제공
- 4 개체상태 조회조건 선택
 - 기본, 발정, 수정, 임신, 분만, 유산, 도태 => code관리
 - default: 선택
- 5 산자 조회조건 선택
 - 0, 1, 2, 3, 4, 5+
 - default: 선택
 - 성별 조회조건 선택
 - 암, 수 default: 암
- 6 조회조건에 해당하는 개체정보 조회
- 7 조회조건 clear
- 8 조회조건을 만족하는 개체수량 정보를 표시
 - 전체, 발정, 수정, 임신, 분만, 유산, 건유우, 착유우
- 9 조회조건을 만족하는 개체정보를 표시
 - 정렬: 생년월일 asc
 - 착유일수, 공태일수: 현산자의 일수 표시
 - 도태우는 그룹조건에서 "도태우"가 선택되는 경우에만 표시
 - Line을 더블클릭하면 개체상세팝업(PG-110102)을 표시.
 - 화면에 15개 목록이 표시되도록 Grid 크기조정
 - 100개까지 하나의 화면에 표시 Scroll
- 10 조회조건을 만족하는 개체정보를 Excel 파일형태로 다운로드
 - 파일명: 화면명_목장명_yyyymmdd.xls
- 11 페이지 네비
 - 수량기준: 100개
 - 총 수량이 100개를 초과하지 않으면 페이지 네비 노출 없음

ISSUE 및 확인요청사항

그림 37 통합 관리 플랫폼 웹 운영 프로그램 생산관리/개체관리 화면 설계의 예

- 통합관리 플랫폼 운영을 위한 화면의 운영은 입력과 조회로 구분되며 입력 데이터들은 ICT장치로부터 자동으로 수집되어 축적되는 데이터와 젖소의 발정을 확인하고, 임신여부를 판단하고, 분만 성적을 입력하는 등의 농장작업자 혹은 수의사 등의 사용자 입력을 통해 저장되는 데이터로 구분할 수 있다. 사용자 입력에 의한 데이터 가운데 검정데이터 및 혈통정보 등의 데이터는 사용자가 직접 입력하지 않고 농가가 허용한 접근권한으로 다운로드 받은 데이터를 통합관리 플랫폼에 자동으로 입력되도록 입력작업을 최소화 하도록 하였다.
- ICT장치로부터 자동으로 수집되는 데이터가운데 축산농가의 시설물 구조 혹은 젖소 개체의 행동 특성 등에 의해 데이터 수집이 누락되거나 잘못 연결되는 경우가 발생할 수 있으며 이러한 경우를 고려하여 자동수집외에 사용자 입력에 의한 입력 혹은 수정이 될 수 있도록 화면을 추가 및 설계하였다.
- 목장주의 데이터 사용에서 발생한 보완요청사항으로 G목장의 사용예를 들면, 텐덤방식의 착유실 착유칸에 입장한 임의의 개체는 착유개체를 식별하는 장치의 인식 범위를 벗어난 상태의 자세를 퇴장까지 유지하면서 해당착유칸에 착유한 개체정보를 확보하는데 실패하는 만드는 경우가 발생할 수 있다. 이러한 경우 착유개체 유성분과 개체정보 연결을 위해 누락된 정보를 수정입력 할 수 있도록 실사용자 인터페이스를 추가 및 수정하였다.
- 사용자 요청에 의한 설계 반영의 추가 예로 스마트축사 통합관리 플랫폼을 이용한 데이터 관리가 가능하기 전의 사용자는 각각의 유우개체에 대해 일일이 노트 메모로 하던 것을 시스템에서 데이

터화 함으로써 사용자 작업의 일부는 데이터 확인의 역할로 대체되도록 화면을 설계 및 구현하였다.

- 스마트 축사 통합 관리 플랫폼의 웹 운영 화면 가운데 원격 제어 기능을 제공하는 안개분무장치 화면설계를 아래에 보여준다. 안개분무장치 제어 설정화면에서 실제 사용자인 농장주의 의견을 반영하여 제어로직 및 설정을 단순화 하도록 화면설계 변경 및 동작그룹 변경이 반영되어 운영되고 있다.

단위업무명	안개분무기	외면명	안개분무기 운영현황	화면ID	PG-130106	작성사	김명호
외면경로	ICT장치 > 환경 > 안개분무기			프로그램ID	PL-130106	작성(수정)일	2021-09-23

Header		Description	
GNIS		• 목장의 안개분무기 정보를 표시하고 설정한다.	
1	동작상태 표시 - M250-M255 까지의 Memory 값을 기준으로 표시 - M250-자동운전(목장), M251-수동운전(축사), M252-자동운전(목장), M253-BMQ, M254-고장발생, M250+M255-원격제어	2	정합범프 동작 정보를 표시 - 사용여부(M250) - 속도(D403)
3	장비 Alarm 표시 - D400 값 표시	4	노출 현황 표시 - 노출번호, 노출동작상태, 노출명, 노출동작시간 설정 정보 표시 - 노출동작상태는 D405-D413 참조 - 분무(1), 건조(2), 대기(3), 순서대기(4) - 미사용은 M272-M280 참조 -> 사용(1), 미사용(2) - 노출의 동작상태에 따라 kon과 배경색 변경 - icon @ fortavesome.com - 노출의 상태를 5초마다 조회하여 refresh - 각 노출영역 클릭시 노출상세정보PG-130108 표시 - 새로그림 클릭시 노출동작상태를 조회하여 화면 갱신 - 전체노출보기 클릭시 미사용 상태인 노출도 화면에 표시 - 좌우Scroll
5	원격제어PG-130109) 팝업을 표시	6	
7			
		ISSUE 및 확인요청사항	
		Memon	

그림 38 통합 관리 플랫폼 웹 운영 프로그램 ICT 장치관리/안개분무장치 화면 설계의 예

(3) 통합 관리 플랫폼 운영 모바일 앱 프로그램 화면 설계

- 스마트 축사 통합 관리 운영 모바일 앱의 각 목표 기능 구현을 위해 화면 이동 구조를 정하고 각 화면 설계를 진행하였다

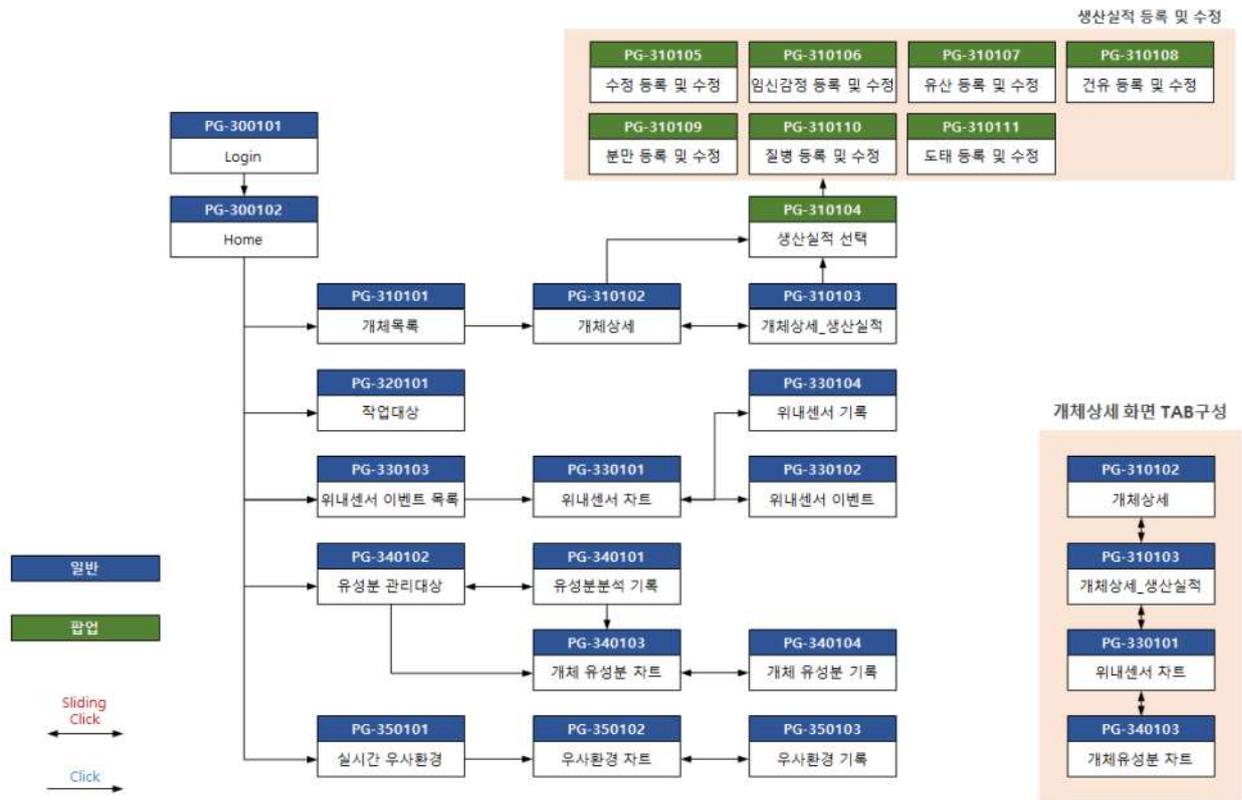


그림 39 통합 관리 플랫폼 운영 모바일 앱 프로그램 화면 이동 설계 예

단위업무 명	유성분분석	화면 명	유성분분석 기록_개체	화면 ID	PG-340101	작성자	김명호
화면 경로	유성분분석	프로그램 ID		작성일	2020-11-30		

Description

- 농장의 유성분분석 정보를 표시
- 1 관리번호 조회조건 입력
- 돋보기 btn 클릭하면 조회
- 2 주기 조회조건 선택
- 회 일
- default: 일
- 날짜 조회조건 최대값
- 회: 3일
- 일: 7일
- 3 착유일 조회조건 입력
- 지정된 날짜에 해당하는 유성분분석 정보 조회
- default: 6일전 ~ TODAY
- 오늘이 월요일이면 지난주 화요일부터 오늘까지
- 날짜가 바뀌면 즉시 조회
- 시작일 또는 종료일이 바뀌어 주기 조회조건을 초과하는 경우 변경되지 않은 시작일 또는 종료일을 최대값으로 자동 변경하여 조회
- '11/01 ~ 11/05' 일 주기로 먼저 조회하고 종료일을 11/10일 변경하면 시작일을 11/04일로 자동 변경하여 조회
- 4 조회조건을 만족하는 유성분분석 정보를 Grid에 표시
- 정렬: 착유시간 desc, 관리번호 asc
- 착유시간
- 시작시간~종료시간
- 주기조건이 '일' 이면 YYYY-MM-DD로 표시
- 특정 항목을 Click하면 개체 유성분_자세PG-340103 화면 이동
- 5 돋보기 btn
- 100개단위 돋보기 btn 누출 클릭시 다음 구간 100개 노출

ISSUE 및 확인요청사항

그림 40 통합 관리 플랫폼 운영 모바일 앱 프로그램 유성분 기록 개체 화면 설계의 예

(5) 통합 관리 플랫폼 운영 모바일 앱 프로그램 개발 목록 정의

- 연구 개발 목표에 따라 젯소 스마트 축사 통합 관리 플랫폼에서 모바일 환경에서 운영되는 프로그램의 개발 목록을 정의하여 진행하였다,

메뉴2	메뉴3	프로그램명	프로그램설명	유형	프로그램설명	유형
-	-	모바일_로그인	로그인	일반		
-	-	모바일_Home	Home	일반		
-	-	모바일_비밀번호변경	비밀번호변경	일반		
-	-	모바일_개체목록	개체정보 목록 조회	일반		
-	-	모바일_개체상세	개체상세정보 조회 및 수정	일반		
-	-	모바일_개체상세_생산실적	개체 생산실적 정보 조회	일반		
-	-	모바일_생산실적 선택	생산실적 선택	편입		
-	-	모바일_수정_예체 및 수정	수정 정보 조회&등록&수정&삭제	편입	유성분분석	일반
-	-	모바일_임신감정_예체 및 수정	임신감정 정보 조회&등록&수정&삭제	편입	유성분분석	일반
-	-	모바일_유산_예체 및 수정	유산 정보 조회&등록&수정&삭제	편입	우사환경	일반
-	-	모바일_건우_예체 및 수정	건우 정보 조회&등록&수정&삭제	편입	우사환경	일반
-	-	모바일_분만_예체 및 수정	분만 정보 조회&등록&수정&삭제	편입	우사환경	일반
-	-	모바일_질병_예체 및 수정	질병 정보 조회&등록&수정&삭제	편입	무선서 제어	일반
-	-	모바일_도태_예체 및 수정	도태 정보 조회&등록&수정&삭제	편입	정보수집	기타
-	-	모바일_작업대상	작업대상 개체정보 조회	일반	정보수집	기타
-	-	모바일_위내센서 차트	개체별 위내센서 차트정보 조회	일반	정보수집	기타
-	-	모바일_위내센서 이벤트	개체별 위내센서 이벤트 정보 조회	일반	분석기	기타
-	-	모바일_위내센서 이벤트 목록	농장 위내센서 이벤트 정보 조회	일반	이기(다운전자)	기타
-	-	모바일_위내센서 기록	농장 위내센서 정보 조회	일반	ata 전송 to SvR	기타
-	-	모바일_유성분분석 기록_개체	농장 개체별 유성분분석 정보 조회	일반	데이터 파일 백업후 DB 삭제	기타
-	-	모바일_유성분분석 기록_목장	유성분분석 목장 전체 정보 조회	일반	무기 Data수집 및 제어	기타
-	-	모바일_유성분분석 차트_목장	유성분분석 목장 전체 정보 조회_차트	일반	역기 연동 Data수집	기타
-	-	모바일_유성분 관리대상	농장 유성분 관리대상 조회	일반	를 통한 개체정보수집??	기타
-	-	모바일_개체 유성분 차트	개체별 유성분분석 차트 조회	일반	신(From Edge)	기타
-	-	모바일_개체 유성분 기록	개체별 유성분분석 정보 조회	일반	서 정보수집	기타
우사환경	-	모바일_우사환경 차트	센서별 우사환경 차트 조회	일반	서 장치정보 수집	기타
우사환경	-	모바일_우사환경 기록	센서별 우사환경 기록 정보 조회	일반	유기 정보수집	기타
안개분무	-	모바일_안개분무 관리	안개분무 센서 제어	일반	역기 연동 Data수집(crawl)	기타
-	-	-	검정정보 수집		검정정보 수집(젯소개항사업소)	기타
-	-	-	혈통정보 수집		혈통정보 수집(젯소개항사업소)	기타
-	-	-	정역정보 수집		정역정보 수집(젯소개항사업소)	기타
-	-	-	번식정보 수집		번식정보 수집(젯소개항사업소)	기타
-	-	-	환경정보 수집		환경정보 수집(smactec 환경센서)	기타
-	-	-	환경정보 수집		환경정보 수집(외부기상대)	기타
-	-	-	통계작성 batch		통계작성 batch(daily)	배치
-	-	-	수집정보 batch		수집정보 batch(daily, monthly)	배치

그림 42 통합 관리 플랫폼 운영 웹 프로그램 개발 목록 예

4) 젓소 스마트 축사용 통합 관리 플랫폼 고도화 개발

(1) 통합 관리 웹 프로그램

- 목장의 환경정보와 주요 지표 정보를 표시하는 메인 대시보드를 제공한다.
 - 작업 목록 대상은 실시간 발정체크, 수정 대상, 임신감정 대상, 건유 대상, 분만 예상 두수를 표시하며 상세 정보 확인 연결 가능하다.
 - 음수량 이상 개체 수, 체온상승 개체 수, 체온 저하 개체 수, 활동량 감소 개체 수 등의 요약 정보를 표시하고 상세정보 확인 연결 가능하다.
 - 월별 유량, 유지방, 유단백의 검정 성적 변화 이력을 표시하고 번식 상태별 개체 수, 우군 현황, 산차 별 개체 수, 산차 별 평균유량 등의 통계정보를 확인 할 수 있다



그림 45 젓소 스마트 축사 통합 운영 프로그램 메인 화면

- 목장 사육 개체 목록 표시 및 조회가 가능하도록 개체관리 기능을 제공한다.
 - 개체의 그룹별, 개체 번호별, 개체 생산 관리 단계 상태별, 산차 별, 성별 조회가 가능하다
 - 개체 목록에 표시되는 정보로는 관리 번호, 혈통등록번호, 개체명, 그룹명, 산차, 상태, 출생일자, 착유일수, 공태일수, 성별, 체중, BCS 등의 항목을 포함 한다.

No	관리번호	혈통등록번호	개체식별번호	개체이름	그룹명	산차	상태	출생일자	착유일수	공태일수	성별	체중(kg)	BCS
1	342	500652336	002035029489	오도원포티피버크342호	착유우	1	수정	2007-08-22	4164	4165	암컷		
2	355	500658037	002035070117	오도원버드골비크355호	착유우	1	발정	2009-07-07	3884	3912	암컷		
3	362	500795749	002036094135	오도원362호	착유우	5	수정	2009-01-10	833	834	암컷		
4	368	500719085	002041262356	오도원368호	착유우	1	임신	2009-03-26	3528	65	암컷		
5	389	500716481	002050815209	오도원389호	착유우	1	수정	2010-02-15	3387	3443	암컷		
6	393	500776479	002050815195	오도원393호	착유우	7	수정	2010-02-25	805	806	암컷		
7	397	500804411	002057368730	오도원397	산유우	1	임신	2010-08-21	2844	71	암컷		
8	398	500811362	002057378995	오도원398호	착유우	1	발정	2010-09-29	3115	3150	암컷		
9	400	500817856	00205905123	오도원400호	착유우	1	수정	2010-10-31	3174	3214	암컷		
10	401	500821395	002059265131	오도원 할스타 재배드 401호	착유우	1	수정	2010-11-11	2447	2502	암컷		
11	403	500821392	002059270118	오도원 재배드 포티피 403호	착유우	1	수정	2010-11-18	2884	2885	암컷		
12	404	500821394	002059270126	오도원 재배드 포티피 404호	착유우	1	분만	2010-11-20	2843	2844	암컷		
13	408	500821400	002060557130	오도원 재배드 H-218 408호	착유우	1	수정	2010-12-07	2895	2955	암컷		
14	409	500821401	002060557148	오도원 재배드 H-218 409호	착유우	1	발정	2010-12-09	3080	3125	암컷		
15	412	500837895	002061442288	오도원 할스타 포티피 412호	착유우	1	발정	2011-02-10	2871	2872	암컷		
16	416	500837898	002061673340	오도원 버드골비크 416호	착유우	1	발정	2011-03-29	2900	2944	암컷		

그림 46 젖소 스마트 축사 생산관리/개체/개체목록 조회

- 개체의 상세 정보 및 생산 실적 정보를 표시한다.

- 개체 목록에서 선택한 개체에 대하여 개체 상세 정보와 개체별 실적 정보를 확인할 수 있다.
- 개체 상세 정보는 혈통등록번호와 개체식별번호를 포함하여 종축개발협회에 등록된 기본 정보를 포함하여 현재의 개체 상태와 총 착유일수와 공태일수 등의 현황 정보를 함께 보여 준다.
- 개체 실적 정보는 산차별, 발정, 수정, 임신감정, 유산, 건유, 분만, 착유, 질병, BCS, 이동, 검정 성적을 탭 형태로 목록을 조회 확인할 수 있다.

개체상세 정보													
관리번호	458	혈통등록번호	500973744	개체식별번호	002301451455	개체이름	오도원 포티피 버크아이 458호	출생일자	2013-06-04	성별	암컷	최종산차	1
단축명		품종	홀스타인	어미	020130588960	어미	500776474	총 착유일	839	총 공태일	2,953	도태사유	
정액코드		아버	020130588960	그룹	착유우	도태일		도태구분					
개체상태	수정	체중(kg)											

개체실적 정보															
산차별															
No	산차	발정일	재발정간격	수정일	정액코드	임신감정일	임신감정결과	유산일	건유시작일	분만(예상)일	분만간격	분만성적	임신일수	착유일수	공태일수
1	7	2021-10-09	3											2195	0
2	7	2021-10-06	19												
3	7	2021-09-17	43												
4	7	2021-08-05	30	2021-08-06						2022-05-13			42		
5	7	2021-07-06	34												
6	7	2021-06-02	3												
7	7	2021-05-30	17												
8	7	2021-05-13	24												
9	6	2020-03-18	0	2020-07-21		2021-04-18	재검		2020-11-06	2021-04-19	603	/사산	272	0	131

그림 47 젖소 스마트 축사 통합 운영 프로그램 생산관리/개체/개체상세 조회 및 편집

- 스마트 축사 통합 관리 플랫폼에 구축된 ICT 장비 데이터 모니터링

- 스마트 축사에 구축된 ICT 장치(환경관리 장치)에서 수집된 온도와 습도를 표시하고 이를 기반으로 산출한 THI 지수 값을 아래와 같이 그래프형태로 이력을 확인 할 수 있다

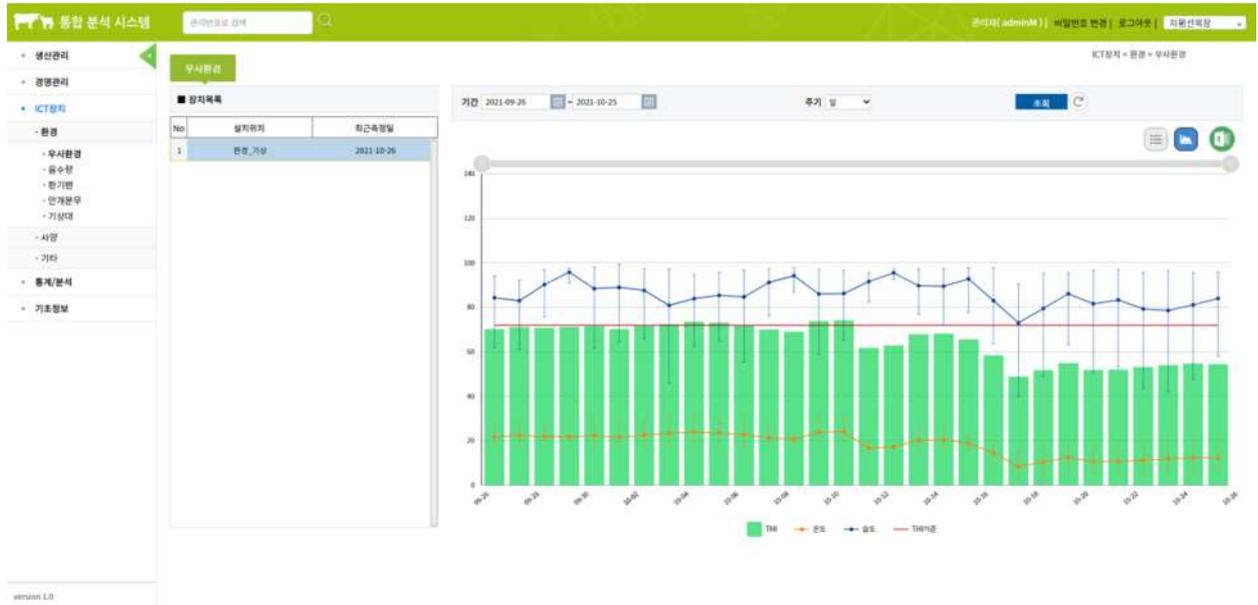


그림 48 젓소 스마트 축사 통합 플랫폼에 구축된 ICT 장치 데이터 모니터링-우사환경 이력조회

- 스마트 축사 통합 관리 플랫폼에 구축된 ICT 장비 원격제어(안개분무장치)

- 축사에서 사용하는 안개분무장치는 독립적인 구동 형태 및 수동 제어를 사용하는 경우가 많다. 본 과제에서는 독립 구동 방식의 안개분무장치에 ICT 장치 인터페이스를 개발 및 구축함에 따라 장치 데이터 모니터링 및 원격 제어가 가능하도록 사용자 인터페이스를 제공한다.
- 안개분무장치의 제어 시나리오는 안개분무 제어장치에 설정된 제어 가능한 노즐의 구성과 개수, 에어펌프(건조)의 동작 시간 등을 고려하여 설정하여야 하며 본 과제에서는 가장 기본적인 노즐별 동작과 정지를 제어할 수 있도록 하였다.



그림 49 젓소 스마트 축사 통합 관리 플랫폼에 구축된 ICT 장치 원격제어 - 안개분무장치

- 스마트 축사 통합 관리 플랫폼에 구축된 목장의 사양관리/유성분 분석정보

- 유성분 분석 데이터는 유성분분석기, 로봇착유기로부터 수집되는 유성분 분석 데이터, 1개월 단위로 수집되는 검정 유성분 분석 데이터가 있을 수 있다.
- 유성분 분석기와 검정 성적을 통해 모니터링 가능한 유성분 분석 데이터를 개체별로 데이터 및 그래프로 확인 할 수 있다.
- 유성분 분석기가 설치되어 있지 않은 농가의 경우 검정 유성분 분석 데이터를 이력으로 조회 및 확인 가능하도록 하였다.

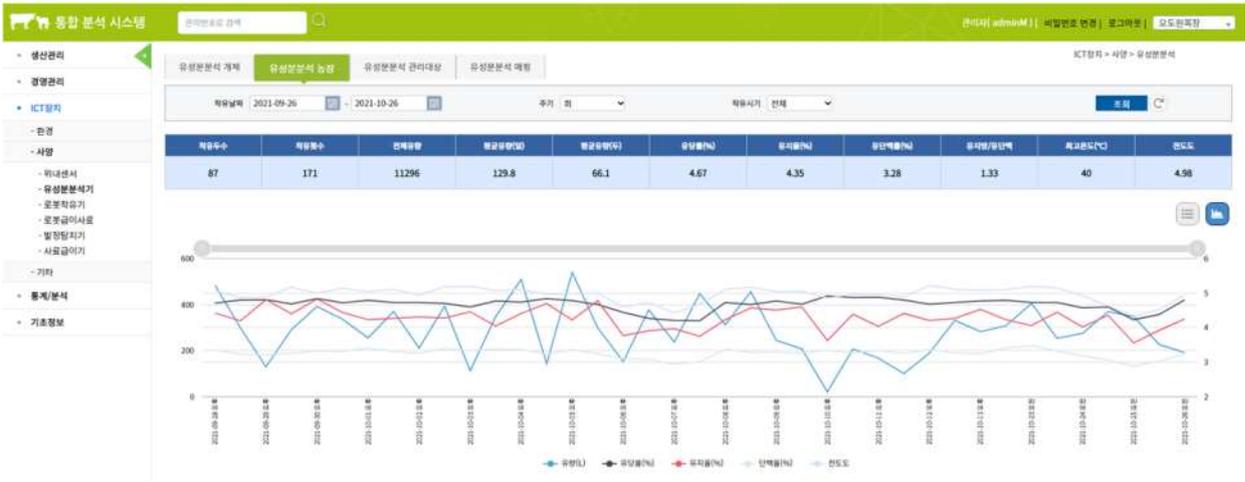


그림 50 젯소 스마트 축사 통합 관리 플랫폼에 연계하여 데이터 수집 및 모니터링 중인 장치 - 유성분분석기

- 스마트 축사 통합 관리 플랫폼에 구축된 목장의 사양관리/사료급이 정보
 - 사료급이기로부터 수집 가능한 데이터 종류로는 급이개체 구분, 급이 날짜, 사료별 설정 값과 급이 값이 있다.
 - 사료급이기 단독으로 운영 가능한 ICT 장치로 사료 급이 시스템에 누적된 데이터가 전달 및 수집되므로 통합 관리 플랫폼 운영에서 조회 가능한 데이터 항목 및 이력은 사료 급이 시스템에서 제공되는 데이터에 한정된다.



그림 51 젯소 스마트 축사 통합 관리 플랫폼에 구축된 ICT 장치 데이터 수집 - 개체별 사료 급이 정보

- 스마트 축사 통합 관리 플랫폼에 구축된 목장의 차단방역 차량출입 정보 관리
 - 젯소 스마트 축사를 드나드는 차량의 시간과 사진, 차량 인식 번호 등을 누적하고 조회 및 관리 가능하도록 기능을 제공한다.
 - 목장을 드나드는 차량은 등록 차량 및 비 등록 차량, 특수 차량 등을 포함하므로 차량 번호 인식 결과가 오인식 된 경우 사용자가 이를 정정할 수 있다.

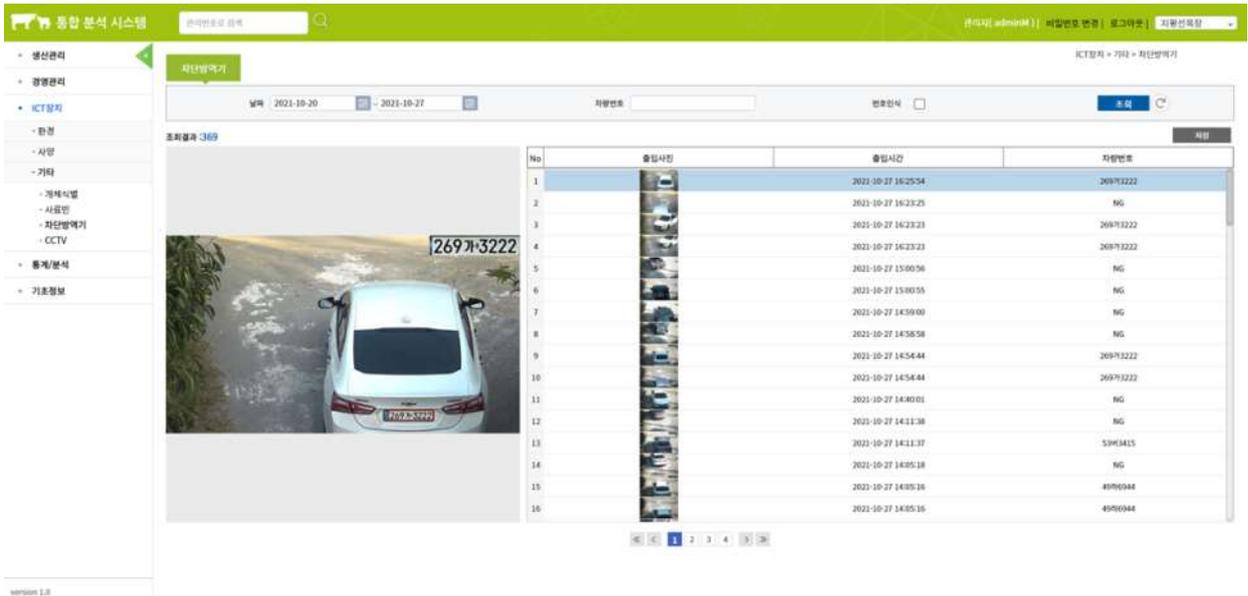


그림 52 젯소 스마트 검사 통합 관리 플랫폼에 구축된 ICT 장치 - 차단방역 출입 정보

- 스마트 검사 통합 관리 플랫폼에 구축된 목장의 검정 성적 통계 분석 관리

- 월 단위로 개체별 검정 성적이 기록되므로 통합 관리 플랫폼에서 검정 성적서에서 제공되는 데이터를 기반으로 검정 유성분 목록과 검정 유성분 상세, 검정 유성분 관리 대상에 대한 정보를 조회 가능하도록 목록과 그래프로 제공한다.
- 검정 유성분 분석 데이터는 사용자가 별도로 저장 및 사용이 가능하도록 엑셀 다운로드 기능을 포함하고 있다.

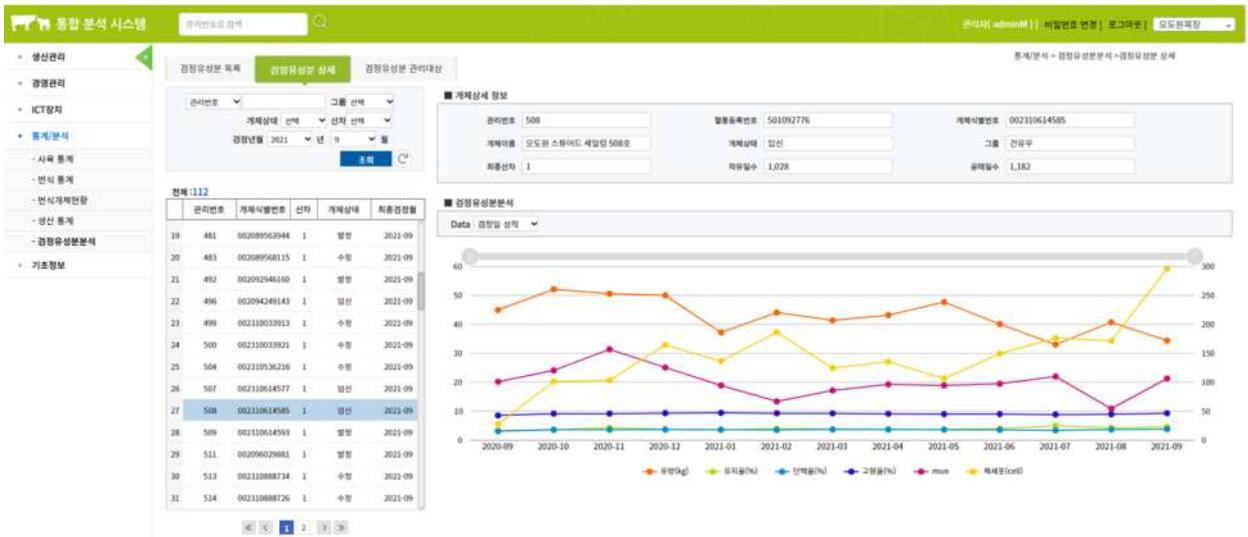


그림 53 젯소 스마트 검사 통합 관리 플랫폼 구축 농가의 검정 성적 변화 이력 모니터링

- 스마트 검사 통합 관리 플랫폼으로 수집 분석한 개체별 공태일수 등의 통계 데이터 관리

- 스마트 검사 통합관리 플랫폼의 통계/분석 기능으로는 사육 통계, 번식 통계, 번식 개체 현황, 생산 통계, 유성분 분석 등의 기능을 제공한다.
- 사육 통계로는 개체 현황과 우군별 개체 현황 및 우군 두수의 변동 이력을 확인할 수 있다
- 번식 통계는 번식 현황과 연평균 산차수, 착유일수, 공태일수, 수태당 수정횟수 등을 보여준다.
- 번식 개체 현황은 작업 지시서에서처럼 인공 수정 필요 개체 목록과 임신감정 필요 개체 목록, 건유 필요 개체 목록, 분만 예상 개체 목록을 제공하며 사용자는 데이터의 정확성을 위해 수정 및 분만 등의 생산 관리 상태 변화 시 데이터 입력을 하여야 한다.

- 그 외 업체 납유량이나 산차별 유량변화, 개체 두수 변화 등을 확인 할 수 있는 생산 통계 데이터를 보여준다.



그림 54 젖소 스마트 축사 통합 관리 플랫폼 통계 데이터 분석으로 본 공태일수 관리

- 목장 기초 정보 설정 및 확인

- 기초 정보로 목장 관리자 권한을 가진 사용자는 목장 정보와 생산 목표, 인력 관리, 거래처 관리, 차량 등록 관리, 목장운영 기초 코드 관리 등의 기능을 설정 및 확인 가능하다.

(2) 통합 관리 모바일 앱 프로그램

- HOME : 목장의 현재 우군 현황을 조회

- 금주 작업 대상 : 금주 작업이 필요한 개체 수를 표시
- 위내센서 알림 : 최근 48시간 내 발생한 위내센서 이벤트의 합을 표시
- 유성분 분석 관리 대상 : 금일 유성분 분석 관리 대상 개체수를 표시

- 개체목록 : 목장의 사육 등록 개체 목록을 표시하며 관리번호, 출생일, 산차, 현재의 생산관리 번식단계, 위내센서 설치 시 데이터 모니터링으로 전환 가능하며 임의 목록 선택 시 선택 개체의 상세 정보를 조회할 수 있다.



그림 55 젖소 스마트 축사 통합 관리 모바일 앱 - 홈/개체목록/개체정보

- 목장 개체 목록 중 임의 개체에 대한 생산 실적 정보를 조회 가능하다. 생산 실적 정보로 수정, 임신 감정, 건유, 분만, 질병, 도태 등을 추가 할 수 있다.

날짜	구분	산차	비고
2021-03-01	질병	7	유방염
2021-02-10	질병	7	전염성질병
2021-02-01	질병	7	전염성질병
2020-03-03	질병	7	번식질환
2021-02-01	분만	6	암:2 수:0 / 임신일수: 482
2019-11-07	임신감정	6	임신
2019-10-15	견유	6	2019-10-15 ~ 2019-10-19
2019-10-08	수정	6	2회차 / 정액: 7HO10999
2019-10-01	견유	6	2019-10-01 ~ 2019-10-03
2019-09-20	발정	6	발정주기: 5일
2019-09-15	수정	6	1회차 / 정액: 7HO10721
2019-09-15	발정	6	발정주기: 77일

그림 56 젖소 스마트 축사 통합 관리 모바일 앱 - 개체 생산 실적 조회

- 개체의 생체정보 수집장치 센서(위내센서) 정보를 모니터링 할 수 있다.
 - 개체의 위내센서 정보를 목록으로 표시하며 차트로 센서 데이터가 제공하는 각 데이터를 차트로 조회 가능하다
 - 개체의 위내센서 데이터 기반의 이벤트 정보를 목록으로 표시 한다.



그림 57 젖소 스마트 축사 통합관리 모바일 앱 - 생체정보 수집 데이터/위내센서 정보

- 개체의 유성분 분석 정보를 모니터링 할 수 있다.
 - 개체의 유성분 분석 데이터는 유량을 포함하여 유당, 유지방, 유단백, 유지방/유단백비, 전도도 등의 데이터를 포함한다.

- 임의 선택 개체의 유성분 분석 데이터의 변화를 그래프로 확인 가능하다.



그림 58 젖소 스마트 축사 통합 관리 모바일 앱 - 개체별 유성분 분석데이터 조회

- 주 단위의 목장 내 작업 대상을 표시하여 관심 대상우를 집중적으로 모니터링 할 수 있다.
 - 인공수정 대상 : 목장 내 재귀 발정일에 해당하는 인공수정 대상을 표시
 - 임신감정 대상 : 목장 내 임신 진단일에 해당하는 임신 감정 필요 대상을 표시
 - 건유 대상 : 목장 내 건유 예정일에 해당하는 건유 대상을 표시
 - 분만 예정 : 목장 내 분만 예상일에 해당하는 분만 예정 대상을 표시



그림 59 젖소 스마트 축사 통합 관리 모바일 앱 - 작업 대상 조회 및 상세정보

- 목장에 설치된 안개분무장치에 대하여 현재의 동작 상태를 모니터링하고 노즐별 원격제어를 할 수 있도록 사용자 인터페이스를 제공한다.

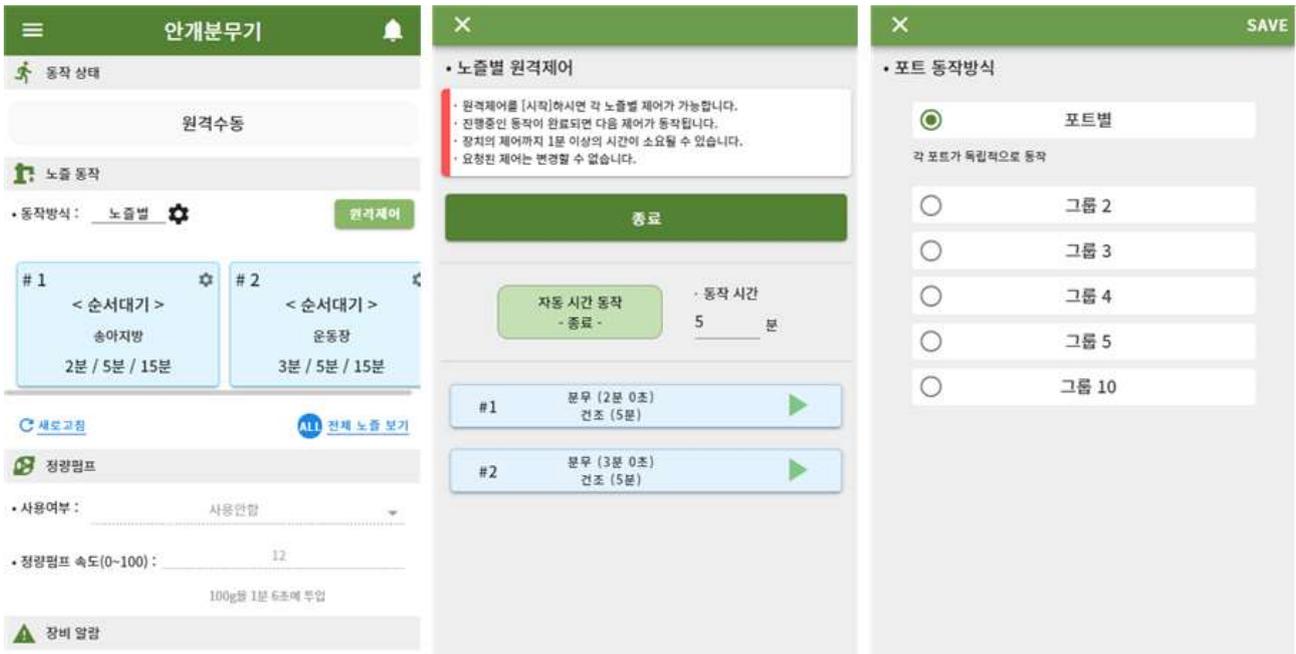


그림 60 젓소 스마트 축사 통합 관리 모바일 앱 - 원격제어 설정 및 모니터링 / 안개분무장치

5) 표준 및 개방형 제어 기반 낙농 스마트 축사 모델 구성

(1) 표준 및 개방형 제어 기반 1세대 낙농 스마트팜 모델 구성

스마트팜은 네트워크와 자동화 기술을 이용하여 시간과 공간의 제약 없이 환경과 가축의 상태를 파악·계량화하여 농축산 생산과 유통, 농촌 생활에 적용함으로써 농업인의 삶의 질을 향상시키고 지능화된 시스템을 기반으로 고효율을 지방하는 농축산업의 새로운 형태를 의미한다.

기술 수준과 범위에 따라 자동화된 장치를 네트워크로 연결하여 원격 관제가 가능한 수준인 1세대 스마트팜은 크게 노동력 절감과 편의성 증진의 목적을 띄고 있으며 현재 ‘ICT 융복합 확산사업’을 통해 보급 중에 있다. 2세대 스마트팜은 인공지능과, 빅데이터, 생체정보를 적극적으로 활용하여 가축의 건강 이상, 성장과 생산을 일종의 ‘모델’을 통해 예측하고 의사결정을 지원할 수 있는 형태로 ‘스마트팜다부처패키지 혁신기술개발사업’을 통해 2021년부터 개발을 추진하고 있다. 또한 3세대 모델은 열관리 고도화, 로봇 기술을 적극적으로 활용하여 생산성을 극대화할 수 있는 농장 형태를 의미하며, 최근에는 ‘스마트팜’이라는 용어보다 ‘디지털 축산’의 개념을 통해 그 범주와 적용 범위를 확장하기 위한 노력을 실시하고 있다. 예를 들어, 디지털 축산은 생산, 유통, 소비 등 축산관련 데이터를 디지털 형식으로 수집, 저장, 관리, 결합, 분석 및 공유하여 의사결정 지능과 새로운 가치를 창출하는 것을 의미한다. 기존의 ‘스마트팜’ 개념처럼 적용 범위가 가축 사육시설에 한정 되지 않고, 축산 가치사슬 전 범위에서 생산되는 데이터에 초점을 맞춘 기술이라고 볼 수 있다(그림 61).

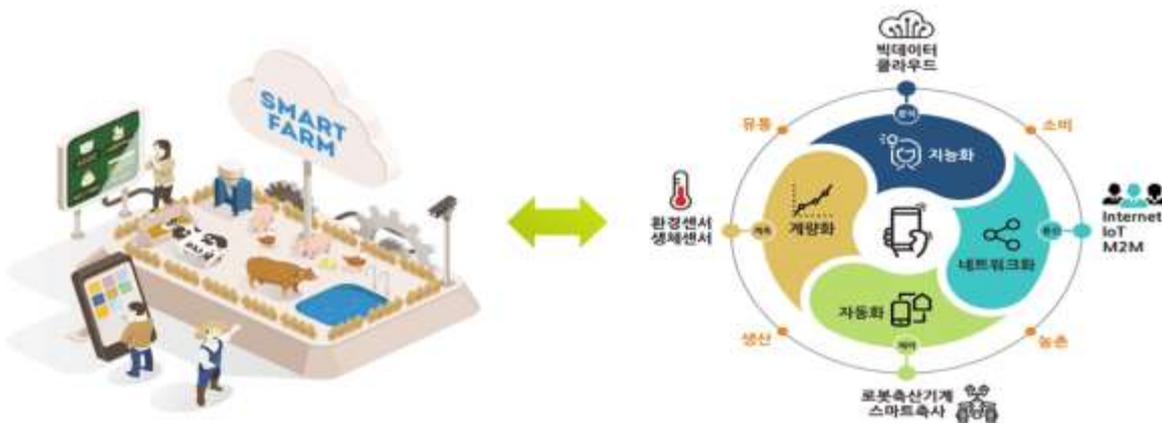


그림 61 스마트팜과 디지털축산

본 연구는 현재 보급 중인 1세대 스마트팜의 고도화 및 빅데이터, 인공지능 기반 2세대 스마트팜 개발을 위한 기반을 조성하는데 주 목적이 있다. 과년도 본 연구팀의 선행 연구를 통해 이기종 ICT 장치를 한데 모아 통합 관리하기 위해 도출된 개방형 통합 제어 방식은 Open API의 소프트웨어 인터페이스 구조를 가지며, 스마트팜에 적용되는 ICT 장치별 호환성을 위한 기준을 제시한 바 있다(그림 62). 즉, 이기종 ICT 장치로부터 생성되는 데이터를 수집하여 표준화된 데이터 인터페이스 방식으로 프로토콜을 변환하여 낙농통합관리 서버에 전달 및 관리하는 역할을 하는 개방형 통합제어기를 개발하고 개방형 제어 기반 인터페이스(Open API)를 제시하였다. 그러나, 스마트팜을 구성하는 ICT 기기 산업체별로 각각의 자체 프로토콜을 유지 사용함으로써 호환성 미비 등으로 인해 유지 보수 및 확장에 한계가 존재하고 있는 실정이다. 따라서, 본 연구에서는 선행 연구의 개방형 통합제어 연결 방식의 정의를 따르면서 스마트팜을 구성하는 ICT 기기 업체가 참조 가능도록 표준 기반의 통합제어기로 가시화하는데 주목적이 있다.

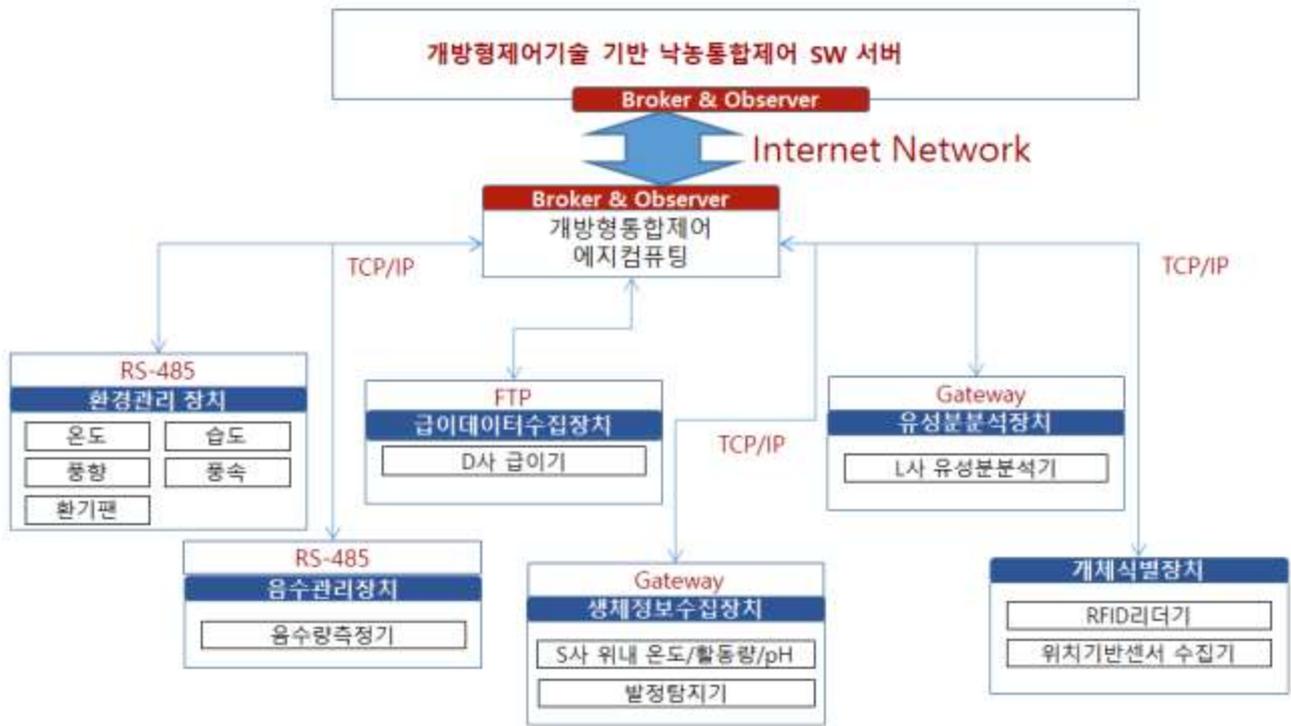


그림 62 개방형 제어 기반 낙농 스마트팜 모델 구성 장치의 데이터 수집 항목 및 전송 방식

본 연구에서 정의하는 1세대 낙농 스마트팜 고도화된 모델은 하단에 명시된 기능별 장치로 구성된다. 설치 품목 및 수집 데이터는 농가의 상황 및 요구에 따라 결정될 수 있으나, 향후 빅데이터, 인공지능 기반 2세대 스마트팜 연구 개발을 위한 기반 조성을 위해 필수/선택 품목으로 구분될 수 있다.

표 17 개방형 제어 및 표준 기반 1세대 낙농 스마트팜 모델 구성 요소

기능	내용
환경관리	축사 내부 환경 정보 측정(온도, 습도) 축사 외부 기상*(온도, 습도, 풍향, 풍속, 일사) 정전, 화재 감지 장치 CCTV
착유관리	유성분 분석 장치를 포함한 개체별 착유시스템(RFID 및 이의 인식 시스템 포함) 로봇착유기*(농가 상황에 따라 선택)
사양관리	사료빈관리기*(로드셀 방식 혹은 레이저 거리 측정 방식) 사료급이기(RFID 및 이의 인식 시스템 포함) 음수관리기 로봇포유기*(RFID 및 이의 인식 시스템 포함)
번식·건강 관리	생체정보 수집장치(목걸이형, 위내삽입형 등 선택, 데이터 송·수신을 위한 게이트웨이 포함)
경영관리	낙농 통합관리시스템을 통한 개체 생산관리, 경영관리, 납류 관리 등 경영계획 수립 및 분석
기타관리	차단방역기 차량 번호 인식기*
개방형 제어기	표준, 개방형 제어(Open API) 기반 데이터의 수집, 모니터링 및 제어 기능 요소 포함 향후 농식품부 혹은 농촌진흥청의 빅데이터 플랫폼과 연동하여 데이터 제공
(*) 선택항목	

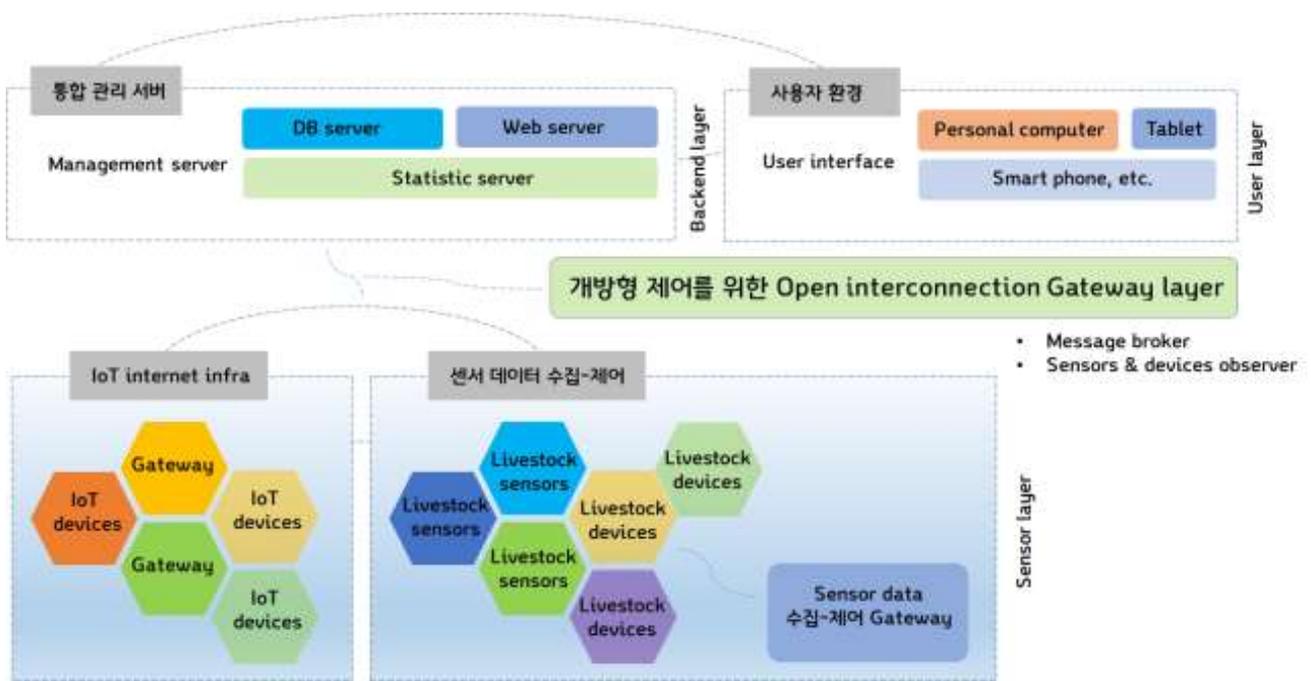


그림 63 개방형 제어 기반 낙농 스마트팜 모델 고도화를 위한 시스템 프레임워크

환경 관리의 경우, 기본적으로 우사 내부 환경 정보 취득을 위한 온도, 습도 센서가 요구되며 필요 시 이산화탄소, 암모니아 가스 센서 등을 설치할 수 있다. 온도, 습도의 경우 가축 사육시설 내 생육 환경의 적정성, 안정성, 균일성을 판단하기 위한 기본적인 지표이며 향후 기후 조건별 젖소 개체의 산유량, 고온 스트레스 발생 현황 등을 판단하는데 활용될 수 있다. 축사 외부의 경우, 일반적인 간이 기상대 형태로, 농가에서 선택적으로 설치가 가능하다. 국내 젖소 농가의 경우 무창 형태가 아닌 원치커튼형 혹은 개방형 우사 구조를 띄고 있으며 자연 환기를 기본적으로 실시한다. 현대화된 양돈, 양계 사육 시설의 경우 무창 형태로, 환기 시스템 방식, 작동 현황 등에 따라 내부 생육 환경에 지대한 영향을 미칠 수 있어, 적정 생육 환경 조성, 생산성 향상 도모를 위한 환기 및 오염물질 제거 성능에 대한 평가 연구가 활발히 실시되고 있다. 그러나 개방형 우사의 경우 환기 양상에 대한 정량화가 어려워, 단위체적당 공기 교환량을 산정하기 위해 다양한 방식이 적용될 수 있는데, 일반적으로 유선(stream line)이 주로 형성되는 풍상/풍하 측에서의 압력차 측정, 추적가스를 이용한 농도 감쇠 곡선 도출 등을 통해 실시될 수 있다. 이때, 해당 방법론을 수행하기 위한 전제로 농가 주변 기상 자료가 요구될 수 있으며, 향후 외부 환경 변화에 따른 적정 생육환경 조성, 가축 사육 공간 내 환경 변수와 생산성 간의 관계 규명 등을 위한 기초 자료로 활용 가능하다. 또한 농가 현장 컨설팅 측면에서 역시, 농가 단위 기상 자료를 통해 신선한 공기의 급기 및 오염물질 배기 성능을 평가하는데 직접적으로 활용 가능하다.

표 18 환경 모니터링 장치의 데이터 송수신 인터페이스 및 전송 데이터

품목	I/F명	I/F방법	송신/수신	포맷
환경 모니터링 장치	환경정보 송신	HTTP	송신 (제어기→통합관리)	JSON
	주기	전송 데이터		
	5분	농장 ID, 장치 ID, 측정일시, 온도, 습도, 음수량		

표 19 CCTV 데이터 송수신 인터페이스 및 전송 데이터

품목	I/F명	I/F방법	송신/수신	포맷
CCTV	영상정보 송신	HTTP	송신 (제어기→통합관리)	JSON
	주기	전송 데이터		
	1시간	농장 ID, 장치 ID, 사진 생성 시간, 사진 정보		

착유 관리를 위한 ICT 장치는 1세대 젖소 스마트팜 도입에 따른 성과 분석을 위한 기본 장치임과 동시에 향후 2세대 스마트팜 R&D를 위한 기초 데이터 생산을 위한 장치이다. 농가 현황에 따라 RFID 및 이의 인식 시스템을 포괄하는 개체별 착유시스템 혹은 로봇착유기를 설치하여 운영할 것을 권장한다. 유성분 분석기를 통해 측정할 수 있는 유량 및 유지방, 유단백, 유지유, 단백질, 전도도 등과 같은 유성분은 생산된 우유의 품질 뿐만 아니라 가축의 건강 상태를 진단하기 위한 기초 자료로 활용 가능하다. 단, 현행 기존 농가에서 월 2회에 걸친 검정 결과를 통해 유성분 정보를 수집하는 형태의 경우, 개체별 데이터 할당 및 문제점 발생 시 원인 파악이 어려우며, 데이터 산출 결과에 따른 즉각적인 대응책 마련에 한계가 있다. 따라서, 향후 1세대 고도화 모델을 도입하는 젖소 농가의 경우, 농가 상황에 따라 개체별 착유시스템 혹은 로봇착유기를 도입하도록 유도하여 농가의 실질적인 성과 관리 실현 및 2세대 스마트팜을 위한 기반을 마련할 필요가 있다.

표 20 개체식별 측정기 데이터 송수신 인터페이스 및 전송 데이터

품목	I/F명	I/F방법	송신/수신	포맷
개체식별 측정기	RFID 송신	HTTP	송신 (제어기→통합관리)	JSON
	주기	전송 데이터		
	실시간	농장 ID, 리더기 ID, 태그 ID, 데이터 리딩 시각		

표 21 유성분 분석기 데이터 송수신 인터페이스 및 전송 데이터

품목	I/F명	I/F방법	송신/수신	포맷
유성분 분석기	유성분정보 송신	HTTP	송신 (제어기→통합관리)	JSON
	주기	전송 데이터		
	2회/1일	농장 ID, 개체 ID, 측정일시, 착유정보, 유량, 유지방, 유단백		

사양관리를 위한 장치로 사료빈관리기, 사료급이기, 음수관리기, 로봇포유기 등이 있다. 사료빈관리기의 경우, 로드셀 방식 혹은 레이저 거리 측정 방식을 통해 사료의 잔량 혹은 1일 조사료 소비량 정보를 산출하는데 이용된다. 사료급이기는 RFID 및 이의 인식 시스템을 포괄하는 형태로 사전에 설정된 사양 관리 프로그램에 따라 1일 급이량을 설정하고 실제 급이량 혹은 잔여량을 데이터화할 수 있다.

표 22 사료빈관리기 데이터 송수신 인터페이스 및 전송 데이터

품목	I/F명	I/F방법	송신/수신	포맷
사료빈관리기	사료빈 측정정보 송신	HTTP	송신 (제어기→통합관리)	JSON
	주기	전송 데이터		
	1시간	농장 ID, 장치 ID, 측정일시, 사료빈 측정값, 측정단위		

표 23 사료급이기 데이터 송수신 인터페이스 및 전송 데이터

품목	I/F명	I/F방법	송신/수신	포맷
사료급이기	섭취정보 송신	HTTP	송신 (제어기→통합관리)	JSON
	주기	전송 데이터		
	1시간	농장 ID, 장치 ID, 측정일시, 개체 ID, 사료 제공량		

가축의 번식, 건강관리를 위한 생체정보 수집장치는 착용 형태에 따라 목걸이형, 발목부착형, 위내삽입형, 꼬리부착형 등으로 구성되며 체온, 활동량 정보를 수집하는데 활용된다. 위내삽입형의 경우, 고급형 모델은 반추위 내 pH에 대한 데이터 획득이 가능하다. 생체정보 수집장치는 기본적으로 가축의 건강 상태 이상이나 발정, 분만 징후를 탐색하는데 주 목적이 있다. 현재 국내 낙농가에 주로 적용되고 있는 외산 생체정보 수집장치의 경우 자체적인 알고리즘을 탑재하여 발정, 분만징후 혹은 유방염 등과 같은 일부 질병에 대한 알림 기능을 제공하고 있다. 향후 국내 실정에 맞는 국내 적합형 이상징후 탐색 및 발정·분만 징후 예측 알고리즘 개발을 위해 개체별 체온, 활동량 및 이상 개체 발생 시 진단 정보에 대한 데이터 확보가 필수적으로 요구되고 있다. 특히, 향후 2세대 스마트팜 모델 개발에 있어 환경 정보, 산유량 정보와 함께 가장 기초가 되는 데이터 형태로 간주되고 있다.

표 24 생체정보 수집장치(목걸이형, 발정탐지기) 데이터 송수신 인터페이스 및 전송 데이터

품목	I/F명	I/F방법	송신/수신	포맷
생체정보 수집장치 (목걸이형, 발정탐지기)	생체정보 송신	HTTP	송신 (제어기→통합관리)	JSON
	주기	전송 데이터		
	10분	농장 ID, 장치 ID, 측정일시, 센서 버전, 메시지 버전, 맥어드레스, 배터리 잔량, 체온, 운동량		

표 25 생체정보 수집장치(위내삽입형) 데이터 송수신 인터페이스 및 전송 데이터

품목	I/F명	I/F방법	송신/수신	포맷
생체정보 수집장치 (삽입형)	생체정보 송신	HTTP	송신 (제어기→통합관리)	JSON
	주기	전송 데이터		
	10분	농장 ID, 장치 ID, 측정일시, 위내 온도, 위내 pH, 개체 활동량		

낙농 통합관리 시스템은 별도의 챕터를 통해 상세 기술될 예정이며, 표준기반 개방형 제어를 통해 이기종 ICT 장치들의 데이터 수집 및 관리 편의성 향상을 목적으로 하며, 생산(개체) 관리, 경영 관리, ICT 장치로부터 수집되는 데이터의 모니터링 및 제어, 수집된 데이터에 기반한 통계/분석 기능 등을 포함하고 있다.

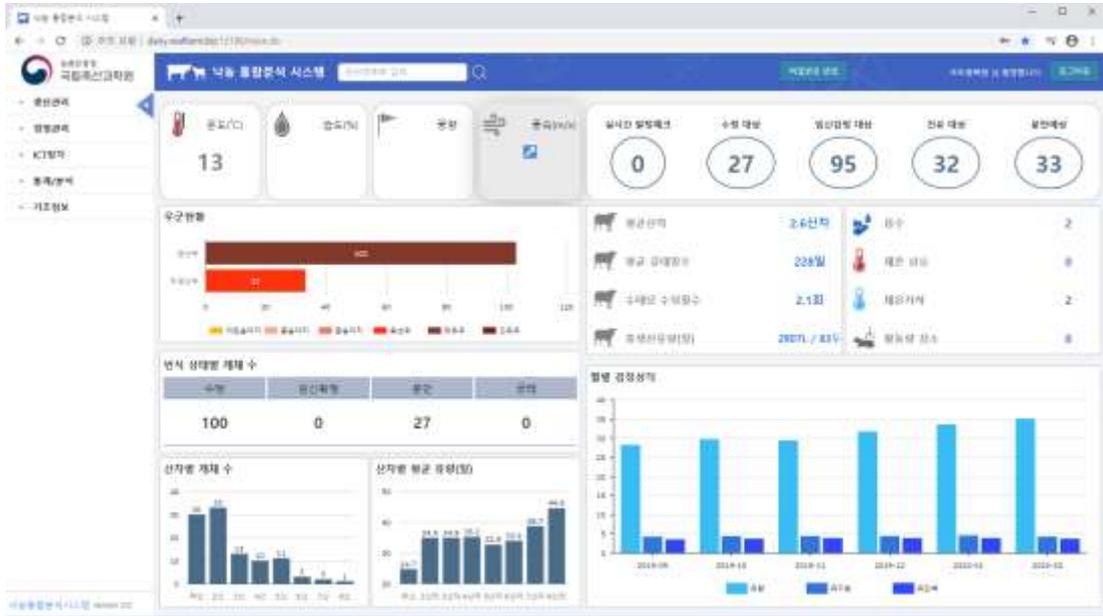


그림 64 낙농 스마트팜 통합 관리 소프트웨어 메인화면 예시

그 외 차단방역기는 농가 출입차량에 대한 영상 녹화, 조회, 차량 번호 인식 기능 등을 포함하며 농가 부지경계(축사 출입구) 인근에 설치된다.

표 26 차단방역기 데이터 송수신 인터페이스 및 전송 데이터

품목	I/F명	I/F방법	송신/수신	포맷	
차단방역기	차단방역 정보 송신	HTTP	송신 (제어기→통합관리)	JSON	
	주기		전송 데이터		
	5분		농장 ID, 입출여부, 차량번호, 출입시간		

6) 1세대 낙농 스마트팜 고도화에 따른 성과 추적 평가

(1) O 목장

경기도 평택시 오성면에 소재한 O 목장은 총 158두의 사육규모를 보유한 농가로, 실증 실험일 기준 초산우 26두, 경산우 57두, 건유우 9두, 육성우 39두, 중송아지 16두, 어린송아지 11두로 구분된다. 축사 사육면적은 착유우사 1,875 m², 건유우사 300 m², 육성우사 1,575 m², 퇴비사 880 m², 관리사 10 m²이며, 우상은 톱밥 형태이고, 헤링본 방식의 착유시설이 구비되어 있다. 우유 평균 납유량은 2.5 톤 규모이다. 농장주의 농장 운영기간은 2019년 기준 10년이며, 현재 후계농에 대한 승계가 진행 중이며, 농장주 외 외국인 근로자 1인이 고용되어 있다. O 목장은 선행 연구 당시 실증 농가로 ICT 장치들이 본격적으로 설치된 시점은 2019년 8월경이다.



(a) O 목장 내부 전경 모습



(b) O 목장 헤링본방식 착유시설

그림 65 O 목장 내부 전경 및 착유시설

(2) O 목장 우유 생산량 및 매출액 변화

앞서 언급한 바와 같이, O 목장에 ICT 장치가 본격적으로 설치되기 시작한 시점은 2019년 8월 경으로 설치되기 이전, 2018년의 월 평균 납유량은 68,968.3 kg 규모였으며 2019년의 경우 약 1.7% 증가한 70,120.3 kg 수준으로 나타났다. 이후 개체별 착유시스템, 생체정보 수집장치들이 본격적으로 사용되었으며 개방형 제어 기반 고도화가 실시된 2020년, 2021년(9월까지)의 경우 장치 설치 이전인 2018년 대비 각각 10.8%(76,447.58 kg), 17.3%(80,865.60 kg) 납유량이 크게 순 증가한 것으로 나타났다. 선행 연구 당시, ICT 구성 장치들이 본격적으로 설치되기 시작한 시점을 기준으로 선행 연구 종료 시까지(2019년 9월 ~ 2020년 1월)과, 동일 월 비교구간(2018년 9월 ~ 2019년 1월)의 평균 착유두수를 고려하여(79.83두, 76.83두) 해당 기간 동안의 두당 평균 생산량을 산정해보면 ICT 장치 도입 후 865.31 kg(두당 일평균 산유량 28.21 kg)로 산출되어, 도입 전 동일구간의 두당 평균 생산량 853.85kg(두당 일평균 산유량 27.84 kg) 대비 약 1.33 % 향상된 효과를 보인 것으로 나타났다.

2020년 및 2021년의 평균 착유두수는 각각 85.8, 89.1두로, 두당 월 평균 납유량을 산정하면 각각 891.00, 907.58 kg/두 수준으로 산정되어 ICT 장치 도입 이전 대비. 4.35%, 6.29% 증가한 것으로 나타나 ICT 장치 도입이 농가 생산량 증가에 긍정적인 영향을 미친 것으로 판단되었다.

매출액 또한, 2018년 총 831,778,383원에서 2019년에는 3.05% 증가한 857,173,150원, 2020년에는 2018년 대비 12.5% 증가한 935,447,700원 수준으로 크게 성장한 것으로 나타났다.

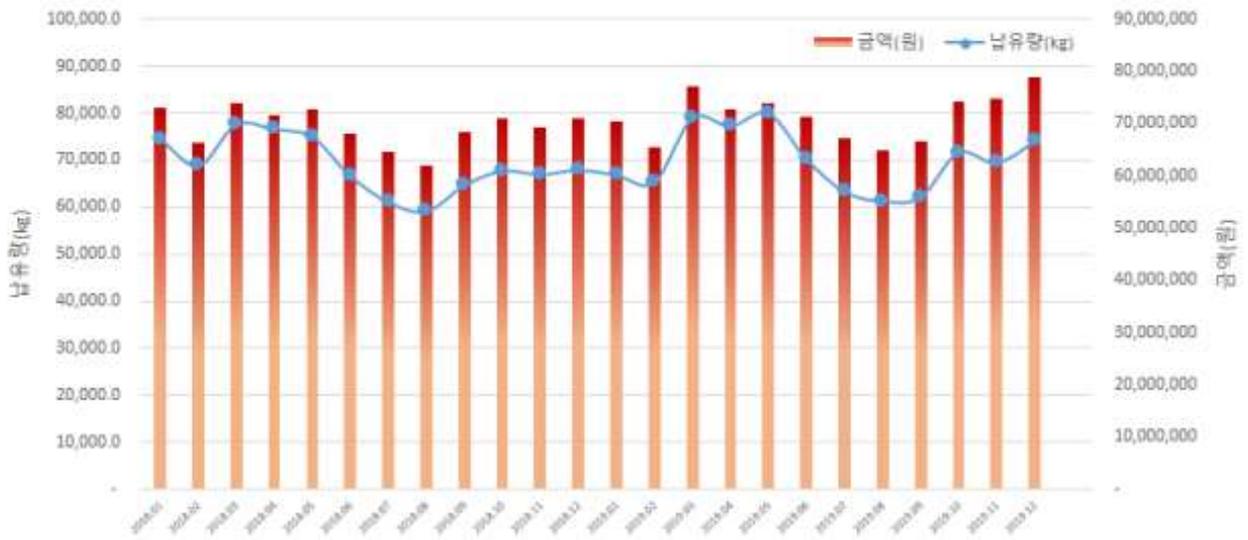


그림 66 ○ 목장 2018. 1 ~ 2019. 12 매출액 및 납유량 추이

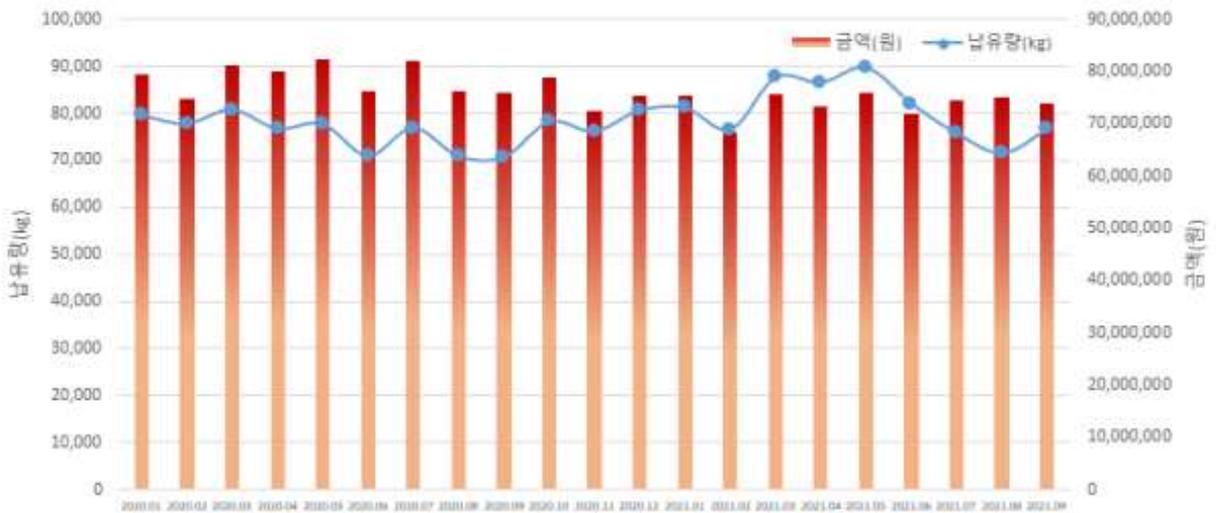


그림 67 ○ 목장 2020. 1 ~ 2021. 9 매출액 및 납유량 추이

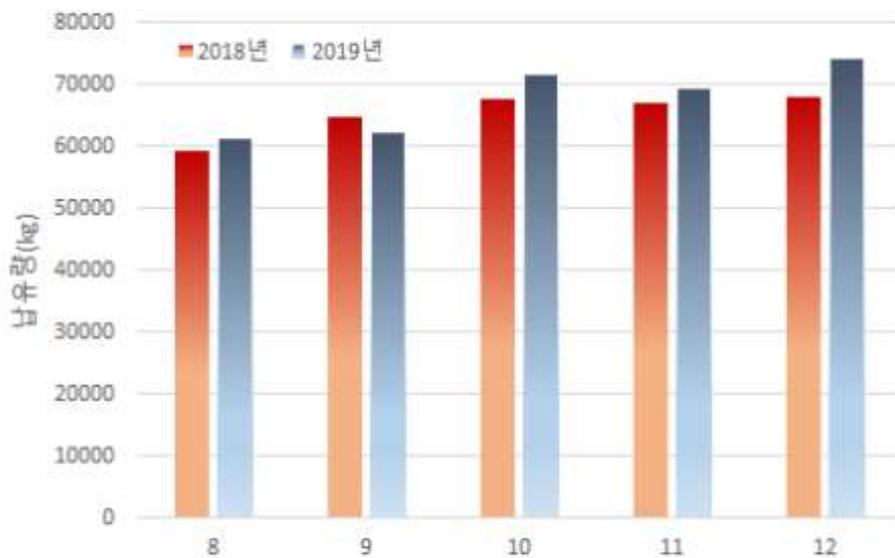


그림 68 ○ 목장 ICT 장치 설치 전후 동일기간(8~12월)에 대한 납유 생산량 비교

표 27 ○ 목장 우유 생산량 및 매출액 현황(2018년)

연월	상반기		하반기		합계	
	납유량(kg)	금액(원)	납유량(kg)	금액(원)	납유량(kg)	금액(원)
2018. 1	32,253.5	35,037,371	39,417.4	37,956,007	74,670.9	72,993,378
2018. 2	35,979.6	35,270,699	32,906.7	31,122,059	68,886.3	66,392,758
2018. 3	37,072.1	35,621,768	40,607.3	38,338,376	77,679.4	73,960,144
2018. 4	38,169.5	35,660,123	38,512.1	35,991,584	76,681.6	71,651,707
2018. 5	36,995.3	35,316,315	38,075.8	37,349,730	75,071.1	72,666,045
2018. 6	33,828.3	34,090,374	32,943.2	33,976,592	66,771.5	68,066,966
2018. 7	30,691.7	32,393,157	30,480.4	32,251,311	61,172.1	64,644,468
2018. 8	26,162.3	27,714,435	32,987.5	34,177,204	59,149.8	61,891,639
2018. 9	32,263.9	33,973,376	32,450.2	34,260,196	64,714.1	68,233,572
2018. 10	32,858.2	34,316,491	34,949.7	36,652,621	67,807.9	70,969,112
2018. 11	33,136.1	34,481,404	33,899.9	34,727,737	67,036.0	69,209,141
2018. 12	32,941.8	34,418,741	35,036.8	36,680,712	67,978.6	71,099,453
				평균	68,968.28	69,314,865
				계	827,619.3	831,778,383

표 28 ○ 목장 우유 생산량 및 매출액 현황(2019년)

연월	상반기		하반기		합계	
	납유량(kg)	금액(원)	납유량(kg)	금액(원)	납유량(kg)	금액(원)
2019. 1	31,767.9	34,040,147	35,152.0	36,492,752	66,919.9	70,532,899
2019. 2	34,610.4	34,956,879	30,781.8	30,549,493	65,392.2	65,506,372
2019. 3	36,964.7	36,724,555	42,071.7	40,286,007	79,036.4	77,010,562
2019. 4	38,823.1	36,336,184	38,556.2	36,309,494	77,379.3	72,645,678
2019. 5	38,693.2	35,801,728	41,412.5	38,048,635	80,105.7	73,850,363
2019. 6	34,654.0	35,844,073	35,623.0	35,516,899	70,277.0	71,360,972
2019. 7	30,443.0	32,025,376	32,964.5	35,063,345	63,407.5	67,088,721
2019. 8	29,192.3	30,855,677	32,141.6	34,030,280	61,333.9	64,885,957
2019. 9	30,910.3	33,156,975	31,335.6	33,475,727	62,245.9	66,632,702
2019. 10	33,916.0	35,755,879	37,800.4	38,308,746	71,716.4	74,064,625
2019. 11	34,777.8	37,387,178	34,736.5	37,342,779	69,514.3	74,729,957
2019. 12	35,378.7	38,033,164	38,736.4	40,831,178	74,115.1	78,864,342
				평균	70,120.3	71,431,096
				계	841,443.6	857,173,150

표 29 ○ 목장 우유 생산량 및 매출액 현황(2020년)

연월	상반기		하반기		합계	
	납유량(kg)	금액(원)	납유량(kg)	금액(원)	납유량(kg)	금액(원)
2020. 1	37,771.0	38,424,791	41,816.2	41,139,158	79,587	79,563,949
2020. 2	39,830.8	38,630,771	37,996.3	36,137,475	77,827	74,768,246
2020. 3	38,236.4	38,471,331	42,561.8	42,773,766	80,798	81,245,097
2020. 4	38,716.6	39,981,896	38,042.1	39,914,446	76,759	79,896,342
2020. 5	37,904.2	40,001,896	39,894.1	42,506,996	77,798	82,508,892
2020. 6	34,836.3	37,650,067	36,114	38,738,720	70,950	76,388,787
2020. 7	37,578.2	39,882,881	39,363.2	42,216,102	76,941	82,098,983
2020. 8	35,315.7	38,071,678	35,592.3	38,172,127	70,908	76,243,805
2020. 9	34,935.1	37,581,605	35,741.8	38,339,443	70,677	75,921,048
2020. 10	38,023.5	40,112,586	40,245.1	38,688,776	78,269	78,801,362
2020. 11	37,899.3	36,255,703	38,284.4	36,326,190	76,184	72,581,893
2020. 12	38,439	36,541,650	42,233.8	38,887,646	80,673	75,429,296
				평균	76,447.58	77,953,975
				계	917,371.0	935,447,700

표 30 ○ 목장 우유 생산량 및 매출액 현황(2021년)

연월	상반기		하반기		합계	
	납유량(kg)	금액(원)	납유량(kg)	금액(원)	납유량(kg)	금액(원)
2021. 1	39,003.7	36,598,120	42,173.8	38,881,646	81,178	75,479,766
2021. 2	41,543.4	36,852,090	35,043	31,524,031	76,586	68,376,121
2021. 3	41,704.4	36,636,213	45,985.3	38,941,939	87,690	75,578,152
2021. 4	43,356.6	36,689,000	43,228.9	36,653,990	86,586	73,342,990
2021. 5	43,940.8	37,091,830	45,822.2	38,979,846	89,763	76,071,676
2021. 6	41,584.8	36,022,980	40,425.3	35,884,790	82,010	71,907,770
2021. 7	38,726.4	36,248,200	36,981.3	38,362,396	75,708	74,610,596
2021. 8	33,316.1	36,184,438	38,211	38,854,752	71,527	75,039,190
2021. 9	38,551.5	37,065,846	38,191.9	36,907,659	76,743	73,973,505
				평균	80,865.60	73,819,974
				계	727,790.40	664,379,766

(3) ○ 목장 유성분 분석 결과

○ 농가의 유성분 분석 결과는 표 31과 같다. 유지방의 경우 2018년 전체 평균 4.21%, 2019년 4.15%, 2020년의 경우 누락된 값을 제외하고 4.19%, 2021년은 4.17%로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 유단백 또한 차례대로 3.52, 3.52, 3.56, 3.41% 수준으로 통계적으로 유의한 차이가 존재하지 않는 것으로 나타났다. 전 기간에 걸친 평균 체세포 수는 181.9천개 수준이었으며, 2018년 180.4천, 2019년 183.2천, 2020년 169.9천, 2021년 195.7천 개 수준으로 2020년에 전년도 대비 약 7.2%

감소하였다가 다시 증가세를 보이는 것으로 나타났다. 우리나라의 경우, 원유의 위생등급기준에 따르면, 체세포수가 원유 1 ml에 20만개 미만일 경우 1급, 20~35만개일 경우 2급, 35~50만개는 3급, 50만~75만개는 4급, 75만개 초과 시 5급으로 분류된다. 해당 기준에 따라 전 기간에 걸쳐 1급 범주에 포함되는 것으로 나타났다.

표 31 O 목장 유성분 분석 결과

연월	유지방 (%)	유단백 (%)	체세포 (천)	연월	유지방 (%)	유단백 (%)	체세포 (천)
2018. 1	4.3	3.5	104.5	2020. 1	4.3	3.7	158
2018. 2	4.4	3.5	160.0	2020. 2	4.1	3.6	166
2018. 3	4.3	3.4	152.5	2020. 3	-	-	-
2018. 4	4.1	3.5	185.3	2020. 4	-	-	-
2018. 5	4.0	3.4	140.8	2020. 5	4.1	3.6	186
2018. 6	4.0	3.4	195.5	2020. 6	4.1	3.4	169
2018. 7	4.1	3.4	254.8	2020. 7	4.0	3.4	168
2018. 8	4.1	3.4	290.0	2020. 8	4.1	3.3	181
2018. 9	4.1	3.6	168.8	2020. 9	4.1	3.5	175
2018. 10	4.3	3.7	182.5	2020. 10	4.1	3.7	185
2018. 11	4.4	3.7	182.3	2020. 11	4.5	3.7	181
2018. 12	4.4	3.7	147.8	2020. 12	4.5	3.7	130
2019. 1	4.5	3.6	178.3	2021. 1	4.2	3.5	182
2019. 2	4.4	3.5	174.0	2021. 2	4.2	3.5	231
2019. 3	4.3	3.6	187.3	2021. 3	4.2	3.5	208
2019. 4	4.1	3.4	159.0	2021. 4	4.1	3.5	198
2019. 5	3.9	3.3	175.3	2021. 5	4.1	3.4	153
2019. 6	4.0	3.3	158.8	2021. 6	4.1	3.4	180
2019. 7	4.0	3.4	206.5	2021. 7	4.2	3.1	170
2019. 8	4.0	3.4	221.3	2021. 8	4.1	3.3	244
2019. 9	4.1	3.4	191.8	2021. 9	4.3	3.5	195
2019. 10	4.1	3.7	216				
2019. 11	4.1	3.8	192				
2019. 12	4.3	3.8	138				

(4) O 목장 공태일수 변화 분석 결과

다음 표는 O 목장의 2016년도부터 2021년까지의 공태일수를 나타낸 것이다. 본 연구 과제를 토대로 개방형 제어 기반 ICT 장치에 대한 고도화와 통합관리가 실시된 2019년도의 경우 전년도 대비 3.2일, 약 1.69% 가량의 공태일수 증가가 관측되었으나, 2020년에는 전년도 대비 46.1일(23.9%) 감소 효과를 보였으며 후속과제 고도화가 실시된 2021년에는 전년도 대비 7.9일(5.4%) 감소하였고, ICT 장치가 처음 도입된 2019년과 비교할 경우, 무려 54일의 공태일수 감소(28.0%) 효과를 보이는 것으로 관측되었다. 실제 O 목장의 농장주 인터뷰 결과, 생체정보 수집장치 도입 이후 지속적인 체온과 활동량 추이 관

측을 통해 개체별 건강 상태를 실시간으로 확인할 수 있었으며 발정, 분만시기에 대한 예측에 대한 체감 효과가 도입 전 대비 매우 우수한 것으로 보고하였다.

표 32 O 목장 공태일수 추이 현황

	2016	2017	2018	2019	2020	2021
공태일수	188.9	162.8	189.7	192.9	146.8	138.9
전년도 대비 증감 (%)		-13.8	+16.5	+1.69	-23.9	-5.4

(5) G 목장

경기도 김제시 만경읍에 소재한 G 목장은 최종 실험 일 기준, 어린 송아지 1두, 중 송아지 9두, 큰 송아지 33두, 육성우 52두, 착유우 79두로 총 174두의 사육규모를 보유하고 있다. 우상은 톱밥 형태이고, 텐덤 방식의 착유시설이 구비되어 있다. ICT 장치 설치 이전 산유량은 18~30 kg/두/일 수준으로 생산성이 균일하지 않은 것으로 보고되었다. 해당 농장은 농장주가 귀농을 시시한 후 2017년부터 인수 후 직접 운영을 실시하고 있었다. ICT 장치는 2020년 10월 경 생체정보 수집장치 및 개체별 착유시스템부터 시작하여 순차적으로 설치를 실시하였다.



(a) G 목장 내부 전경 모습



(b) G 목장 텐덤방식 착유시설

그림 69 G 목장 내부 전경 및 착유시설

(6) G 목장 우유 생산량 변화

표 33, 34에 도시된 바와 같이 G 목장의 2018년 두당 일평균 산유량은 30.46 kg/두/일 수준이었으며, 2019년 29.54 kg/두/일, 2020년 29.43 kg/두/일에 이어 2021년 33.24 kg/두/일로 2018년 대비 약 9.13% 순 증가한 것으로 나타났다. G 목장의 경우 2020년 10월경부터 ICT 장치 설치가 본격적으로 실시되어, 동일 구간 비교를 위하여 2018년 10월부터 2019년 9월, 2019년 10월부터 2020년 9월, 2020년 10월부터 2021년 9월까지 두당 일평균 산유량에 대해 상대비교를 실시하였다. 그 결과 각각 29.33±1.36 kg/두/일, 29.15±1.64 kg/두/일, 32.68±1.92 kg/두/일 수준으로, 2019년 10월부터 2020년 9월까지 구간에서 약 0.01% 감소하였다가, 2018년 구간 대비 11.39% 가량 크게 증가한 것으로 나타나 ICT 장치 도입에 따라 긍정적인 효과가 발현된 것으로 판단되었다. 특히, 여름철 시기를 기준으로 한정할 경우 2019년 6월~8월까지의 두당 평균 유량은 27.83±0.74 kg/두/일, 2020년 동일 구간의 경우 27.30±1.05 kg/두/일로 유의한 차이를 보이지 않았으나, 안개분무 장치가 도입된 21년 동일

구간의 경우, 31.80 ± 1.68 kg/두/일 수준을 보여, 2019년 대비 14.25% 가량 순 증가한 것으로 나타났다.

표 33 G 목장 2018~2019년 두당 산유량 및 305 평균 유량 데이터

검정월	유량	305평균유량	검정월	유량	305평균유량
2018. 1	31.5	9,345	2019. 1	31.7	9,806
2018. 2	30.5	9,286	2019. 2	29.1	9,790
2018. 3	33.3	9,695	2019. 3	29.9	9,849
2018. 4	32.4	9,937	2019. 4	30.9	9,750
2018. 5	32	10,072	2019. 5	31	9,822
2018. 6	30.6	10,267	2019. 6	28.1	9,891
2018. 7	28.6	10,262	2019. 7	27	9,854
2018. 8	30.1	9,977	2019. 8	28.4	9,647
2018. 9	29.1	9,937	2019. 9	28.5	9,571
2018. 10	28.7	9,859	2019. 10	28.6	9,575
2018. 11	29.1	9,708	2019. 11	30.3	9,392
2018. 12	29.6	9,812	2019. 12	31	9,256
평균	30.46	9,846.42		29.54	9,683.58

표 34 G 목장 2020~2021년 두당 산유량 및 305 평균 유량 데이터

검정월	유량	305평균유량	검정월	유량	305평균유량
2020. 1	30.6	9,300	2021. 1	31.8	9,844
2020. 2	30.3	9,397	2021. 2	35.2	10,212
2020. 3		9,394	2021. 3	34.2	10,405
2020. 4	29	9,321	2021. 4	35.1	10,371
2020. 5	27.8	9,315	2021. 5	34.6	10,419
2020. 6	27.2	9,325	2021. 6	33.7	10,589
2020. 7	26.3	9,315	2021. 7	31.2	10,663
2020. 8	28.4	9,360	2021. 8	30.5	10,605
2020. 9	31.2	9,282	2021. 9	32.9	10,617
2020. 10	29.4	9,490			
2020. 11	31	9,487			
2020. 12	32.5	9,474			
평균	29.43	9,371.67		33.24	10,413.89

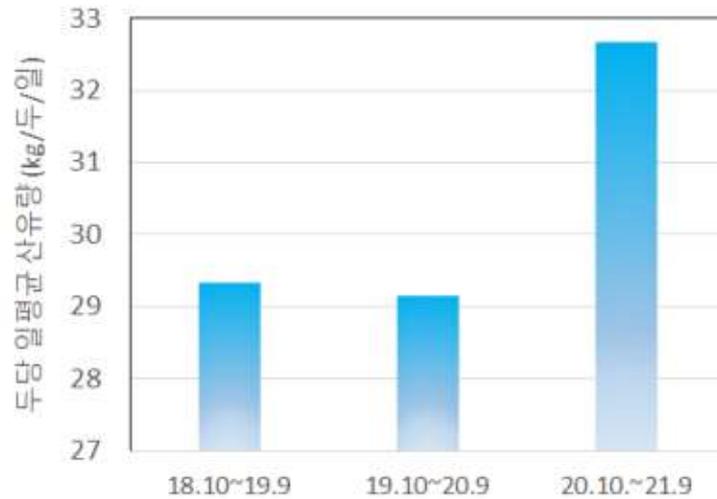


그림 70 G 목장 ICT 장치 도입 시기를 기준으로 두당 일평균 산유량의 구간별 분석

(7) G 목장 유성분 분석 결과

G 목장의 경우, 2019년부터 2021년까지 유지방은 3.99, 3.96, 4.16, 4.11%를 보이는 것으로 나타났다. 2020년경 전 년도 대비 약 5.1% 증가하였다가 다시 감소 추세를 보이는 것으로 나타났다. 유지방의 변화 양상에는 다양한 원인이 제시될 수 있으나 가장 밀접한 관련이 있는 요소는 유량, 에너지 대사 및 사료 섭취를 꼽을 수 있다. 홀스타인 종은 3.6~4.0% 범위를 정상적인 수치로 간주하고 있는데 일반적으로 유량이 증가하면 유지방 함량이 낮아지고, 유량 감소 시 유지방 함량이 증가한다고 알려져 있다. 앞선 유량 분석 결과, 2020년에 전년도 대비 유량이 약간 감소 추세를 보였다가, ICT 장치의 설치 완료 및 사용이 본격화된 2021년 급격한 증가 추세를 보이는 것으로 나타나 2020년경 유지방 함량의 일시적인 증가 추세는 유량과 다소 관계가 있다고 볼 수 있다. 문헌에 따르면 비유초기 유지방 분포는 에너지 부족에 따른 체지방 분해로 4.0~5.0% 이상으로 비교적 높게 형성되며 비유 피크기에 진입하면서 3.2% 까지 하락하나 중후기로 갈수록 유지방율은 다시 증가된다고 보고된 바 있다. 또한 급이하는 사료의 조성 성분도 밀접한 관련이 있는데, 사료 중 지방 함량이 높을 경우 해당 현상이 발현될 수 있어, 지방 첨가를 줄이거나 에너지 부족으로 인한 소 개체의 자체 체지방 분해로 인한 상승 현상의 경우 속효성 에너지 사료를 공급하여야 된다고 언급된 바 있다. 이는 향후, 사료의 조성 성분과, 산차수, 유성분에 대한 데이터 수집 및 분석이 필요할 것으로 판단된다.

유단백의 경우 2019년부터 최근까지 각각 3.29, 3.20, 3.35, 3.30% 수준으로 나타나 유지방과 유사한 경향을 보였다. 유단백 또한 유지방과 마찬가지로 산유량 증가 시 값이 감소되고 반대의 경우 상승하는 경향이 있는데, 앞서 언급한 바와 같이 두당 일평균 착유량 산정 패턴과 해당 경향이 일치하는 것으로 나타났다. 유단백의 조성비 변화에도 사료가 밀접한 관련이 있는데, 문헌에 따르면 탄수화물 에너지의 영향이 커 섭취 에너지가 부족할 때 유단백이 낮아지는 경향을 보이거나, 섭취 에너지가 높을 경우 유단백이 상승하는 경향을 보인다고 보고된 바 있다. 일부 농가에서 유단백율이 낮아짐에 따라 사료 단백질이 부족하다고 판단하여 사료 단백질을 과잉 공급하는 경우 반대급부로 탄수화물 에너지 부족이 심화되어 아미노산이 에너지로 전환됨에 따라 유단백이 오히려 떨어지는 현상이 발현될 수 있다고 언급되었다. 유단백 또한, 유지방과 함께 향후 사료의 조성 성분 데이터, 산차수, 유량과의 복합적인 분석이 필요할 것으로 판단된다.

체세포수의 경우 2019년부터 237천, 304.5천, 197천, 141.1천개로 2020년 다소 증가 추세를 보였다가 점차 감소하는 형태를 보이는 것으로 나타났다.

표 35 G 목장 유성분 분석 결과

연월	유지방 (%)	유단백 (%)	체세포 (천)	연월	유지방 (%)	유단백 (%)	체세포 (천)
2018. 1	4.18	3.29	189	2020. 1	4.21	3.47	342
2018. 2	4.36	3.4	230	2020. 2	4.17	3.36	315
2018. 3	3.97	3.27	163	2020. 3	-	-	-
2018. 4	4.01	3.28	195	2020. 4	4.24	3.35	213
2018. 5	4.02	3.26	322	2020. 5	4.26	3.4	176
2018. 6	4	3.33	188	2020. 6	4.17	3.36	109
2018. 7	3.72	3.1	244	2020. 7	4.31	3.38	195
2018. 8	3.54	3.2	160	2020. 8	3.79	3.16	183
2018. 9	3.82	3.3	327	2020. 9	3.82	3.23	151
2018. 10	3.95	3.25	338	2020. 10	4.18	3.31	163
2018. 11	4.27	3.39	160	2020. 11	4.37	3.45	169
2018. 12	4.03	3.36	328	2020. 12	4.29	3.38	151
2019. 1	4.1	3.25	568	2021. 1	4.37	3.34	172
2019. 2	4.06	3.24	517	2021. 2	4.19	3.38	175
2019. 3	3.81	3.2	336	2021. 3	4.18	3.35	-
2019. 4	3.64	3.16	355	2021. 4	4.1	3.33	100
2019. 5	3.75	3.17	190	2021. 5	4.11	3.34	96
2019. 6	4.01	3.2	308	2021. 6	4.04	3.27	99
2019. 7	4.02	3.07	247	2021. 7	4.06	3.19	126
2019. 8	3.9	3	222	2021. 8	4.04	3.27	253
2019. 9	3.87	3.14	254	2021. 9	3.88	3.22	108
2019. 10	3.96	3.21	236				
2019. 11	4.19	3.35	190				
2019. 12	4.16	3.37	231				

(8) G 목장 공태일수 변화 분석 결과

G목장의 공태일수는 표 36에 도시된 바와 같이 2018년 156.2일, 2019년 154.8일, 2020년 155.7일, 2021년 145.1로 당해연도에 전년도 대비 약 6.78% 감소한 효과를 보였다.

표 36 G 목장 공태일수 추이 현황

	2018	2019	2020	2021
공태일수	156.2	154.8	155.7	145.1
전년도 대비 증감 (%)		-0.85	0.54	-6.78

(9) G목장과 O목장의 공태일수 변화에 대한 비교분석결과

고도화 및 실증 각 대상 농가의 공태일수 변화를 분석한 결과는 앞절에 설명한 바와 같은 각 농가의 공태일수감소 등의 생산성적향상을 확인할 수 있었으나 두 개농가의 향상비율에서는 차이를 보였다. 공태일수를 줄이는데 필요한 생체정보 수집을 위한 ICT장치의 도입 및 활용시기가 1년5개월여의 차이가 있다는 것, 젖소의 임신일수가 평균280일임을 감안할 때 사육두수에 따른 공태일수 평균 산출의 편차 등을 감안해 볼 수 있다. 그 외에도 공태일수를 줄이는데 영향을 준 요인과 농가간의 차이를 발생시키는 항목들을 파악함으로써 고도화 및 실증을 통한 생산성적 향상 데이터의 변화를 비교확인하였다.

공태일수의 변화를 계산하는 분만간격은 한국유우군 검정성적을 참조한 결과, 농가의 유우의 산차에 따라, 해당 농가의 축군 규모에 따라, 그리고 분만순호계절로 인한 직전산차의 분만월별에 따라 그림 71 (젖소개량사업소2018,2019자료참조)의 그래프와 같이 달라질 수 있다. 따라서 공태일수의 성적비교는 이러한 요소를 고려한 종합적 판단이 요구된다.

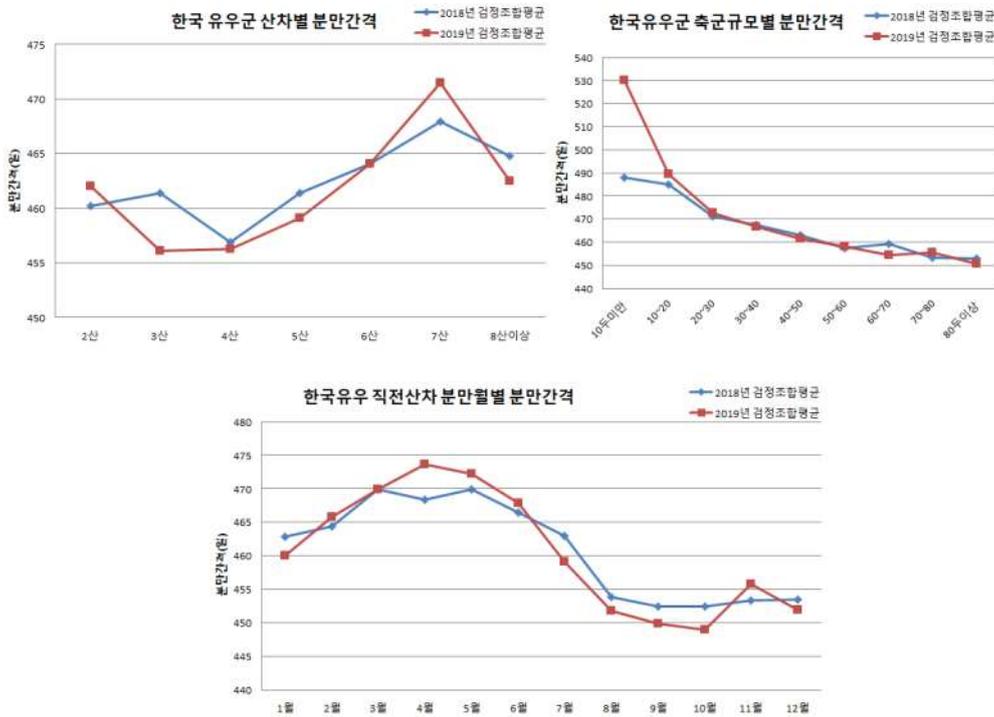


그림 71 산차별, 축군규모별, 직전산차 분만월별 분만간격의 영향

표 37 산차별, 축군규모별, 직전산차 분만월별 분만간격의 영향

산차별 분만간격	2산	3산	4산	5산	6산	7산	8산이상
2018년 검정조합평균	460.2	461.4	456.9	461.4	464.1	467.9	464.8
2019년 검정조합평균	462	456.1	456.3	459.1	464.1	471.5	462.5

축군규모별 분만간격	10두미만	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80	80두이상
2018년 검정조합평균	488	485.1	471.1	467.5	462.9	457.3	459.3	453.2	452.8
2019년 검정조합평균	530.2	489.4	472.8	466.7	461.4	458.3	454.3	455.6	450.8

직전산차분만월별분만간격	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
2018년 검정조합평균	462.8	464.4	469.9	468.4	469.9	466.4	463	453.8	452.5	452.4	453.4	453.5
2019년 검정조합평균	460	465.8	469.9	473.6	472.2	467.9	459.1	451.8	449.9	449	455.8	451.9

한국유우군 능력검정사업보고서(젓소개량사업소,2018,2019)자료를 기준으로 검정조합별 및 년별 분만 간격에 대한 조사자료를 기준으로 본 과제 실증농가의 분만간격과 실증농가가 속한 검정조합의 분만간격을 함께 비교하기 위하여 표38과 그림72의 그래프로 정리하였다.

표 38 한국유우군 능력검정사업보고서와 본 과제 참여농가의 분만간격 비교표 및 그래프

	2016	2017	2018	2019	2020	2021
검정조합평균	454.4	458.8	460.4	459.5	462.9	
경기도	457.9	462.2	462.1	462.9	465.3	
전라북도	460.7	460.1	461.3	463.5	464.5	
O목장	479.1	499.9	482.8	524.2	557.5	512.9
G목장	-	-	379.4	430.3	432.1	425.2
동진강낙협		463	462.9	465.3		
평택축협		463.2	457.6	462.9		

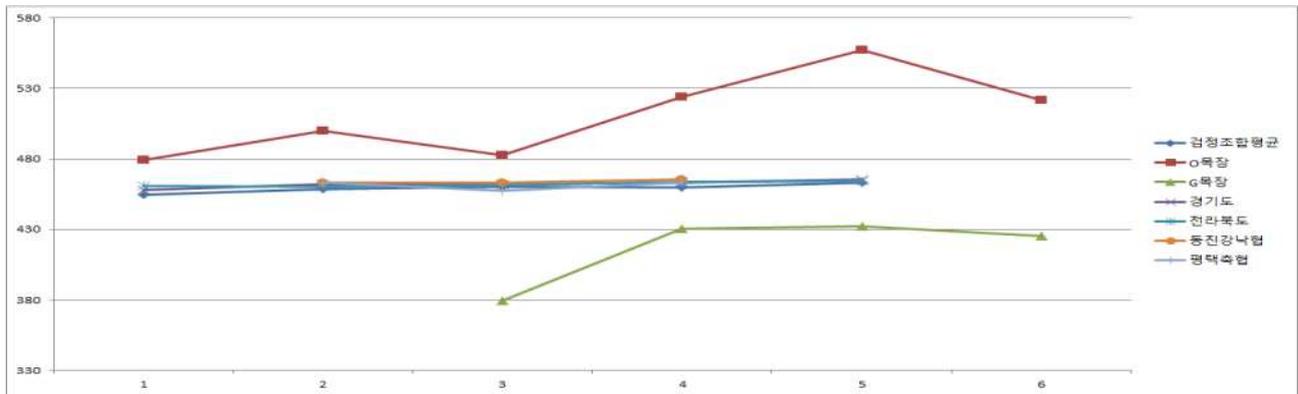


그림72 고도화 실증농가와 한국유우군 검정조합평균 분만간격의 비교 그래프

그림72의 그래프에서 보이는 바와 같이 실증농가 O목장은 2019년 선행과제를 통해 ICT장치를 도입하기 전까지는 분만간격이 검정조합평균 및 지역검정조합 성적 평균에 못 미치는 공태일수 성적을 가지고 있었다. 2018년에는 검정조합평균과는 22.4일, 지역조합과는 25.2일의 격차를 보여주었다. 2019년 6월을 시작으로 선행과제를 통해 발정 탐지를 알려주는 생체정보수집 센서가 설치된 이후 발정탐지 정보는 O목장의 수태율을 높이게 되면서 2020년 분만간격은 과제가 종료되는 2021년 분만간격과 비교하여 44.6일이 줄어든 효과를 확인할 수 있었다.

공태일수 평균성과 비교했을 때 O목장은 실증이전에 경기도 검정조합평균대비 58.3일 더 걸리는 수치에서 출발한 반면 G목장은 전라북도 검정조합평균 공태일수 평균성적 대비 29.4일이 덜 걸리는 수준이었기 때문에 실증이후의 공태일수 감소 효과에서 정량적 차이가 발생하였음을 알수 있다. 그래프에서 보이는 바와 같이 2020년에서 2021년 과제종료시점까지의 공태일수 변화에서는 O목장은 32,1일(240.9일->208.8일), G목장은 8.8일(155.6일->146.8일)이 감소되는 효과를 보임으로써 2020년 대비 각각 8.6%, 9.43% 기울기의 개선효과를 보였다.

본 고도화과제에 2020년 처음 참여한 G목장의 경우 기존의 성적이 검정조합평균 및 지역조합평균 보다 짧은 분만간격을 가지고 운영되고 있었으며 2020년 10월이후에 설치된 발정탐지 정보를 활용하여 더욱 분만간격을 줄이는 생산성적 향상 성과를 보였다.

O목장은 과제참여 전에 평균이하의 공태일수 성적을 가졌었던 농가로 실증과제 이후의 효과는 더 두드러지게 나타났으며 G목장의 경우 한국유우 평균이상의 성적에서 출발하여 본 과제참여를 통한 부가의 생산성 향상효과를 가지게 되었음을 확인할 수 있었다. ICT장치 및 센서의 설치 및 운영에 따른 효과는 임신기간이 280일 인 것을 고려하여 2022년 및 향후 추적관찰을 통해 재확인 할 수 있을것으로 기대한다.

7) 낙농 스마트팜의 데이터 활용(안) 개발

(1) 환경·사양 정보 기반 음수량 추정 모델 개발

물은 젖소의 영양소 흡수, 노폐물 배설 및 체온 유지 등과 같은 신진대사에 필수적인 매개체이다. 특히 젖소의 음수 활동은 성장, 우유 생산량, 번식과 밀접한 관련이 있으며 건강 이상유무를 파악하기 위한 중요한 지표로 활용된다. 젖소의 적절한 음수관리는 사료 섭취량 및 산유량을 증가시키고, 소화와 영양소 흡수를 촉진시킨다.

일반적인 젖소 농가에서는 각 우방에 연결되어 있는 음수조 및 전실에 설치된 유량센서(수도 미터)를 이용하여 농가 단위의 음수관리만 가능하며, 개체별 음수관리는 어려운 실정이다. 더욱이, 젖소 개체가 물장난을 하거나 음수 활동 시 음수조 주변으로의 허실 가능성 등으로 인해 정확한 물 소비량 산정은 매우 제한적이다. 음수량 실측을 위하여 개체별 별도의 측정 장치 제작이 가능하나, 경제성 등의 이유로 농가 적용에는 한계가 있다. 따라서, 젖소의 개체별 음수량을 간접적으로 추정하기 위한 다양한 연구들이 진행된 바 있다. Castle and Tomas(1975) 및 Little and Shaw(1978)은 산유량, 사료 중 건물 함량(DM; Dry matter), 건물섭취량(DMI; Dry matter intake) 등과 같은 간접 지표를 통한 음수량 추정의 가능성을 보였다. 이후, Murphy et al.(1983), Stockdale and King(1983), Holter and Urban Jr(1992), Dahlborn et al.(1998)이 사료의 성분, 주변 온도 등 각종 변수의 조합을 통해 음수량을 추정하기 위한 연구를 실시하였으나, 제약된 공간, 적은 양의 데이터 등의 문제로 정확한 검증이 요구된 바 있다. 이후, 음수량 추정 시 제한된 양의 데이터 문제를 개선하기 위해 기존 선행 연구를 이용한 메타 분석이 진행되었다(Kheili-ASrfa et al., 2012; Appuhamy et al., 2014; Appuhamy et al., 2016; Torres et al., 2019). 이 중, Appuhamy et al.(2016), Torres et al.(2019)는 단일 연구 결과 대비 높은 정확도의 음수량 추정 모델을 제시하였으며, DMI 사용 시 음수량 예측의 정확도가 높아질 수 있다고 보고하였다. DMI 및 DM 등과 같은 급이 관련 정보를 변수로 이용 시 음수량 예측의 정확도는 기대할 수 있으나 실제 젖소 농가 현장에서 해당 정보의 실시간 수집이 어려워 농가 적용에는 한계가 있는 실정이다.

본 챗터에서는 음수량 추정과 관련한 선행 연구 데이터 중 국내 젖소 농가에 설치되는 ICT 장치로부터 수집 가능한 정보만을 변수로 이용하여 음수량 추정 모델을 개발하고, 이를 선행 연구 결과와 비교하고자 하였다.

- 선행연구 데이터 세트

본 연구의 음수량 추정 모델 개발 및 평가를 위해 Torres et al.(2019)에서 제시한 선행 연구 데이터 세트를 이용하였다(<https://doi.org/10.17632/ps59xvhwp.1>). 해당 데이터 세트는 65개 선행 연구로부터 얻어진 262개의 평균 데이터로 구성되어 있으며 그 중 개발 모델에 필요한 정보를 모두 포함하고 있는 16개 선행 연구의 51개 평균 데이터를 사용하여 본 챗터 개발 모델에 대한 비교 분석을 실시하였다. 개발 모델의 비교 분석에 사용된 선행 연구 데이터 세트는 표 39와 같다.

표 39 모델 비교 분석에 사용한 선행 연구 데이터 요약

Variable	Mean±SD
Body weight(kg)	602.45±57.05
Week of lactation	17.14±9.76
Milk production(kg/d)	30.35±5.95
4 percent fat corrected milk(kg/day)	29.04±5.21
Dry matter intake(kg/d)	19.64±3.35
Water intake	89.68±21.20

- 일반 농가 데이터 세트

선행 연구 데이터에 기반하여 개발한 음수량 추정 모델을 이용하여 국내 일반 젖소 농가의 개체별 음수량을 추정하고 분석하고자 하였다. 안성시 소재 농장을 대상으로 2020년 1월 1일부터 2021년 2월 28일까지의 데이터를 이용하였다. 이때, 데이터는 유량 측정기, 유성분 분석기, 환경 센서를 통해 음수량 추정에 필요한 정보를 자동으로 획득하였다. 수집된 데이터의 수는 젖소 91두에 대한 19,593개이며, 음수량 추정 및 분석에는 ICT 장치의 이상을 고려하여 개체별 평균 산유량 대비 50% 이하 값을 이상치로 간주하여 제외한 후 총 19,547개를 사용하였다. 시기별로 봄(3~5월), 여름(6~8월), 가을(9~11월), 겨울(12~2월) 데이터 수는 각각 3,502, 3,848, 4,714, 7,483개이며 계절별 평균 기온은 표 40과 같다.

표 40 안성시 소재 일반 젖소 농가로부터 획득한 환경 정보 기반 계절별 평균 기온

Season	Daily mean ambient temperature(°C)
Spring	11.83
Summer	24.40
Autumn	13.16
Winter	0.13

- 음수량 추정 모델

음수량 추정 모델 개발에 앞서, 선행 연구로부터 도출된 모델에 대한 검토 작업을 실시하였다(표 41). 모델 검토는 기온과 같은 환경 정보의 활용 가능성, 데이터의 수집 가능 여부, 음수량 예측 정확도를 기준으로 실시하였다. 표 41에 도시된 모델 중 Murpy et al.(1983) 및 Appuhamy et al.(2016)의 모델이 계절변화가 뚜렷한 국내 기후 특성에 적합한 모델로 판단되었다. 두 모델은 각각 일 최저 기온의 평균과, 평균 기온을 변수로 포함하고 있어, 환경 정보로부터 수집한 기온 데이터 및 그 변화 양상을 반영할 수 있는 모델이다. 그러나 Appuhamy et al.(2016)의 모델의 경우 조 단백질(Crude Protein) 함량과 DM과 같이 일반 농가에서 실시간으로 획득하기 쉽지 않은 데이터를 변수로 활용하고 있어, 본 연구의 음수량 추정 모델로 적합하지 않다고 판단하였다. 반면, Murpy et al.(1983) 모델의 경우 오래된 모델임에도 불구하고 평균제곱근예측오차(RMSPE; Root Mean Square Prediction Error)가 20% 이내로 낮게 평가되고 있어, 해당 모델을 기초 모델로 선정하였다.

표 41 음수량 추정 관련 선행 연구 검토

Reference	Models for predicting water intake(kg/d)
Castle and Thomas(1975)	= -15.3 + 2.53 × Milk + 0.45 × DM%
Little and Shaw(1978)	= 12.3 + 2.15 × DMI + 0.73 × Milk
Murphy et al.(1983)	= 15.99 + 1.58 × DMI + 0.90 × Milk + 0.05 × NaI + 1.20 × mnTMP
Stockdale and King(1983)	= -9.37 + 2.30 × DMI + 0.53 × DM%
Holter and Urban(1992)	= -32.4 + 2.47 × DMI + 0.60 × Milk + 0.62 × DM% + 0.091 × JD - 0.00026 × JD ²
Dahlborn et al.(1998)	= 14.3 + 1.28 × Milk + 0.32 × DM%
Khelil-Arfa et al.(2012)	= -77.6 + 3.22 × DMI + 0.92 × Milk - 0.28 × CONC% + 0.83 × DM% + 0.037 × BW
Khelil-Arfa et al.(2012)	= -41.1 + 1.54 × Milk - 0.29 × CONC% + 0.97 × DM% + 0.039 × BW
Appuhamy et al.(2014)	= -34.6 + 2.75 × DMI + 0.84 × Milk + 2.32 × Ash% + 0.27 × DM%
Appuhamy et al.(2016)	= -91.1 + 2.93 × DMI + 0.61 × DM% + 0.062 × NaK + 2.49 × CP% + 0.76 × TMP
Torres et al.(2019)	= - 61.28 + 0.08115 × DM + 0.6527 × Ash - 0.0750 × CP + 3.9669 × DMI
<p>* Milk = milk yield(kg/d); DM% = dry matter percentage of the diet; DMI = dry matter intake(kg/d); BW = body weight(kg); ; DM = dry matter in diet(g/kg); CONC% = concentrate content of the diet(% of DM); CP% = dietary CP content(% of DM); Ash% = dietary total ash content; Ash = diet(g/kg DM); NaK = dietary sodium and potassium content(mEq/kg of DM); NaI = sodium intake(g/d); mnTMP = daily minimum ambient temperature(°C); TMP = daily mean ambient temperature(°C); JD = Julian day.</p>	

Murphy et al.(1983) 모델의 음수량 추정식은 산유량, DMI, 나트륨, 일 최저기온의 평균 값을 변수로 사용하는데, 이때 음수량 추정에 필요한 DMI는 음수량과 마찬가지로 국내 일반적인 젖소 농가에서 자동으로 정보 수집이 어려운 변수이다. 이를 보완하기 위해 NRC(2001)의 DMI 추정식을 적용하였으며 이때 추정식은 다음과 같다.

$$DMI = (0.372 \times FCM + 0.0968 \times BW^{0.75}) \times (1 - e^{(-0.192 \times (WOL + 3.67))}) \quad (1)$$

$$FCM = (0.4 + 15 \times milkFat) \times milk \quad (2)$$

여기서, FCM은 4% 유지율보정유(kg/일), BW는 체중(kg), WOL는 착유주차, milkFat는 유지지방량(kg/일), milk는 산유량(kg/일)이다.

수식(1)은 ICT 장치와 농장으로부터 수집이 가능한 정보인 유지율보정유(FCM; Fat Corrected Milk Production), 체중, 착유주수를 변수로 사용하고 있어, 앞선 Murphy et al.(1983) 모델에서 수집이 불가능한 DMI 변수를 식(1)로 치환하여 수정된 음수량 추정 모델을 개발하였다.

개발된 음수량 추정 모델은 산유량, 일 최저 기온의 평균, 유지지방, 착유주수, 체중, 나트륨 섭취량을 변수로 포함한다. 일반적인 국내 젖소 농가의 활용도를 높이기 위하여 음수량과 상관성이 적은 나트륨 섭취량은 상수로 치환하였다. 나트륨 섭취량은 DMI에 의존하나, 그 값이 미미하므로 Dado et

al.(1994)의 연구 결과와 동일하게 나트륨 섭취량은 DMI의 0.18%로 간주하여 계산하였다. 본 챕터를 통해 최종 개발된 음수량 추정 모델은 수식(3)과 같다.

$$WI = 15.99 + 1.5801 \times (0.372 \times ((0.4 + 15 \times milkFat) \times milk) + 0.0968 \times BW^{0.75}) \times (1 - e^{(-0.192 \times (WOL + 3.67))}) + 0.9 \times milk + 1.2 \times mnTMP \quad (3)$$

여기서, WI는 음수량(kg/일), milkFat은 유지지방량(kg/일), milk는 산유량(kg/일), BW는 체중(kg), WOL는 착유주차, mnTMP는 일 최저 기온의 평균(°C)이다.

- 음수량 추정 모델을 이용한 일반 농가 데이터 분석

본 챕터에서 개발한 음수량 추정 모델의 성능을 확인하기 위하여 ICT 장치가 설치되어 있는 낙농 스마트팜 농가의 데이터를 이용하여 모델을 평가하였다. 실측 음수량 데이터가 부재하여, 직접적인 음수량 비교가 불가능하여, 모델을 통해 계산된 음수량과 선행 연구의 결과를 비교 분석하였으며, 산유량과 기온 변화에 따른 음수량 차이를 분석하였다.

- 음수량 추정 모델 평가

Murpy et al.(1983) 모델의 음수량 추정식과 NRC(2001)의 DMI 추정식을 조합하여 개발한 음수량 추정 모델 평가를 위해, 16개 선행 연구의 51개 평균 데이터를 사용하였으며, 이때 일 최저 기온 평균 데이터의 누락으로 전체 데이터 중 평균 기온의 최저값을 이용하였다. 기존 Murpy et al.(1983) 모델과 개발 모델에 대한 비교 분석 결과는 표 49와 같고, 수식(4)를 이용하여 RMSPE를 계산하였다.

$$RMSPE = \frac{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (O_i - P_i)^2}}{\bar{O}} \times 100(\%) \quad (4)$$

여기서, n은 실측 음수량 데이터 수, O_i 는 실측 음수량, P_i 는 예측 음수량, \bar{O} 는 실측 음수량의 평균이다.

표 42 음수량 추정치와 예측치 사이의 회귀분석 결과(n = 51)^a

Item	Model	
	Murphy et al.(1983)	Proposed model
Observed WI ^b (Y), kg/d	89.7 ± 21.41	89.7 ± 21.41
Predicted WI(X), kg/d	88.5 ± 9.84	93 ± 8.07
Mean bias(Y-X), kg/d	1.18	-3.31
Intercept(β0)	34.058	-5.6507
Slope(β1)	0.62853	1.0251
P-value(β0 = 0 and β1 = 1)	0.0397	0.0050
RMSPE ^c (%)	23.02	22.11

^a Treatment means from data of 16 peer review papers

^b WI : Water intake

^c RMSPE : Root mean square prediction error

본 연구의 개발 모델과 Murphy et al.(1983) 모델을 통한 음수량은 각각 평균 93.0 ± 8.07 , 88.5 ± 9.84 kg/일로 약 4.5 kg/일의 차이로 유사하게 추정되었다. 실측 음수량은 89.7 ± 21.41 kg/일로 개발 모델과는 약 3.3 kg/일의 오차가 발생한 것으로 나타났다. Murphy et al.(1983) 모델은 90 kg/일을 기준으로 추정 음수량의 경향 차이가 발생하였으며, 개발 모델은 실측치 보다 음수량을 적게 추정하는 경향을 보였다(그림 73, 74).

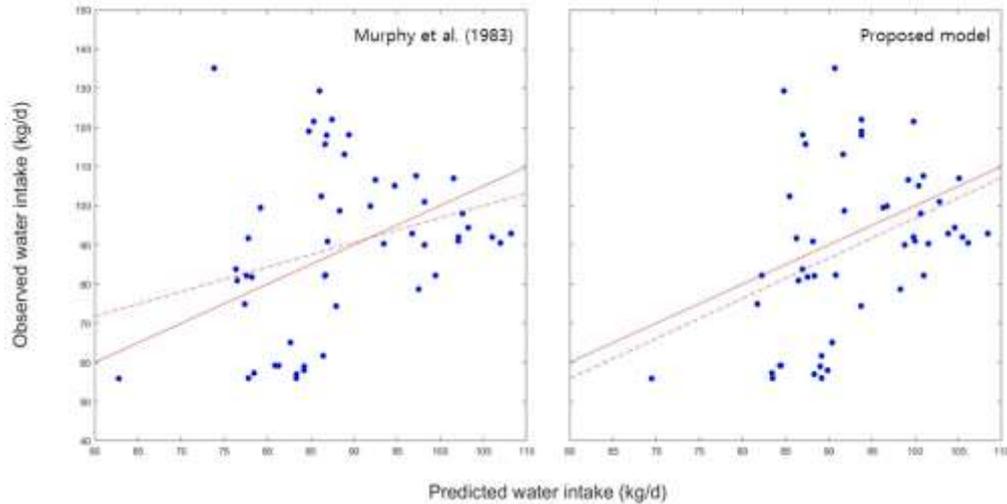


그림 73 Murphy et al.(1983) 모델과 개발모델의 음수량 추정치와 실측치 비교; 실선과 점선은 각각 $y=x$ 과 산점도의 선형회귀 추세선

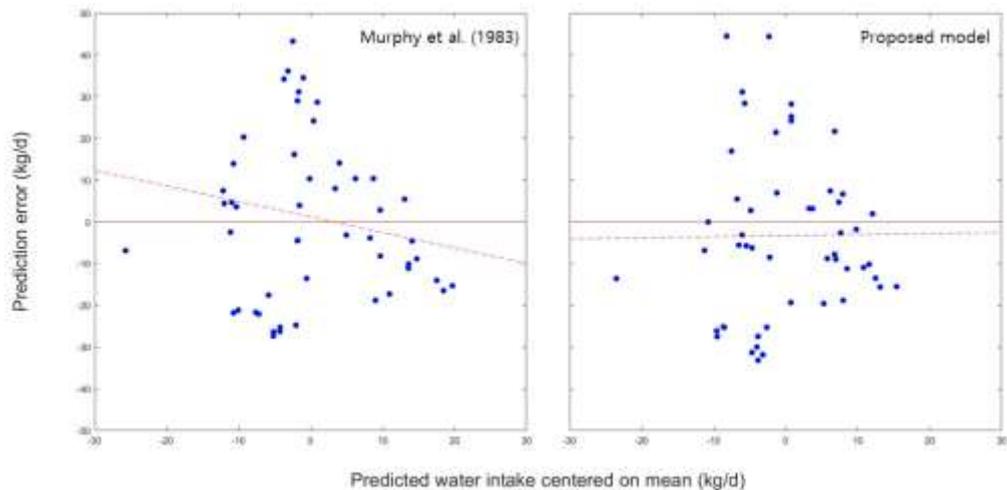


그림 74 Murphy et al.(1983) 모델과 개발모델의 예측 오차(실측치-추정치) 비교; 실선과 점선은 각각 오차가 0인 지점과 산점도의 선형회귀 추세선

개발 모델의 RMSPE는 22.11%로 Murphy et al.(1983) 모델 대비 상대적으로 낮게 나타났으며, 이를 통해 NRC(2001)의 DMI 추정식이 다양한 사육환경의 데이터에서 강한 것을 확인하였다. 실측 음수량과 개발 모델을 통해 예측된 음수량의 상관계수는 0.39로 작게 나타났으며, 이는 기온 데이터의 부족과 사육환경이 다른 데이터의 활용 때문에 발생한 결과로 판단된다. 선행 연구 데이터는 기온의 평균만을 제시하였으며, 총 데이터 257개 중 27개만이 기온의 평균을 제시하였다. 기온이 중요한 변수로 작용하는 개발모델에 개체별 일 최저 기온의 평균을 이용한다면 더 높은 상관성을 보일 것이라 판단된다. 다만, 젖소의 건강 이상징후를 조기에 탐색하거나 산유량 예측을 통한 개체 관리를 위한 기초 자료인 음수량 측정이 현실적으로 어려운 상황을 고려할 때, 해당 모델의 도입은 별도의 ICT 장치의 구성을 필요로 하지 않으며, 시계열별 데이터 누적 시, 일별 전후 데이터의 경향 분석을 통해 젖소의 건강 이상 징후를

빠르게 탐색할 수 있다는 데서 활용 가치가 있을 것으로 판단된다.

본 챕터의 음수량 추정을 위한 개발 모델의 기초가 되는 Murpy et al.(1983) 모델과 선행 연구 데이터를 활용한 비교 분석을 통해 양 모델의 유사성을 확인하였고, 이를 토대로 개발 모델의 성능을 간접적으로 입증하였다.

- 개발 모델을 이용한 음수량 추정

개발 모델을 이용하여 일반 젖소 농가의 개체 음수량을 추정하였으며, 수집된 산유량 데이터와 모델을 통해 산출한 음수량의 산포도는 그림 75과 같다. 전체 젖소 개체에 대한 산유량과 음수량의 분석 결과, 산유량 kg 당 음수량은 2.97 kg으로 나타났으며, 산유량 kg 당 약 1 kg의 음수량이 증가하는 것을 확인하였다. 산유량이 33~35 kg/일인 개체의 경우 산유량 kg 당 음수량은 약 2.56 kg으로, 이는 Murpy et al.(1983), Hoffman and Self(1972), Shultz(1984)에서 제시한 2.0~2.7 kg과 유사한 수준인 것으로 확인되었다. Castle and Thomas(1975), Little and Shaw(1978), Dahlborn(1998)은 산유량이 26 kg/일 미만인 저 생산우의 음수량의 경우 산유량 kg 당 3.3~4.2 kg로 일반우보다 높게 나타났다고 보고한 바 있다. 개발 모델을 통한 음수량 추정 결과에서도 저생산우와 일반우의 산유량 대비 음수량은 각각 3.51, 2.65 kg로 앞선 선행 연구와 유사한 결과를 보이는 것으로 나타났다.

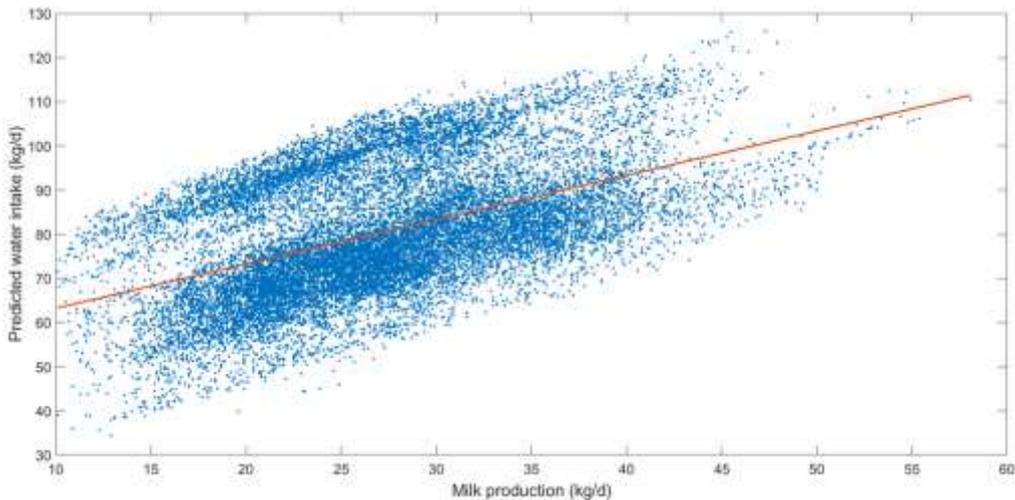


그림 75 산유량과 음수량 추정치의 비교; 실선은 산점도의 선형회귀 추세선

계절에 따른 음수량 변화를 확인하기 위해 봄, 여름, 가을, 겨울로 계절별 데이터를 구분하여 분석하였으며 농가 전체 데이터의 음수량 추정결과는 그림 76과 같다. 봄, 여름, 가을, 겨울의 평균 기온은 각각 11.83, 24.40, 13.16, 0.13℃ 이며, 평균 추정 음수량은 각각 76.22±8.22, 96.64±8.85, 85.84±11.69, 70.50±9.99 kg/일로 나타났다. 평균 기온이 높은 계절일수록 음수량이 증가하는 경향을 보였으며, 기온 차가 가장 큰 여름과 겨울의 음수량 차이는 26.14 kg/일로 나타났다. 기온에 따른 음수량 추정 결과는 그림 77에 도시된 바와 같다. Holter and Urban Jr(1992), Richards(1985), Andersson(1987), Moran(2005)의 선행 연구들에서 제시된 바와 같이 평균 기온이 높을수록 음수량은 증가하는 경향을 보였다. 8~19 °C 구간에서의 음수량의 증가량은 약 1.11 kg/일℃ 로, Murpy et al.(1984)에서 보고한 1.2 kg/일℃과 유사한 형태를 보이는 것으로 나타났다. 본 챕터를 통해 제시한 개발 모델의 음수량 추정 값이 선행 연구들의 결과의 경향성을 따르며, 이는 일반적으로 국내 낙농 스마트팜에 설치되는 환경 계측 센서, 유량 측정 장치 등과 같은 ICT 장치 정보를 이용하여, 음수량을 추정하여 개체 관리를 실현할 수 있는 가능성을 시사한다고 볼 수 있다.

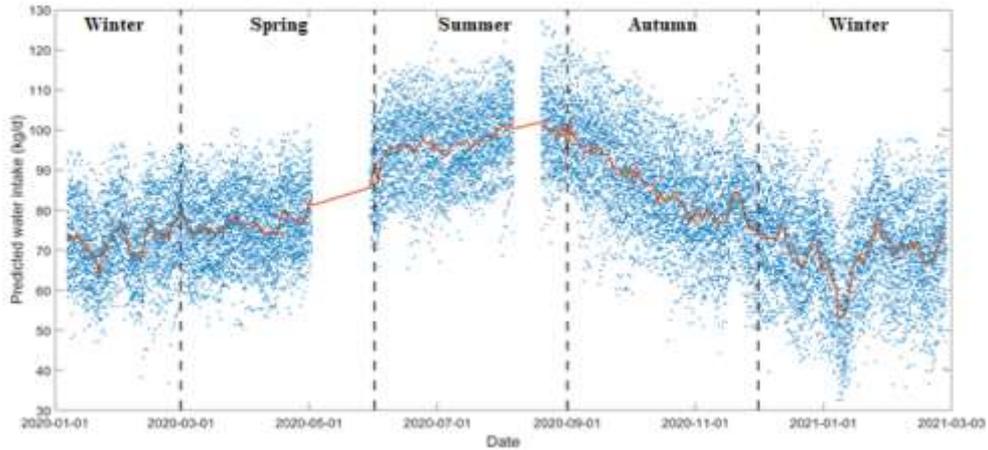


그림 76 계절에 따른 음수량 추정치

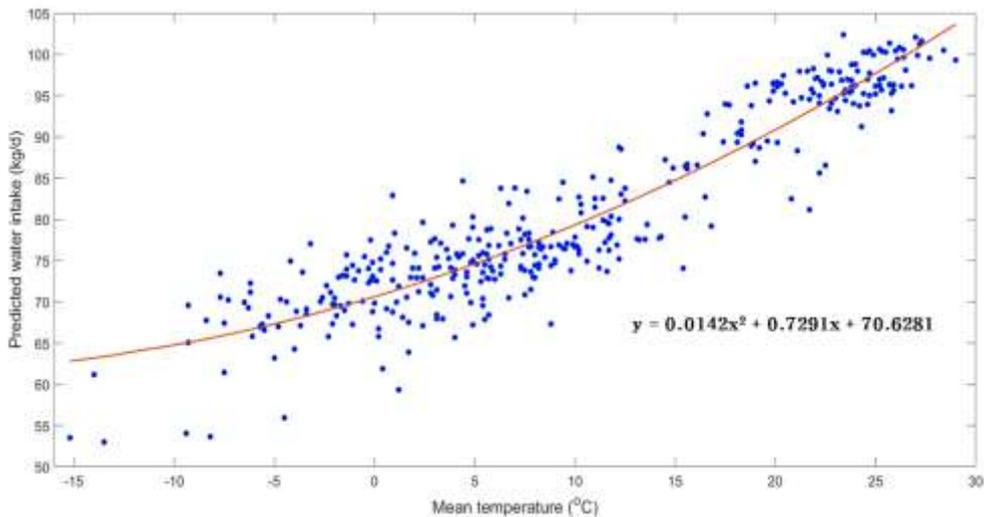


그림 77 평균 기온에 따른 음수량 추정치; 실선은 산점도의 2차 회귀 추세선

추가로 모델 활용도를 높이기 위해 일반 젖소 농가에서 측정이 어려운 개체별 체중을 상수로 고정하여 음수 추정량을 비교 분석하였다. 앞선 농가 데이터의 체중을 평균 체중인 700 kg으로 치환하여 음수량을 추정한 결과 개체별 체중과 평균 체중 각각 80.39 ± 14.65 , 80.37 ± 47.08 kg/일로 큰 차이가 없이 나타났다. 따라서 농가에서 비교적 수집이 어려운 체중 정보도 상수화하여 음수량 추정모델을 개량하는 것이 가능할 것으로 판단된다.

(2) 생체정보 수집 데이터를 이용한 음수량 추정 모델 개발

웨어러블 시장이 활성화되면서, 스마트워치와 같은 장치 보급의 대중화가 가속화되고 있다. 이에 따라 활동량, 심박수 등과 같은 건강 지표에 대한 모니터링과 알람이 가능해졌는데, 젖소, 한우와 같은 대가축 또한 이에 해당하는 웨어러블 장치가 최근 급속도로 보급이 실시되고 있다. 생체정보 수집장치는 착용 위치 및 방법에 따라 목걸이형, 이표형, 노즈밴드형, 발목부착형, 꼬리부착형, 위내삽입형 등으로 구분되며 국내의 경우, 초창기 발목부착형, 꼬리부착형이 주로 공급되었으나 최근에는 목걸이형과 위내삽입형이 시장을 점유하고 있는 실정이다. 노즈밴드형의 경우, 주로 방목 사육을 병행하는 북미나 유럽에서 주로 이용하고 있는 형태이다. 생체정보 수집장치는, 기본적으로 가축의 체온과 센서에 내장된 자이로스코프 등을 이용하여 활동량 정보를 취득할 수 있다. 위내 센서형의 경우 모델에 따라 위내 pH 정보를 추가로 모니터링할 수 있다. 이러한 가축의 생체정보 데이터는 가축의 건강 이상, 발정이나 분

만 징후를 예측하고 조기 알람을 제공하기 위해 활용되고 있다. 이 중 체온의 경우, 시계열별 데이터 추이를 통해 건강 이상이나 발정, 분만 징후를 파악하는데 직접적인 지표로 활용되고 있는데, 예를 들어 가축 발정 시 체온이 약 0.2~5.0℃ 상승하거나 분만 1일전 약 1℃ 가량 체온이 떨어지는 현상을 이용하여 농장주에게 상황에 따른 알람을 제공하고 있다.

젖소에 적용되는 생체정보 수집장치 중 위내삽입형 센서로부터 취득한 체온 정보의 경우, 앞서 언급한 발정이나 분만 징후 혹은 건강 이상 시 시계열별 관측 시 특이 경향을 보이는 것 이외에도, 음수 활동 시 체온이 일시적으로 떨어졌다가 회복하는 현상을 확인할 수 있다. 본 챕터에서는 위내삽입형 센서 적용 시, 음수활동에 따른 체온 정보의 변동 특성을 이용하여 음수량을 간접적으로 추정하는 방법에 대하여 고안하고자 하였다.

- 음수량 지수 정의

위내 삽입형 생체정보 수집장치로부터 획득한 젖소 개체별 체온 데이터를 이용하여, 시계열별 체온 변화 추이를 도시하고, 음수 활동에 따른 체온 감소-회복 경향을 통해 음수량을 추정하고자 하였다. 기본적으로 음수 활동에 따른 체온 감소-회복이 발생하는 구간에 형성되는 변곡점을 자동으로 추출하고, 이때 체온 데이터 값의 감소에 따른 적분 값(면적)을 가상의 음수량 지수로 정의하여 본 모델을 개발하고자 하였다. 그림 78에 도시된 바와 같이, 음수량 지수는 위내삽입형 생체정보 수집장치로부터 획득한 체온 변화 그래프에서 떨어지는 온도 폭과 체온의 회복 시간을 동시에 고려한 면적으로 정의하였으며 해당 면적의 계산은 수식(5)를 통해 계산된다. 이때, 면적의 계산은 이후 기술될 평체온이라고 정의되는 특정 임계값 이하를 기준으로 산정된다.

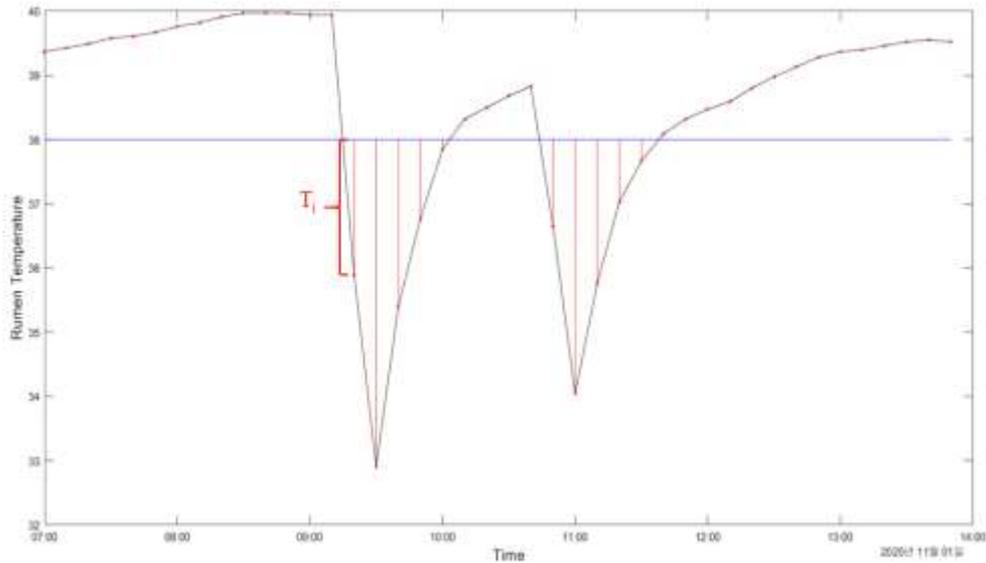


그림 78 위내삽입형 생체정보 수집장치 체온 데이터를 이용한 음수 단면적 산정 예시

$$\text{음수면적} = \sum_{i=1}^n (T_{thr} - T_i) \quad (5)$$

여기서, n은 임계값보다 온도가 낮은 측정치 수, T_{thr}은 임계값의 온도, T_i는 임계값 이하의 반추위 온도이다.

현재 낙농 스마트팜 실증 농가에 적용된 생체정보 수집장치의 경우 10분 간격으로 체온 및 활동량 정보가 저장 및 전송된다. 음수량 지수 산정을 위한 면적 산출 시 발생할 수 있는 오차의 절대적 크기를 줄이기 위하여 10분 간격의 체온 정보를 1분 간격으로 선형 보간을 실시하였다(그림 79).

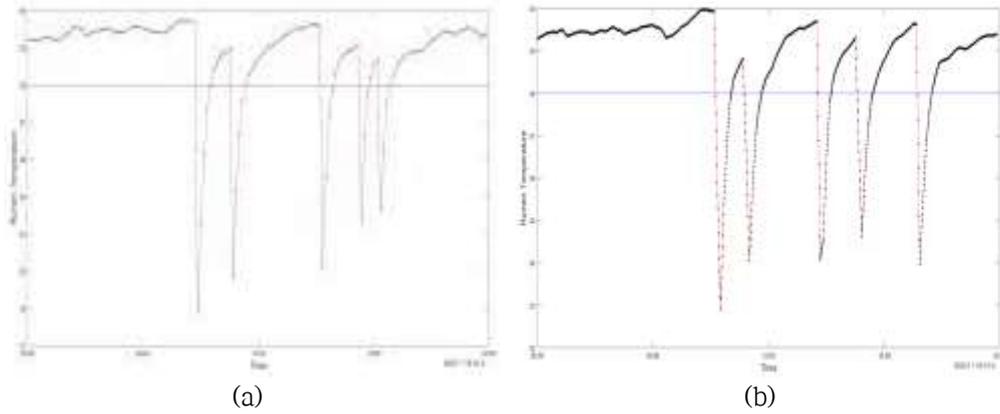


그림 79 생체정보 수집장치로부터 획득한 반추위 온도(a) 10분 단위,(b) 1분 단위 보간

앞서 언급한 바와 같이, 음수 면적은 이후 정의되는 평체온 평균 값 이하의 값을 갖는 체온 데이터로 형성되는 영역 면적의 합으로 계산되며, MATLAB(2020b, MathWorks, USA) 프로그램을 이용하여 처리하였다(그림 80).

```
function Water_area = water_area(data)
% 음수 면적 계산
Interpolation_data = retime(table2timetable(data), 'minutely', 'linear');
% 1분 단위로 선형 보간
Normal_temperature = normal_temperature(data); % 평균 평체온 계산
Threshold = Normal_temperature.mean_temp; % 임계값 설정
Drinking_temp = find(data.rumen_temp <= Threshold); % 임계값 이하의 온도 탐지
temp_drinking = data.rumen_temp(Drinking_temp);
Water_area = threshold*height(temp_drinking) - sum(temp_drinking); % 음수 면적 계산
end
```

그림 80 음수면적 계산 코드

- 평체온 산출

평체온은 음수량 지수, 즉 음수 면적을 계산하기 위한 임계값으로 사용되며, 음수로 추정되는 행위(event)가 나타나기 전까지 30분(3 points) 간격으로 이동 평균한 값으로 정의하였다. 음수 행위 발생 시, 발생 시점에서의 체온 값을 기준으로 약 0.05°C 감소하며, 음수가 회복되는 구간에서의 체온 값과 교차되는 지점을 탐색한 후, 다시 이동 평균을 실시하여 평체온 값을 계산하였다(그림 81)

```
function Normal_temperature = Normal_temperature(data)
% 평체온 계산

Window_normal_temp = [];
Total_normal_temp = [];

for i = 3:height(data)
    normal_temp = round(movmean(data.GASTRO_TP(i-2:i), [2 0], 'Endpoints', 'discard'), 2); % 20분(3point) 이동평균 계산
    if isempty(Window_normal_temp)
        if data.GASTRO_TP(i) - data.GASTRO_TP(i-1) <= -0.2 % 0.2를 임계값으로 음수로 추정되는 행위 탐지
            if isempty(Total_normal_temp)
```

```

        Window_normal_temp_i = normal_temp;
        Window_normal_temp = [Window_normal_temp; Window_normal_temp_i];
        normal_temp = Window_normal_temp(1);
    else
        Window_normal_temp_i = Total_normal_temp(end);
        Window_normal_temp = [Window_normal_temp; Window_normal_temp_i];
        normal_temp = Window_normal_temp(1);
    end
end
end
elseif height(Window_normal_temp) == 1 % 음수 발생
    Window_normal_temp_i = Window_normal_temp(end) - 0.05;
    % 음수 발생 시, 발생 시점의 체온 값을 기준으로 -0.05 감소
    Window_normal_temp = [Window_normal_temp; Window_normal_temp_i];
    normal_temp = Window_normal_temp(end);
else % 교차점 확인
    if Is_cross_point(data.GASTRO_TP(i-1), data.GASTRO_TP(i), Window_normal_temp(end-1),
Window_normal_temp(end))
        normal_temp = round(mean([Total_normal_temp(end-1), Total_normal_temp(end), data.GASTRO_TP(i)], 2));
        Window_normal_temp = [];
    else
        Window_normal_temp_i = Window_normal_temp(end) - 0.05;
        Window_normal_temp = [Window_normal_temp; Window_normal_temp_i];
        normal_temp = Window_normal_temp(end);
    end
end
end
Total_normal_temp = [Total_normal_temp; normal_temp];
end

field1 = 'date';
field2 = 'No';
field3 = 'mean_temp';

fn_Data = struct(field1, data.Var6(3:end), field2, data.PA_MANAGE_NO(3:end), field3, Total_normal_temp);
final_data = struct2table(fn_Data);
save_mean_temp = [];
Date_t = [];
% 평체온의 평균 계산
for ii = 1:fix(height(final_data.date)/144)+1
    if ii == 1
        mean_temp = mean(final_data.mean_temp(3:142));
        save_mean_temp = [save_mean_temp; round(mean_temp, 2)];
        [dY dM dD] = ymd(final_data.date(1));
        Date_t = [Date_t; datetime(dY, dM, dD)];
    elseif ii == fix(height(final_data.date)/144)+1
        mean_temp = mean(final_data.mean_temp(144+(ii-2)*144:end));
        save_mean_temp = [save_mean_temp; round(mean_temp, 2)];
        [dY dM dD] = ymd(final_data.date(144+(ii-2)*144));
        Date_t = [Date_t; datetime(dY, dM, dD)];
    else
        mean_temp = mean(final_data.mean_temp(144+(ii-2)*144:287+(ii-2)*144));
        save_mean_temp = [save_mean_temp; round(mean_temp, 2)];
        [dY dM dD] = ymd(final_data.date(144+(ii-2)*144));
        Date_t = [Date_t; datetime(dY, dM, dD)];
    end
end
end
save_field1 = 'date';
save_field2 = 'No';
save_field3 = 'normal_temp';

Pre_normal_temperature = struct(field1, Date_t, field2, final_data.No(1).*ones(height(Date_t), 1), field3,
save_mean_temp);
Normal_temperature = struct2table(Pre_normal_temperature);

end
% 교차 유무 확인 1

```

```

function check = Is_divide_point(y11, y12, y21, y22)
    f1=(y21-y11);
    f2=(y22-y11) -(y12-y11);
    if f1*f2 <= 0
        check = 1;
    else
        check = 0;
    end
end
% 교차 유무 확인 2
function check = Is_cross_point(y11, y12, y21, y22)
    check_1 = Is_divide_point(y11, y12, y21, y22);
    check_2 = Is_divide_point(y11, y12, y21, y22);
    if check_1 & check_2
        check = 1;
    else
        check = 0;
    end
end

```

그림 81 평체온 산출을 위한 MATLAB 코드

24시간을 기준으로 계산된 각 평체온 값의 평균 값을 당일 음수 면적 계산의 임계값으로 사용하였다 (그림 82).

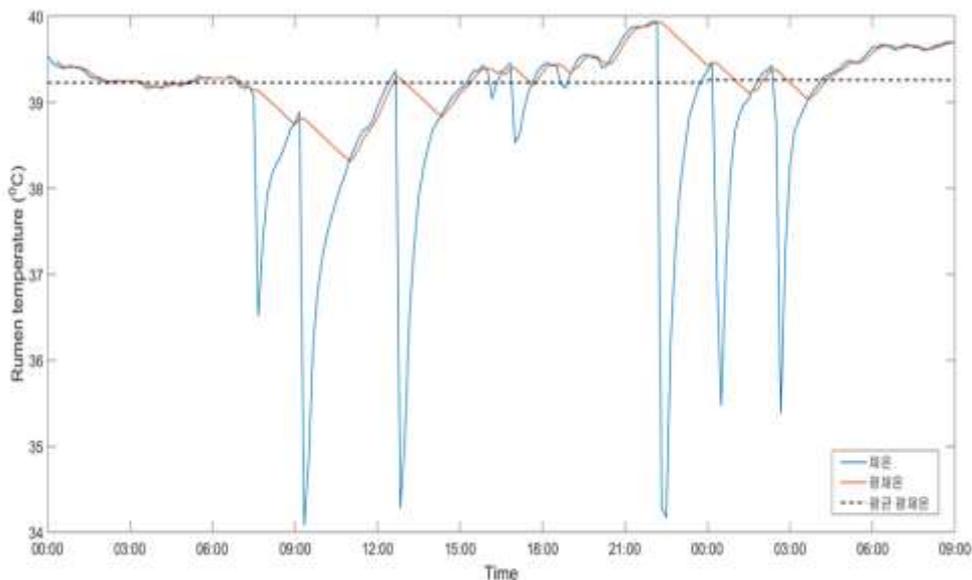


그림 82 평체온 산출 예시

- 음수량 지수를 이용한 음수량 추정 모델

앞서 개발한 Murpy et al.(1983) 모델의 음수량 추정식과 NRC(2001)의 DMI 추정식을 조합하여 개발한 음수량 추정 모델의 음수 추정량을 추종하는 모델 개발을 위해 본 챕터에서 생체정보 수집 데이터에 기반하여 산출한 음수량 지수를 변수로 설정하여 회귀 분석을 실시하였다.

그 결과, 가우스 과정 회귀 모델의 성능이 가장 우수했으나, 전체 데이터를 대상으로 결정계수(R^2)가 0.2 이하로 낮게 나타났다(그림 83). 각 개체마다 결정계수의 편차가 크게 산출되었으며, 범위 설정 등 전처리 과정에서의 추가적인 작업이 필요할 것으로 판단되었다. 결정계수 향상을 위해 향후 요구되는 예상 작업으로는, 합리적인 평체온 값의 설정(평체온 판단의 시점과 종점에 대한 과학적 근거 마련), 음수 행위가 아닌 기타 행위로 인한 체온 하락 구간에 대한 판별 근거 마련, 개체별 음수 행위로 인한 체온 변화량의 근거 탐색 및 이를 이용한 그룹별 분석 등이 필요할 것으로 판단된다.

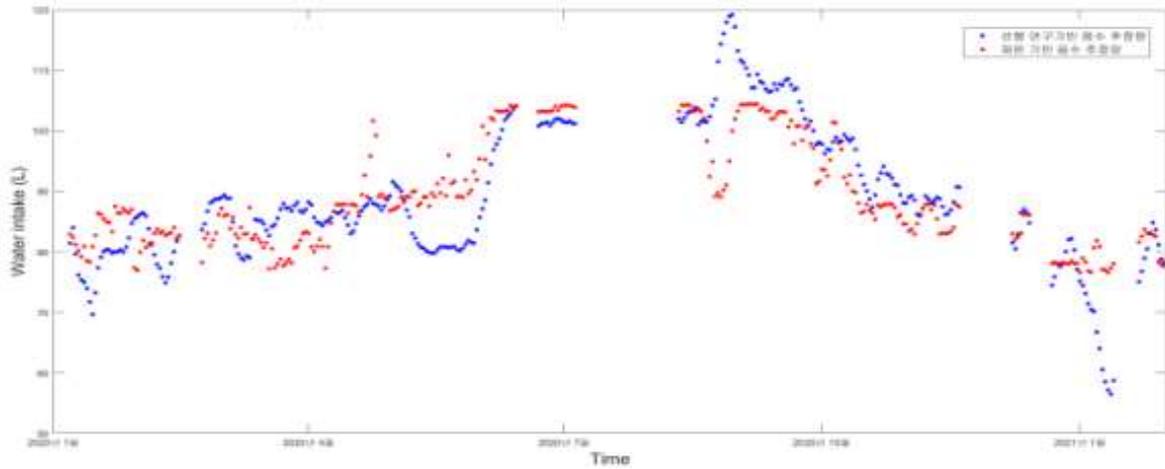


그림 83 가우스 과정 회귀(GPR) 모델 피팅

- 낙농 통합관리 프로그램의 음수량 추정 알고리즘 탑재(안)

해당 모델의 농가 활용을 위한 알고리즘 탑재(안)은 다음과 같다. 낙농 통합관리 프로그램의 ICT 장치 메뉴 중 생체정보 수집장치(위내센서) 혹은 개체 정보 클릭 시, 음수 기준선과 개체별 음수 추정량을 그래프 형태로 가시화한다(그림 84). 이때, 음수 기준선(국내 평균 기준)은 개발 모델을 이용하여 305 유량 데이터를 바탕으로 추정된 음수 추정량 값을 기반으로 설정된다. 농장주 혹은 농장 관리자는 국내 평균 305 유량을 기준으로 가시화 된 국내 젓소 개체 평균 음수량 정보를 기준으로 해당 농장의 각 개체가 음수 활동을 원활히 실시하고 있는지에 대한 유무를 판단하고 이에 대한 후속 조치를 취할 수 있을 것으로 판단된다. 이때 이상 개체 판단을 위한 범위 설정에 대한 근거 마련이 추후 요구된다.

생체정보 수집장치 데이터를 이용한 금음수 추정량 산정 모델의 경우 모델의 설명력이 다소 부족하여, 앞서 언급한 향후 연구 주제를 고려하여 신뢰성 개선을 위한 노력이 수반되어야 할 것으로 판단된다.

- 평체온 값의 설정 근거(평체온 판단을 위한 시계열 데이터의 시점과 종점 설정)
- 음수 행위가 아닌 기타 행위로 인한 체온 하락 구간에 대한 판별 근거
- 젓소 개체별 음수 행위로 인한 체온 변화량의 근거(실제 음수량 측정 장치 적용에 따른 상대비교)
- 305유량을 이용한 권장 음수량 대비 이상개체 판별을 위한 범위 값 설정 근거

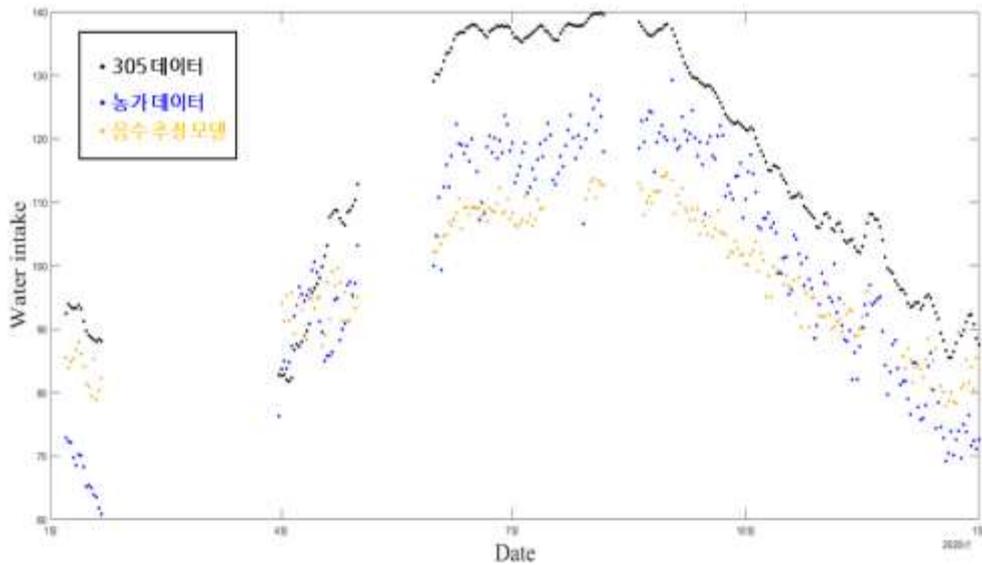


그림 84 음수 추정량 그래프 시각화(안)

```

% 데이터 불러오기
% 각 load 함수부분에서 경로지정 필요
data_farm = load_farm_data;
data_weather = load_weather;
[Parity_1,Parity_2] = load_305;

% 개체 오름차순
[B I] = sort(data_farm.no);
data_farm = data_farm(I,:);

data_farm_date =(data_farm.date);

com_d = datetime(data_farm_date,'ConvertFrom','yyyyMMdd');
temp = [];

% 7일 평균 최저기온과 농장 데이터 사이에 공통 데이터 분류
for kk = 1:height(com_d)
    same_day = find(com_d(kk) == data_weather.date);
    if isempty(same_day)
        temp = [temp; NaN];
    else
        temp = [temp; data_weather.temp_7(same_day)];
    end
end

% 농장 데이터와 기온 데이터를 결합한 데이터 세트
temp_data = struct('temp',temp);
temp_data_v = struct2table(temp_data);
Data = [data_farm temp_data_v]; % 데이터 세트
[na nb] = find(isnan(Data.temp));
Data(na,:) = [];
Data_date = Data.date;
Data_date_v = datetime(Data_date,'ConvertFrom','yyyyMMdd');
Data.date = [];
field = 'date';
struct_date = struct(field,Data_date_v);
Data_date_f = struct2table(struct_date);

```

```

Data_v = [Data_date_f Data];
Data_f = table2timetable(Data_v);

% 동일 개체 분류
data_farm_No = Data_f.no;
[ix,ia,ic] = unique(data_farm_No);

prompt = {'개체 순서 : '};
dlgtitle = '개체 순서 입력';
dateperiod = inputdlg(prompt,dlgtitle,[1 30]);
num = str2num(dateperiod{1});

if num <= height(ia)
    ii = num;
    if ii < height(ia)
        data_check_pr = Data_f(ia(ii):ia(ii+1)-1,:);
        data_check = table2array(data_check_pr(:, [2:end-2,end]));
        data_check = [data_check_pr.no,data_check];
        data_check = [Data_date(ia(ii):ia(ii+1)-1),data_check];
    else
        data_check_pr = Data_f(ia(ii):end,:);
        data_check = table2array(data_check_pr(:, [2:end-2,end]));
        data_check = [data_check_pr.no,data_check];
        data_check = [Data_date(ia(ii):end),data_check];
    end

    % 착유일수가 5일 이하인 날은 5일 데이터로 계산
    low_5 = find(data_check(:,4)<5);
    if isempty(low_5) == 0
        data_check(low_5,4)=5;
    end

    % 착유일수가 305일 이상인 날은 305일 데이터로 계산
    high_305 = find(data_check(:,4)>305);
    if isempty(high_305) == 0
        data_check(high_305,4)=305;
    end

    % 305 데이터와 농장 데이터 비교
    Water_intake_305_t = [];
    Water_intake_farm_t = [];
    FCM_t1 = [];
    FCM_t2 = [];
    Date = [];
    alarm_data = [];

    for nn = 1 : height(data_check)
        if data_check(nn,3) == 1 % 산차 확인
            data_305 = Parity_1;
        else
            data_305 = Parity_2;;
        end
        for mm = 1: height(data_305)
            if find(data_check(nn,4) == data_305(mm,1)); % 착유일수 확인

                % 데이터의 체중은 전체 평균인 700kg으로 선정
            end
        end
    end
end

```

```

        Water_intake_305 = water_intake(data_305(mm,2), 700, data_check(nn,end), data_305(mm,3),
data_305(mm,4));
        Water_intake_farm = water_intake(data_check(nn,5), 700, data_check(nn,end),
data_check(nn,7), data_check(nn,10));
        data_check(nn,5)
        Water_intake_305_t = [Water_intake_305_t; Water_intake_305];
        Water_intake_farm_t = [Water_intake_farm_t; Water_intake_farm];
        Date = [Date; datetime(data_check(nn,1), 'ConvertFrom', 'yyyyMMdd')];
        if Water_intake_farm <= Water_intake_305*0.5 % 이상개채 알람
            alarm_data = [alarm_data; [data_check(nn,1), Water_intake_farm]];
        end
        break
    end
end
end

figure('color','white'),
plot(Date,Water_intake_305_t,'.k');
hold on
plot(Date,Water_intake_farm_t,'.b');
if isempty(alarm_data) ==0
    hold on
    plot(datetime(alarm_data(:,1), 'ConvertFrom', 'yyyyMMdd'), alarm_data(:,2), '*')
end
title_n = strcat(num2str(data_check(1,2)), '번 개채');
title(title_n)
ylabel('Water intake')
xlabel('Date')
legend('305 데이터', '농가 데이터')
else
    msgbox('크기를 초과하였습니다. ');
end

function data_farm = load_farm_data()
% *농장 데이터 불러오기
% *원본 농장 데이터에서 누락된 값과 0으로 잘못 입력된 데이터 제거
% *착유주수 / FCM / DMI를 계산하여 테이블에 추가한 데이터
% -착유주수 = fix(착유일수/7) + 1
% -FCM = 0.4*산유량 + 15*유지방
% -DMI = (-0.293+0.73*FCM+(0.0968*체중^0.75))*(1-exp(-0.192*(착유주수+3.67)));
% *데이터를 추가하지 않은 원본 데이터를 넣어도 가능하나
% 위 흡수 추정 식에서 입력값의 열을 변경해주어야 합니다.
data_farm = readtable('C:\Users\bime\Desktop\흡수량파일\송영신_Data.xlsx');
end

function [Parity_1,Parity_2] = load_305()
% *305 데이터 불러오기
% *305 데이터 경로 지정
parity_1 = readtable('C:\Users\bime\Desktop\흡수량파일\305데이터\1산차.xlsx'); % 1 산차 데이터
parity_2 = readtable('C:\Users\bime\Desktop\흡수량파일\305데이터\2산차.xlsx'); % 2 산차 이상 데이터
Parity_1 = Milk_preprocessing(parity_1);
Parity_2 = Milk_preprocessing(parity_2);
end

function data_t = Milk_preprocessing(data)
% *305데이터 전처리

```

```

date_d = data.x_____ ; % 착유일수
milk = data.x__kg ;      % 유량 (kg)
milk_fat_p = data.x_____ ; % 유지율 (%)

% 1일 간격으로 선형 보간
milking_1d = 5:1:305;
milk_1d = interp1(date_d,milk,milking_1d);
milk_fat_p_1d = interp1(date_d,milk_fat_p,milking_1d);
weekly_m = fix(milking_1d./7)+1; % 착유주수로 변경
data_i = [milking_1d', weekly_m'];
data_m = [milk_1d', milk_fat_p_1d'];
data_t = [data_i, data_m];
end

function data_weather = load_weather ()
% *농장 외부 기온 불러오기
% *일 최저기온 계산
% *7일 평균 최저기온 데이터 사용
% *데이터가 7일 연속으로 수집되지 않을 경우
% 수집이 누락된 시점부터 다시 7일 평균을 구함
% *date, 7일 평균 최저기온으로 테이블 구성

dir_T = dir('C:\Users\bime\Desktop\음수량파일\기온데이터');
file_group = dir_T(3:end);
data_weather = [];

for et = 1:height(file_group)
    fname_temp = strcat(file_group(et).folder, '\', file_group(et).name);
    ex_temp_p = readtable(fname_temp);
    data_weather = [data_weather; ex_temp_p];
end
end

function Water_intake = water_intake(weekly_m, BW, temp, milk, milk_fat_p)

% *추정식에 의한 음수량 계산
% *입력값 : 착유주차, 체중 (kg), 7일 평균 최저기온 (섭씨), 산유량 (kg), 유지율 (%)
% FCM = 0.4.*milk + 15.*milk.*(milk_fat_p./100);
FCM = 1.931.*milk + 15.*milk.*(milk_fat_p./100);
DMI = (0.372.*FCM + (0.0968.*BW.^0.75)).*(1 - exp(-0.192.*(weekly_m + 3.67)));
sodium = 0.0018.*DMI;
% Water_intake = 15.99 + 1.58.*DMI + 0.9.*milk + 0.05.*sodium + 1.2.*temp;
Water_intake = 15.99 + 1.58.*DMI + 0.05.*sodium + 1.2.*temp;

end

```

그림 85 생체정보 수집장치를 이용한 음수량 추정 및 낙농 통합관리 프로그램 활용(안)

(3) 가축 고온스트레스, 활동량, 음수 추정량, 산유량의 상관 분석

앞서, Murpy et al.(1983), NRC(2001)의 수식 조합을 통해 도출한 음수량 추정 모델을 이용하여 가축의 고온스트레스, 활동량, 산유량간의 상관 분석을 실시하였다.

- 가축 고온스트레스(THI) 계산

외부 환경 온도에 따른 고온 스트레스 발생 정도를 지수화 하기 위하여 다음 수식을 이용하여 고온 스트레스 지수 값을 계산하였다(젓소사양표준 2018).

$$THI = (0.8 \times temp.) + [R.H \times (temp. - 14.4)] + 46.4(6)$$

해당 분석을 위하여 2020년 1월 1일부터 2020년 12월 31일까지(365일) 농가에 설치된 기상대로부터 1분 간격으로 수집되는 기온(°C)과 상대습도(%) 데이터를 이용하였다.

THI-0	72미만	열 스트레스 없음
THI-1	72-77	열 스트레스 경미
THI-2	78-88	열 스트레스 심함
THI-3	89-97	열 스트레스 매우 심함
THI-4	98 이상	열 스트레스 폐사 초래

그림 86 THI 지수에 따른 고온 스트레스 판단 기준

DATE	TEMP	RH	THI	ROUND(THI)
2020-08-01 0:01	24.1	97.8	79.1666	79
2020-08-01 0:02	24.1	97.8	75.1666	75
2020-08-01 0:03	24.1	97.8	79.1666	79
2020-08-01 0:04	24.1	97.8	75.1666	75
2020-08-01 0:05	24.2	97.8	79.8444	79
2020-08-01 0:06	24.2	97.8	75.8444	75
2020-08-01 0:07	24.2	97.6	79.5222	79
2020-08-01 0:08	24.2	97.6	75.5222	76
2020-08-01 0:09	24.2	97.5	75.315	75
2020-08-01 0:10	24.2	97.5	79.315	75
2020-08-01 0:11	24.5	97.6	75.5024	76
2020-08-01 0:12	24.3	97.6	79.5024	76
2020-08-01 0:13	24.2	97.6	75.5248	75
2020-08-01 0:14	24.2	97.7	79.8880	79
2020-08-01 0:15	24.2	97.7	75.3346	75
2020-08-01 0:16	24.2	97.7	79.8886	79
2020-08-01 0:17	24.2	97.7	75.3346	75
2020-08-01 0:18	24.2	97.8	79.8884	79
2020-08-01 0:19	24.1	97.6	75.1666	75
2020-08-01 0:20	24.1	97.8	79.1666	79
2020-08-01 0:21	24.1	97.9	75.1666	75
2020-08-01 0:22	24.1	97.9	79.1768	79
2020-08-01 0:23	24.2	97.9	75.3542	75
2020-08-01 0:24	24.2	97.9	79.8842	79
2020-08-01 0:25	24.2	97.9	75.3542	75
2020-08-01 0:26	24.3	97.9	79.8321	79
2020-08-01 0:27	24.3	97.9	75.5222	76
2020-08-01 0:28	24.3	97.8	79.8222	79
2020-08-01 0:29	24.4	97.6	75.7	76
2020-08-01 0:30	24.4	97.7	79.68	79
2020-08-01 0:31	24.4	97.7	75.69	76
2020-08-01 0:32	24.4	97.6	79.68	79
2020-08-01 0:33	24.4	97.5	75.67	76
2020-08-01 0:34	24.3	97.5	79.4823	79
2020-08-01 0:35	24.4	97.5	75.67	76
2020-08-01 0:36	24.4	97.5	79.67	79
2020-08-01 0:37	24.4	97.6	75.68	76

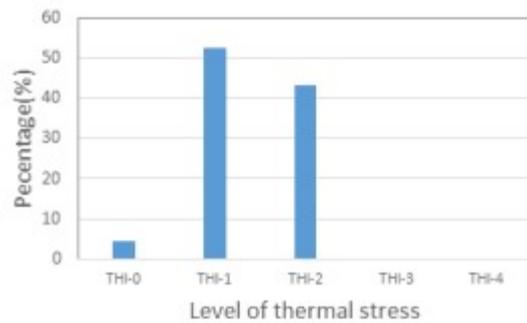


그림 88 농장 내 THI 분포 현황 예시(8월)

그림 87 온습도 자료를 이용한 THI 지수 산출

- 활동량, 음수추정량, 산유량 데이터 취득

활동량은 위내 삽입형 생체정보 수집장치(Smaxtec Animal Care GmbH, Wastiangasse 4, A-8010 Graz, Austria)를 통해 수집하였다. 해당 장치는 가축의 체온, 건강 이상 유무에 대한 지속적인 모니터링이 가능하며, 반추위에 삽입되는 장치로부터 송신된 데이터를 수신하는 단말기와, 농장 관리 PC 및 스마트폰에 설치된 소프트웨어 등으로 시스템이 구성된다. 사전에 젓소의 구강을 통해 삽입되어 반추위 내 위치하고 있는 센서로부터 24시간 동안의 활동량 및 위내 체온 정보가 5분 간격으로 수집되며, 해당 raw 데이터를 이용하여 일 단위(day) 데이터로 변환하였다.

음수 추정량의 경우, 앞서 기술한 Murpy et al.(1983) 및 NRC(2001)의 DMI 추정식을 토대로 산출한 음수 추정량 모델로부터 계산하였으며 앞선 활동량 데이터와 마찬가지로 일 단위 데이터로 변환하였다.

해당 분석을 위해 데이터를 수집한 젓소 농가의 경우 로봇 착유기(Astronaut, Lely Ltd., Letherland)가 설치되어 있어, 착유시 수집된 유량 정보를 이용하여 일 단위 데이터로 변환하여 분석을 수행하였다.

- 고온스트레스, 활동량, 음수추정량, 산유량 상관 분석

본 분석은 가축의 고온 스트레스를 판별하는 THI 증가에 따라 음수량 및 경쟁행동이 증가한다는 Kadzere et al.(2020)의 연구 결과에 따라, 고온 스트레스 지수(THI)에 따른 젖소의 활동량, 음수 추정량, 산유량 간의 관련성이 있을 것이라는 가설에 의거하여 실시되었다. 예비 분석을 위해 수집된 착유우 64두 개체를 대상으로 THI 지수가 가장 높게 산출되었던 8월 중 7일치의 데이터를 이용하여 상관분석을 실시하였다. 표 43에 도시된 바와 같이 분석 결과, 착유우 64두 전체에 대하여 건물 섭취량에 따른 우유 생산량은 0.789의 상관성을 보였으며, 음수 섭취량에 따른 우유 생산량, 건물 섭취량, THI 간의 상관관계가 0.5 이상의 값을 보이는 것으로 나타났다. 그러나 THI에 따른 효과의 경우 활동량 0.376, 음수 추정량 0.548, 산유량 -0.253으로 음수량을 제외한 활동량과 산유량에서 높은 상관성을 보이지 않는 것으로 나타났다. 해당 결과의 경우, 하절기 기후 특성에 따라 고온 스트레스에 대해 이미 만성이 되어버린 개체 혹은 축사 내부의 구조적 특성으로 인해 송풍팬이나 안개분무 장치 영역에 멀리 떨어져 있는 개체들로 인해 설명력이 떨어졌을 것으로 추정 가능하나, 이에 대한 과학적 근거 마련을 위해 추가 연구가 필요할 것으로 판단된다.

표 43 착유우 64두의 개체에 따른 7일간 고온스트레스와 활동량, 음수추정량 및 산유량 상관분석

total	act_7	milk_7	DMI_7	Temp_7	THI_7	Water_intake
act_7	1					
milk_7	-0.18007	1				
DMI_7	-0.15959	0.78954	1			
Temp_7	0.32795	-0.23418	-0.15356	1		
THI_7	0.37632	-0.25384	-0.17099	0.97539	1	
Water_intake	0.097886	0.606392	0.672032	0.582942	0.548187	1
44	act_7	milk_7	DMI_7	Temp_7	THI_7	Water_intake
act_7	1					
milk_7	0.079266	1				
DMI_7	0.051592	0.862567	1			
Temp_7	-0.45899	-0.27898	-0.25279	1		
THI_7	-0.3604	-0.2324	-0.22524	0.977264	1	
Water_intake	-0.43249	0.197084	0.199832	0.883065	0.880232	1
102	act_7	milk_7	DMI_7	Temp_7	THI_7	Water_intake
act_7	1					
milk_7	0.161514	1				
DMI_7	-0.51746	0.616247	1			
Temp_7	0.537515	-0.06166	-0.60767	1		
THI_7	0.57578	-0.18251	-0.73484	0.93536	1	
Water_intake	0.396879	0.700657	0.129675	0.648016	0.483606	1
108	act_7	milk_7	DMI_7	Temp_7	THI_7	Water_intake
act_7	1					
milk_7	-0.89917	1				
DMI_7	-0.62006	0.704848	1			

Temp_7	0.544418	-0.63862	-0.91966	1		
THI_7	0.576748	-0.67666	-0.92784	0.992037	1	
Water_intake	-0.22093	0.200405	-0.41288	0.621146	0.570602	1

109	act_7	milk_7	DMI_7	Temp_7	THI_7	Water_intake
act_7	1					
milk_7	-0.01775	1				
DMI_7	-0.1791	0.831147	1			
Temp_7	0.604039	0.283246	-0.14217	1		
THI_7	0.647566	0.183354	-0.22422	0.976404	1	
Water_intake	0.309656	0.874471	0.59404	0.695793	0.611694	1

먼저, THI와 활동량에 대한 분석 결과는 그림 89, 표 44, 45과 같다.

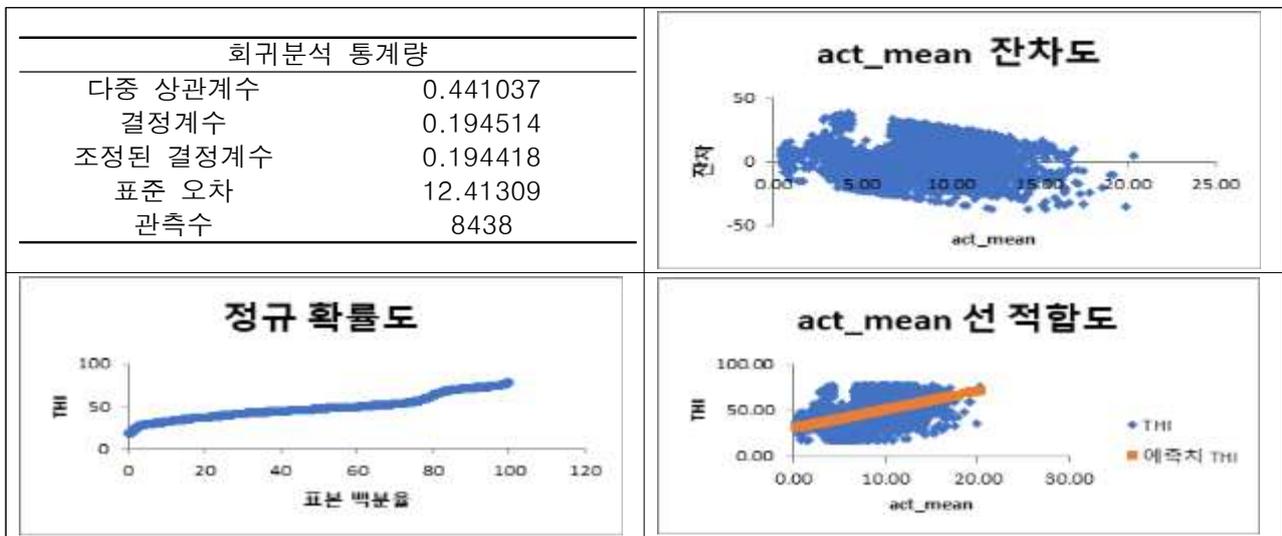


그림 89 회귀분석 통계량 개요

표 44 전 기간, 전 착유우에 대한 고온 스트레스 지수, 활동량 관계 규명에 대한 분산분석 결과

	자유도	제곱합	제곱 평균	F 비	유의한 F
회귀	1	313897.8	313897.8	2037.175	0
잔차	8436	1299860	154.0848		
계	8437	1613757			

	계수	표준 오차	t 통계량	P-값	하위 95%	상위 95%	하위 95.0%	상위 95.0%
Y 절편	30.61559	0.419891	72.91324	0	29.7925	31.43868	29.7925	31.43868
act_mean	2.039325	0.045183	45.13508	0	1.950756	2.127894	1.950756	2.127894

표 45 전 기간, 전 착유우에 대한 고온 스트레스 지수, 활동량 관계 규명에 대한 상관분석 결과

변수	비표준화계수		표준화계수	t(p)	F(p)	R ²
	B	SE	b			
(상수)	30.61559	0.419891		72.91324	2037.175	0.194514
act_mean	2.039325	0.045183	0.441037	45.13508		

THI와 음수 추정량에 대한 분석 결과는 표 46, 47와 같다. 이 때, 다중 상관계수는 0.51, 결정계수 0.26, 조정 결정계수는 0.26 수준으로 나타났다(관측 수 = 8,438).

표 46 전 기간, 전 착유우에 대한 고온 스트레스 지수, 음수 추정량 관계 규명에 대한 분산분석 결과

	자유도	제곱합	제곱 평균	F 비	유의한 F
회귀	1	415409.5	415409.5	2924.355	0
잔차	8436	1198348	142.0517		
계	8437	1613757			

	계수	표준 오차	t 통계량	P-값	하위 95%	상위 95%	하위 95.0%	상위 95.0%
Y 절편	80.15483	0.598503	133.9256	0	78.98161	81.32804	78.98161	81.32804
area	-0.03314	0.000613	-54.0773	0	-0.03434	-0.03194	-0.03434	-0.03194

표 47 전 기간, 전 착유우에 대한 고온 스트레스 지수, 음수 추정량 관계 규명에 대한 상관분석 결과

변수	비표준화계수	표준화계수	t(p)	F(p)	R ²
	B	SE	b		
(상수)	80.15483	0.598503	133.9256	2924.355	0.257418
area	-0.03314	0.000613	0.507363	-54.0773	

THI와 산유량에 대한 분석 결과는 표 48, 49와 같다. 이 때, 다중 상관계수는 0.22, 결정계수 0.05, 조정 결정계수는 0.05 수준으로 나타났다(관측 수 = 8,438).

표 48 전 기간, 전 착유우에 대한 고온 스트레스 지수, 산유량 관계 규명에 대한 분산분석 결과

	자유도	제곱합	제곱 평균	F 비	유의한 F
회귀	1	76818.16	76818.16	421.642	1.8E-91
잔차	8436	1536939	182.1881		
계	8437	1613757			

	계수	표준 오차	t 통계량	P-값	하위 95%	상위 95%	하위 95.0%	상위 95.0%
Y 절편	60.11277	0.581532	103.3696	0	58.97282	61.25271	58.97282	61.25271
milk	-0.42889	0.020887	-20.5339	1.8E-91	-0.46984	-0.38795	-0.46984	-0.38795

표 49 전 기간, 전 착유우에 대한 고온 스트레스 지수, 산유량 관계 규명에 대한 상관분석 결과

변수	비표준화계수	표준화계수	t(p)	F(p)	R ²
	B	SE	b		
(상수)	60.11277	0.581532	103.3696	421.642	0.047
milk	-0.42889	0.020887	0.218	-20.5339	

분석결과, 가축 고온스트레스 지수의 영향에 따라 산유량은 $F=421.642(p<0.01)$, 음수 추정량 $F=3687.807(p<0.01)$, 활동량 $F=2037.175(p<0.01)$ 으로 유의미한 회귀모형으로 나타났다. 결정계수의 경우, 산유량은 47%, 음수 추정량은 30%, 활동량은 19%의 설명력을 보였다. 산유량은 $\beta = -0.428(p<0.001)$, 음수 추정량은 $\beta=0.495(p<0.001)$, 활동량 $\beta=2.039(p<0.001)$ 으로, 고온 스트레스가 증가할수록 음수 추정량과 활동량은 증가하지만, 산유량은 감소하는 것으로 분석되었다. 활동량의 경우, 고온 스트레스가 가중됨에 따라 음수 행위를 위한 음수조를 향한 접근 행동, 안개분무나 그늘을 찾아 이동하는 행동 등에 의한 영향으로 추정 가능하나 추후 생체정보 수집 장치로부터 획득한 활동량 데이터와 실제 영상 정보 간의 상호 비교 분석을 통한 가축 행동 분석 연구가 필요할 것으로 판단된다. 앞서 언급한 각 분석 결과에 따른 설명력의 크기에 따라 여름철 고온 스트레스 지수 증가는 통계적으로 산유량에 미치는 영향 정도가 크다고 판단할 수 있다.

(4) 유성분 결과를 이용한 유방염 예측

기존 젖소 농가의 경우 착유 샘플에 대한 검정 결과 시 유성분 함량에 대한 파악이 가능했으나 낙농 스마트팜 모델 보급에 따라 ‘로봇착유기’ 혹은 ‘개체별 착유 시스템(RFID 기반 개체 인식 시스템 및 유성분 분석 시스템의 조합)’을 통해 착유 후 각 개체별 우유 생산분에 대한 유성분 파악이 가능해졌다.

유방염의 경우, 기존 젖소 농가에서는 CMT 테스트를 통해 진단하고 있으나 해당 방법은 착유 이후, 검정 결과를 통해 농장주에게 전달되는 방식으로 유방염 발생 유무에 대한 즉각적인 파악, 대처가 어렵다는 한계가 있다. 로봇착유기를 통해 확인할 수 있는 전기 전도도(E_C) 또한 나트륨 함량으로 인한 유방염 증상 유무를 예측할 수 있으나, 이는 농장에서 급이하는 사료 성분에 따라, 나트륨 함량에 영향을 미칠 수 있어 오진 가능성이 존재한다. 이에 따라 Costa et al.(2002), McDonald et al.(2020) 등이 언급한 유방염 발생 시 혈류 및 소변에서 유당 손실이 발생하여 낮은 유당 함유량을 보일 수 있다는 연구 결과 및 유당 함량이 4.5 미만 시 유방염 발생 증상이라 언급한 Antanaitis et al.(2016)의 연구 결과에 의거하여 연구 가설을 설정하였다. 이에 따라, 젖소 스마트팜에 설치되는 ‘개체별 유성분 측정장치’로부터 획득할 수 있는 유성분 데이터를 이용하여 유방염 증상에 대한 예측 가능성을 검토하고자 하였다.

- 유방염 의심 개체와 비 유방염 개체(정상 개체) 변수간의 상관관계 분석

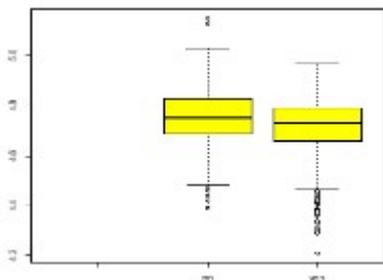
유방염 의심 개체 및 정상 개체 간의 차이를 규명하기 위해 유방염 진단 결과 및 유성분 측정 결과를 토대로 상관관계 분석을 실시하였다. 2018년부터 2021년까지(3개년) 정상개체 115두와 유방염 진단 개체 21두에 대한 분석을 실시하였다. 분석에 사용된 항목은 정상 개체 및 유방염 진단 개체의 착유일, 착유량, 착유횟수, 체중, 유성분으로, 유성분의 경우 유지방, 유단백, 유지유단백, 유당으로 구성된다. 분석은 R-studio를 이용하여 표본 데이터의 정규성 검정을 위한 shapiro.test를 실시한 후 정규분포를 따르지 않음을 사전에 확인 후($p<0.05$) 비모수 방법인 wicox signed rank test를 통해 실시하였다. 분석 결과, 정상 개체와 유방염 개체 모두 유당과 유단백 사이의 정의 상관관계를 보이는 것으로 나타났다(표 50, 51). 이에 따라 유방염 개체의 유당이 감소하면 유단백 또한 감소한다는 추가 가설을 설정하였다(그림 90,91).

표 50 정상 개체 실험 변수 간 상관관계 분석 결과

	산차	착유일수	착유량	착유횟수	유지방	유단백	유지방/유단백	유당	체중
산차	1								
착유일수	-0.039	1							
착유량	0.352	-0.501	1						
착유횟수	-0.005	-0.220	0.464	1					
유지방	0.024	0.377	-0.296	-0.140	1				
유단백	-0.004	0.149	-0.121	-0.021	0.533	1			
유지방/유단백	0.040	0.312	-0.178	-0.065	0.923	0.301	1		
유당	-0.013	0.033	0.045	0.092	0.342	0.541	0.351	1	
체중	0.622	0.241	0.244	-0.067	0.097	-0.004	0.117	0.004	1

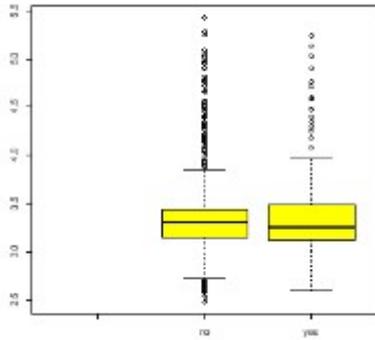
표 51 유방염 개체 실험 변수 간 상관관계 분석 결과

	산차	착유일수	착유량	착유횟수	유지방	유단백	유지방/유단백	유당	체중
산차	1								
착유일수	-0.107	1							
착유량	0.366	-0.562	1						
착유횟수	0.013	-0.286	0.442	1					
유지방	0.138	0.442	-0.252	-0.179	1				
유단백	0.204	0.232	-0.058	-0.046	0.645	1			
유지방/유단백	0.008	0.317	-0.184	-0.127	0.897	0.396	1		
유당	-0.045	0.052	0.047	0.104	0.425	0.621	0.464	1	
체중	0.510	0.175	0.191	-0.130	0.203	0.153	0.149	0.005	1



	유당	정상	유방염
평균		4.758744	4.719352
분산		0.008705	0.01136
관측수		7526	2362
공동(Pooled) 분산		0.009339	
가설 평균차		0	
자유도		9886	
t 통계량		17.28329	
P(T<=t) 단측 검정		2.91E-66	
t 기각치 단측 검정		1.645008	
P(T<=t) 양측 검정		5.83E-66	
t 기각치 양측 검정		1.960204	

그림 90 정상 개체와 유방염 개체의 유당 함량 분석



유당	정상	유방염
평균	3.302362	3.297693
분산	0.058358	0.079798
관측수	7526	2362
공동(Pooled) 분산	0.063478	
가설 평균차	0	
자유도	9886	
t 통계량	0.785884	
P(T<=t) 단측 검정	0.215977	
t 기각치 단측 검정	1.645008	
P(T<=t) 양측 검정	0.431955	
t 기각치 양측 검정	1.960204	

그림 91 정상 개체와 유방염 개체의 유단백 함량 분석

표 52 전 기간 정상 개체 및 유방염 진단 개체간의 유당 함량 분석

유당	정상	유방염
평균	4.799501	4.746822
분산	0.008787	0.009576
관측수	47198	8272
공동(Pooled) 분산	0.008905	
가설 평균차	0	
자유도	55468	
t 통계량	46.83335	
P(T<=t) 단측 검정	0.000335	
t 기각치 단측 검정	1.644881	
P(T<=t) 양측 검정	0.00067	
t 기각치 양측 검정	1.960007	



그림 92 2018년 정상 개체 및 유방염 진단 개체의 유당 함량 분포



그림 93 2019년 정상 개체 및 유방염 진단 개체의 유당 함량 분포



그림 94 2020년 정상 개체 및 유방염 진단 개체의 유당 함량 분포



그림 95 2021년 정상 개체 및 유방염 진단 개체의 유당 함량 분포



그림 96 전 기간(2018~2021) 정상 개체 및 유방염 진단 개체의 유당 함량 분포

분석 결과, 전 기간 동안의 유당은 정상 개체에서 4.75, 유방염 진단 개체에서 4.71로 통계적으로 유의한 차이가 존재하는 것으로 나타났으며($p < 0.05$), 유단백의 경우 정상 개체 3.30, 유방염 개체 3.29로 유의적인 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다($p > 0.05$).

정상 개체 및 유방염 진단 개체 간의 유당 비교 분석에 있어, 유방염 진단이 실시된 출하시점을 기준으로 기간을 한정하여 추가 분석을 실시하였다. 이때 데이터의 표본 수는 비육우 115두, 유방염 발병 21두 중 출사 시점 기준 9두(1산차 3두, 5산차 2두, 6산차 4두)에 해당하였다. 분석은 앞선 사례와 동일하게 정규성 검정을 위한 shapiro.test를 먼저 실시하고, 정규 분포를 따르지 않는다는 결과에 의거하여($p < 0.05$), 비모수 방법인 wilcox signed rank test를 실시하였다.

산차별 분석 결과, 1산차에 해당하는 정상 개체(비유방염 84두)의 유당 함량 평균은 4.81로 나타났으며 유방염 진단 개체(3두)의 유당 함량은 3개월 전의 경우 4.69 하루 전의 경우 4.67 수준으로 나타났다. 이때, 유방염 진단 개체의 전 기간에 대한 유당 평균값은 4.71로 산정되었다(그림 97).

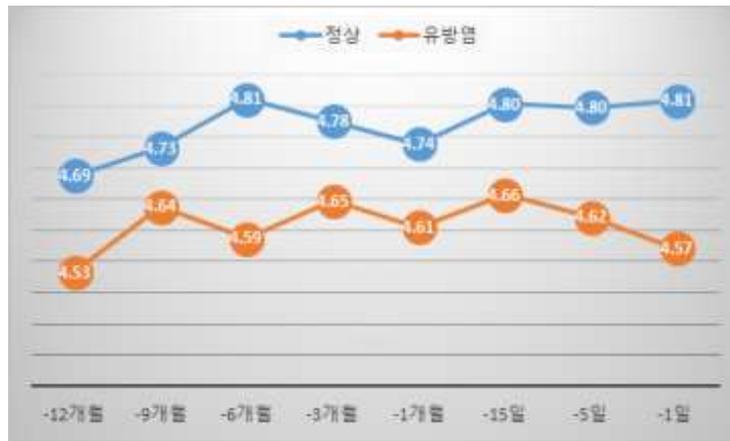


그림 97 1산차 정상 개체(4.81) 및 유방염 진단 개체(4.71) 시계열별 유당 함량 추이(전체)

개체별 분석으로 세분화할 경우, 실험 농가에서 1산차에 유방염이 발생한 개체는 160번 개체였으며, 160번 개체와 동일 시기에 착유를 실시한 31두를 정상 개체로 간주하여 분석을 실시하였다. 그 결과, 그림 98에 도시된 바와 같이, 정상 개체 그룹의 평균 유당은 4.81로, 유방염 진단을 받은 160번 개체의 경우 4.37로 나타나 유의한 차이가 존재하는 것으로 나타났다($p < 0.05$).

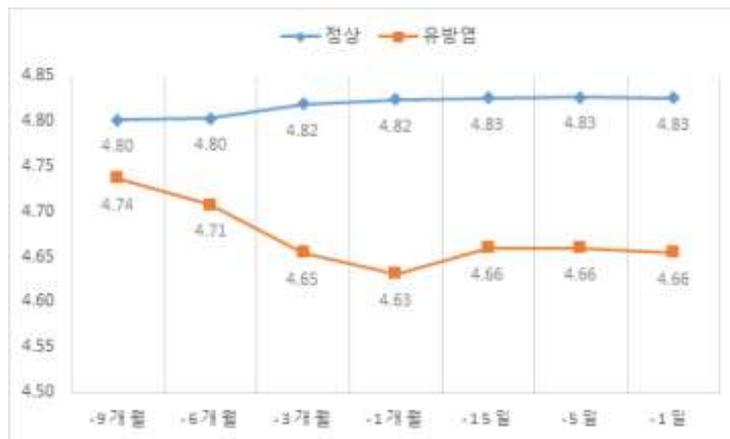


그림 98 1산차 유방염 진단 개체(160번) 및 동일 시기 정상 개체간 시계열별 유당 함량 추이

동일한 방식으로 1산차에 유방염이 발생한 193번 개체와, 해당 개체와 동일 시기에 착유를 실시한 20두 개체를 정상 개체로 간주했을 때 결과의 경우(그림 99), 정상 개체 그룹의 평균 유당은 4.80, 유방염 진단을 받은 193번 개체의 유당 평균 값은 4.77 수준으로 나타났다.

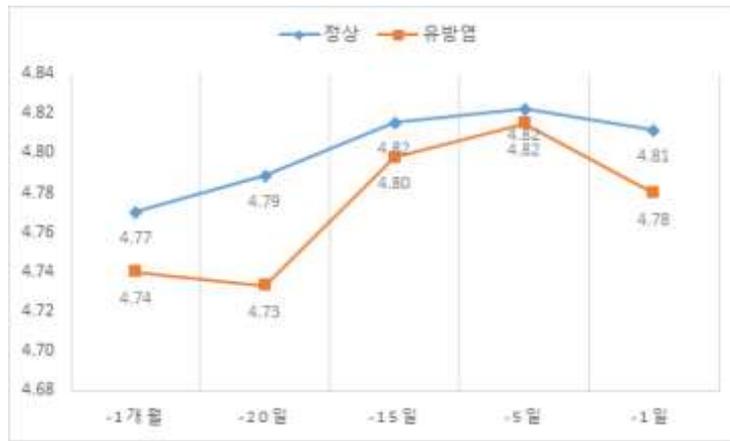


그림 99 1산차 유방염 진단 개체(193번) 및 동일 시기 정상 개체간 시계열별 유당 함량 추이

1산차에 유방염이 발생한 191번 개체와, 해당 개체와 동일 시기에 착유를 실시한 233두 개체를 정상 개체로 간주했을 때 결과의 경우(그림 100), 정상 개체 그룹의 평균 유당은 4.83, 유방염 진단을 받은 193번 개체의 유당 평균 값은 4.69 수준으로 나타났다.

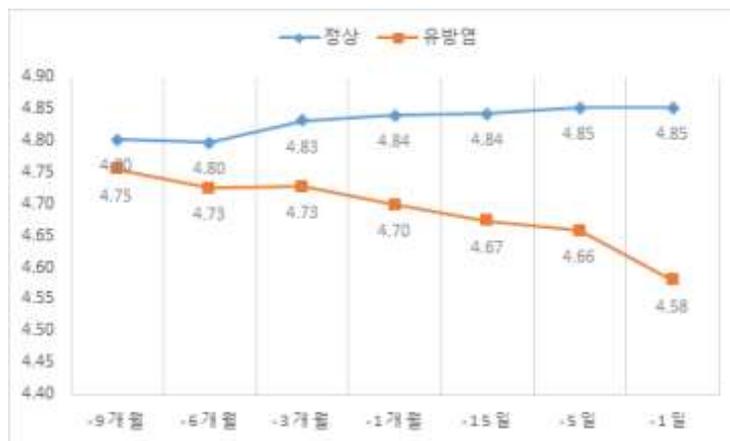


그림 100 1산차 유방염 진단 개체(193번) 및 동일 시기 정상 개체간 시계열별 유당 함량 추이

5산차에 해당하는 정상 개체의 유당 함량 평균은 4.72로 나타났으며 유방염 진단 개체(2두, 49, 59번)의 유당 함량은 1개월 전과 하루 전에 각각 4.59, 4.58 수준으로 유의한 차이를 보이는 것으로 나타났다. 전 기간을 고려한 유당 평균값의 경우 정상 개체의 경우 4.72, 유방염 진단을 받은 2두의 경우 4.61 수준으로 나타났다(그림 101).

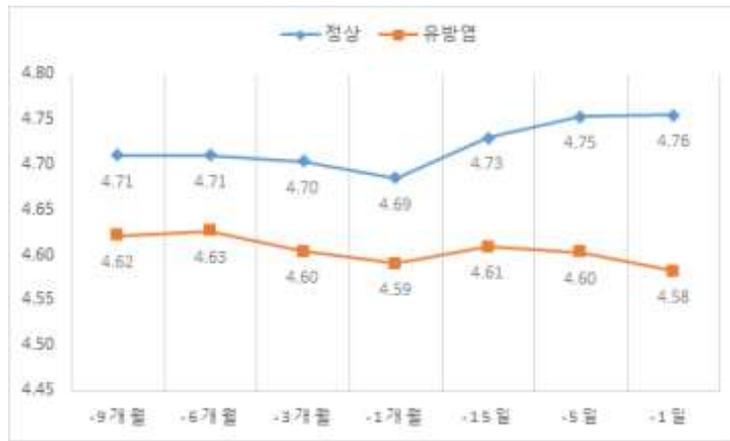


그림 101 5산차 정상 개체(4.72) 및 유방염 진단 개체(4.61) 시계열별 유당 함량 추이(전체)



그림 102 6산차 정상 개체(4.81) 및 유방염 진단 개체(4.71) 시계열별 유당 함량 추이(전체)

6산차 그룹에 대한 분석의 경우, 6산차에 해당하는 정상 개체(비유방염 9두)의 유당 함량 평균은 4.81로 나타났으며 유방염 진단 개체(4두)의 유당 함량은 12개월 전의 경우 4.53, 6개월 전 4.59, 하루 전 4.57로 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$). 유방염 진단 개체의 전 기간에 대한 유당 평균값은 4.71로 산정되었다(그림 102).

개체별 분석으로 세분화할 경우, 6산차에 유방염이 발생한 19번 개체와 정상 개체로 간주할 수 있는 동일 시기에 착유를 실시한 2마리 개체의 유당 측정 결과를 비교할 경우, 정상 개체의 평균 유당은 4.85, 유방염 진단 개체의 평균 유당은 4.67 수준으로 나타났다(그림 103).



그림 103 6산차 유방염 진단 개체(19번) 및 동일 시기 정상 개체간 시계열별 유당 함량 추이

개체는 160번 개체였으며, 160번 개체와 동일 시기에 착유를 실시한 31두를 정상 개체로 간주하여 분석을 실시하였다. 그 결과, 그림 103에 도시된 바와 같이, 정상 개체 그룹의 평균 유당은 4.81로, 유방염 진단을 받은 160번 개체의 경우 4.37로 나타나 유의한 차이가 존재하는 것으로 나타났다($p < 0.05$). 동일한 방식으로 유방염 진단을 받은 특정 개체와 동일시기 착유우에 대한 비교 분석 결과, 42번의 경우 4.63으로(정상개체 4.73), 48번의 경우 4.48(정상개체 4.78), 35번의 경우 4.67(정상 개체 4.71)로 나타났다.



그림 104 6산차 유방염 진단 개체(42번) 및 동일 시기 정상 개체간 시계열별 유당 함량 추이

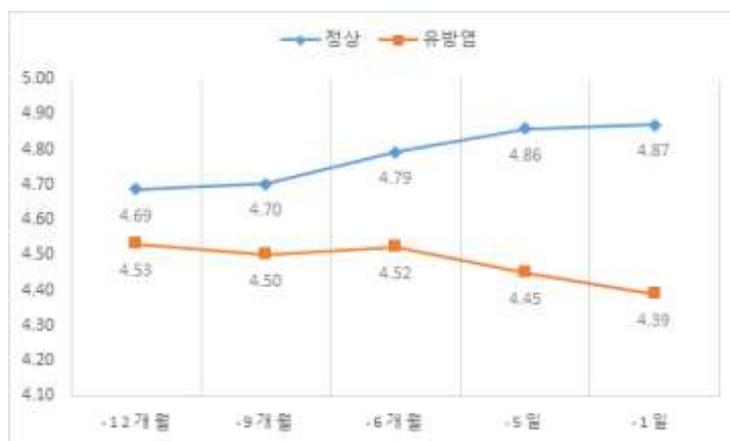


그림 105 6산차 유방염 진단 개체(48번) 및 동일 시기 정상 개체간 시계열별 유당 함량 추이

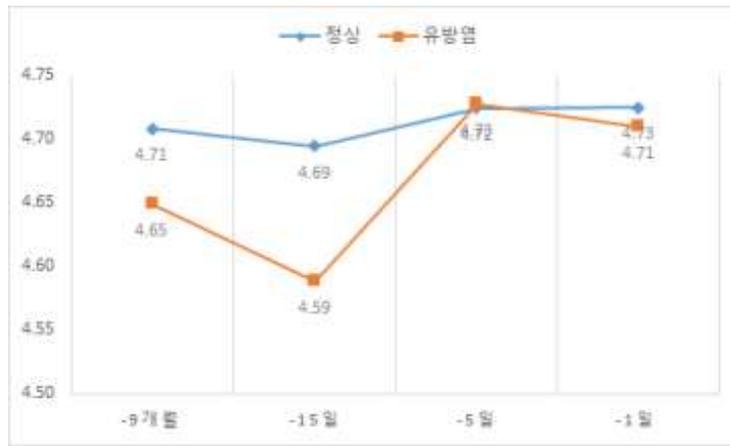


그림 106 6산차 유방염 진단 개체(35번) 및 동일 시기 정상 개체간 시계열별 유당 함량 추이

분석 결과를 종합하면, 유방염 진단 개체의 유당 함량은 산차의 차이보다 각각의 젖소 개체 간 차이가 상대적으로 크게 나타났다. 특히, 유당 함량이 4.5 미만 시 유방염이 발생하다고 언급했던 Antanaitis et al.(2016)의 연구 결과 대비 유방염이 발생한 개체의 유당 관측값 대부분이 4.5 이상인 것으로 나타나 해당 선행 연구의 '4.5'는 착유 중 유성분 분석 결과를 이용한 유방염 발생 유무 예측 시 절대적인 기준으로 사용할 수 없을 것이라 판단되었다. 해당 선행 대비 유당 값의 차이를 보이는 데는 국내 주로 사육하는 젖소 개체의 유전적 형질, 사료 배합 방식 등을 포괄하는 사양 관리 방식 등 다양한 원인이 지적될 수 있다.

앞선 선행 연구를 통해 기술된 바와 같이, 유방염 개체의 경우 통계적으로 유의한 수준에서 정상 개체 대비 낮은 유당 함량을 보이는 것으로 나타났으나, 그림 97~106에 제시된 바와 같이, 전체 유당 데이터를 시계열별로 도시할 경우, 일부 구간에서 유방염 개체의 유당 함량이 정상 개체보다 높게 플랏된 것을 확인할 수 있다. 반면, 출하 직전으로 기간을 한정하여 유방염 발생 개체와 동일시기 착유를 실시한 정상 개체에 대한 상대 비교를 실시할 경우, 정상 개체 대비 통계적으로 유의한 차이($p < 0.05$)를 보이는 것으로 나타나 분석을 위한 기간 설정 역시 중요한 요인이 될 것으로 판단되었다.

앞선 결과를 종합하면, 농장 단위에서 사육하고 있는 전체 젖소 개체의 유당 평균치를 임계값으로 설정하여 유방염 발생 유무를 판단하는 것보다, 각 개체별로 시계열 변화 추이를 모니터링하여 특정 구간 동안의 각 개체별 기준치를 토대로 유방염과 같은 건강 이상 증세를 판별할 수 있는 알고리즘의 개발 연구가 필요할 것으로 보인다. 다만 임계치 설정과 관련한 분석 대상 기간 설정에 대해서는 추후 심도 장기적인 연구가 필요할 것으로 판단된다. 이는, 향후 인공지능 및 빅데이터에 기반한 2세대 스마트팜 연구 개발 시 고려 가능한 항목으로 판단되며, 유당 지표 외에 반추위 내 체온, 활동량, 기온, 습도, 고온스트레스 지수 등과 같은 환경 지표를 고려한 머신러닝 혹은 딥러닝을 통해 복합 인자간 관계를 규명하기 위한 후속 연구가 필요하다.

참고문헌

- C. R. Stockdale, and K. R. King, "Effect of stocking rate on the grazing behaviour and faecal output of lactating dairy cows", *Grass and Forage Science*, Vol.38, No.3, pp.215-218, 1983. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1983.tb01642.x>
- D. N. Waldner, and M. L. Looper, Water for dairy cattle. In: Cooperative Extension Service ANSI4275, Division of Agricultural Sciences and Natural Resources, Oklahoma State University, 2007
- H. Khelil-Arfa, A. Boudon, G. Maxin, and P. Faverdin, "Prediction of water intake and excretion flows in Holstein dairy cows under thermoneutral conditions", *Animal*, Vol,6, No.10, pp.1662-1676, 2012. Doi: <https://doi.org/10.1017/S175173111200047X>
- J. A. D. R. N. Appuhamy, J. V. Judy, E. Kebreab, and P. J. Kononoff, "Prediction of drinking water intake by dairy cows", *Journal of Dairy Science*, Vol.99, No.9, pp.7191-7205, 2016. Doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2016-10950>
- J. B. Holter, and W. E. Urban Jr, "Water partitioning and intake prediction in dry and lactating Holstein cows", *Journal of dairy science*, Vol.75, No.6, pp.1472-1479, 1992. Doi: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(92\)77904-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(92)77904-1)
- J. I. Richards, "Effect of high daytime temperatures on the intake and utilisation of water in lactating Friesian cows", *Tropical animal health and production*, Vol.17, No.4, pp.209-217, 1985. Doi: <https://doi.org/10.1007/BF02356978>
- J. Moran, "Tropical dairy farming: feeding management for small holder dairy farmers in the humid tropics", Csiro publishing, 2005.
- J. R. N. Appuhamy, L. E. Moraes, C. Wagner-Riddle, D. P. Casper, J. France, and E. Kebreab, "Development of mathematical models to predict volume and nutrient composition of fresh manure from lactating Holstein cows", *Animal Production Science*, Vol.54, No.12, pp.1927-1938, 2014. Doi: <https://doi.org/10.1071/AN14533>
- K. Dahlborn, M. Akerlind, and G. Gustafson, "Water intake by dairy cows selected for high or low milk-fat percentage when fed two forages to concentrate ratios with hay or silage", *Journal of Agricultural Research*, Vol.28, pp.167-176, 1998
- M. Andersson, "Effects of free or restricted access to feeds and water, and social rank, on performance and behaviour of tied-up dairy cows [eating time]", *Journal of Agricultural Research*, Vol.17, No.2, pp.85-92, 1987.
- M. E. Castle, and T. P. Thomas, "The water intake of British Friesian cows on rations containing various forages", *Animal Science*, Vol.20, No.2, pp.181-189, 1975. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0003356100035170>
- M. P. Hoffman, and H. L. Self. "Factors affecting water consumption by feedlot cattle", *Journal of animal science*, Vol.35, No.4, pp.871-876, 1972. Doi: <https://doi.org/10.2527/jas1972.354871x>
- M. R. Murphy, C. L. Davis, and G. C. McCoy, "Factors affecting water consumption by Holstein cows in early lactation", *Journal of dairy science*, Vol.66, No.1, pp.35-38, 1983.
- NRC, "Nutrient Requirements of Dairy Cattle(7th Ed.)", National Academy Press, Washington. DC, 2001.

- R. G. Dado, and M. S. Allen, “Variation in and relationships among feeding, chewing, and drinking variables for lactating dairy cows”, *Journal of Dairy Science*, Vol.77, No.1, pp.132–144, 1994.
Doi: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(94\)76936-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(94)76936-8)
- R. N. S. Torres et al., “Factors affecting drinking water intake and predictive models for lactating dairy cows”, *Animal Feed Science and Technology*, Vol.254, pp.114194, 2019. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2019.05.017>
- T. A. Shultz, “Weather and shade effects on cow corral activities”, *Journal of Dairy Science*, Vol.67, No.4, pp.868–873, 1984. Doi: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(84\)81379-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(84)81379-X)
- W. Little, and S. R. Shaw, “A note on the individuality of the intake of drinking water by dairy cows”, *Animal Science*, Vol.26, No.2, pp.225–227, 1978. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0003356100039659>
- Kadzere, C. T., Murphy, M. R., Silanikove, N., & Maltz, E.(2020). Heat stress in lactating dairy cows: a review. *Livestock production science*, 77(1), 59–91.
- Costa, A., Neglia, G., Campanile, G., & De Marchi, M.(2020). Milk somatic cell count and its relationship with milk yield and quality traits in Italian water buffaloes. *Journal of dairy science*, 103(6), 5485–5494.
- McDonald, P. V., von Keyserlingk, M. A., & Weary, D. M.(2020). Hot weather increases competition between dairy cows at the drinker. *Journal of dairy science*, 103(4), 3447–3458.
- Antanaitis, R., Juozaitienė, V., Jonike, V., Baumgartner, W., & Paulauskas, A.(2021). Milk Lactose as a Biomarker of Subclinical Mastitis in Dairy Cows. *Animals*, 11(6), 1736.
- Uhrinčaň, M., Tančin, V., Tvarožková, K., Mačuhová, L., Vršková, M., Ptáček, M., & Holko, I.(2019). The electrical conductivity of sheep's milk and the possibility of mastitis detection. *Potravinárstvo*, 13(1).

3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도

1) 연구수행 결과

(1) 정성적 연구개발성과

-
- 표준 기반 개방형 통합 제어기 개발 및 시제품 제작, Open API 기반의 인터페이스 구축 및 농가 실증
 - 표준기반 개방형 통합제어기 설계 및 개발제작완료
 - 농가 실증 및 고도화를 위해 전장패널 설계 및 제작하여 개방형 통합제어기를 2개 농가에 설치
 - OpenAPI기반의 S/W를 개방형통합제어기에서 구동하도록 개발 및 고도화
 - 실증2개 농가에 설치된 ICT센서 및 장치 데이터를 개방형 통합제어기에 연결하여 수집 및 전송하고 고도화플랫폼과 연동확인을 통한 실증완료
 - 낙농 스마트 축사 통합 관리 플랫폼 운영 프로그램 개발 및 시스템 구축, 현장실증을 통한 고도화
 - 통합관리 플랫폼 운영 웹 프로그램 및 모바일앱 프로그램 개발
 - 통합관리 플랫폼 구축 시스템에 프로그램 운영
 - 실증 및 고도화 2개농가 유우 데이터 및 장치 데이터 수집 및 관리시스템 구축
 - 실증 및 고도화 2개농가 통합관리 플랫폼 운영
 - 1세대 낙농 스마트팜 모델 구성 요소 및 데이터 수집 항목 설정을 통한 2세대 스마트팜 R&D 기반 마련
 - 실증 및 고도화 2개농가의 1세대 낙농스마트팜 모델 구성
 - 구축 통합관리 플랫폼 데이터 수집항목 설정 및 분석
 - 구축 통합관리 플랫폼 데이터 활용(안)을 위한 데이터 수집항목간 연관관계분석
 - 1세대 낙농 스마트팜 모델 고도화에 따른 성과 추적 평가(산유량, 매출액, 유성분, 공태일수)
 - 1세대 낙농스마트팜 모델 고도화 실증 2개농가의 데이터를 활용한 성과추적
 - 1세대 낙농스마트팜 모델 고도화 실증 2개농가의 생산성 성과변화분석
 - 낙농 스마트팜 데이터활용(안) 도출을 통한 향후 후속 과제 발굴
 - 1세대 낙농스마트팜 모델 고도화 실증 2개농가의 데이터활용의 추가요소 및 방향제시
-

(2) 정량적 연구개발성과

-
- 개방형 제어기 H/W 시제품 1종
 - 낙농스마트축사 통합관리 운영 웹프로그램 1개
 - 낙농스마트축사 통합관리 운영 모바일 앱 프로그램 1개
 - 스마트축사 행동패턴기반 스마트축사 최적화를 위한 시스템 연구 특허출원1개
 - 스마트축사 행동패턴기반 방법 및 시스템 특허출원 1개
 - 기술이전 1건
 - 비SCI논문 1편
 - 학술발표 4건
 - 교육지도 5건
 - 기타(교육활용 등) 2건
-

<정량적 연구개발성과표>

(단위 : 건, 천원)

성과지표명	연도		1단계 (2020~2021)	n단계 (YYYY~YYYY)	계	가중치 (%)
	목표(단계별)	실적(누적)				
전담기관 등록·기탁 지표 ¹⁾	특허출원	목표(단계별)	1		1	20
		실적(누적)	2		2	
	비SCI논문	목표(단계별)	0			
		실적(누적)	1		1	
	프로그램등록	목표(단계별)	1		1	15
		실적(누적)	2		2	
학술발표	목표(단계별)	1		1	10	
	실적(누적)	4		4		
연구개발과제 특성 반영 지표 ²⁾	기술실시	목표(단계별)	1		1	15
		실적(누적)	1		1	
	제품화	목표(단계별)	1		1	20
		실적(누적)	1		1	
	교육지도	목표(단계별)	5		5	10
		실적(누적)	5		5	
	기타(연구 활용 등)	목표(단계별)	2		2	10
		실적(누적)	2		2	
계						

(3) 세부 정량적 연구개발성과

[과학적 성과]

논문(국내외 전문 학술지) 게재

번호	논문명	학술지명	주저자명	호	국명	발행기관	SCIE 여부 (SCIE/비SCIE)	게재일	등록번호 (ISSN)	기여율
1	개방형 제어기반 1세대 낙농 스마트팜의 고도화 모델 적용 분석	한국산학기술학회	양가영	21	대한민국	한국산학기술학회	비SCIE	20.11.301	1975-4701	100

개방형 제어기반 1세대 낙농 스마트팜의 고도화 모델 적용 분석

양가영¹, 권경석², 김종곤¹, 김홍복¹, 장동학¹, 고미애²
농촌진흥청 국립축산과학원 (가) 과장실

Analysis of advancement model of 1st generation dairy smart farm based on Open API application

Yang Kayoung¹, Kyeong-Seok Kwon², Jung Kon Kim¹,
Jong Bok Kim¹, Dong Hwa Jung¹, Ko miae²
¹National Institute of Animal Science, Rural Development Administration
²Real Farm Co., Ltd

요약 스마트 축사를 ICT 융복합 확산으로 1세대 낙농 스마트팜 모델에서 여러 제조업체에 의해 만들어진 각 장치들이 독자적인 통신 방식을 사용함으로써 각 장치간의 상호 운영이 제한되었다. 본 연구에서는 기존 ICT 장치의 상호 운용 확보 및 데이터 관리를 위하여 개방형 제어 기술 기반 1세대 낙농 스마트팜 모델의 고도화를 실시하였다. 이 과정에서 도출된 개방형 통합제어는 Open API의 소프트웨어 인터페이스 구조로 각 집단에 위치하는 ICT 장치와 서버들의 통신 방식에 맞추어 실시간 데이터 수집 역할을 갖는 Observer와 상위 통합관리 서버로 연결, 전송하는 역할을 수행하는 Broker로 구성된다. 개방형 통합제어를 통해 고도화 모델 도입에 따른 1세대 낙농 스마트팜 모델 현장 2 곳의 검증결과를 통하여 성과 분석한 결과 무당 일일평균 산유량이 전년 대비하여 (A 농가 5.13%, B 농가는 1.33%) 증가하였고 (p<0.05), 골배일수는 A농가에서 약 17.5%, B 농가에서 약 13.3% 감소하였다(p<0.05). 젖소는 ICT 장치 도입 이후 적응 기간이 요구되거나 이후 지속적인 효과를 관찰할 경우, 생산량의 효과가 점차 증가 할 것으로 기대할 수 있다. 현재 적용된 1세대 스마트팜 고도화를 통해 ICT 장치의 통합관리 체계 구축 및 데이터 송수신 인터페이스에 대한 개선이 실시되었으나, 빅데이터 기반의 2세대 스마트팜 연구개발 진전을 위하여 데이터의 규제 및 송수신에 대한 표준제정 및 산업계의 참여 유도를 위한 정책이 마련되어야 한다. 또한, 인공지능과 빅데이터가 핵심인 2세대 모델의 데이터 활용안 개발을 통해 낙농 스마트팜의 2-3세대를 향한 기반 조성이 시급 할 것이라고 제안하는 바이다.

Abstract ICT convergence using smart livestock is that in the first-generation dairy smart farm model, each device made by several manufacturers uses its own communication method, limiting the mutual operation of each device. This study uses a model based on open control technology to secure interoperability of existing ICT devices and to manage data efficiently. The open integrated control derived from this process is the software interface structure of Open API. It is an observer that serves as real-time data collection according to the communication method of ICT devices and sensors located at each end. It consists of a broker that connects and transmits to the upper integrated management server. As a result of the performance analysis through verification of two first-generation dairy smart farm model sites, the average daily milk production increased compared to the previous year (farm A 5.13%, farm B 1.33%, p<0.05). Cow days open (DO) was reduced by 17.5% on farm A and 13.3% for farm B(p<0.05). Cows require an adaptation period after the introduction of the ICT device, but if continuous effects are observed, the effect of production can be expected to increase gradually.

Keywords : Dairy cow, Smart farm, Standard, Application, Open API

본 논문은 농림축산식품부의 재원으로 농림수산과학기술개발기반의 지원(과제번호: 3.3.0.0980.11H030) 과제명 1세대 스마트-메니지먼트 산업화 기술개발사업과 2020년 농촌진흥청 국립축산과학원 전문연구팀 과제 지원사업에 의해 이루어진 것임.
*Corresponding Author : Kyeong-seok Kwon (National Institute of Animal Science)

Received October 27, 2020 Revised November 3, 2020
Accepted November 6, 2020 Published November 30, 2020

1. 서론

오늘날은 ICT 융복합을 통한 농업의 미래 성장 산업화 촉진의 핵심요소인 스마트팜 개발 정책의 강화하고 있다. 축산분야에서도 향후 국제 경쟁력 확보를 위해 ICT 기술을 이용하여 체계적이고 정밀한 환경제어와 자동화 생산량 향상 방안 마련에 대한 요구가 증대되고 있다. 한국형 스마트팜 및 융복합 기술 활용을 통해 현장 예로 사육을 해결하고자 인공지능, 빅데이터 기반의 스마트 농업기술 개발 및 실용화 관련 정책을 중점적으로 제시 중이며, ICT 기저의 표준화, 2세대 스마트팜 클라우드 구축, 2세대 스마트팜 핵심기술 개발, 스마트팜 전후방 연관 산업 육성 및 창업지원 등 정책 추진을 위한 다양한 전략을 제시 중에 있다.

가축 증식의 경우, 젖소에서 스마트 축사용 ICT 장비 설치 지원을 위한 ICT 융복합 확산사업을 실시하고 있는 실정이다. 주로 활용하는 분야는 환경관리에서 축사 내부 온도 및 유해가스, 축사 외부는 온도, 풍향, 풍속, CCTV 등의 정보수집 및 원격 모니터링을 진행과 작 유관리의 유상분 분석장치를 이용한 좌유관리, 사료비 관리, 자동급이기, 음수관리기 등의 제어를 통한 사양관리, 생체 정보 수집 장치, 발정탐지기등을 활용하여 번식 및 건강관리(예컨, 활동량 등)를 하고 있다. 경영 관리 측면은 생산성, 경영이 및 남유관리등을 통한 경영계획 수립 및 분석을 활용하여 이루어지고 있다.

축산 선진국으로 분류되는 네덜란드, 덴마크, 벨기에 등과 같은 EU 국가들의 경우 스마트팜 개념의 하나로 정밀축산(PLF: Precision Livestock Farming)의 개념을 일찍이 정립하고 관련 연구를 지속적으로 수행하고 있다 [1]. 네덜란드는 생산능률, 사료 및 유유율, ICT 산업체, 연구기관과 연소사업을 구성하여 농가의 생산비 절감, 유통효율성 개선 및 지속가능한 낙농업을 달성할 목적으로 프로젝트 참여 주체들 간 정보를 공유할 수 있는 별도의 데이터 허브를 구축하고 참여농가에서 발생한 데이터(착유, 사료, 질병, 번식 등)들이 실시간으로 공유되어 프로토타입 목회 달성을 위해 활용되고 있다. 2000년대 초 중반의 경우 축사 내부 온도, 습도, 열환경, 분진, 가스 등의 미시상 관련 요소들을 정밀 관리하기 위한 환경 제어 등에 집중되었다면 최근에는 동물복지적인 측면에 초점을 맞추어, 가축의 상태를 실시간으로 모니터링 하고 분석하여 건강, 이상징후 탐지, 동물복지 평가 등에 활용하기 위한 연구를 수행 중이다. 축사의 재구조 및 우선시 지붕의 개편을 위한 자동제어 시스템을 유비쿼터스

기술을 적용, 실시간으로 영상물 보면서 농장의 시설물을 제어한다[2]. 소의 발생을 정보를 이용하여 젖소 개체의 발생을 감지하고 영상정보를 이용하여 발정 시 소의 순가 행위, 순가 이후 행위를 감출하기 위한 기술 개발이 실시되고 있다[3,4]. 일본 후지쯔사에서 개발한 우보시스 템은 발정에 부착하여, 젖소 개체의 골유수 정보를 이용하여 발정 징후를 감지하는 기술로, 최적 수정 시기를 통보하여 수태를 향상 및 운영 비용 절감을 지원하는 서비스이다. 젖소 및 육우의 경우, 최근 3D Depth 카메라 기술 발전에 따라 영상정보 및 3D 이미지 처리 기술을 활용하여 체형 측정, BCS 산정, 체중 유추를 위한 다양한 기술 개발이 시도되고 있다[5]. 생체정보 센서를 이용하여 젖소 개체의 활동량, 반추활동, 횡과/사기 행동 등과 같은 특정 행의 모니터링을 실시하여 가축의 발생과 분만 시기, 질병 징후를 예측하기 위한 다양한 연구가 수행되고 있다[6]. 번식을 실시하는 경우, 드론을 이용한 원격 방사 기술 및 영상정보를 이용하여 컨테이너 기반 각 개체의 동태변화 구조의 특성을 파악하여 개체를 인식하고 위치 정보를 산출하기 위한 연구[5]와 Noseband형 생체정보 수집장치를 부착한 개체에 대하여 소의 입피행동과 초지 상태에 대한 모니터링을 위한 연구가 실시된 바 있다 [6,7].

그러나 우리나라 경우, 젖소농장에서 스마트 축사를 구현을 위한 ICT 융복합 확산으로 한계점이 나타나고 있다. 기존 1세대 낙농 스마트팜 모델에서는 여러 제조업체에 의해 만들어진 각각의 장치들이 독자적인 데이터의 규제와 종류, 수집 주기 등이 상이해서 연구 개발에 활용하는 데 한계가 있고, 향후 빅데이터 연구를 위한 기반 조성 시 걸림돌로 작용하고 있다. 이를 보완하기 위해 ICT 장치의 상호연결성 확보 및 효율적인 데이터 관리를 위하여 개방형 제어 기술 기반으로 1세대 낙농 스마트팜 모델의 고도화가 실시되었고, 1세대 낙농 스마트팜 모델 고도화 과정에서 도출된 개방형 통합제어는 Open API의 소프트웨어 인터페이스 구조로 스마트 축사에 적용되는 ICT 장치들 호환성을 위한 기준을 제시하였다. 그러나, 스마트 축사 ICT 기지 산업체별 각각의 자체 프로토콜을 유지 사용함으로써 호환성 미비 등으로 유지보수 및 작업에 어려움이 남아 있는 상황이다. 또한, ICT 기지의 호환성 확보를 위한 하드웨어에 대한 표준화가 추진되었고 일부는 현재 표준화가 추진 중에 있으나, 산업계 후속 주자가 참조하여 사용할 만한 표준기반의 통합제어 및 통합관리 플랫폼이 미흡한 실정이다. 따라서 개방형 통합제어 이 연결방식의 결의를 따르면 스마트 축사 ICT 기

기술 요약 정보(해당사항 없음)

연도	기술명	요약 내용	기술 완성도	등록 번호	활용 여부	미활용사유	연구개발기관 외 활용여부	허용방식

보고서 원문(해당사항 없음)

연도	보고서 구분	발간일	등록 번호

생명자원(생물자원, 생명정보)/화합물(해당사항 없음)

번호	생명자원(생물자원, 생명정보)/화합물 명	등록/기탁 번호	등록/기탁 기관	발생 연도

[기술적 성과]

□ 지식재산권(특허, 실용신안, 의장, 디자인, 상표, 규격, 신제품, 프로그램)

번호	지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재)	국명	출원				등록			기여율	활용 여부
			출원인	출원일	출원 번호	등록 번호	등록인	등록일	등록 번호		
1	축산동물의 행동패턴을 기반으로 한 무리 서열 데이터 검출방법	대한민국	주식회사 리얼팜	2021.08 .26	10-2021- 011333 8	-	-	-	-	100	
2	축산동물의 행동패턴을 기반으로 한 스마트 축사 관리 시스템 및 방법	대한민국	주식회사 리얼팜	2021.08 .26	10-2021- 011324 4	-	-	-	-	100	√

관인생략

출원번호통지서

출원일자 2321.08.26
특기사항 심사청구(유) 공개신청(무)
출원번호 13-2021-0113244 (접수번호 1-1-2021-0998879-17)
(DAS접근코드9397)
출원인명칭 주식회사 리얼팜(1-2016-012369-8)
대리인성명 이지연(9-1959-300223-9)
발명자성명 고미애 김명호
발명의명칭 축산동물의 행동패턴을 기반으로 한 스마트 축사 관리 시스템 및 방법

특 허 청 장

<< 안내 >>

1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 이용하여 특허로
출원번호(www.patent.go.kr)에서 확인하실 수 있습니다.
2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 등록된 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 기
관으로 은행 또는 우체국에 납부하여야 합니다.
※ 납부자번호: 011(기관코드) + 접수번호
3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [특허고객번호 정보변경(성명, 정정신고서)]을 제출하
여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.
4. 기타 심사 절차(제도)에 관한 사항은 특허청 홈페이지를 참고하시거나 특허고객상담센터(☎ 1544-8080)에
문의하여 주시기 바랍니다.
※ 심사제도 안내: <http://www.kipo.go.kr> 지식재산제도

관인생략

출원번호통지서

출원일자 2021.08.26
특기사항 심사청구(유) 공개신청(무)
출원번호 10-2021-0113338 (접수번호 1-1-2021-0989369-12)
(DAS접근코드CSCB)
출원인명칭 주식회사 리얼팜(1-2016-012369-8)
대리인성명 이지연(9-1959-000223-9)
발명자성명 고미애 김명호
발명의명칭 축산동물의 행동패턴을 기반으로 한 무리 서열 데이터 검출 방법

특 허 청 장

<< 안내 >>

1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 이용하여 특허로
출원번호(www.patent.go.kr)에서 확인하실 수 있습니다.
2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 등록된 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 기
관으로 은행 또는 우체국에 납부하여야 합니다.
※ 납부자번호: 011(기관코드) + 접수번호
3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [특허고객번호 정보변경(성명, 정정신고서)]을 제출하
여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.
4. 기타 심사 절차(제도)에 관한 사항은 특허청 홈페이지를 참고하시거나 특허고객상담센터(☎ 1544-8080)에
문의하여 주시기 바랍니다.
※ 심사제도 안내: <http://www.kipo.go.kr> 지식재산제도

○ 지식재산권 활용 유형

※ 활용의 경우 현재 활용 유형에 √ 표시, 미활용의 경우 향후 활용 예정 유형에 √ 표시합니다(최대 3개 중복선택 가능).

번호	제품화	방어	전용실시	통상실시	무상실시	매매/양도	상호실시	담보대출	투자	기타
1			√							√

특허출원 지식재산권 성과를 활용한 기술이전 직접실시
향후 전용실시로 활용예정

■ 농림축산식품연구개발사업 관리기준 [별지 제27호 서식] <제35조제4항 관련> (2쪽 중 1쪽)

기술실시 보고서

(단위 : 원)

연구개발과제 현황	사업명	1세대 스마트농산물품질 향상 기술개발사업		연구과제번호	320098-1	
	연구과제명	팜소 스마트축산물 품질제어 시스템 고도화 및 실증				
	연구개발기관명	주식회사 리얼팜	연구책임자	고미애	참여기업명	국립축산과학기술원
	연구현황일	2020.07.03	연구기간	2020.07.03.~2020.09.02		
기술실시계약 및 성과활용 현황	연구개발비	정부지원연구개발비	기관부담연구개발비	기타 ()	계	
		400,000,000	123,400,000		523,400,000	
	계약(실용)일	정밀축산물 위한 스마트축산시설 최적화 의사결정지원 기술				
	계약(실용)일	2021.08.30	실시(활용)기간	2021.09.03.~2024.09.02		
	지차권 종류	특허출원				
	* 지차권이 특허권 등 권리인 경우	영 권	축산 동물의 행동 패턴을 기반으로 한 스마트 축사 관리 시스템 및 방법			
		번호	10-2021-0113244			
		일 자	2021.08.26			
		기관명	주식회사 리얼팜			
	실시(활용)기관	주 소	경기도 안성시 보계면 양말길29-67 비지비엔티202호			
사업자번호		125-86-17691				
전화번호		031-677-0718				
부내담당자		기술연구소(김영호) e-mail				
기술요	정밀기술료	경상기술료		기타 조건		
	장수(예정)일	장수(예정)금액	장수(예정)일	장수(예정)금액		
	장수(예정)금액	장수(예정)일	장수(예정)금액	장수(예정)일		
	매출에 따른 기술료	장수(예정)일	장수(예정)금액	장수(예정)일		
계						

기타특기사항

1. '농림축산식품 연구개발사업 관리기준' 제35조제3항에 따라 위와 같이 기술실시 내용을 보고합니다.

붙임 1. 기술실시계약서 사본 1부(타기관으로 기술이전시).
2. 지식재산권을 포함하는 기술이전인 경우 해당 증명자료(특허 등록증, 출원증 등) 1부 (타기관으로 기술이전시).
3. 연구개발과제협력서 사본 1부(직접실시시).

2021년 08월 30일

연구개발기관 **주식회사 리얼팜** 의 대표 

농림식품기술기획평가원장 귀하

210mm×297mm(배설지300g/m²) 또는 용량지(30g/m²)

관인생략

출원번호통지서

출원일자 2021.08.26
특기사항 심사청구(후) 공개신청(후)
출원번호 10-2021-0113244 (접수번호 1-1-2021-098875-17)
(DAS접근코드93F9)
출원인명칭 주식회사 리얼팜(1-2016-012369-8)
대리인성명 이지연(9-1999-000223-9)
발명자성명 고미애 김영호
발명의명칭 축산 동물의 행동 패턴을 기반으로 한 스마트 축사 관리 시스템 및 방법

특 허 청 장

<< 안내 >>

1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 이용하여 특허로 권리인지(www.patent.go.kr)에서 확인하실 수 있습니다.
2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 통보된 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 은행 또는 우체국에 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. 기타 심사 절차(제도)에 관한 사항은 특허청 홈페이지를 참고하시거나 특허고객상담센터(☎ 1544-8000)에 문의하여 주시기 바랍니다.
5. 심사제도 안내: <http://www.kipo.go.kr> 지식재산제도

□ 저작권(소프트웨어, 서적 등)

번호	저작권명	창작일	저작자명	등록일	등록 번호	저작권자명	기여율
1	Dairy Farm Manager	2021.02.03	주식회사 리얼팜	2021.06.10	C-2021-023454	주식회사 리얼팜	100
2	Dairy Farm Manager Mobile	2021.03.10	주식회사 리얼팜	2021.06.10	C-2021-023455	주식회사 리얼팜	100



신기술 지정(해당사항 없음)

번호	명칭	출원일	고시일	보호 기간	지정 번호

기술 및 제품 인증(해당사항 없음)

번호	인증 분야	인증 기관	인증 내용		인증 획득일	국가명
			인증명	인증 번호		

표준화(해당사항 없음)

○ 국내표준

번호	인증구분 ¹⁾	인증여부 ²⁾	표준명	표준인증기구명	제안주체	표준종류 ³⁾	제안/인증일자

- * 1) 한국산업규격(KS) 표준, 단체규격 등에서 해당하는 사항을 기재합니다.
- * 2) 제안 또는 인증 중 해당하는 사항을 기재합니다.
- * 3) 신규 또는 개정 중 해당하는 사항을 기재합니다.

○ 국제표준

번호	표준화단계구분 ¹⁾	표준명	표준기구명 ²⁾	표준분과명	의장단 활동여부	표준특허 추진여부	표준개발 방식 ³⁾	제안자	표준화 번호	제안일자

- * 1) 국제표준 단계 중 신규 작업항목 제안(NP), 국제표준초안(WD), 위원회안(CD), 국제표준안(DIS), 최종국제표준안(FDIS), 국제표준(IS) 중 해당하는 사항을 기재합니다.
- * 2) 국제표준화기구(ISO), 국제전기기술위원회(IEC), 공동기술위원회1(JTC1) 중 해당하는 사항을 기재합니다.
- * 3) 국제표준(IS), 기술시방서(TS), 기술보고서(TR), 공개활용규격(PAS), 기타 중 해당하는 사항을 기재합니다.

[경제적 성과]

□ 시제품 제작

번호	시제품명	출시/제작일	제작 업체명	설치 장소	이용 분야	사업화 소요 기간	인증기관 (해당 시)	인증일 (해당 시)
1	표준기반 통합제어기	2021.07.08. / 2021.08.17	주식회사 리얼팜	오도원목장(평택소재), 지평선목장(김제소재)	ICT 장치 및 센서로부터 발생하는 데이터를 수집하고 통합관리 서버로 전송하기 위한 Open API기반 프로그램이 설치 및 동작	과제 종료 후 1년	-	-

<첨부3> 농림축산식품 연구개발과제 제품출시 확인서

과제명	젯소 스마트 축사용 표준기반 통합제어 시스템 고도화 및 실증			
주관연구기관	주식회사 리얼팜	발여기관	국립축산과학원	
연구책임자	고미애	연구기간	20년 07월 - 21년 09월 (총1년2개월)	
총 정부출연금	400,000,000원			
해당 기술의 제품출시 유형				
시제품(제품출시 예정)	(0)	기존 제품 공명개선	()	
신제품(제품출시 완료)	()	기 타	()	
제품 출시 실적				
제품명	제품사진	제품출시도	제품출시일	해당 기술의 제품출시 기여율(%)
표준기반 통합제어기		<ul style="list-style-type: none"> 표준기반의 개방형 통합제어기 H/W 목표 사항 축산 표준에 기술된 통신 연결방식이 가능한 하드웨어 구조 개방형 통합제어기 연결방식 경로를 따르는 OpenAPI를 구현할 수 있는 H/W 플랫폼 낙농 스마트팜 분야에 사용 되는 ICT장치 연동 가능 낙농 스마트축사 모니터링 및 제어를 위한 ICT 인터페이스 S/W설치 플랫폼 	2021.08.17	100

* 첨부 : 당해연도 제품출시 여부를 확인할 수 있는 자료(제조년월일 표기사진, 제품등록번호 등)
 **식품R&D는 품목제조보고서 제출 필수

상기와 같이 R&D 기술을 제품화한 실적을 보고합니다.

2021년 08월 23일
 연구책임자 : 고 미 애 (서명 도)

***첨부**



제품모델번호 : FarmKeeper OTFC-R21-L100V1
 • OTFC : Open Technic based Farm Controller
 • R21 : 출시년도2021년
 • L100V1 : 모델버전V1



제품제조번호 : Realfarm-Con-213203
 • 21 : 2021년 제작
 • 3203 : 제조번호



제품내부보드제작번호 : Realfarm-Controller V1.1

□ 기술 실시(이전)

번호	기술 이전 유형	기술 실시 계약명	기술 실시 대상 기관	기술 실시 발생일	기술료 (해당 연도 발생액)	누적 징수 현황
1	직접실시	축산동물의 행동패턴을 기반으로 한 스마트 축사관리 시스템 및 방법	주식회사 리얼팜	2021.08.30	5,180(천원)	5,180(천원)

* 내부 자금, 신용 대출, 담보 대출, 투자 유치, 기타 등

□ 사업화 투자실적(해당사항 없음)

번호	추가 연구개발 투자	설비 투자	기타 투자	합계	투자 자금 성격*

기술실시 보고서 (단위: 원)

연구개발과제 현황	사업명	1세대 스마트농산물품질 향상 기술개발사업		연구과제번호	320098-1	
	연구과제명	젯소 스마트축산물 표준기반 통합케어 시스템 고도화 및 실용				
	연구개발기관명	주식회사 리얼팜	연구책임자	고미애	참여기업명	국립축산과학원
	연구협약일	2020.07.03	연구기간	2020.07.03 ~ 2020.09.02		
기술실시계약 및 성과활동 현황	연구개발비	정부지원연구개발비	기관지원연구개발비	기타 ()	계	
		400,000,000	123,400,000		523,400,000	
	계약(활동)명	정밀축산물 위한 스마트축산물 허적화 의사결정지원 기술				
	계약(활동)일	2021.08.30	실시(활동)기간	2021.09.03 ~ 2024.09.02		
	지재권 종류	특허출원	실시권 유형	직접실시		
	지재권 이의신청 등 처리절차	명 칭	축산 동물미 행동 패턴을 기반으로 한 스마트 축사 관리 시스템 및 방법			
		번호	10-2021-0113244	일 자	2021.08.26	
		기관명	주식회사 리얼팜	기관유형	중소기업	
		주소	경기도 평택시 분개면	대표자	왕학준	
		실시(활동)기관	사업자번호	125-86-17691	전화번호	031-677-0718
기술료	정액기술료	경상기술료		기타 조건		
	장수(예정)일	장수(예정)금액	착수기본료			
			장수시작(예정)일	경산월		
		매출에 따른 기술료	장수종료(예정)일	장수율		
기타특기사항	계					

「농민축산식품 연구개발사업 관리기준」 제35조제3항에 따라 위와 같이 기술실시 내용을 보고합니다.

붙임 1. 기술실시계약서 사본 1부(타기관으로 기술이전시).
 2. 지식재산권을 포함하는 기술이전인 경우 해당 증명자료(특허 등록증, 출원증 등) 1부 (타기관으로 기술이전시).
 3. 연구개발과제협약서 사본 1부(직접실시시).

2021년 08월 30일

연구개발기관 **주식회사 리얼팜** 의 대표 

농림축산식품기획평가원장 귀하

210mm×297mm(1매)상지(80g/m²) 또는 등용지(80g/m²)

관인생략

출원번호통지서

출원일자 2021.08.26
 특기사항 심사청구(유) 공개신청(무)
 출원번호 10-2021-0113244 (접수번호 1-1-2021-0988879-17)
 (DAS접근코드939)
 출원인명칭 주식회사 리얼팜(1-2016-012369-8)
 대리인성명 이지연(9-1999-000223-9)
 발명자성명 고미애 김명호
 발명의명칭 축산 동물의 행동 패턴을 기반으로 한 스마트 축사 관리 시스템 및 방법

특 허 청 장

<< 안내 >>

1. 귀하의 출원은 위와 같이 작성적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 이용하여 특허포털사이트(www.patent.go.kr)에서 확인하실 수 있습니다.

2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 동봉된 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 은행 또는 우체국에 납부하여야 합니다.

※ 납부자번호: 0131(기관코드) + 접수번호

3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 (특허고려번호 정보변경(경정), 청정신고서)를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.

4. 기타 심사 절차(제도)에 관한 사항은 특허청 홈페이지를 참고하시거나 특허고객상담센터(☎ 1544-8080)에 문의하여 주시기 바랍니다.

※ 심사제도 안내: <http://www.kipo.go.kr> 지식재산제도

□ 사업화 현황(해당사항 없음)

번호	사업화 방식 ¹⁾	사업화 형태 ²⁾	지역 ³⁾	사업화명	내용	업체명	매출액		매출 발생 연도	기술 수명
							국내 (천원)	국외 (달러)		

- * 1) 기술이전 또는 자기실시
- * 2) 신제품 개발, 기존 제품 개선, 신공정 개발, 기존 공정 개선 등
- * 3) 국내 또는 국외

□ 매출 실적(해당사항 없음)

사업화명	발생 연도	매출액		합계	산정 방법
		국내(천원)	국외(달러)		
합계					

사업화 계획 및 무역 수치 개선 효과(해당사항 없음)

성과					
사업화 계획	사업화 소요기간(년)				
	소요예산(천원)				
	예상 매출규모(천원)	현재까지	3년 후	5년 후	
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년 후	5년 후
		국내			
	국외				
	향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획				
무역 수치 개선 효과(천원)	수입대체(내수)	현재	3년 후	5년 후	
	수출				

고용 창출(해당사항 없음)

순번	사업화명	사업화 업체	고용창출 인원(명)		합계
			yyyy년	yyyy년	
합계					

고용 효과(해당사항 없음)

구분			고용 효과(명)	
고용 효과	개발 전	연구인력		
		생산인력		
	개발 후	연구인력		
		생산인력		

비용 절감(해당사항 없음)

순번	사업화명	발생연도	산정 방법	비용 절감액(천원)
합계				

경제적 파급 효과 (해당사항 없음)

(단위: 천원/년)

구분	사업화명	수입 대체	수출 증대	매출 증대	생산성 향상	고용 창출 (인력 양성 수)	기타
해당 연도							
기대 목표							

□ 산업 지원(교육지도)

순번	내용	기간	참석 대상	장소	인원
1	축산 스마트팜의 현재와 미래	'21. 4. 14	강원대학교 동물산업융합학과 학부생	비대면 온라인 강의(ZOOM)	160명
2	축산 스마트 농업 연구개발 동향	'21. 4. 29	농촌진흥공무원	비대면 온라인 강의(구루미)	40명
3	축산 스마트팜 개발 기술 및 축산 ICT 도입 우수사례	'21. 6. 10	축산 농업인 및 교육 희망 도민(충북)	비대면 영상 녹화 및 온라인 강의	40명
4	ICT 기술을 이용한 한우 스마트팜	'20. 11. 16	울진녹색농업대학 축산농업인	비대면 온라인 강의(ZOOM)	35명
5	한국의 축산 스마트팜 사례 소개	'21. 9. 17	개발도상국 전자정부, 공공행정 담당 고위급 공무원(장·차관, 국장)	영상 촬영 (온라인 강의)	12명

<p>“중대형 ICT로 사회혁신을 실현하고 국가미래를 열어간다”</p> <h3>한국지능정보사회진흥원</h3> <p>수신 국립축산과학원 축산환경과 관장직 농업연구사 (강유)</p> <p>제목 '21년 계도국 과외로 디지털정부 정책관리자 온라인 연수과정 강의(축산 스마트팜) 협조 요청</p> <p>1. 귀 기관의 무궁한 발전을 기원합니다.</p> <p>2. 한국지능정보사회진흥원(NISIA)에서는 개발도상국의 교육용 디지털정부 운영관리자를 대상으로 한국의 디지털정부 정책 및 사례, 우수 디지털정부 서비스, 스마트팜 등을 소개하고 학습하는 온라인 교육과정을 운영할 예정입니다.</p> <p>3. 이와 관련하여 귀 기관의 전문가를 강사로 초청하오니 협조하여 주시기 바랍니다.</p> <p>가. 목 적</p> <p>1) 한국의 디지털정부, 스마트팜 분야 핵심 내용 및 사례를 계도국 디지털정부 분야 고위공직자를 대상으로 초청하여 위한 온라인 교육과정 운영</p> <p>나. 교육개요</p> <p>1) 교육명: '21년 Digital Government Policy Management Course</p> <p>2) 교육기간: 2021. 11. 8(월) ~ 11.26(금), 3주</p> <p>3) 교육대상: 계도국 전자정부, 공공행정 담당 고위급 공무원 5개국 12명</p> <p>4) 교육방법: 실시간 온라인 교육 플랫폼 활용(Google Classroom)</p> <p>※ 코로나19의 지속적인 확산에 따른 실시간 비대면 교육 실시</p> <p>7) 강의명: 스마트팜(사물인터넷) 응용사례 및 정부 주요 정책(22일 11:00분)</p> <p>다. 협조 요청사항</p> <p>1) 강의: 국립축산과학원 축산환경과 관장직 농업연구사</p> <p>2) 강의명: 한국의 축산 스마트팜 사례 소개</p> <p>3) 강의일시: 2021. 9. 17(금) 14:00-16:00</p> <p>붙임: 2021년 계도국 디지털정부 정책관리자 온라인 교육과정 추진 계획(안) 1부, 끝.</p>	<p>“보사주사(博事求是)”</p> <h3>강원대학교</h3> <p>수신자 국립축산과학원(축산환경과장)</p> <p>제목 강원대학교 동물산업융합학과 동물산업융합학과 초청 의뢰</p> <p>1. 귀 기관의 무궁한 발전을 기원합니다.</p> <p>2. 강원대학교 동물산업융합학과 동물산업융합학과에서는 ‘강(강)과동(동)’, 수료로 일함으로 동물산업용 오시과 특성을 개칭하고자 하오니 협조하여 주시기 바랍니다.</p> <p>가. 일 시: 2021. 04. 14.(수) 10:00 - 13:00</p> <p>나. 장 소: 비대면(ZOOM)</p> <p>다. 대 상: 강(강)과동(동) 수강생 100명</p> <p>라. 특강주제: 스마트 축산</p> <p>마. 초청교수: 강(강) 교수(동물산업융합학과) 끝.</p> <p>강원대학교</p> <p>9부서: 관장직: 2021-04-08 담당: 강(강) 교수</p> <p>접수처: 관장직: 2021-04-08 / 강(강) 교수</p> <p>시. 명: 동물산업융합학과(2021-04-08) / 강(강) 교수</p> <p>주. 소: 강원대학교 동물산업융합학과(강원도 춘천시 남면 1-1) / 강(강) 교수</p> <p>www.hangang.ac.kr</p> <p>전화번호: 033-250-1111 / 강(강) 교수</p>	<p>농촌진흥청</p> <h3>농촌인력지원개발센터</h3> <p>수신 수신자 협조 (강유)</p> <p>제목 2021 「축산 스마트농업」 과정 출강 및 과제형도 협의의뢰</p> <p>1. 귀 기관의 무궁한 발전을 기원합니다.</p> <p>2. 농촌진흥공무원 대상에 실시하는 「축산 스마트농업」 과정에 귀학을 강사로 위촉 하오니 추진계획을 참고하여 출강하여 주시기 바랍니다.</p> <p>3. 아울러, 본 교육과정의 과제형도를 집행하여 강사카드 및 개인정보 이용동의서와 함께 2021. 4. 21.(수) 18:00까지 제출하여 주시기 바랍니다.</p> <p>붙임 1. 2021 「축산 스마트농업」 과정 추진계획 1부.</p> <p>2. 과제형도 및 필요양 1부.</p> <p>3. 강사카드 및 개인정보 이용동의서(양식) 1부, 끝.</p> <p>농촌인력지원개발센터</p> <p>수신자: 농촌진흥청(인력지원과장직), 국립축산과학원(축산환경과장), 국립축산과학원(가축분뇨과장), 배그리교육부, 향진(농업)과, 호진(농)</p> <p>농기교육과: 인력지원과(인력지원과장) / 강(강) 교수</p> <p>농기교육과: 스마트농업(스마트농업) / 강(강) 교수</p> <p>농기교육과: 교육훈련(교육훈련) / 강(강) 교수</p> <p>시. 명: 국립축산과학원-1519 / 2021. 4. 9 / 강(강) 교수</p> <p>주. 소: 국립축산과학원-1519 / 2021. 4. 9 / 강(강) 교수</p> <p>시. 명: 인력지원과(인력지원과장) / 강(강) 교수</p> <p>주. 소: 인력지원과(인력지원과장) / 강(강) 교수</p> <p>전화번호: 043-239-1351 / 강(강) 교수</p> <p>주소: 강원도 춘천시 남면 1-1 / 강(강) 교수</p>
<p>“교육혁신의 원동력인 혁신교육”</p> <h3>울진군 농업기술센터</h3> <p>수신 국립축산과학원(축산환경과장)</p> <p>제목 제15기 울진녹색농업대학 한우반 교육 강사초빙 의뢰</p> <p>1. 귀 기관의 무궁한 발전을 기원합니다.</p> <p>2. 사회적 거리두기 단계 조정에 따라 「울진녹색농업대학」 한우반 교육 강사로 초빙 의뢰하오니 협조할 수 있도록 협조하여 주시기 바랍니다.</p> <p>가. 일 시: 2020. 11. 16(월), 13:30~17:30(4시간)</p> <p>나. 교육장소: “꿈” 프로그램 활용 실시간 누리방</p> <p>다. 장 소: (강사) 자택 등 교육가능한 장소 / (교육생) 농업기술센터 대회의실</p> <p>라. 교육인원: 35명</p> <p>마. 협조사항: 협정서 농업연구사(국립축산과학원 축산환경과장)</p> <p>바. 교육내용: ICT기술을 이용한 한우 스마트팜, 끝.</p> <p>농업기술센터</p> <p>9부서: 관장직: 2021-11-6 담당: 관장직</p> <p>접수처: 관장직: 2021-11-6 / 관장직</p> <p>시. 명: 농업기술센터-1439 / 2021. 11. 6 / 관장직</p> <p>주. 소: 농업기술센터-1439 / 2021. 11. 6 / 관장직</p> <p>시. 명: 강원도 울진군 새마을예배당길 96, 울진군농업기술센터 / http://www.ujin.go.kr</p> <p>전화번호: 054-759-0221 / 강(강) 교수</p>	<p>“조선의 고종시대, 순국한 자의정신으로 현재까지 살아간다”</p> <h3>충청북도농업기술원</h3> <p>수신 수신자 협조 (강유)</p> <p>제목 '21년 미래농업혁신기술교육 「스마트팜(축산)」 과정 제재강사 강사 협조 요청</p> <p>1. 귀 기관의 무궁한 발전을 기원합니다.</p> <p>2. 2021년 미래농업혁신기술교육 「스마트팜(축산)」 과정에 귀 기관(과)의 전문가를 초청하고자 하오니 출강할 수 있도록 협조하여 주시기 바랍니다.</p> <p>가. 교육기간: '21. 6. 9(수) ~ 6. 11(금) / 기간 중 동영상 시청(시간은 자율)</p> <p>나. 교육인원: 40명(축산 농업인 및 교육 희망자)</p> <p>다. 주요내용: 축산 스마트팜 개발기술 및 축산 ICT 도입 우수사례 등</p> <p>라. 교육장소: 온라인(동영상) 강의</p> <p>마. 협조사항: 강사이력카드 및 강의자료 제출 - 5월 14일까지 이메일()로 제출</p> <p>붙임: 1. 스마트팜(축산) 과정 교육계획 1부.</p> <p>2. 강사카드(개인정보이용동의서) 서식 1부.</p> <p>3. 교육장소 안내도 1부, 끝.</p> <p>충청북도농업기술원</p> <p>수신자: 국립축산과학원(축산환경과장), 강원도농업기술원(축산과장)</p> <p>9부서: 관장직: 2021-03 담당: 관장직</p> <p>접수처: 관장직: 2021-03 / 관장직</p> <p>시. 명: 강원도농업기술원-1548 / 2021. 4. 22 / 관장직</p> <p>주. 소: 28513 충청북도청주시 흥덕구 고충로 48 / http://www.cab.go.kr</p> <p>전화번호: 043-224-0812 / 강(강) 교수</p> <p>주소: 충청북도청주시 흥덕구 고충로 48 / 강(강) 교수</p>	<p>“농촌진흥청의 원동력인 혁신교육”</p> <h3>충청북도농업기술원</h3> <p>수신 수신자 협조 (강유)</p> <p>제목 '21년 미래농업혁신기술교육 「스마트팜(축산)」 과정 제재강사 강사 협조 요청</p> <p>1. 귀 기관의 무궁한 발전을 기원합니다.</p> <p>2. 2021년 미래농업혁신기술교육 「스마트팜(축산)」 과정에 귀 기관(과)의 전문가를 초청하고자 하오니 출강할 수 있도록 협조하여 주시기 바랍니다.</p> <p>가. 교육기간: '21. 6. 9(수) ~ 6. 11(금) / 기간 중 동영상 시청(시간은 자율)</p> <p>나. 교육인원: 40명(축산 농업인 및 교육 희망자)</p> <p>다. 주요내용: 축산 스마트팜 개발기술 및 축산 ICT 도입 우수사례 등</p> <p>라. 교육장소: 온라인(동영상) 강의</p> <p>마. 협조사항: 강사이력카드 및 강의자료 제출 - 5월 14일까지 이메일()로 제출</p> <p>붙임: 1. 스마트팜(축산) 과정 교육계획 1부.</p> <p>2. 강사카드(개인정보이용동의서) 서식 1부.</p> <p>3. 교육장소 안내도 1부, 끝.</p> <p>충청북도농업기술원</p> <p>수신자: 국립축산과학원(축산환경과장), 강원도농업기술원(축산과장)</p> <p>9부서: 관장직: 2021-03 담당: 관장직</p> <p>접수처: 관장직: 2021-03 / 관장직</p> <p>시. 명: 강원도농업기술원-1548 / 2021. 4. 22 / 관장직</p> <p>주. 소: 28513 충청북도청주시 흥덕구 고충로 48 / http://www.cab.go.kr</p> <p>전화번호: 043-224-0812 / 강(강) 교수</p> <p>주소: 충청북도청주시 흥덕구 고충로 48 / 강(강) 교수</p>

기술 무역(해당사항 없음)

(단위: 천원)

번호	계약 연월	계약 기술명	계약 업체명	계약업체 국가	기 징수액	총 계약액	해당 연도 징수액	향후 예정액	수출/수입

[사회적 성과]

법령 반영(해당사항 없음)

번호	구분 (법률/시행령)	활용 구분 (제정/개정)	명 칭	해당 조항	시행일	관리 부처	제정/개정 내용

정책활용 내용(해당사항 없음)

번호	구분 (제안/채택)	정책명	관련 기관 (담당 부서)	활용 연도	채택 내용

설계 기준/설명서(시방서)/지침/안내서에 반영(해당사항 없음)

번호	구분 (설계 기준/설명서/지침/안내서)	활용 구분 (신규/개선)	설계 기준/설명서/지침/안내서 명칭	반영일	반영 내용

전문 연구 인력 양성(해당사항 없음)

번호	분류	기준 연도	현황																
			학위별				성별		지역별										
			박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타						

산업 기술 인력 양성 (해당사항 없음)

번호	프로그램명	프로그램 내용	교육 기관	교육 개최 횟수	총 교육 시간	총 교육 인원

다른 국가연구개발사업에의 활용(해당사항 없음)

번호	중앙행정기관명	사업명	연구개발과제명	연구책임자	연구개발비

국제화 협력성과(해당사항 없음)

번호	구분 (유치/파견)	기간	국가	학위	전공	내용

홍보 실적(해당사항 없음)

번호	홍보 유형	매체명	제목	홍보일

□ 포상 및 수상 실적(해당사항 없음)

번호	종류	포상명	포상 내용	포상 대상	포상일	포상 기관

[인프라 성과]

□ 연구시설·장비(해당사항 없음)

구축기관	연구시설/ 연구장비명	규격 (모델명)	개발여부 (○/×)	연구시설·장비 종합정보시스템* 등록여부	연구시설·장비 종합정보시스템* 등록번호	구축일자 (YY.MM.DD)	구축비용 (천원)	비고 (설치 장소)

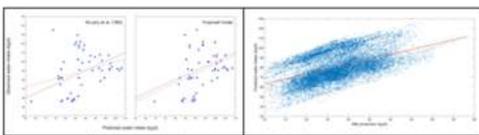
* 「과학기술기초법 시행령」 제42조제4항제2호에 따른 연구시설·장비 종합정보시스템을 의미합니다.

[그 밖의 성과](해당 시 작성합니다)

영농활용 2편

- ICT 정보기반 젓소 음수량 추정 모델의 농가 적용
- 낙농 통합관리 프로그램 활용 방법

*영농활용은 농촌진흥청 고유 성과지표로, 내부 일정에 따라 '21. 11월 말에 심의 예정

제 목	ICT 장치 수집 데이터를 이용한 젓소 음수량 추정 방법	
활용 분야	축산생명환경	
검색어	젓소, 스마트팜, 통합관리, ICT, 음수량	
활용 내용 요약	<p>□ 배경</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 젓소 농가에서 개체별 음수 관리가 현실적으로 어려움 - 젓소 개체가 물장난을 하거나 음수조 주변의 허실 가능성이 높아 정확한 물 소비량 산정이 어려움 - 개체별 음수 추정을 위한 별도 측정 장치 제작이 가능하나 경제성 등의 이유로 농가 적용에 제한적 - ICT 장치 수집 정보만을 토대로 음수량을 간접적으로 추정하는 방법 개발 <p>□ 개발된 영농기술정보</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ ICT 장치 수집 정보를 이용한 음수량 간접 추정 방법 - Murpy et al. (1983), NRC (2001)의 경험식을 이용하여 수정 방정식 고안 - 산유량, 일 최저기온의 평균, 유지방, 착유주수, 체중, 나트륨 섭취량 정보를 이용한 음수 추정량의 간접 산정 	
	 <p>Murphy et al. (1983) 모델과 개발모델의 음수량 추정치와 실측치 비교 산유량과 음수량 추정치의 비교; 실측은 산점도의 선형회귀 추세선</p>	
	<p>□ 파급효과</p> <ul style="list-style-type: none"> - 직접 정량화하기 어려운 음수 활동에 대해 예측 모델을 제시함으로써 정밀 개체 사양 관리에 기여 - 향후 빅데이터, 인공지능 기반 2세대 스마트팜 R&D를 통해 개발된 성장, 생산관리 예측 모델의 방향성 제시 	
활용 구분	영농기술 신기술 보급 현장실증 현장실용	영농정보 교육연장 연시 국가농업 기술포털
연구개발자	농촌진흥청 국립축산과학원 축산환경과 권경석 (전화 : , e-mail :)	

제 목	개발형 제어 기반 1세대 낙농 스마트팜 통합관리 프로그램 모바일 어플리케이션 사용자 매뉴얼	
활용 분야	축산생명환경	
검색어	젓소, 스마트팜, 통합관리, 프로그램, 개발형제어	
활용 내용 요약	<p>□ 배경</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 빅데이터 기반 2세대 낙농 스마트팜 기반 조성 - 개발형 제어 Open API 연동 기반 통합관리 프로그램을 이용하여 일괄적인 제어 및 모니터링을 실시, 사용자의 편의성을 향상시킬 수 있음 - 데이터의 형태, 수집방식, 전송방식을 통일하여 향후 빅데이터 기반 2세대 낙농 스마트팜 기반 조성 필요 <p>□ 개발된 영농기술정보</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 개발형 제어 기반 1세대 낙농 스마트팜 고도화 - 낙농 스마트팜 통합관리를 위한 ICT장치 구성 - 기존 개발된 낙농 통합관리 프로그램의 모바일 어플리케이션 버전 - 개발형제어 개념을 이용하여 환경·사양관리 장치를 통합 연동하며, PC를 통해 관련 웹페이지에 농장에 부여된 ID로 접속하여, 농장의 실시간 상황 및 데이터를 확인 및 제어가 가능 • 환경관리: 시설 내외부 온도, 습도, 풍환경 정보, CCTV, 차단방역기 • 생산관리: 개체, 발정, 수정, 건유, 착유, 도래 정보 	
	 <p>젓소 스마트팜 통합관리 프로그램 모바일 앱 내 환경관리 조회 페이지</p>	
	<p>□ 파급효과</p> <ul style="list-style-type: none"> - Open API와 연동된 ICT 장치들로부터 수집되는 환경, 사양관리 데이터의 통합관리를 통한 사용자 편의성 향상 - 젓소 스마트팜으로부터 수집되는 데이터의 형태, 수집방식, 전송방식을 통일하여 빅데이터 기반 2세대 스마트팜 기반 조성 마련 	
활용 구분	영농기술 신기술 보급 현장실증 현장실용	영농정보 교육연장 연시 국가농업 기술포털
연구개발자	농촌진흥청 국립축산과학원 축산환경과 권경석 (전화 : , e-mail :)	

(4) 계획하지 않은 성과 및 관련 분야 기여사항(해당 시 작성합니다)

국내 논문(비SCIE) : 개방형 제어기반 1세대 낙농 스마트팜의 고도화 모델 적용 분석

2) 목표 달성 수준

- 정성적 연구개발 목표달성

추진목표	달성내용	달성도(%)
○ 낙농 스마트 축사용 통합 제어기 개발 및 실증	○ 개방형 통합 제어기 개발 및 시제품 제작, 현장실증, Open API 기반 인터페이스 구현	○100%
○ 낙농 스마트 축사 통합 관리 플랫폼 고도화 개발	○ 낙농 통합 관리 플랫폼 운영을 위한 웹, 모바일 앱 프로그램 개발 및 운영플랫폼구동에 적용, 실증에 활용	○100%
○ 낙농 스마트 축사 통합 관리 플랫폼 구축 및 실증	○ 고도화 및 실증2개 농가에 시스템 구축 및 실증	○100%
○ 표준 기반 1세대 낙농 스마트팜 고도화 모델 설정	○ 1세대 낙농 스마트팜 모델 구성 요소 및 데이터 수집 항목 설정	○100%
○ 낙농 스마트팜 고도화에 따른 성과 분석	○ 낙농 스마트팜 고도화에 따른 산유량, 매출액, 유 성분, 공태일수 등 성과 추적 평가	○100%
○ 낙농 스마트팜 데이터활용(안) 도출	○ 음수량 추정 모델 2종, 고온스트레스지수-산유량-활동량 상관분석, 유성분(유당) 정보를 이용한 유방염 예측	○100%

- 정량적 연구개발 목표달성

추진목표	달성내용	달성도(%)
산업재산권 출원1건	○ 산업재산권(특허)출원 2건 • 축산동물의 행동패턴을 기반으로 한 무리 서열 데이터 검출방법 • 축산동물의 행동패턴을 기반으로 한 스마트 축사 관리 시스템 및 방법	200
프로그램등록 1건	○ 낙농 스마트축사 통합관리 운영 프로그램 저작권 등록 2건 • Dairy Farm Manager • Dairy Farm Manager Mobile	200
기술실시1건	○ 기술실시 1건 • 정밀축산을 위한 스마트 축사시설 최적화 의사결정 지원 기술	100
시제품제작 1건	○ 표준기반 개방형 통합제어기 시제품 제작 1건 • 표준기반 통합제어기	100
학술발표1건	○ 학술발표 4건 • 개방형 제어기반 1세대 낙농 스마트팜의 고도화 • ICT정보기반 젖소 음수량 추정모델 농가적용 평가 • THI가 젖소의 산유량,음수량 및 활동량에 미치는 영향분석 • 스마트팜ICT장치의 복합데이터를 활용한 젖소 음수량 추정 연구	400
교육지도5건	○ 교육지도 5건 • 축산 스마트팜의 현재와 미래 • 축산 스마트 농업 연구개발 동향 • 축산 스마트팜 개발기술 및 축산 ICT도입우수사례 • ICT기술을 이용한 한우 스마트팜 • 한국의 축산 스마트팜 사례 소개	100
영농활용2건	○ 영농활용2건 • ICT정보기반 젖소 음수량 추정 모델의 농가 적용 • 낙농 통합관리 프로그램 활용방법	100
목표외 추가 성과	○ 비SCI논문 1건 • 개방형 제어기반 1세대 낙농 스마트팜의 고도화 모델 적용 분석	

4. 목표 미달 시 원인분석(해당 없음)

5. 연구개발성과의 관련 분야에 대한 기여 정도

○ 성과 및 기술기여

- 기존 ICT 융복합 확산사업을 통해 보급 중인 스마트팜은 이기종 ICT 장치들마다 서로 다른 데이터 송수신 규격, 인터페이스 등으로 인해 통합관리가 어려운 실정에서 참조 할 만한 표준기반 통합관리 플랫폼을 제시함.
- 농장에서는 장치마다 별개의 제어 장치를 설치 및 연결해야 되며, 데이터의 통합관리 및 수집이 제한적인 한계에서 시작
- 본 연구를 통해 이기종 ICT 장치를 한데 모아 통합 관리할 수 있는 표준 기반 개방형 통합 제어기를 개발 및 세부 Open API를 제공하고 그 방식에 따른 인터페이스를 구축함으로써 타 장비 업체 혹은 타 시스템 플랫폼 업체가 사용 가능 하도록 함
- 생산관리와 ICT 장치 및 센서 데이터를 통합 관리하고 빅데이터 시스템으로 전송 가능하도록 시스템을 구축 운영함을 플랫폼 실증을 통해 확인함
- 장치는 있으나 통합 관제 시스템 혹은 프로그램이 없는 업체에 연결 기술 및 환경 제공 용이
- 빅데이터 및 인공지능 기반 2세대 스마트팜 R&D를 위하여 규칙을 보유한 일관된 데이터의 수집 및 관리가 필요하나, 현행 스마트팜 설치 장치로는 제한적이었음

○ 표준화분야 기여

- 본 과제목표에 따라 표준기반의 장치 및 연결구조는 축산 표준화 기구가 발표한 표준기준에 부합하도록 구축하였으며 OpenAPI기반의 낙농 스마트 축사 표준기반 실증모델을 통한 표준화 피드백
- 표준화 포럼참여 등의 반영노력을 통해 표준화개선의 선순환기대에 활용가능
- 본 연구과제 결과물(개방형 통합제어기)을 통해 빅데이터의 수집 및 활용에 대한 활용 예를 구체화하여 축산분야 빅데이터 분석 및 개발자에게 2세대 축산 스마트팜으로 가는 방향 및 방법을 제시함



○ 사업화 분야 기여



- 표준기반개방형제어기 H/W + OPEN API S/W + 스마트측사 통합관리 플랫폼 + 스마트측사 데이터 활용
- 표준기반개방형제어기 H/W
 - : 스마트측사 ICT장치개발 표준화 모델 제시
 - : 관련 ICT장비업체와의 협업을 통해 농가수익 증대와 장비업체들의 시장확대 기대
 - : 향후 여러 측사에 적용하여 가축별/규모별 특성을 반영한 제품으로 발전가능성 제시
 - OpenAPI S/W
 - : 표준화 과정을 통한 실증데이터 제시로 표준규격의 실제 적용가능성을 보여줌
 - : 스마트 측사 ICT기기의 연결성과 확장성을 표준기반 인터페이스로 실증
 - 스마트측사 통합관리 플랫폼
 - : 농가에서 실제 젖소생산성적 데이터를 그래프등으로 확인하고 이를 활용가능하게 함으로써 생산성을 높이는데 기여
 - : 통합관리플랫폼을 활용한 서비스 확대 모델 제시
 - 스마트측사 데이터 활용
 - : 데이터를 활용한 생산성증가 연관성을 연구결과로 보여줌
 - : 합리적인 데이터 활용 및 추정모델 결과로 2,3세대 스마트팜의 활용기반데이터 방향성 제시

6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획

○ 개방형 통합제어기 실용화 및 현장적용

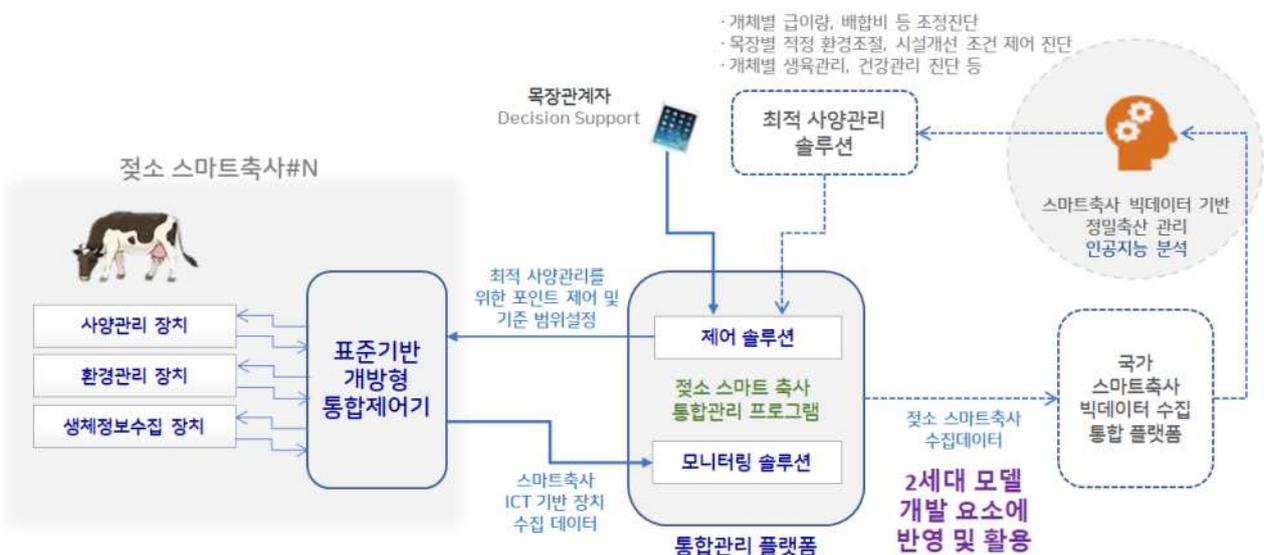
- 개방형 통합 제어기 시제품 제작 성과를 보완하여 축산농가의 설치 환경과 동작 환경에 맞게 실용화를 위한 개선 추진
- 스마트 축사 ICT 기기의 연결성과 확장성을 고려한 연결 장치부 개선 추진
- 개방형 통합제어기에 엷지 컴퓨팅 기술을 도입하기 위해 기반 하드웨어 사양개선
- 통신효율 개선으로 동작성능 개선과 통신비용의 절감 등 기대
- 산업재산권 출원으로 표준기반 개방형 통합 제어기를 제시하고 ICT 장치 산업체가 참조하여 사용할 수 있도록 인터페이스 정보 제공
- 농가 및 축종 확장 시 가축별/규모별 특성을 반영한 제품으로 발전시키는 자원으로 활용
- 표준화 규격의 실제 적용을 실증함으로써 표준화 모델로 활용

○ 통합관리 플랫폼의 농가활용도 개선 및 제품안정화로 산업화에 활용

- 농가의 사용편의성 개선 및 데이터 활용도를 높이기 위한 운영프로그램 관리 및 업데이트 지속
- 농가 젖소 상태관리, 생산성관리를 실증을 통해 공태일수 단축을 확인하였으므로 지속적인 데이터 활용 및 경영요소 개선에 활용
- 관련장비업체와의 협업을 통해 ICT장치의 추가연동을 위한 플랫폼으로 활용함으로써 농가 장비사용의 확장성과 장비업체들의 시장확대를 돕는데 활용
- 수입장비의 연동을 통한 솔루션 확장기회 확보시 스마트축사 플랫폼으로 활용
- 수집데이터를 활용한 생산성 추적 및 분석을 지속함으로써 데이터의 신뢰성을 더욱 높이고 2세대 스마트팜에 활용가능기반으로 사용

○ 데이터활용 모델 개선에 이용

- 농가활용도 측면에서 스마트 축사에 구축된 시설 및 장치에 따라 수집가능한 데이터의 종류가 달라짐으로써 모델 분석결과에 영향을 미칠수 있다. 이를 고려하여 데이터 활용지표들에 대한 적용가능성을 장치사용의 확대 및 모델적용 현장의 피드백을 활용하여 모델개선에 활용
- 시스템 모델 및 데이터 모델의 예측정확도를 포함한 개선에 데이터의 유효성과 판별근거 설정, 데이터의 그룹화 등을 활용하여 모델 개선관리



<연구개발 결과의 기대성과와 활용계획>

구분(정량 및 정성적 성과 항목)		연구개발 종료 후 5년 이내
국외논문	SCIE	매년 목표치
	비SCIE	
	계	
국내논문	SCIE	
	비SCIE	
	계	
특허출원	국내	
	국외	
	계	
특허등록	국내	2
	국외	
	계	2
인력양성	학사	
	석사	
	박사	
	계	
사업화	상품출시	1
	기술이전	
	공정개발	
제품개발	시제품개발	1
비임상시험 실시		
임상시험 실시 (IND 승인)	의약품	1상
		2상
		3상
	의료기기	
진료지침개발		
신의료기술개발		
성과홍보		
포상 및 수상실적		
정성적 성과 주요 내용		

< 별첨 자료 >

중앙행정기관 요구사항	별첨 자료
1. 연구최종보고서 첨부자료	1) 자체평가의견서
	2) 연구성과 활용계획서
2. 연구계획에 따른 정량성과 증빙자료	1) 특허출원서
	2) 프로그램 등록증
	3) 기술실시 확인서
	4) 제품출시확인서
	5) 비sci논문초록
	6) 학술발표자료
	7) 교육지도 5건 자료
	8) 기타 연구활용 2건자료

자체평가의견서

1. 과제현황

		과제번호		320098-1	
사업구분					
연구분야				과제구분	단위
사업명	1세대 스마트팜 산업화기술개발사업				주관
총괄과제	기재하지 않음			총괄책임자	기재하지 않음
과제명	젯소 스마트축사 표준기반 통합제어시스템 고도화 및 실증			과제유형	(기초,응용,개발)
연구개발기관	주식회사 리얼팜			연구책임자	고미애
연구기간 연구개발비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차년도	2020.07.03.~2021.09.02	400,000	123,400	523,400
	2차년도				
	3차년도				
	4차년도				
	5차년도				
	계				
참여기업	국립축산과학원				
상대국			상대국연구개발기관		

※ 총 연구기간이 5차년도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망

2. 평가일 : 2021.10.29

3. 평가자(연구책임자) :

소속	직위	성명
주식회사 리얼팜	기술연구소장	고미애

4. 평가자(연구책임자) 확인 :

본인은 평가대상 과제에 대한 연구결과에 대하여 객관적으로 기술하였으며, 공정하게 평가하였음을 확약하며, 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 : 우수, 보통, 미흡, 극히불량)

- 연구목표에 부합하게 정량적 성과와 정성적 성과를 모두 만족함
- 정량적 성과의 경우 정량성과 목표를 초과 달성하였음
- 연구성과를 확인할 수 있는 제품 및 운영을 확인할 수 있는 실증을 제시함

2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : 우수, 보통, 미흡, 극히불량)

- 개방형제어기 개발은 설계, 시제품제작 및 현장실증을 거쳐 확인되었으므로 ICT 장비연결시 시스템 중복성을 제거하게 됨
- Open API를 제공하고 구축함으로써 타 장비 업체 혹은 타 시스템 플랫폼연결사용 가능
- 생산관리와 ICT 장치 및 센서데이터를 통합관리하고 빅데이터시스템으로 전송 가능하도록 플랫폼 API를 실증을 통해 확인함
- ICT기술이 포함되지 않은 장비에 장치연결기술 및 환경제공 용이
- 빅데이터의 수집 및 활용에 대한 활용예를 구체화하여 축산분야 빅데이터 분석 및 개발자에게 2세대 축산 스마트팜으로 가는 방향 및 방법 제시

3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : 우수, 보통, 미흡, 극히불량)

- 표준기반 개방형 통합제어기가 제공하는 H/W 환경과 함께 개방형제어기 내부에 Open API를 설치할 수 있는 S/W환경을 갖추
- 스마트 축사에서 발생하는 많은 양의 데이터들을 데이터 생성과 가장 가까운곳에서 컴퓨팅을 수행하게 하여 데이터가 생성된 곳에서 바로 데이터를 처리하도록 시스템을 구성하는 것이 짧은 지연시간과 대역폭의 효율성, 보안 측면에서 이점을 가질 수 있음

4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : 우수, 보통, 미흡, 극히불량)

- 모든 정량적 성과와 정성적 연구개발목표 달성을 위해 일정관리를 진행하였으며
- 농가의 화재 등으로 인한 과제수행의 지속성에 대한 위기가 있었던 바를 주관기관과 협동연구기관 및 대상농가가 함께 문제 해결을 위해 노력하여 정상화 하고 연구비용 사용내역변경 및 2달간의 연구기간연장을 관련 전문기관(농림기술기획 평가원)에 승인 진행하는 과정을 겪었음. 그럼에도 불구하고 정성적 성과를 포함하여 정량성과를 초과 달성함
- 데이터분석 및 활용을 위한 연구결과를 통해 농가의 생산성 향상 성과를 확인할 수 있었음.

5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : 우수, 보통, 미흡, 극히불량)

- 연구개발성으로 특허출원과 프로그램등록, 시제품제작 및 기술이전, 교육지도 활용 등의 연구결과를 초과달성
- 논문의 경우 정량목표에 잡혀있지 않았으나 1세대 고도화를 위한 스마트축사구성에 대한 논문으로 우수평가를 받았으며 학술발표4건 등 젓소 스마트축사플랫폼 구축으로 수집 및 분석할 수 있는 데이터 활용등 활발한 연구 활동을 보임
- 젓소 스마트축사 통합플랫폼에 구축된 ICT 장치들을 활용한 생산 최적화에 대한 활용아이디어를 바탕으로 특허 2건을 출원
- 출원 특허 기술기반의 사업화를 염두에 두고 직접실시 기술이전을 진행
- 스마트축사 통합플랫폼 운영실증 및 개발된 웹/앱 프로그램저작권 등록을 마침

II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
특허출원	20	200	스마트축사플랫폼을 구축에 연결된 장치와 데이터를 활용한 방법 및 시스템으로 2건의 특허 출원
프로그램등록	15	200	젓소 스마트축사 통합관리 운영을 위한 웹프로그램과 모바일 앱프로그램 각각 등록 및 개발완료
기술실시	15	100	특허출원2개중 시스템에 관한 특허를 바탕으로 사업화를 고려한 자가 기술이전 실시 완료
제품화	20	100	개방형제어기 하드웨어 시제품개발을 완료하고 실증농가에 설치 및 운영하여 동작확인 완료 및 제품출시확인서 제출
학술발표	10	400	젓소 스마트축사로 부터 수집되는 데이터에 대한 활용을 각 데이터에 대해4 편의 학술발표를 가짐
교육지도	10	100	5건의 교육지도 수행완료
기타 연구활용	2	100	기타 타연구 활용등에 관한 실적2건 제출완료
합계	100점	100+	정량적성과 초과완료 및 정량적 성과 시스템에서 구동되는 정성적 성과 확인 가능

III. 종합의견

1. 연구개발결과에 대한 종합의견

- 1세대 스마트애니멀팜을 고도화 하고 실증함으로써 수집데이터에 대한 분석 및 활용이 가능하도록 하는 젯소 스마트축사 시스템 모델을 잘 보여줌
- 다양한 ICT 장치에 대한 연결이 Open API기반으로 연결 완료되는 성과를 보여줌
- 참조할 만한 표준기반 장치 및 플랫폼과 시스템으로 축산ICT산업에 활용가능성 높음

2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

- 본 과제 연구협약에서 계획한 ICT 장치의 구성 및 개수 등은 농가선정 및 농가 설치환경을 고려하여 2차 연구협약변경을 거쳤으며
- 본과제목표를 위해 설치되었던 ICT 장치들은 실증대상농가의 화재 등으로 소실되었으며 시스템을 복구하기에는 연구재료비 확보 및 일정 등 변경불가피 상황에 놓이게 되었음
- 화재소실후 설치및 변경을 고려한 ICT 장비들은 연구비 내역변경을 통해 모든 연구활동비를 포함하여 사용가능한 장치로 선정과정을 거쳤음
- 실증농가2개 농가의 생산성향상의 정도 차이가 발생한것에 대해 평가 시 데이터 유효성에 대한 지적이 있었으나 각 농장의 과제참여전 시작 성적 및 조건의 차이로 보이며 실증농가의 확산 기회가 주어진다면 생산성향상 요소 및 분석을 더욱 구체화 할 수 있을것으로 봄. 선행과제 참여농가의 경우 2년 연속 지속적 생산성효과를 확인할 수 있었으며 이번 고도화 과제참여농가의 경우 생산성향상은 확인하였으나 추가로 과제종료후의 생산성적을 추적관찰하여 생산성효과를 확인하는 것이 필요할 것으로 보이며 이것을 위한 실증농가 확산사업이 진행되길 기대함.
- 표준기반 개방형제어기는 타 축종의 축산시스템 구축에도 활용도가 높을것으로 기대됨.
- 스마트축사 통합관리 플랫폼에 수집된 데이터는 국가 축산빅데이터연결을 고려하였으나 농진청 빅데이터 시스템의 외부 연결이 준비되지 않아 국가빅데이터 플랫폼과의 연결은 구현되지 않았다. Open API기반의 인터페이스를 제공하므로 추후 농진청빅데이터 시스템이 구축완료되어 외부 인터페이스를 개방 시 본 스마트축사 통합관리 플랫폼은 데이터 연결 및 전송을 구현을 추진할 계획임

3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

- 표준기반 개방형 통합제어기의 경우 낙농 및 한우 등의 스마트축사 구축에 활용 가능할 것으로 보며 목장에 향후 구축되는 스마트축사의 현장 엣지 PC는 개발형 통합제어기로 대체될 수 있음
- 생산관리 데이터를 포함해 목장주의 데이터 입력은 젯소 개체가 번식단계구분에 중요한 역할을 담당하므로 통합관리 웹 및 앱프로그램의 사용자 편의성 개선을 지속해 나감
- 모든 낙농 스마트축사 장비가 동일하지는 않으나 통합관리플랫폼 적용을 통해 일괄 관리가 가능하며 향후 빅데이터 플랫폼과의 용이한 연계를 기대할 수 있음

IV. 보안성 검토(해당사항 없음)

○ 연구책임자의 보안성 검토의견, 연구개발기관 자체의 보안성 검토결과를 기재함

※ 보안성이 필요하다고 판단되는 경우 작성함.

3. 연구목표 대비 성과

(단위 : 건수, 백만원, 명)

성과 목표	사업화지표											연구기반지표								
	지식 재산권				기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과			교육 지도	인력 양성	정책 활용· 홍보		기타 (타연구활용등)
	특허 출원	특허 등록	품종 등록	S M A R T 평 가 제 도	건 수	기술 료	제 품 화	매 출 액	수 출 액	고 용 창 출	투 자 유 치		논 문		학 술 발 표			정 책 활 용	홍 보 전 시	
												SCI	비 SCI	논 문 평 관 I F						
단위	건	건	건	건	백 만 원	건	백 만 원	백 만 원	명	백 만 원	건	건	건	건	명	건	건			
가중치	20		15		15		20						10	10			10			
최종 목표	1		1		1	5	1					0	1	5			2			
당해 년도	목표	1		1		1	5	1					1	5			2			
	실적	2		2		1	5	1				1	4	5			2			
달성률 (%)	200		200		100	100	100						400	100			100			

4. 핵심기술

구분	핵심기술명
①	표준기반 개방형 통합제어기
②	젯소 스마트축사 통합관리 시스템 및 프로그램 운영
③	젯소 스마트축사 안개분무장치 원격제어 및 모니터링기술
④	환경·사양 정보 기반 음수량 추정 모델 개발
⑤	생체정보 수집데이터를 활용한 음수량 추정모델 개발
⑥	유성분분석 데이터를 이용한 유방염예측기술

5. 연구결과별 기술적 수준

구분	핵심기술 수준					기술의 활용유형(복수표기 가능)				
	세계 최초	국내 최초	외국기술 복제	외국기술 소화·흡수	외국기술 개선·개량	특허 출원	산업체이전 (상품화)	현장으로 해결	정책 자료	기타
①의 기술							v	v		
②의 기술										v
③의 기술							v	v		
④의 기술										v
⑤의 기술										v
⑥의 기술										v

* 각 해당란에 v 표시

6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	<ul style="list-style-type: none"> ○ 표준 기반 개방형 통합제어기는 젯소 스마트 축사 ICT 기기 연결 및 통합관리에 활용 <ul style="list-style-type: none"> • 새로운 장치가 설치될 때마다 추가되던 컴퓨터와 네트워크 허브 등을 개방형제어기를 통한 연결로 단순화 가능하다. 즉, 이기종 ICT 장치의 연결 및 통합 관리를 위하여 연결드라이버 등의 프로그램 개발시 통합제어기내에 설치 및 구동 가능함으로써 전송의 확장성과 호환성을 지니는 젯소 스마트 축사용 통합제어기 제시 • 젯소 스마트 축사 ICT 기기 산업체의 외부 인터페이스 확장성 제공하므로 소수의 I/O 신호 입출력을 집적 연결 및 데이터 수집과 제어출력이 가능하도록 활용 • 표준 기반 스마트 축사 ICT 기기에 대한 연결이 가능하도록 기기 산업체별 프로토콜의 차이 등으로 인한 문제점을 해결하고 통신방식 연결 및 변환으로 통합관리 플랫폼까지 데이터 전송을 구현에 활용- 표준기반의 통신방식을 지원하는 통신포트가 개방형제어기에 갖춰져 있으며 usb와 RJ45잭을 통한 젯소 설치로 다양한 통신방식의 연결확장 가능
②의 기술	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국가 스마트 축사 빅데이터 수집 통합플랫폼 연결에 활용 <ul style="list-style-type: none"> - 국가 스마트 축사 빅데이터 시스템을 구축을 위해 빅데이터 수집기준에 대한 데이터 정의와 범위설정에 맞춰 스마트축사 통합관리 플랫폼에서 수집 및 관리하는 데이터를 필터링하여 Open API방식으로 축산 빅데이터 시스템으로 전송하는 역할 가능 - 스마트 축사 데이터 수집기준에 대한 정의와 적용 범위 기준설정을 위해 환경관련 수집데이터에 대한 정의. 사양관리관련 수집 데이터, 번식 관련 수집 데이터 등의 축산 빅데이터 구축을 위한 표준화 기준 마련에 기여 ○ 젯소 통합관리시스템 운영을 하고자 하는 농가 및 ICT 장비의 누적 및 이력을 관리하고자 하는 ICT업체에게 웹 및 앱 사용자 인터페이스 제공 플랫폼으로 활용가능
③의 기술	<ul style="list-style-type: none"> ○ 축산스마트팜에서의 제어는 지금까지 축산동물에 미치는 영향과 오동작 등으로 발생할 수 있는 문제점 등을 고려하여 제어에 소극적으로 진행되었으나 CCTV등의 감시장비와 함께 안개분무장치의 원격제어를 가능하게 함으로써 급격한 날씨의 변화 등에도 어디서건 대응 가능하도록 활용 가능 ○ 축산에서의 기존의 대부분의 안개분무장치는 독립적인 수동구동방식을 따랐으나 본 기술을 활용하여 외부 장치와의 인터페이스를 제공함으로써 안개분무 장치의 동작상태 확인 및 원격제어가 가능하게 됨. <ul style="list-style-type: none"> - 인터페이스 제공 및 연결 불가로 인해 ICT 장비목록에 오르지 못한 안개분무장치 업체들에게 기술을 적용할 수 있게 장치기술 확대 가능
④의 기술	<ul style="list-style-type: none"> ○ 환경사양정보기반 음수량 추정모델 개발기술은 스마트축사 시스템을 통해 수집되는 데이터를 가치화 함으로써 스마트팜의 데이터 활용영역을 확대하는데 기여

8. 연구결과의 기술이전조건(산업체이전 및 상품화연구결과에 한함)

핵심기술명 ¹⁾	개방형제어기OpenAPI		
이전형태	<input type="checkbox"/> 무상 <input checked="" type="checkbox"/> 유상	기술료 예정액	30,000천원
이전방식 ²⁾	<input type="checkbox"/> 소유권이전 <input type="checkbox"/> 전용실시권 <input type="checkbox"/> 통상실시권 <input checked="" type="checkbox"/> 협의결정 <input type="checkbox"/> 기타()		
이전소요기간	3주	실용화예상시기 ³⁾	이전협의 후 2달
기술이전시 선행조건 ⁴⁾	개방형제어기에 각종 장치드라이버를 개발 및 탑재하기 위해서는 전기적 신호 및 통신방식에 대한 이해를 포함해야 한다.		

핵심기술명 ¹⁾	안개분무제어장치		
이전형태	<input type="checkbox"/> 무상 <input checked="" type="checkbox"/> 유상	기술료 예정액	20,000천원
이전방식 ²⁾	<input type="checkbox"/> 소유권이전 <input type="checkbox"/> 전용실시권 <input type="checkbox"/> 통상실시권 <input checked="" type="checkbox"/> 협의결정 <input type="checkbox"/> 기타()		
이전소요기간	3주	실용화예상시기 ³⁾	이전협의 후 1달
기술이전시 선행조건 ⁴⁾	안개분무장치의 동작 시나리오 구성시 유의 사항에 대한 이해를 기반으로 PLC로직을 작성하는 방법과 메모리구성에 대한 이해를 할 수 있어야 한다.		

- 1) 핵심기술이 2개 이상일 경우에는 각 핵심기술별로 위의 표를 별도로 작성
- 2) 전용실시 : 특허권자가 그 발명에 대해 기간·장소 및 내용을 제한하여 다른 1인에게 독점적으로 허락한 권리
 통상실시 : 특허권자가 그 발명에 대해 기간·장소 및 내용을 제한하여 제3자에게 중복적으로 허락한 권리
- 3) 실용화예상시기 : 상품화인 경우 상품의 최초 출시 시기, 공정개선인 경우 공정개선 완료시기 등
- 4) 기술 이전 시 선행요건 : 기술실시계약을 체결하기 위한 제반 사전협의사항(기술지도, 설비 및 장비 등 기술이전 전에 실시기업에서 갖추어야 할 조건을 기재)

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 1세대 스마트 애니멀팜 산업화 기술개발 사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 1세대 스마트 애니멀팜 산업화 기술개발 사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.