

320017
-2

u-IT 기반
임신마 분만
징후 감지시스템
개발

2021

농림식품기술기획평가원
농림축산식품부

보안 과제(), 일반 과제(O) / 공개(O), 비공개()발간등록번호(O)
첨단생산기술개발사업 2021년도 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-003991-01

u-IT 기반 임신마 분만 징후 감지시스템 개발

주관연구기관 / 경상국립대학교 산학협력단
협동연구기관 / 경북대학교 산학협력단
참여기업 / 우양코퍼레이션(주)

농림축산식품부
(전문기관)농림식품기술기획평가원

제출문

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “u-IT 기반 임신마 분만징후 감지시스템 개발”(개발기간 : 2020. 04. 29 ~ 2021. 12. 31.)과제의 최종보고서로 제출합니다.

납본일자 : 2022.03.29

주관연구기관명 : 경상국립대학교 산학협력단 (대표자) 정재우 (인)

협동연구기관명 : 경북대학교 산학협력단 (대표자) 김지현 (인)

참여기업명 : 우양코퍼레이션(주) (대표자) 김진홍 (인)

주관연구책임자 : 장흥희

협동연구책임자 : 윤민중

참여기업책임자 : 김진홍

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

최종보고서						보안등급			
						일반[<input checked="" type="checkbox"/>], 보안[]			
중앙행정기관명	농림식품기술기획평가원			사업명	사업명				
전문기관명 (해당 시 작성)				내역사업명 (해당 시 작성)	첨단생산기술개발사업 [통합EZBARO] u-IT 기반 말 건강상태 모니터링 및 분만징후 감지 스마트콜레 시스템 개발과 실증평가				
공고번호				총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)					
				연구개발과제번호	320017-2				
기술분류	국가과학기술 표준분류	LB0604	50%	LB0608	30%	LB0699	20%		
	농림식품과학기술분류	AB0103	50%	AB0199	30%	AB0203	20%		
총괄연구개발명 (해당 시 작성)	국문								
		영문							
연구개발과제명	국문	u-IT 기반 임신마 분만징후 감지시스템 개발							
		영문	Development of an early detection and alarm system for parturition of horses using u-IT						
주관연구개발기관	기관명	경상국립대학교 산학협력단		사업자등록번호		613-02-11653			
	주소	(우)52828 경남 진주시 진주대로 501		법인등록번호		191171-0001552			
연구책임자	성명		장흥희		직위		교수		
	연락처	직장전화		휴대전화					
		전자우편		국가연구자번호		1005 7053			
연구개발기간	전체		2020. 04. 29 - 2021. 12. 31(1년 9개월)						
	단계 (해당 시 작성)	1단계	2020. 04. 29 - 2021. 12. 31(1년 9개월)						
연구개발비 (단위: 천원)	정부지원 연구개발비	기관부담 연구개발비		그 외 기관 등의 지원금				연구개발비 외 지원금	
	현금	현금	현물	지방자치단체	기타()		합계		
총계	723,000	10,400	231,270	현금	현물	현금	현물	합계	964,670
1단계	1년차	310,000	10,400	93,600					414,000
	2년차	413,000		137,670					550,670
공동연구개발기관 등 (해당 시 작성)	기관명	책임자		직위	휴대전화	전자우편	비고		
			역할	기관유형					
공동연구개발기관	경북대학교	윤민중		부교수			공동	대학	
연구개발기관 외 기관	우양 코퍼레이션	김진홍		대표			참여기업	참여기업	
연구개발담당자 실무담당자	성명		김흥수		직위		대학원생		
	연락처	직장전화		휴대전화					
		전자우편		국가연구자번호		1250 4442			

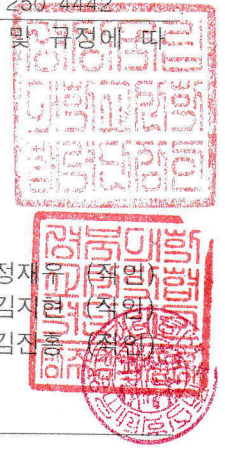
이 최종보고서에 기재된 내용이 사실임을 확인하며, 만약 사실이 아닌 경우 관련 법령 및 규정에 따라 제재처분 등의 불이익도 감수하겠습니다.

2022 년 03 월 21 일

총괄연구책임자: 장흥희 (인)

주관연구개발기관의 장: 경상국립대학교 산학협력단장 정재우 (직인)
 공동연구개발기관의 장: 경북대학교 산학협력단장 김지현 (직인)
 참여기업의 장: 우양코퍼레이션(주) 대표이사 김진홍 (직인)

농림축산식품부장관·농림식품기술기획평가원장 귀하



< 요약 문 >

※ 요약문은 5쪽 이내로 작성합니다.

사업명	첨단생산기술개발사업			총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)			
내역사업명 (해당 시 작성)	[통합EZBARO] u-IT 기반 말 건강상태 모니터링 및 분만징후 감지 스마트굴레 시스템 개발과 실증평가			연구개발과제번호		320017-2	
기술분류	국가과학기술 표준분류	LB0604	50%	LB0608	30%	LB0699	20%
	농림식품 과학기술분류	AB0103	50%	AB0199	30%	AB0203	20%
총괄연구개발명 (해당 시 작성)	첨단생산기술개발사업						
연구개발과제명	u-IT 기반 임신마 분만징후 감지시스템 개발						
전체 연구개발기간	2020. 04. 29 - 2021. 12. 31(1년 9개월)						
총 연구개발비	총 964,670천원 (정부지원연구개발비: 723,000천원, 기관부담연구개발비 : 241,670천원, 지방자치단체: 천원, 그 외 지원금: 천원)						
연구개발단계	기초[] 응용[] 개발[<input checked="" type="checkbox"/>] 기타(위 3가지에 해당되지 않는 경우)[]			기술성숙도 (해당 시 기재)		착수시점 기준(1) 종료시점 목표(8)	
연구개발과제 유형 (해당 시 작성)							
연구개발과제 특성 (해당 시 작성)							
연구개발 목표 및 내용	최종 목표		u-IT 기반 스마트굴레를 이용한 말 산통 및 분만징후 감지 시스템의 개발				
	전체 내용		<ul style="list-style-type: none"> - 말 생산 농장 현장에서 생사효율성 제고 및 안정적 사육환경 조성을 위해 건강 상태 및 분만관련 조기 감지 시스템을 개발하고 생산 목장을 대상으로 실증연구를 통한 효과 검증 - 최종 성과물 : 완제품 - 말 산통 90% 이상 조기 감지 - 말 분만징후 90% 이상 조기 감지 - 말 산통 및 분만징후 관련 기술 2건 특허 출원 				
	1단계 (해당 시 작성)	목표					
		내용					

연구개발성과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 논문 : 1편 ○ 학술발표 : 2건 ○ 특허 출원 : 2건 ○ 특허 등록 : 1건 ○ 기술 이전 : 1건/ 기술료 : 1,000만원 ○ 제품화 : 1건 ○ 고용 창출 : 2명
--------	---

연구개발성과 활용계획 및 기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기업화를 통한 국내외 말산업 현장 보급 ○ 24시간 무인 말 관리 시스템 구축을 통한 말 생산 효율성 극대화 ○ 말 산통 90% 이상 조기 감지 ○ 말 분만 90% 이상 조기 감지 ○ 말 폐사의 주원인인 산통을 초기에 감지하여 폐사를 방지함으로써 경주마에 한해 최소 연간 총 31억 원 정도의 손실을 방지 ○ 분만징후 조기 감지 및 모니터링을 하여 난산 등으로 인한 임신마와 망아지 폐사를 줄임으로써 경주마에 한해 최소 연간 총 약 14억 원 정도의 손실을 방지 ○ 연구종료 후 5년 이내 매출액 : 120억 정도로 예상 ○ 말 관리자의 업무편의를 제공하여 4차산업 발전을 통한 인간복지 구현
---------------------	--

연구개발성과의 비공개여부 및 사유	
--------------------	--

연구개발성과의 등록·기탁 건수	논문	특허	보고서 원문	연구시설·장비	기술 요약 정보	소프트웨어	표준	생명자원		화합물	신품종	
								생명 정보	생물 자원		정보	실물
1	2											

연구시설·장비 종합정보시스템 등록 현황	구입 기관	연구시설·장비 명	규격 (모델명)	수량	구입 연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	ZEUS 등록번호

국문핵심어 (5개 이내)	말	분만	출산예측	심박수	u-IT 연계
---------------	---	----	------	-----	---------

영문핵심어 (5개 이내)	horse	parturition	delivery prediction	heart rate	u-IT connection
---------------	-------	-------------	---------------------	------------	-----------------

〈 목 차 〉

1. 연구개발과제의 개요	
1.1. 연구개발의 필요성	3
1.1.1. 연구개발의 개요	3
1.1.1.1. 국내 말산업의 현황	3
1.1.1.2. 말 생산관리방식 혁신화의 필요성	4
1.1.1.3. u-IT기반 스마트굴레 개발의 필요성	5
1.1.2. 연구개발 대상의 국내·외 현황	14
1.1.2.1. 국내 기술 수준 및 시장현황	14
1.1.2.2. 국외 기술 수준 및 시장현황	17
1.1.2.3. 기 개발 제품과의 차별화 전략	20
2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행내용	22
2.1. 말의 활력징후 평가를 위한 행동지표 설정	22
2.1.1. 임신마의 분만 시 행동 측정	22
2.1.1.1. 연구배경	23
2.1.1.2. 연구목표	23
2.1.1.3. 연구재료 및 방법	23
2.1.1.4. 연구내용	24
2.1.1.5. 연구결과	25
2.1.1.6. 결론 및 고찰	26
2.1.1.7. 비고	26
2.1.2. 말 활력 변화 및 행동변화를 측정하기 위한 센서 부착 부위 선정	
2.1.2.1. 말의 생체변화 측정의 필요성	27
2.1.2.2. 연구목표	27
2.1.2.3. 연구재료 및 방법	28
2.1.2.4. 연구결과 및 평가	29
2.1.2.5. 고찰	31
2.1.3. 말 활력징후 및 행동변화 측정 u-IT기반 스마트복대의 개발	
2.1.3.1. 연구의 목적	32
2.1.3.2. 말의 가속도 및 심전도 측정 시스템의 구성	32
2.1.3.3. 스마트복대 시제품 개발	39
2.1.4. 말의 가속도 및 심전도의 측정	40
2.1.4.1. 스마트복대 운용 선행연구	40
2.1.4.2. 말 분만행동 및 산통행동 데이터 수집	43
2.1.4.3. 말의 가속도 및 심전도 측정 결과	44

2.1.4.4. 가속도를 이용한 말의 주요행동 분류 결과.....	45
2.1.4.5. 가속도 데이터 분석 결과.....	46
2.1.4.6. 산통 및 분만 감지 알고리즘 개발.....	47
2.1.4.7. 실증실험.....	48
2.1.4.8. 시스템의 경제성 분석.....	53
2.1.4.9. 시스템의 사업화 전략.....	54
3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도	55
3.1. 연구수행 결과.....	55
3.1.1. 정성적 연구개발성과.....	55
3.1.2. 정량적 연구개발성과.....	56
3.1.3. 세부 정량적 연구개발성과.....	57
3.1.3.1. 과학적 성과.....	57
3.1.3.2. 기술적 성과.....	58
3.1.3.3. 경제적 성과.....	59
3.1.3.4. 인프라 성과.....	62
3.1.4. 계획하지 않은 성과 및 관련 분야 기여사항.....	62
3.2. 목표달성수준.....	63
4. 목표 미달 시 원인분석(해당 시 작성).....	64
5. 연구개발성과 및 관련 분야에 대한 기여 정도.....	65
6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획.....	66

별첨 자료 (참고 문헌 등)

[별첨1]. 자체평가의견서

[별첨2]. 연구성과 활용계획서

1. 연구개발과제의 개요

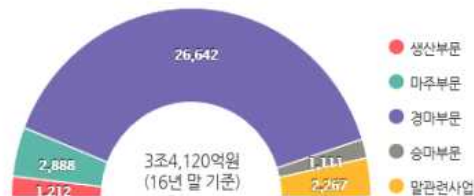
1.1. 연구개발의 필요성

1.1.1. 연구개발의 개요

1.1.1.1. 국내 말산업의 현황

- 정부는 ‘말산업육성법’을 2011년 9월 10일자에 제정, 시행하여 국내 말산업 육성 추진을 공식화하였고, 후속 조치로써 말산업 육성 목표와 정책들을 구체화한 ‘말산업육성 5개년 종합계획’을 2012년 7월 16일자에 발표하였음
- 이러한 법과 종합계획에, 말산업은 말의 생산, 육성, 유통 및 이용을 포괄하는 미래 성장 잠재력이 높은 고부가가치의 복합 산업으로 규정되어 있음
- 말산업 전체 규모는 현재 3조 3,161억 원에 달하며, 말산업 산업체의 수는 약 2,513여 개소가 있음(2020년 기준)

산업부문별 현황



〈그림 1-1〉 국내 말산업 규모 및 산업부문별 현황

국내 말산업 규모 변화



〈그림 1-2〉 전년대비 국내 말산업 성장률

- 말산업은 꾸준히 성장하고 있으며, 특히 상대적으로 경제적 파급력이 높은 승마부문과 말 관련 사업의 성장이 기대되고 있음



〈그림 1-3〉 국내 승마부문의 성장 및 말 사육두수의 증가율

1.1.1.2. 말 생산관리방식 혁신화의 필요성

- 고능력 경주마 및 승용마는 국내 말산업 경쟁력을 높이는 데 필요한 국가적 자원임
- 국내 씨수마 중 가장 높은 몸값을 자랑하는 매니피의 경우 약 40억 원으로 추정되었었으며, 이러한 고능력 말이 폐사할 경우 말 산업경영자가 입는 경제적 타격이 매우 큼
- 타 가축과 달리 군집관리형태의 무리관리보다는 개체관리형태의 세밀한 개체관리가 필요한 가축임
- 특히 말의 경우 생리적 특성상 산통(배앓이)이 걸리기 쉬우며, 발병 시 초기에 발견하여 적절한 조치를 취하지 못할 경우 고가의 개복수술을 실시해야 하거나 수술한 이후에도 폐사하는 경우가 발생하고 있어 말관리에 대한 말산업 현장의 부담이 높음
- 타 가축의 경우 저녁사료 급여 후 별다른 확인 없이 퇴근이 가능하지만 말의 경우 사료 급여 후 3~4시간 이후 이상여부를 확인한 후 10시 이후에 퇴근하기 때문에 근무적 스트레스를 많이 받고 있고, 이러한 관리적 어려움으로 인해 고용주와 피고용인의 갈등이 심화되고 있음
- 또한 분만 유도가 불가능하고 늦은 밤부터 새벽사이에 주로 분만하는 말의 생리적 특성 상 난산 상황 발생 시 적절히 초동대처를 하지 못하는 경우가 많으며, 이로 인해 망아지나 어미말이 폐사하기도 함(난산 시 폐사율 75%)
- 이러한 말 관리의 어려움에도 제주도를 제외한 내륙지역에는 국내 말전문수의사의 수가 턱없이 부족한 이유로 산통 및 난산과 같은 위급상황 발생 시 골든타임을 놓치는 경우가 많음
- 타 가축에 비해 말관리인 1인이 관리할 수 있는 두수는 매우 제한적이라 여건이 갖춰지지 않은 말산업현장에는 말관리자의 고충이 높음
- 그러므로 1) 국내 우수한 말 자원을 보존하고, 2) 말 생산 농가에 안정된 말 생산 환경을 제공하며, 3) 말산업현장 노동자의 복지증진을 위해 말 생산관리 방식의 혁신의 필요성이 대두되고 있음



〈사진 1-1〉 마필관리사의 잇단 자살에 따른 기자회견현장1)

1.1.1.3. u-IT기반 스마트굴레 개발의 필요성

□ 산통 징후 초기 감지를 위한 u-IT기반 스마트굴레의 필요성

- 산통(Colic)이란 일명 ‘배앓이’라고 불리며, 말의 복강 내 장기에 이상이 생겨 통증을 일으키는 복통을 말함
- 산통은 말 폐사의 주된 요인으로, 말 관리자들이 가장 신경을 많이 쓰는 질병임

연도: , 구분: , 공월: (단위: 천원, 2018-02-18)

순위	씨수말이명	대뵤 연도	총수득 상금	출전 자마	우승 자마	자마출 전횟수	1위	승률	2위	복승률	대상 우승	출전횟수당 평균상금	출전두당 평균상금	최고상금 수득자마	수득액
1	<u>메니피</u>	2010	<u>997,870</u>	80	15	111	16	14.4	17	29.7	1(1)	8,990 (1.88)	12,473 (1.86)	<u>파이널보스</u>	142,500
2	<u>샤프휴머 페사(15.03.18)</u>	2013	<u>636,610</u>	66	12	101	13	12.9	8	20.8	0(0)	6,303 (1.32)	9,646 (1.44)	<u>에버인에버</u>	68,200
3	<u>역튼파크</u>	2009	<u>597,460</u>	68	9	100	10	10.0	12	22.0	0(0)	5,975 (1.25)	8,786 (1.31)	<u>포나인즈</u>	61,650
4	<u>비카 페사(16.01.24)</u>	2007	<u>589,530</u>	56	12	78	13	16.7	11	30.8	0(0)	7,558 (1.58)	10,527 (1.57)	<u>와일드선더</u>	63,000
5	<u>포리스트캠프</u>	2010	<u>538,030</u>	71	9	91	9	9.9	16	27.5	0(0)	5,912 (1.24)	7,578 (1.13)	<u>부경대박</u>	49,950
진료일자		질병명				진료병원				진료장소					
2016-01-23		식도폐색(식도경색)				제주목장동물병원				원내 진료					

- 국내 고가의 씨수말인 ‘비카’는 경주 능력이 뛰어나고 우수 자마 생산율이 높아 국내 씨수말 순위 중 4위를 기록하며 우수한 국내산 경주마 생산에 이바지 하였으나 산통 이 발생하여 2016년 1월 24일 폐사함
- 산통으로 인한 경제적 손실

1) 출처 : 전국경마장 마필관리사 노동조합, <http://www.horseman.co.kr/>

〈표 1-1〉 산통으로 인한 경제적 손실

	국내	미국	전세계
더러브렛 두수(두)	10,000	200,000	1,000,000
산통으로 인한 말 폐사 및 수술로 인한 경제적 손실 (단위 : 천원)	3,875,000	51,450,000	254,250,000

※ 경주마 품종인 더러브렛을 기준으로 추정

- 말은 거의 모든 장이 방추형으로 매달려 있는 모양으로 배 속에 떠 있어 장에 문제가 생기기 쉽고, 이로 인해 장이 꼬이기 쉬우며, 장의 굵기가 일정치 않고 갑자기 줄어드는 부분이 있어 변비가 생기기 쉬운 구조임
- 산통의 시작과 함께 식욕저하 및 심박수, 호흡수 증가 등 활력징후의 변화가 나타남

〈표 1-2〉 산통 발생 시 말의 활력징후(Vital sign) 변화

Vital Signs	Mild	Moderate	Severe
심박수(Heart rate)	40~60회/분	60~80회/분	80~회/분
호흡수(Respiratory rate)	20~30회/분	30~40회/분	40~회/분
체온(Temperature)	37~38℃	37~38℃	~37℃/38℃~
모세혈관 재충만 시간	1~2초	2~4초	5초 이상
점막색	Pale pink	Pale pink	Bluish/Purple

- 또한 동시에 무기력함, 복부바라보기, 앞발굽기, 구르기, 발한, 앓았다서기반복 등의 이상행동 양상을 보임



복부바라보기



앞발굽기



구르기

〈사진 1-2〉 산통 발생 시 말의 이상행동

- 결론적으로 산통 초기에는 채식량, 움직임 및 위치변화 등이 감소하는 반면에 심박수 및 호흡수는 증가하는 증상이 나타남
- 산통은 주로 관리자가 부재중인 시간대에 발생할 뿐만 아니라 관리자가 산통증상을 보더라도 징후를 판별할 수 있는 경험이 부족하기 때문에 초기 대처가 어려운 실정임
- 따라서, 산통이 발생할 시 초기에 이를 감지하여 관리자에게 통보함으로써 관리자가 위급상황에 효과적으로 대처할 수 있도록 할 수 있는 u-IT기반 스마트굴레의 개발이 절실히 요구됨

□ 임신말의 분만징후 감지를 위한 u-IT기반 스마트굴레의 필요성

- 암말의 분만과정에는 관리자가 없어도 정상적인 분만이 가능하나 난산 및 후산정체 등 위급상황 발생 시 관리자의 초동대처가 없으면 암말이나 망아지가 폐사할 가능성이 높음
- 난산 및 후산정체에 의한 경제적 손실

〈표 1-3〉 난산으로 인한 경제적 손실

	국내	미국	전세계
더러브렛 두수(두)	10,000	200,000	1,000,000
난산으로 인한 말 폐사 및 수술로 인한 경제적 손실 (단위 : 천원)	3,875,000	51,450,000	254,250,000

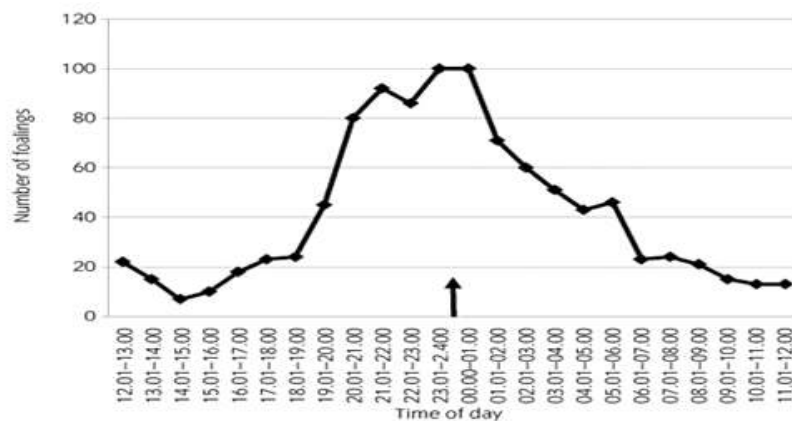
※ 경주마 품종인 더러브렛을 기준으로 추정

- 분만 시 문제가 발생했을 때 신속한 조치를 취하기 위해서는 분만일을 정확하게 예측하여 사전에 필요한 준비를 마치는 것이 중요함
- 그러나 정확한 분만일을 예측하기 어려워 종부일로부터 평균 345일 전후로 계산하여 대략적인 예측을 하고 있지만 개체별 차이가 있기 때문에 오차가 매우 큼

〈표 1-4〉 말의 분만일 통계

Gestation length	(N)	Percentage
<320일	12	1.15%
320-360일	988	94.36%
≤360일	41	4.49%
총	1047	100%





- 또한, 분만은 대부분 밤에 이루어지기 때문에 관리자가 지속적으로 관찰하여 분만시작 시점을 파악하기 어려운 실정임



〈그림 1-4〉 말의 시간대별 분만율²⁾

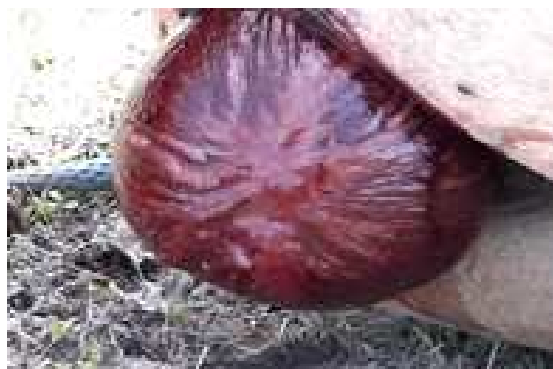
- 암말의 진통은 일반적으로 3단계로 구분되어지며, 단계별로 관리자의 세심한 관찰과 주의를 필요로 함

2) 출처 : P.M McCue, R.A Ferris, 2012.

구분	이벤트	상태	주의사항	확인사항	진행과정
1기	분만 징후 - 요막액 배출	· 움직임이 많아지고 휴식을 취하지 못하며, 앉았다 누웠다 반복하고 불안해 함 · 맘을 흘리고, 배뇨 횟수가 증가하고 유즙이 배출됨	· 암말이 안정된 상태에서 분만할 수 있도록 외부 소음과 사람의 접근을 최소화	· 꼬리털을 봉대로 감아주고 외음부 주변을 따뜻한 물로 깨끗이 세척 · 분만 용품 구비(봉대, 직장검사용장갑, 소독약, 젖병, 거즈 등)	
2기	요막액 배출 후 - 태아 배출	· 요막액 배출시 두 다리와 머리가 외음부로 돌출되어 있음 · 앞다리 - 머리 - 몸통 - 뒷다리 순으로 분만됨	· 요막액 배출후 30분 안에 태아가 분만되어야 함 · 암말의 후구가 벽에 가까이 위치하면 망아지가 분만될 때 방해가 될 수 있음	· 양수가 배출된 이후 분만의 정상/비정상 여부를 확인하기 위하여 암말의 외음부로 돌출되어 있는 망아지의 두부와 앞다리 위치 확인 · 분만이 지연시(요막액 배출 후 30분 이상) 수의사 호출	 
3기	태아 배출 후 - 태반 배출	· 망아지 분만 후 자궁내 남아 있는 태반은 일반적으로 30분 이내 배출됨	· 외부로 배출된 태반은 절대로 당겨 제거하지 말고 매듭을 만들어 자체 무게에 의해 저절로 떨어질 수 있도록 조치 · 강제적으로 태반을 당길 경우 자궁내 태반조직이 뜯겨져 남게 됨	· 태반이 4-6시간 이후에도 배출되지 않을 경우 후산정제 상황으로 판단하고 수의사 호출	

〈그림 1-5〉 암말의 진통 단계별 특징과 확인사항

- 분만 중 난산 및 태반정체상황 발생 시 신속한 관리자의 도움이 필요함
- 통계에 따르면, 난산은 유산의 두 번째 치명적 원인으로 전체 유산 원인 중 19%를 차지함 (1위는 태반감염으로 전체의 33%를 차지)
- 난산은 모마와 자마 둘 다의 부상이나 사망을 초래할 수 있기 때문에 매우 긴급한 상황으로, 난산 발생 30분 이후에는 태아의 생존 가능성이 매우 낮고 태아 사망 시 모마의 생명 역시 위협하기 때문에 신속하고 정확한 조치를 필요함
- 분만 1단계 시 발생할 수 있는 난산 상황으로는 레드백 상황이 있음

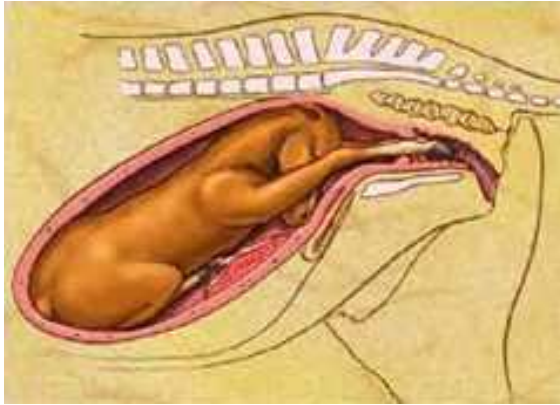


〈사진 1-3〉 분만 1기 레드백 상황

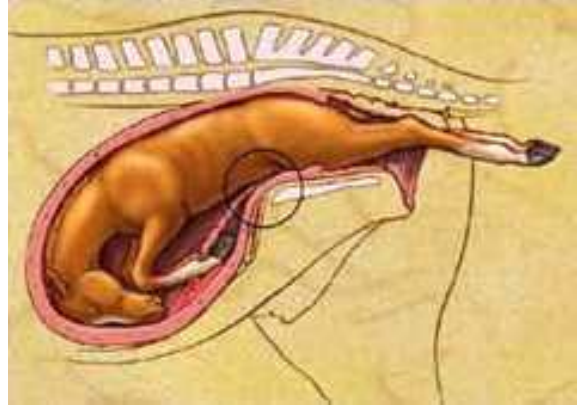
- 레드백 상황은 태반이 요막액으로 채워진 상태에서 태반이 자궁벽과 분리되어 외음부 밖으로 돌출되어 있는 상황으로 태아가 태반을 통해 산소를 공급 받지 못하게 되기

때문에 신속한 처리가 필요함

- 신속하게 날카로운 물체(칼, 가위 등)로 레드백을 뚫어 안에 고여 있는 요막액을 배출시키고 분만이 지연될 수 있기 때문에 옥시토신 주사를 통해 분만을 촉진해야 함
- 난산의 원인은 다양하나 가장 일반적인 원인은 태아의 위치 이상임
- 즉, 둔위 분만(후지가 먼저 나오는 것), 앞다리 중 하나가 골반에 걸리는 경우 등이 있음



머리 위치가 올바르지 않은 형태



머리와 둔부 위치가 거꾸로 된 형태

〈그림 1-6〉 말 난산 상황

- 난산이 일어날 경우 원인을 신속히 파악하고 난산 교정을 위해 태아의 위치를 검사해야 하기 때문에 분만이 시작되는 자리에 말 관리자가 반드시 존재해야 함
- 태아의 위치 이상 시 사람이 인위적으로 질에 손을 넣어 태아의 위치를 바로잡아 주어야 하며, 망아지가 이미 죽었거나 시간이 지체되어 사망했다면 인위적으로 질 안의 망아지를 끌어내거나 절퇴술(fetotomy)을 시행해야 함



전신마취 후 인위적으로 태아 제거



절퇴술(fetotomy)을 시행한 태아

〈사진 1-4〉 말 난산으로 폐사한 태아 제거술

- 태반은 일반적으로 제 2기 진통기가 모두 끝난 후 30분 이내에 배출되며 늦어도 3시간 이내에는 배출되어야 하는데 그렇지 않은 경우를 “태반정체”라 함
- 태반 정체는 급속하게 자궁 내 감염을 일으키고 심한 제염염을 일으킬 수 있기 때문에 신속히 처치해야 함
- 임신말은 분만 전 감지가 가능한 행동변화와 활력징후변화 양상을 보임



앉았다 일어났다 반복



플레멘 반응



발한

〈사진 1-5〉 분만 1기 행동 및 증상



태아 앞다리부터 만출



앞다리와 머리 만출



태아 만출

〈사진 1-6〉 분만 2기 행동 및 증상



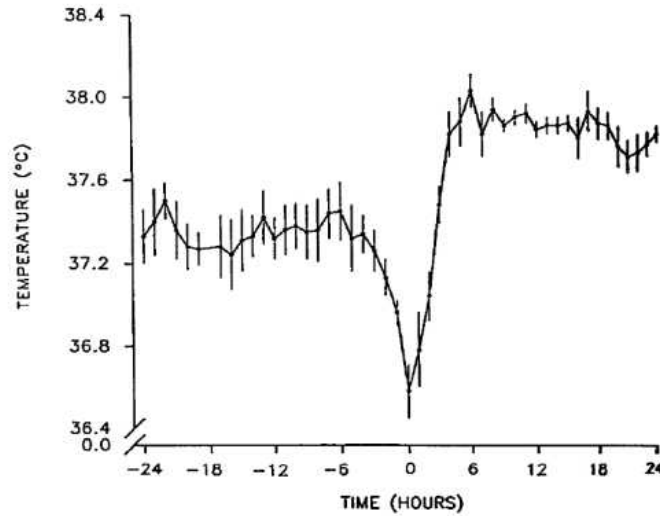
태반 배출



완전히 배출된 태반

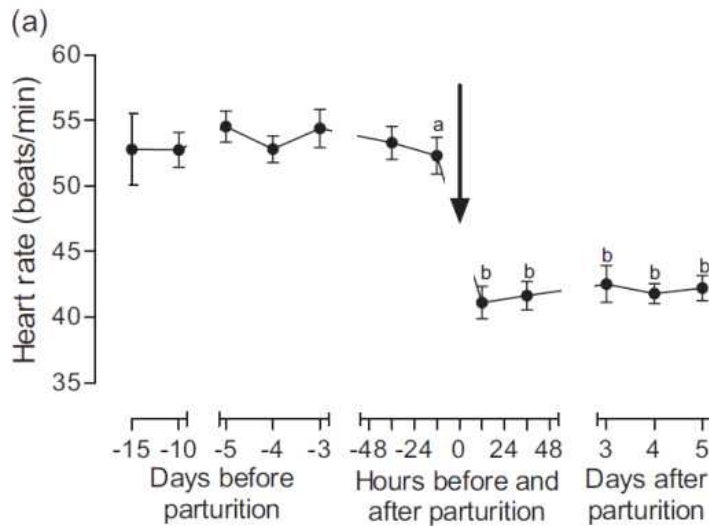
〈사진 1-7〉 분만 3기 행동 및 증상

- 분만징후 시기에는 채식량 등이 감소하는 반면에 움직임, 위치변화, 심박수, 호흡수 및 발한 등이 증가하는 증상이 나타남
- 암말의 체온은 분만 전후로 변화하기 때문에 암말의 체온 변화양상을 모니터링하여 분만징후를 파악할 수 있음
 - 말은 분만 4시간 전에 약 0.76°C 내려가기 시작하여 3시간 전에는 점점 더 하강함
 - 분만 시 체온이 가장 낮게 내려가 약 36.58 ± 0.16°C 에 도달하게 됨
 - 분만 체온은 다시 상승하게 되며 1시간 이후 38.02 ± 0.08°C 에 도달하고 분만 후 48시간동안 높은 체온을 유지함
 - 이후 체온은 서서히 하강하여 정상 체온에 도달하게 됨



〈그림 1-7〉 분만 전후 암말의 체온 변화³⁾

- 암말의 심박수는 분만 전후로 급격히 변화하기 때문에 암말의 심박수 변화양상을 모니터링하여 분만징후를 파악할 수 있음
 - 분만전 암말의 평균 심박수는 53±1 beats/min 임
 - 분만직전 암말의 평균 심박수는 42±1 beats/min 으로 떨어짐



〈그림 1-8〉 분만 전후 암말의 심박수 변화⁴⁾

- 임신마는 분만시작 시 감지가 가능한 행동과 활력징후를 관찰하여 분만시작을 감지하고 통보한다면 관리자가 분만장소에 위치하여 위급상황에 효과적으로 대비할 수 있을 것임
- 따라서, 산통 시와 마찬가지로 분만징후 시기의 행동과 활력징후 변화를 감지하여 관리자에게 통보함으로써 관리자가 분만장소에 위치하여 위급상황에 효과적으로 대처할 수 있도록 할 수 있는 u-IT기반 스마트굴레의 개발이 절실함

3) 출처 : Cross et al., Theriogenology 1992, 37(5) 1041-1048

4) 출처 : Nagel et al., Theriogenology 2012,78(759-767)

□ 그 외 u-IT기반 스마트굴레의 활용

○ 말 운송 중 건강상태 확인

- 말의 경우 품종의 특성상 말운송차량을 이용하여 이동하는 경우가 많음
- 말은 이동 중 스트레스를 많이 받기 때문에 운반요원은 말의 상태를 확인하며 이동하는 것이 중요함
- 현재는 이동 중 운반요원이 말의 상태를 확인할 수 있는 방법은 없으며, 30분~1시간 이동 후 길가에 멈춰 직접 말이 있는 칸으로 직접 들어가 말의 상태 점검
- 말이 고통을 호소하는 앞발구르기 행동을 할 경우 이 소리를 듣고 운반차량을 세워 이상여부 확인
- 운송 중 말에 스마트굴레를 착용시킨 후 말의 상태를 말운반요원이 실시간으로 확인할 경우 안전하고 신속하게 말을 운송할 수 있을 것으로 기대됨

○ 말의 블랙박스로 활용 가능

- 고가의 말의 경우 갑작스레 폐사할 경우 사인을 두고 말관리자, 말소유자, 보험회사 간의 분쟁이 많이 발생하고 있음
- 스마트굴레는 말의 상태를 실시간을 기록하기 때문에 의 사인 등을 밝히는 '블랙박스'로 사용되어 말관리자, 소유자, 보험회사 간의 분쟁을 해소할 수 있을 것으로 기대됨



〈사진 1-8〉 육로와 항공을 통한 말 운송

□ u-IT기반 스마트굴레를 활용한 말산업분야 경제적 손실 절감 효과 예상

- u-IT기반 스마트굴레가 성공적으로 개발되어 보급된다면 산통으로 인한 폐사율을 현 7~15%에서 3%로 낮출 수 있을 것으로 기대됨. 폐사율 감소를 통해 국내는 연간 약 31억 원, 미국의 경우 411억 원, 전 세계의 경우 약 2조 원의 비용을 절감할 수 있음

- 또한 u-IT기반 스마트글레를 이용할 경우 난산으로 인한 폐사율을 현 75%를 15%로 낮출 수 있을 것으로 기대되고 이를 통해 국내에는 약 14억, 미국의 경우 약 295억, 전 세계의 경우 1조 2천억원의 경제적 비용손실을 막을 수 있을 것으로 기대됨
- u-IT기반 스마트글레를 이용하여 말을 관리 시 국내 45억, 미국 700억, 전 세계 3258억의 경제적 손실을 방지할 수 있음
- 이는 더러브렛 품종을 기준으로 산정한 비용이므로 다른 말 품종을 포함할 경우 산통 폐사율 감소를 통한 절감비용은 약 30~40% 높아질 것으로 판단됨

〈표 1-5〉 산통 및 난산 감소로 인한 비용 절감 추정치

	국내	미국	전세계
더러브렛(두)	10,000	200,000	1,000,000
산통으로 인한 말 폐사 및 수술로 인한 경제적 손실(천원)	3,875,000	51,450,000	257,250,000
산통수술 폐사율 감소 목표	15% → 3%	7% → 3%	
절감 비용(천원)	3,100,000	41,160,000	205,800,000

	국내	미국	전세계
연간 더러브렛 번식마(두)	1,700	20,000	100,000
산통으로 인한 말 폐사 및 수술로 인한 경제적 손실(천원)	1,750,000	36,875,000	150,000,000
난산시 폐사율 감소 목표	75% → 15%		
절감 비용(천원)	1,400,000	29,500,000	120,000,000
총 절감 비용	45억	700억	3,258억

1.1.2. 연구개발 대상의 국내·외 현황

1.1.2.1. 국내 기술 수준 및 시장현황

○ 기술현황

업종		경쟁력 분석							
분류	세분류	수요조건: 시장규모		생산요소: 시장전망 특적권지식 전문인력수급		기업전략 및 경쟁력		타산업과의 연계가능성: 기술계류	
		평균 점수	문 차트	평균 점수	문 차트	평균 점수	문 차트	평균 점수	문 차트
마구류 제조 및 판매업	마구류 제조, 판매업	3	☐	3	☐	3	☐	5	●
승마기구 제조 서비스업	승마용 운동기구 제조판매업	2	☐	4	☐	5	●	5	●
	승마장업(스크린)	1	○	1	○	1	○	1	○
말 이용 외트업	재활승마	3	☐	3	☐	1	○	3	☐
말 정보 산업	말 정보산업	3	☐	3	☐	1	○	1	○
	말 관련 컨설팅업	3	☐	3	☐	1	○	1	○
	말 관련 서적출판	1	○	2	☐	1	○	1	○
말 부산물 이용 가공업	말 부산물 이용 제조업	3	☐	3	☐	4	☐	4	☐
말고기 전문 음식점업	말고기 전문 음식점업	2	☐	2	☐	1	○	1	○
말 판매업		4	☐	4	☐	1	○	1	○
도축 및 처리업	말 도축업	1	○	3	☐	1	○	1	○
	말 분뇨수집 운반 처리업	4	☐	2	☐	1	○	2	☐
말 관련 서비스업	장제업	2	☐	3	☐	1	○	1	○
	말 운송 관련업	3	☐	2	☐	1	○	1	○
	말 수의업	2	☐	3	☐	1	○	1	○
	말 보험업	5	●	3	☐	1	○	1	○
말 관련 의약외품	말 의약품 제조업	3	☐	3	☐	3	☐	2	☐
말 관련 건설업	승마경마 팬스제조설치	4	☐	3	☐	1	○	1	○
	말 관련 건설업	1	○	3	☐	1	○	1	○
말사료 생산 판매업	말 사료 생산 판매업	4	☐	2	☐	1	○	4	☐

〈그림 1-9〉 말 관련 산업 경쟁력⁵⁾

5) 출처 : 마사회, 말 연관산업 실태조사 및 신시장 개척방안 연구, 2016



〈그림 1-10〉 말 관련 산업 분야별 경쟁력⁶⁾

○ 시장현황

(단위: 만원,%)

업종	N	14년	15년	16년(예상)	15년 비 증감율
전체	(106)	1,403,144	1,545,217	1,647,531	6.6
마구류 제조 및 판매업	(14)	45,063	62,567	73,477	17.4
승마기구 제조 서비스업	(9)	315,500	343,571	385,429	12.2
말 이용 의료업	(1)	2,000	2,500	3,000	20.0
말 정보 산업	(8)	151,625	159,125	155,375	-2.4
말 부산물이용가공업	(7)	5,525	11,040	11,800	6.9
말고기 전문 음식점업	(16)	27,800	32,533	33,307	2.4
말 관광업	(9)	62,536	71,701	82,876	15.6
도축 및 처리	(3)	160,000	194,000	163,000	-16.0
말 관련 서비스업	(22)	42,238	37,805	40,114	6.1
말 관련 의약품업	(5)	1,107,300	1,300,767	1,457,333	12.0
말 건설업	(2)	25,000	30,000	32,500	8.3
말 사료 생산 판매업	(2)	345,000	370,000	370,000	0.0
기타	(8)	16,250,714	16,731,500	18,011,500	7.7

〈그림 1-11〉 말 관련 산업 분야별 매출액⁷⁾

○ 경쟁기관현황

- 관련 산업 분야에 종사하고 있는 연구인력이 매우 부족한 실정임(정규직이 평균 1명)

6) 출처 : 마사회, 말 연관산업 실태조사 및 신시장 개척방안 연구, 2016

7) 출처 : 마사회, 말 연관산업 실태조사 및 신시장 개척방안 연구, 2016

(단위: 명)

업종	N	정규직	계약직	파견도급 등의 간접고용	임시 및 일용 근로직	무급 가족 종사자
전체	(106)	1	-	-	-	-
마구류 제조 및 판매업	(14)	1	-	-	-	-
승마기구 제조 서비스업	(9)	1	-	-	-	-
말 이용 의료업	(1)	1	-	-	-	-
말 정보 산업	(8)	2	-	-	-	-
말 부산물이용가공업	(7)	-	-	-	-	-
말고기 전문 음식점업	(16)	-	-	-	-	-
말 관광업	(9)	1	1	-	-	-
도축 및 처리	(3)	-	-	-	-	-
말 관련 서비스업	(22)	1	-	-	-	-
말 관련 의약품업	(5)	3	-	-	-	-
말 건설업	(2)	-	2	-	-	-
말 사료 생산 판매업	(2)	-	-	-	-	-
기타	(8)	-	-	-	-	-

〈그림 1-12〉 관련 산업 분야별 연구인력 평균 종사자 수⁸⁾

- 지식재산권현황
 - 말 건강관리 모니터링 시스템(Horse Health Management Monitoring System), 등록 번호 : 1014155970000 : 말의 상태정보(체온, 맥박), 영상정보를 토대로 말의 건강정보를 생성해 중앙서버부가 관리하고 말의 상태를 관리자가 파악하기 용이하도록 QR코드를 통해 손쉽게 스마트폰으로 접속해 각종 정보를 확인할 수 있는 말 건강관리 모니터링 시스템
 - 말 분만 관련 특허는 없음
- 표준화현황
 - 전혀 수행된 바가 없음

8) 출처 : 마사회, 말 연관산업 실태조사 및 신시장 개척방안 연구, 2016

1.1.2.2. 국외 기술 수준 및 시장현황

□ 기술현황

1) Trackener (유럽)

○ 말 행동 및 심박수 모니터링 장치

- 말의 행동 및 심박수 측정 후 이상 감지 시 스마트폰으로 자동 알림 시스템
- 비용 : 폴세트 구입시 약 70만원 플러스 매달 일만 오천원 지불
- 착용형태 : 목에 걸치는 방식으로 착용하여 말이 눕거나 앉을 때 말이 불편함을 느낄 수 있고 정위치에서 탈락될 수 있음



〈사진 1-9〉 Trackener

2) Nightwatch (북미)

○ 말 행동 및 심박수 모니터링 장치

- 말의 행동 및 심박수 및 호흡수 측정 후 이상 감지 시 스마트폰으로 자동 알림 시스템
- 비용 : 폴세트 구입시 약 100만원 플러스 매년 40만원 지불
- 착용형태 : 가죽굴레에 센서를 부착한 형태로 매시간 두꺼운 가죽굴레를 착용하여야 하기 때문에 불편함을 느낌



〈사진 1-10〉 Nightwatch

3) 폴라 equine rs800cx

○ 말 심박수 모니터링 장치

- 복대에 삽입된 심박수 모니터링 장치를 이용하여 심박수 측정
- 말의 운동능력측정 목적으로 개발됨
- 장시간 사용이 어렵기 때문에 말의 건강상태확인용으로 활용도가 저조함
- 비용 : 폴세트 구입시 약 60만원



〈사진 1-11〉 폴라 equine rs800cx

4) Seaver

- 말 심박수 및 호흡수, 운동레벨 모니터링 장치
 - 복대에 삽입된 심박수 및 호흡수 모니터링 장치를 이용하여 생체상태 측정
 - 말의 운동정도 및 능력측정 목적으로 개발됨
 - 장시간 사용이 어렵기 때문에 말의 건강상태확인용으로 활용도가 낮음
 - 비용 : 폴셋트 구입시 약 60만원



〈사진 1-12〉 Seaver

5) VetWave-EQ (가칭)

- 말 심전도 모니터링 장치
 - 복대형식의 말 심전도 측정 장치
 - 경주마 운동 시 심전도를 실시간으로 확인할 수 있는 장치
 - 아직 상용화 되지 않았으며 현 개발 단계에서 말의 산통 및 분만징후를 측정 불가



〈사진 1-13〉 말 원격 심전도 측정기(복대방식)

6) SmartFoil (말 분만전 행동감지센서)

- 말 분만전 행동감지센서
 - 분만전 임신마의 마방골레 밑에 장착하여 말의 분만전 움직임을 감지하여 분만시점을

알려주는 제품

- 분만전 앓아일어서 반복 행동을 감지하고 통보하는 장치로서 말의 활력지수는 측정하지 않기 때문에 분만 1기 중반시점에 감지 및 통보 됨
- 또한 분만전 행동만 감지하기 때문에 산통 및 감염성질병 감지 기능은 부재



〈사진 1-14〉 SmartFool

7) Foalalert

- 분만전 양수배출시 외음부 확장감지 센서
 - 분만1기 종료시점인 양수배출시 외음부가 확장되는 것을 외음부 양쪽에 결합된 장치의 탈락을 신호로 감지하여 통보하는 시스템
 - 분만1기 종료시점에 통보하기 때문에 매우 느림
 - 장치 장착을 위해 외음부에 외과적 수술을 수행하여야 함
- 시장현황
 - The New IDTechEX의 보고에 따르면 전세계적으로 동물의 wearable device 시장은 약 26억달러 규모가 될 것으로 추정된다.
 - 미국의 말산업 규모는 약 400억 달러이며 매년 1.1% 성장하고 있는 추세임
 - Traspparency Market 연구에 따르면 2017년부터 2025년까지 전 세계 말 건강관리시장의 규모는 health CAGR(compound annual growth rate)의 4.5%로 성장 전망
 - 또한, 말 건강관리시장 규모는 2016년 \$601,700,000 규모에서 2025년 말경에는 \$862,700,000로 성장할 것으로 전망하고 있음
 - 이러한 국외 말산업 성장 추세와 특히 말 건강과 관련된 wearable device 시장의 성장추세에 힘입어 본 연구팀이 개발하고자 하는 스마트굴레는 국내는 물론 해외에서도 각광 받을 것으로 예측됨
 - 해외 말 산업 선진국 대상 수출을 통해 국내 말산업의 효자 품목으로 자리매김 할 수 있을 것으로 예측됨
- 경쟁기관현황
 - 위에서 설명한 기술현황에 포함된 기업들이 모두 경쟁상대임
- 지식재산권현황

- METHOD OF PREDICTING ESTRUS AND DELIVERY DATE OF COW, SWINE, HORSE OR THE LIKE BY ANALYSIS OF FREQUENCY VALUES AND DISCOVERING DISEASE OF COW, SWINE, HORSE OR THE LIKE, AS WELL AS ATTACHABLE APPARATUS FOR PREDICTING ESTRUS AND DELIVERY DATE AND DISCOVERING DISEASE, WHICH IS USED FOR SUCH METHOD (발정과 인도 기일을 예상하고 그러한 방법을 위해 이용된 질병을 발견하기 위해 빈도 값의 분석에 의해 암컷, 돼지, 호오스 또는 기타 등등의 발정과 인도 기일을 예상하고 암컷, 돼지, 호오스 또는 기타 등등 및 붙일 수 있는 장치의 질병을 발견하는 방법), 미국, 등록번호 - 06925417.
- DEVICE FOR MONITORING LIVESTOCK AND METHOD FOR MONITORING DELIVERY OF LIVESTOCK(가축 감시 장치(supervisory equipment) 및 가축의 출산 감시 방법, 일본, 출원번호 - 13088367.
- 유럽은 검색이 안 됨
 - 표준화현황
 - 표준화를 수행한 바가 없음

1.1.2.3. 기 개발 제품과의 차별화 전략

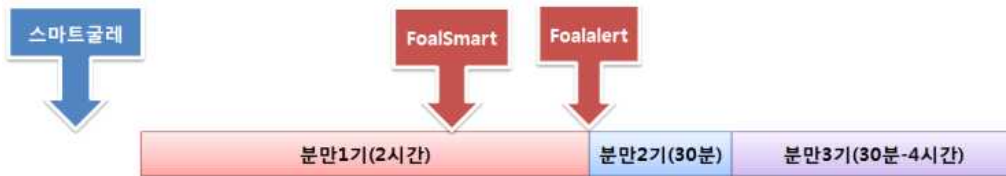
- 정확성
 - 평상시 말의 정상상태 확인 및 산통, 각종 질병 발생, 분만징후를 정확하게 모니터링 할 수 있는 제품 개발
- 신속성
 - 산통, 분만, 질병 발생 시 최초로 발생하는 행동변화인 채식행동 감소를 측정하여 기 개발 제품보다 월등히 신속하게 증상을 감지할 수 있는 제품 개발
 - 타사 제품에 비해 산통과 분만 징후를 약 3-5시간 신속하게 감지 가능
- 데이터 측정 반경 확대
 - 말의 건강과 복지를 위해 말은 마방이 아닌 패덕이나 방목지에서 사육되어야 함
 - 마방 내 설치된 센서로 말의 상태를 감지하는 시스템이 아닌 말의 신체에 장착하는 웨어러블 형식의 장치이기에 말이 마방에 있을 때뿐만 아니라 패덕에서도 사용 가능
- 분만징후 감지 기능
 - 산통증상 감지뿐만 아니라 기 개발 제품에서 구현할 수 없는 분만징후 감지 모듈을 탑재
- 착용감 개선을 통한 말 복지 실현
 - 말의 움직임과 자세에 따른 오보를 방지하고 말의 불편함을 최소화
 - 탄력성 있는 소재를 이용하여 말의 스트레스를 최소화
- 저렴한 공급 가격
 - 저비용 고성능 센서 및 골레재료를 활용하여 저렴한 가격에 공급

○ 기 개발 제품과의 기능 및 성능 비교

분류	센서 및 기능	Trackener	Nightwatch	Polar rs800cx	Seaver	u-IT기반 스마트굴레
활력징후	심박수	√	√	√	√	√
	호흡수		√		√	√
	체온					√
행동	수평	√	√			√
	고도	√	√		√	√
	움직임	√	√		√	√
	채식행동					√
기능	IOT 기능	√	√			√
	산통 감지	√	√	√		√
	분만감지					√
착용성	말복지(착용감)	중	하	중	하	상
비용	비용부담	중	하	하	중	상
감지능력	정확도	하	중	하	하	상

○ 분만 감지를 위한 기 개발 제품과의 분만징후감지시점 비교

- 타 제품과 비교해 생체정보와 행동패턴 변화를 복합적으로 모니터링하기 때문에 분만 1기 시작 전에 감지 및 통보할 수 있을 것으로 예상됨



○ 영상을 통한 행동 인식과 분만 감지 시스템의 비교

- CCTV 등 영상으로 말의 분만행동을 판단할 시, 관리자가 장시간 분만마를 모니터링 해야 한다는 문제가 있으며, 이는 관리자의 노동력을 필요로 함
- 또한 CCTV 등의 촬영기기는 u-IT 기반 스마트굴레 시스템에 비해 초기 설치비용이 증가함(u-IT 기반 스마트굴레 시스템은 설치 시 분만 감지 센서 및 굴레와 데이터 송신용 스캐너 등을 필요로 하며 비용발생이 상대적으로 적음)

2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행 내용

2.1. 말의 활력징후 평가를 위한 행동지표 설정

2.1.1. 임신마의 분만 시 행동 측정

2.1.1.1. 연구배경

- 암말의 난산 및 사산율은 매우 높은 편이고, 태아분만이 지연되어 분만 2기가 시작된 지 40분 이후에는 태아의 생존 가능성이 매우 낮아지며 태아 사망 시 모마의 생존 역시 불투명함

〈그림 2-1〉 분만 2기의 지속시간에 따른 사산율 및 사망률⁹⁾

Duration of Stage II	(n)	Stillbirth	Morbidity	Mortality
0-10 min	173	1.7% ^a	4.6% ^a	4.1% ^a
11-20 min	549	0.4% ^a	3.3% ^a	2.2% ^a
21-30 min	211	2.8% ^a	6.6% ^a	5.2% ^a
31-40 min	45	0% ^a	2.2% ^a	4.4% ^a
41-50 min	13	7.7% ^b	7.7% ^b	7.7% ^b
>50 min	18	22.2% ^b	11.1% ^b	27.8% ^b

A difference in superscripts within a column indicates a significant difference ($P < 0.05$).

- 임신마는 분만 전 감지가 가능한 행동변화와 활력징후변화 양상을 보이며 국내에서 이러한 연구의 진행상황은 미흡한 실정임
- 따라서 산통 시와 마찬가지로 분만징후 시기의 행동과 활력징후 변화를 감지하여 관리자에게 통보함으로써 관리자가 분만장소에 위치하여 위급상황에 효과적으로 대처할

9) 출처 : McCue et al., Equine Vet J Suppl 2012;(41):22-5

수 있도록 할 수 있는 u-IT 기반 스마트굴레의 개발이 절실함

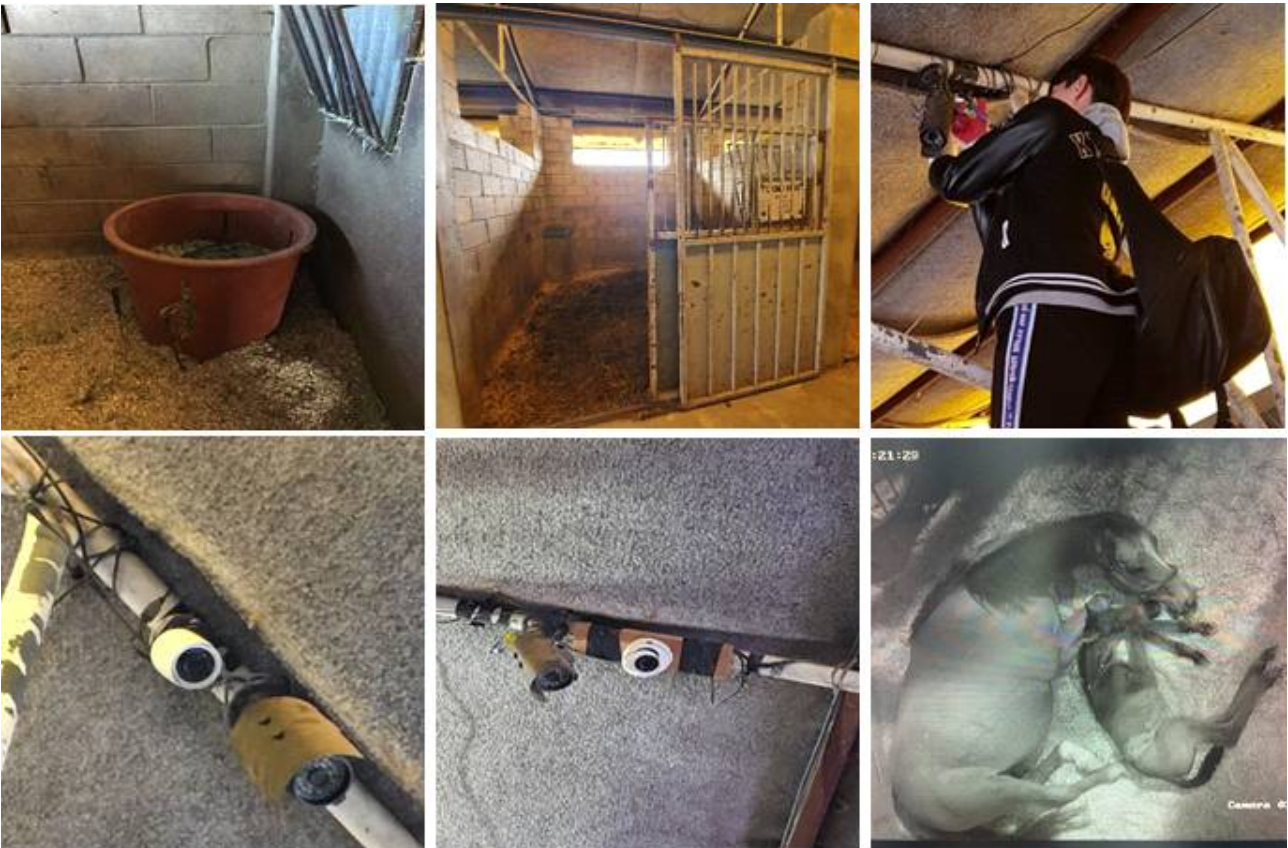
- 본 실험은 선행연구로써 실시되었었고 결과분석을 통해 u-IT 기반 스마트복대 개발 시 행동별 분류를 위한 기초자료로 사용되었음

2.1.1.2. 연구목표

- 국내 분만사 환경에서의 더러브렛 암말 분만전후 행동양상 모니터링 및 분석
- 암말의 분만전후 행동을 종합하여 분만징후 행동을 모니터링 할 수 있는 센서 선별

2.1.1.3. 연구재료 및 방법

- 공시동물 : 더러브렛 5마리 (9-20살)
- 장비 및 재료 : 지속적으로 건초를 급여할 수 있는 사료통 및 행동 관찰을 위한 CCTV
- 연구방법 : 분만사 주변에 CCTV 2개를 설치한 후 분만 전 및 분만 당일 임신마의 행동 촬영



〈사진 2-1〉 사료통, 분만사, 촬영용 CCTV 설치

2.1.1.4. 연구내용

- 임신마의 평상시 행동과 비교하여 분만 전 특이적 행동 또는 특정 행동빈도의 증감을 관찰 및 분석
- 행동은 <표 2>와 같이 양수가 터지는 시점을 기준으로 전후 90분을 기간별로 나누어 총 6개로 분류함

<그림 2-2> 양수가 터지는 시점을 기준으로 나눈 시간표

Period category	Description
Period 1	From -90 min to -60 min
Period 2	From -60 min to -30 min
Period 3	From -30 min to the time for the discharge of the amniotic fluid
Period 4	From the time for the discharge of the amniotic fluid to 30 min
Period 5	From 30 min to 60 min
Period 6	From 60 min to 90 min

- <표 3>과 같이 임신마의 행동을 특성에 따라 분류하여 지속적인 상태로써 5분마다 행동을 관찰한 state behavior 및 행동의 횟수를 1초마다 관찰한 frequency behavior로 설정한 후 데이터 분석 실시

<그림 2-3> 임신마의 행동 분류표

Behavioral category	Behavior	Description
State behavior	Lateral recumbency	Horses lying sideways and the flank is attached to the ground
	Sternal recumbency	Horses lying with lower abdomen on the ground and head is in the air
	Standing	Horse's four legs on the ground, and standing with eating behavior was classified as eating
	Walking	Horses moving more than a step
	Eating	Horses drinking water and eating hay, concentrate feed, or bedding material without moving
Frequent behavior	Sitting down and standing up	Horses sitting and standing up
	Defecation	Horses discharging feces
	Urination	Horses discharging urine
	Pawing	Horses scratching the floor with their front legs
	Weaving	Horses shaking their head from side to side
	Lowering the head	Horses lowering their head without eating
	Looking at the belly	Horses turning their head and looking at the abdomen
	Licking the foal	Horses licking a foal with their tongue after foaling
Nursing	Horses breastfeeding a foal after foaling	

- 분석된 행동을 바탕으로 적절한 센서 및 센서의 부착위치 선정

2.1.1.5. 연구결과

- State behavior : <표 4>와 같이 분만 직전에 서있기 행동(Standing)과 채식(Eating) 행동이 각각 유의적으로 증가하고 감소하였음

〈그림 2-4〉 5분마다 관찰된 임신마의 state behavior 빈도

	Period 1 (-90 to -60 mins)		Period 2 (-60 to -30 mins)		Period 3 (-30 to -0 mins)	
	Day -2	Foaling	Day -2	Foaling	Day -2	Foaling
Lateral recumbency	0	0	0	0	0	0.17 ± 0.18
Sternal recumbency	0	0	0	0	0	0.17 ± 0.18
Standing	2.50 ± 0.47	1.67 ± 0.23	1.83 ± 0.34	2.67 ± 0.46	1.67 ± 0.46 ^a	3.17 ± 0.18 ^b
Walking	0	0.33 ± 0.23	0.17 ± 0.18	0.33 ± 0.23	0	0.33 ± 0.23
Eating	2.17 ± 0.59	2.50 ± 0.47	3.00 ± 0.28	2.00 ± 0.56	3.33 ± 0.46 ^a	1.17 ± 0.34 ^b

Different superscripts indicate significant difference (p<0.05)

- Frequency behavior : <표 5>와 같이 분만 직전에 앉았다 일어서기(Sitting down and standing up), 배변(Defecation), 앞발긁기(Pawing), 머리를 좌우로 흔들기(Weaving), 머리내리기 (Lowering the head) 행동이 유의적으로 증가하였고, 복부 쳐다보기(Looking at the belly) 행동이 유의적으로 감소하였음
- 배뇨(Urination) 행동은 유의적인 차이가 없었음

〈그림 2-5〉 1초마다 관찰된 임신마의 frequency behavior 빈도

	Period 1 (-90 to -60 mins)		Period 2 (-60 to -30 mins)		Period 3 (-30 to -0 mins)	
	Day -2	Foaling	Day -2	Foaling	Day -2	Foaling
Sitting down and standing up	0	0	0	0	0 ^a	1.00 ± 0.56 ^b
Defecation	0.17 ± 0.18	0.17 ± 0.18	0 ^a	0.50 ± 0.24 ^b	0.17 ± 0.18	0.33 ± 0.23
Urination	0.33 ± 0.36	0.33 ± 0.23	0.17 ± 0.18	0	0	0.17 ± 0.18
Pawing	0	0	0	0.33 ± 0.23	0 ^a	0.83 ± 0.34 ^b
Weaving	0.33 ± 0.23 ^a	1.00 ^b	0 ^a	1.17 ± 0.18 ^b	0.17 ± 0.18 ^a	0.67 ± 0.23 ^b
Lowering the head	1.17 ± 0.44	1.67 ± 0.61	1.67 ± 0.36 ^a	3.67 ± 0.23 ^b	1.50 ± 0.62 ^a	4.67 ± 0.23 ^b
Looking at the belly	2.83 ± 0.44 ^a	1.50 ± 0.37 ^b	2.83 ± 0.66	3.33 ± 0.23	2.33 ± 0.54	3.50 ± 0.47

Different superscripts indicate significant difference (p<0.05)

2.1.1.6. 결론 및 고찰

- 서있기 및 채식 행동은 period 3에서 각각 증가 및 감소하였지만, 이 행동들은 말의 일상에서 대부분의 시간을 차지하는 일반적인 행동으로 분류되어 분만 전 특이적 데이터로 사용할 경우 기기알람의 오작동률이 증가할 것으로 예측됨
- 걷기, 배변 및 배뇨 행동도 위와 같은 이유로 분만 전에 유의적인 차이가 있었지만 행동 데이터로 활용하기 어려울 것으로 예측됨
- 앉았다 일어서기 행동은 period 3에서 증가하였고 산통을 겪는 말에서 종종 발생하는 행동으로 고도측정센서와 가속도센서로 이 행동을 탐지할 수 있음
- 앞발굽기 행동은 period 3에서 증가하였고 이 행동은 종종 고통이나 스트레스 등으로 유발될 수 있음
- 앞발굽기를 할 때에 말의 심박수가 올라간다는 연구결과가 있고, 따라서 심박수 센서와 근전도 센서를 통해 탐지가 가능함
- 머리를 좌우로 흔드는 행동은 period 1,2,3에서 증가하였고 고통과 관련이 있는 행동으로 여겨지며, 고도측정 센서와 가속도 센서를 굴레에 착용시킬 경우 이 행동을 정확하게 감지할 수 있을것이라 예상됨
- 머리내리기 행동은 period 2,3에서 증가하였고 머리를 좌우로 흔드는 행동과 마찬가지로 굴레에 센서를 부착할 경우 정확한 행동감지가 이루어 질 것이라 생각됨
- 배를 쳐다보는 행동은 고통을 겪고 있는 말에서 흔히 발견된다고 알려져 있지만 이번 실험결과에서는 유의적인 차이가 없었음
- 기존에 분만 전 체온과 심박수의 변화가 보고되었었고 체온계 및 심박수 센서를 u-IT 기반 분만예측 스마트복대에 적용할 경우 더 정확한 분만예측을 할 수 있을 것이라 생각됨
- 또한 호흡수 증가 등 질병을 겪고 있거나 혹은 분만 전 말의 생체리듬 변동을 탐지할 수 있는 센서를 부착하는 것도 정확한 분만예측 알람 개발에 도움이 될 것이라 생각됨

2.1.1.7. 비고

- 연구결과는 Journal of Animal Reproduction and Biotechnology 저널에서 출판됨

2.1.2. 말 활력변화 및 행동변화를 측정하기 위한 센서 부착 부위 선정

2.1.2.1. 말의 생체변화 측정의 필요성

- 말의 산통
 - 산통(=배앓이) : 말의 복강 내 장기에 이상이 생겨 통증을 일으키는 복통을 말함
 - 산통은 말 폐사의 주된 요인
 - 말 관리자들이 가장 신경을 많이 쓰는 질병임
 - 산통의 시작과 함께 체온증가, 식욕저하, 심전도 및 호흡수 증가 등 활력징후의 변화가 나타남
 - 또한 동시에 무기력함, 발한, 복부 바라보기, 앞발굽기, 구르기, 앓았다 서기 반복 등의 이상행동 양상을 보임

- 말의 분만
 - 난산 및 후산정체 등 위급상황 발생 시 관리자의 초동 대처가 없으면 암말이나 망아지가 폐사할 가능성이 높아짐
 - 난산은 모마와 자마 둘 다의 부상이나 사망을 초래할 수 있기 때문에 매우 긴급한 상황으로, 난산 발생 30분 이후에는 태아의 생존 가능성이 매우 낮고 태아 사망 시 모마의 생명 역시 위협하기 때문에 신속하고 정확한 조치가 필요함
 - 분만징후 시기에는 채식량 등이 감소하는 반면에 움직임, 위치변화, 심박수, 호흡수 및 발한 등이 증가하는 증상이 나타남
- 따라서 산통 시와 분만징후 시기의 행동과 활력징후 변화를 감지하여 관리자에게 통보함으로써 관리자가 분만장소에 위치하여 위급상황에 효과적으로 대처할 수 있도록 할 수 있는 기술이 절실히 필요하며, 이에 따라 말의 주요 행동을 측정하기 위해 필요한 3차원 가속도와 심전도를 측정할 수 있는 기술이 필요함

2.1.2.2. 연구목표

- 말의 생체변화를 감지하기 위한 적절한 센서, 부착위치 및 u-IT 스마트굴레의 개발
- u-IT기반 스마트굴레에 장착된 센서 운용 및 변화 확인

2.1.2.3. 연구재료 및 방법

- 공시동물 : 더러브렛 1두 (10살)
- 연구장비 : u-IT기반 스마트굴레, 심전도 센서, 체표면 온도 센서, 가속도 센서



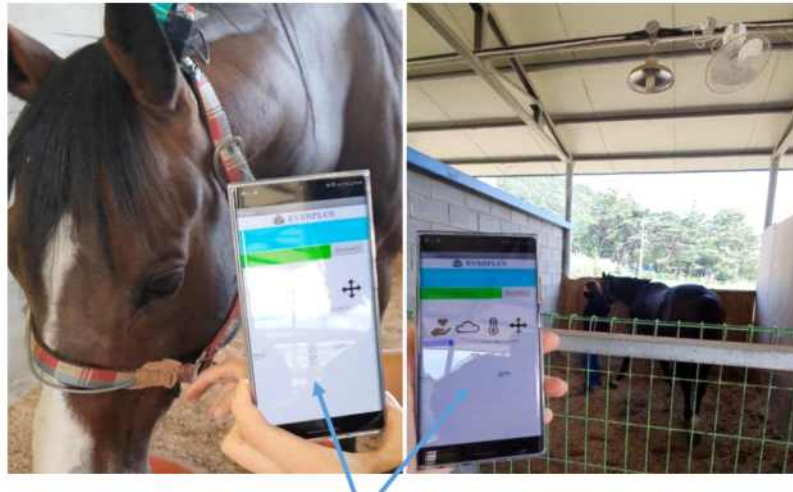
〈그림 2-6〉 초기 스마트굴레 개발 및 데이터 수집

- 연구방법 : 센서 운용 테스트를 위해 더러브렛에 심전도, 체표면 온도 및 가속도센서를 부착한 스마트굴레를 장착시킨 후 움직임이 없는 상태와 걷기 행동을 하는 상태에서 심박수, 체표면 온도 및 가속도 데이터 확인

2.1.2.4. 연구결과 및 평가

○ 심박수 및 체표면 온도 데이터

- 말이 가만히 서있는 상태에서 데이터를 표시하는 어플리케이션에 심전도 및 체표면 온도가 부정확하고 변동이 크게 나오는 현상이 자주 발생함
- 생체지표를 감지하지 못하는 상태인 CS 상태가 자주 발생함
- 가벼운 걷기 행동에서 측정되는 심박수 및 체표면 온도 데이터 역시 부정확함



생체지표 데이터가 표시되지 않거나 감지하지 못하는 CS표시가 빈번히 발생

〈그림 2-7〉 스마트글레의 심박수, 체표면 온도 센서 및 어플리케이션의 문제점

○ POLAR V800 심박수 데이터

- 시중에 판매중인 POLAR V800 심박수 센서를 이용하여 심박수 측정
- 스마트글레의 심박수 데이터에 비해 비교적 안정적인 데이터를 확인함
- 센서와 말의 체표면이 닿는 부위가 습윤하지 않으면 데이터 산출이 원활하지 않음
- 기기의 성능은 본 연구진이 기대하는 정도의 정확성을 보여주지 못했다고 생각됨



〈사진 2-2〉 POLAR V800을 활용한 심박수 데이터 측정

○ 가속도 센서를 활용한 데이터

- 말이 가만히 있거나 움직일 때에 가속도 데이터가 서버로 송신됨을 확인함

- 가만히 있는 행동과 머리를 움직이는 행동에서 가속도 데이터값의 변화가 확인됨
- 머리 움직임에 따라 데이터 변화값이 큰 폭으로 바뀌는 것을 확인함

○ S-patch cardio 심전도 측정 기기의 운용

- 말의 휴식 및 걷기 행동에서 심전도 데이터가 실시간으로 어플리케이션으로 전송이 되는 것을 확인함
- 어플리케이션 데이터를 분석할 수 있는 서버의 그래프형태의 심전도 데이터가 수치로 변환 가능한 것을 확인함
- 새로운 센서의 사양은 <표 2-2> 심전도 센서의 주요 사양에 첨부함
- 심전도 데이터의 일례는 <그림 2-17> 말의 심전도 일례에 첨부함



<사진 2-3> 가속도 데이터 및 S-patch cardio를 이용한 심전도 데이터 산출

2.1.2.5. 고찰

- 심전도, 호흡수, 체온 측정센서를 상용화 되어있는 마스크 제품 (Equilume) 및 마방글레에 부착하여 실험을 진행
 - 운용결과, 마스크 및 마방글레는 말의 두부에 센서(하악골 아래 경정맥에 심박감지센서, 입술 및 코 부근의 호흡감지센서, 볼의 체온감지센서)가 잘 부착되어 있게 고정시켜줄 수 없다는 문제점이 발생함
 - 마스크 및 글레 착용을 오랫동안 지속할 경우 말의 움직임을 제한하고 불편함을 야기할 수 있으며, 제대로 정돈이 되지 않은 마방을 갖춘 시설에서 창살 틈이나 돌출물에 걸릴 가능성이 있음
 - 마스크 및 글레에 말의 행동을 감지하는 가속도센서를 탑재할 경우, 평소 머리부근의 움직임이 많은 말의 특성상 데이터 및 알람에서 오류 발생률이 높아서 배제함
 - u-IT 기반 스마트기기의 핵심 데이터는 심전도 변화측정과 말의 행동변화를 감지하는 것으로 가속도 센서를 배제한 글레형식의 시스템은 적합하지 않다고 판단됨
- 기존 센서의 문제점
 - 개발한 u-IT기반 스마트글레에 부착된 센서 및 POLAR V800을 운용할 경우 체온 및 심박수의 변화 추이를 확인할 수 있지만 데이터의 정확도가 다소 떨어진다는 문제점이 있음
 - 따라서 기존의 센서들 대신 데이터값이 비교적 정확한 S-patch cardio 센서를 이용하기로 결정
- u-IT기반 스마트복대의 개발
 - 위의 문제점들을 개선하고자 정확한 심전도 데이터 산출을 위하여 센서 교체 및 스마트복대 개발로 선회함
 - 복대형식의 경우 신축성 있는 밴드를 사용하여 센서를 마체에 잘 붙어있게끔 유지시켜주며, 마스크 혹은 글레에 비해 큰 행동들을 중점적으로 탐지할 수 있으며, 산통 혹은 분만시기의 말의 행동을 감지하기에 알맞은 형태라고 생각됨
 - 또한 얇은 밴드를 사용하여 글레에 비해 말이 불편함을 덜 느낄 것이며, 몸통에 달라 붙는 밴드의 소재는 마방의 돌출된 부분이나 창살 등에 끼일 가능성이 감소함
 - 스마트복대의 형식으로 기기를 개발하면 말의 일반적인 행동과 텅굴기, 옆으로 누워있기 등의 특이적 행동을 감지할 수 있을 것이라 예상됨

2.1.3. 말 활력징후 및 행동변화 측정 u-IT기반 스마트복대의 개발

2.1.3.1. 연구의 목적

- 말 활력징후 및 행동변화 측정 u-IT기반 스마트복대를 개발하고 현장에서 성능을 평가함

2.1.3.2. 말의 가속도 및 심전도 측정 시스템의 구성

- 말의 가속도 및 심전도 측정 시스템의 구성도는 <그림 6>과 같았으며, 활동 및 개체 정보 센서, 데이터 수집부, 데이터 서버(클라우드), 알람 및 수신 단말기로 구성하였음
- 말 개체마다 복대 형태로 부착한 3D 가속도센서로 X축, Y축 및 Z축의 가속도 값들을 측정 후 그 값들을 무선 액세스 포인트로 공유하여 게이트웨이로 전송한 후 게이트웨이로 실시간 전송을 받은 가속도 값들을 클라우드 서버로 전송하여 저장 및 취합하도록 하였으며 저장된 값들을 웹이나 애플리케이션을 활용하여 확인할 수 있도록 구성하였음.
- 본 복대에 사용한 센서는 “농림축산검역본부 고시 제 2018-12호 동물용 의료기기의 전자기계적 안전에 관한 공통기준 규격에 따른 시험방법 및 제조자 기술문서 시험규격의 시험방법에 따른 시험을 완료하였으며, 세부항목으로 누전전류, 과열시험, 방수/방습, 습기 등 관련 시험을 수행하여 동물용 의료기기로 사용하기 적합하다는 평가를 받았음. (관련 시험성적서는 제출함.)
- 임신마 분만관리 시스템은 다량의 데이터를 실시간으로 수신/ 분석/ 처리가 필요함. 다량의 데이터 수신/ 분석/ 처리를 통한 데이터의 신뢰성을 확보하기 위하여 BLE5통신을 사용하고 있음. 향후 기술개발을 통해서 LoRa통신의 기술이 다량의 데이터 전송 등에 대한 문제점이 개선되고, 본 시스템에 적용이 가능하다면 통신방법의 변경을 고려하고자 함.



〈그림 2-8〉 말의 가속도 및 심전도 측정 시스템의 구성도

- 말의 활동 및 개체정보 센서의 구성도는 <그림 7>과 같았으며, 가속도센서와 심전도 센서의 부착을 위한 복대의 설계기준은 아래와 같음
 - 가속도 센서<표 6>: 기갑 위에 위치하여 말의 움직임에 따른 3축(X축, Y축, Z축) 수치 변화 모니터링
 - 심전도 측정 센서<표 7>: 말의 좌측 복부에 부착되어 실시간 심전도 변화 양상 모니터링
 - 기갑거치대: 말 복대의 부착력은 높이고 말이 느낄 수 있는 불편함은 최소화하기 위해 말의 기갑의 형태에 맞게 디자인
 - 찌찌(벨크로) 접합부: 말의 크기에 따라 길이를 자유롭게 조절할 수 있도록 찌찌(벨크로)를 사용
 - 고 신축성 밴드: 말의 편의성을 극대화하되 심전도 센서의 부착력을 최대화하기 위해 고 신축성 밴드 사용
 - 앞가슴 지지끈: 복대의 안정적인 부착을 위해 앞가슴 지지끈 사용



〈그림 2-9〉 말의 활동 및 개체정보 센서의 구성도

〈표 2-1〉 가속도센서의 주요 사양

Item	Specification
Model	iBS03
Manufacturer	INGICS TECHNOLOGY
Nation	Taiwan
Supply power	CR2450 battery (2y)
Range (m)	100
Case size (mm)	850 * 750 * 300
Size (mm)	43 * 43 * 14.8
Weight (g)	24
Data transmission volume	1Hz

〈표 2-2〉 심전도센서의 주요 사양

Item	Specification
Model	S-patch Cardio
Manufacturer	Samsung SDS
Nation	Korea
S/N	107
IP Grade	IP44
Size (mm)	45 * 370 * 6
Weight (g)	8
Data transmission	BLE

- 데이터 수집부는 <그림 8>과 같이 무선 액세스 포인트<표 8>과 게이트웨이<표 9>로 구성되었음



1) 무선 액세스 포인트



2) 게이트웨이

〈사진 2-4〉 데이터 수집부의 구성도

〈표 2-3〉 무선 액세스 포인트의 주요 사양

Item	Specification
Model	ipTIMEN104T
Manufacturer	ipTIME
Nation	Republic of Korea
Supply power	DC 9V, 0.5A
CPU	RT5350
Size (mm)	132 * 75 * 24
Frequency	2.4GHz
Receive sensitivity	-65dBm at 150Mbps
Transmit power	16dBm ± 2dB

〈표 2-4〉 게이트웨이의 주요 사양

Item	Specification
Model	IGS1S
Manufacturer	INGICS TECHNOLOGY
Nation	Taiwan
Supply power	5V, 500mA, Micro-USB
Range (m)	100
Size (mm)	54 * 41 * 18
Signal reception	Printed circuit board antenna
Receiving method	BLE

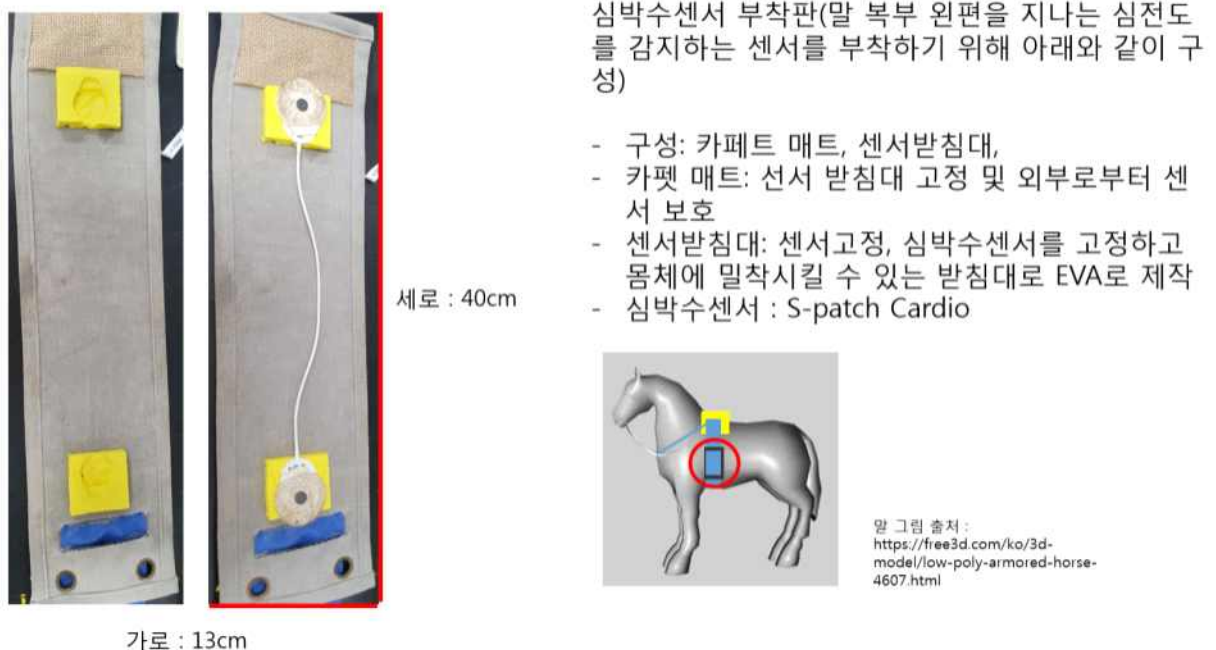
- 3축 가속도센서는 부착위치가 바뀌면 안 되기 때문에 부착위치가 바뀌지 않도록 하기

위해서 기갑의 모양, 크기, 위치 등 및 목과 앞다리 등을 고려한 설계기준에 근거하여 <그림 9>와 같이 가속도센서의 하우징 및 복대를 설계 및 제작하였음



<그림 2-10> 가속도센서의 부착위치를 고정하기 위한 하우징과 복대

- 심전도 센서도 가속도 센서와 마찬가지로 부착위치가 바뀌면 안 되기 때문에 부착위치가 바뀌지 않도록 하기 위해서 기갑의 모양, 크기, 위치 등 및 목과 앞다리 등을 고려한 설계기준에 근거하여 <그림 10>과 같이 심전도 센서의 부착판 및 복대를 설계 및 제작하였음



<그림 2-11> 심전도센서의 부착위치를 고정하기 위한 부착판과 복대

- 복대를 말에 착용하는 요령은 <그림 11>과 같았음



〈그림 2-12〉 복대 착용 요령

- 가속도센서와 심전도센서를 복대 형태로 말에 착용한 모습은 <그림 12>와 같았음



〈그림 2-13〉 가속도센서와 심전도센서를 복대 형태로 말에 착용한 모습

- 복대 착용에 따른 가속도센서의 3축 방향은 <그림 13>과 같았으며, X축은 말 몸통

전후(길이) 방향, Y축은 말 몸통 위아래 방향, Z축은 말 몸통 좌우 방향임



가속도 센서 - X축 : 말 몸통 전후(길이) 방향
- Y축 : 말 몸통 위아래 방향
- Z축 : 말 몸통 좌우 방향

〈그림 2-14〉 가속도센서의 3축 방향

- 스마트복대를 구성하는 센서 거치대의 경우 영구적이지 않고 가변성이 높다는 점을 고려하여 추후 전문가와 협의를 통하여 다른 방식 및 소재로 교체할 예정
- 스마트복대의 센서 관리방법 및 복대의 파손 시 교체가 용이하므로 이러한 실험세팅으로 지속적인 가속도 및 심전도 데이터의 확보가 가능할 것으로 판단됨

2.1.3.3. 스마트복대 시제품 개발

○ 스마트복대 시제품 개발

- 현장에서 용이하게 사용 가능하고 보다 튼튼하게 제작하기 위하여 스마트복대 디자인을 디자인 전문가에게 의뢰하여 제작함
- 말의 행동별 데이터 측정을 위한 가속도 데이터의 선정 후 국내 보유 중인 말의 종류에 따른 체형과 특성을 파악하였음
- 이후 보온성과 통기성, 위생성을 강조한 다양한 복대 디자인을 개발한 후 복대 착용 실증실험을 통해 수정사항과 문제점을 파악하여 시제품에 적용함



〈사진 2-5〉 스마트복대 시제품



〈그림 2-15〉 스마트복대 시제품 단면

2.1.4. 말의 가속도 및 심전도의 측정

2.1.4.1. 스마트복대 운용 선행연구

- 상주 국제승마장의 더러브렛을 대상으로 행동기록 및 가속도 데이터 산출 테스트 실시
- 와이파이 범위 내에서 게이트웨이를 통해 데이터가 서버로 전송되는 것을 확인
- 가속도 데이터의 경우 10분단위 및 1초단위의 데이터 산출이 가능하였는데 정확한 행동분석을 위해 1초단위의 가속도 데이터를 산출 및 분석하기로 확정함
- 초기 서버는 가속도 데이터를 서버에 저장하는 용량의 문제로 저장기간이 짧고 데이터 확인을 현장에서 직접하는 방식이 아닌 우양 코퍼레이션에서만 데이터를 확인할 수 있었음
- 이후 신서버를 구축하여 충분한 저장기간 확보 및 현장에서 데이터를 확인할 수 있는 방식으로 개선됨



마명:럭키	2020.08.13
시간	주요행동
11:30	건초 채식
11:33	고개 내림 및 올림 (채식 유지)
11:37	고개 내림 (채식 유지)
11:38	자리 이동 (걸기)
11:40	자리 이동 (걸기)
11:41	자리 이동 (채식)
12:00	담근보고 고갯짓
12:05	배변활동 (대변)
12:06	놀람
12:07	하품, pawing 1회

〈사진2-6〉 신서버 및 초기 행동기록 일례

- 현장 성능 평가를 위하여 공시된 말은 <그림 15>와 같이 총 6두였음



〈퀸라이트 (Queen light)〉

- 품종 : 더러브렛 (Thoroughbred)
- 생년월일 : 2011.05.23
- 성별 : 암
- 마번 : 0030010
- 국제마번 : KOR11230010

〈우리샘물 (URISAEMMUL)〉

- 품종 : 더러브렛
- 생년월일 : 2008.04.29.
- 성별 : 수 (거세 2010.08.12 수술)
- 마번 : 0024277
- 국제마번 : KOR08124277



<늘푸른천둥이 (NEULPURNCHEONDUNGI)>

- 품종 : 더러브렛
- 생년월일 : 2012.03.12.
- 성별 : 수
- 마번 : 0031383
- 국제마번 : KOR12131383



<꽃님이>

- 품종 : 소형마
- 생년월일 : 2010.03.01.
- 성별 : 암
- 마번 : 1202213



<바닐레>

- 품종 : 하프링거
- 생년월일 : 2009.04.14.
- 성별 : 암
- 마번 : 1212641
- 국제마번 : 25000109215890C



<얼룩만세>

- 품종 : 소형마
- 생년월일 : 2017.04.21.
- 성별 : 암
- 마번 : 1018453

<사진 2-7> 공시된 말

- 공시된 6두의 말을 대상으로 주요 행동을 유도하고 이를 <그림 16>과 같이 최소 6분에서 최대 120분까지 동영상으로 촬영하였음
- 일반행동으로 분류되는 채식 및 휴식행동의 경우 마리당 각각 50분씩 행동데이터를 산출하였고, 앞발긁기, 구르기 및 앉았다 일어서기 등의 행동은 개체가 그 행동을 할 때까지 관찰을 실시함
- 실험일의 시간, 온도, 습도 등은 말의 행동에 변수로써 작용할 가능성이 있기 때문에 영상에 시계 및 온습도를 표시하였음



〈사진 2-8〉 말의 주요 행동

- 주요 행동별로 촬영된 동영상의 시간과 클라우드 서버에 저장된 가속도와 심전도의 시간을 비교하여 주요 행동별 가속도와 심전도의 자료를 확보하였음

2.1.4.2. 말 분만행동 및 산통행동 데이터 수집

- 상주의 경주마 생산목장인 유정목장에서 3월부터 5월까지 분만마 대상 데이터를 확보함
- 분만마 8두를 대상으로 데이터를 확보하였고 CCTV 2세트를 설치하여 분만마의 행동 데이터를 확보
- 분만 예정일 일주일-3일전부터 오후 7시경에 복대를 장착시키고 다음날 오전 8시경에 탈착시킴
- 분만 전, 중, 후 행동별로 촬영된 동영상과 가속도 데이터를 비교하며 데이터 정리 및 분류



〈사진 2-9〉 유정목장 분만마 데이터 측정 실험

- 말 산통행동은 경북대학교 부속목장 소속 말 및 한국마사회 말보건원의 협조를 통해 한국마사회 소속 말을 대상으로 데이터를 측정함
- 이후 산통 시 촬영한 동영상과 가속도 데이터를 비교하여 데이터 정리 및 분류



〈사진 2-10〉 한국마사회 산통마 데이터 측정 실험

2.1.4.3. 말의 가속도 및 심전도 측정 결과

- 말의 가속도와 심전도를 1초 단위로 측정한 결과는 <그림 17> 및 <그림 18>과 같았음

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	No	Gateway No	Cow No	Time	RSSI	BATT	Accel_X_Sum	Accel_Y_Sum	Accel_Z_Sum
2	3772	C1392A6F82C1	806FB082DC3B	2020-11-25 10:41	-59	292	45	0	248
3	3773	F4E497950412	806FB082DC3B	2020-11-25 10:41	-64	292	48	0	245
4	3774	C70C11FA6A0E	806FB082DC3B	2020-11-25 10:41	-63	292	50	0	245
5	3775	F4E497950412	806FB082DC3B	2020-11-25 10:41	-61	292	50	0	245
6	3776	C1392A6F82C1	806FB082DC3B	2020-11-25 10:41	-65	292	37	5	245
7	3777	C70C11FA6A0E	806FB082DC3B	2020-11-25 10:41	-65	292	37	5	245
8	3778	F4E497950412	806FB082DC3B	2020-11-25 10:41	-54	292	45	0	245
9	3779	C1392A6F82C1	806FB082DC3B	2020-11-25 10:41	-57	292	45	0	245
10	3780	F4E497950412	806FB082DC3B	2020-11-25 10:41	-62	292	50	8	242
11	3781	C1392A6F82C1	806FB082DC3B	2020-11-25 10:41	-66	292	50	8	242
12	3782	C1392A6F82C1	806FB082DC3B	2020-11-25 10:41	-64	292	40	10	242
13	3783	C70C11FA6A0E	806FB082DC3B	2020-11-25 10:41	-55	292	40	10	242
14	3784	C1392A6F82C1	806FB082DC3B	2020-11-25 10:41	-58	292	48	2	240
15	3785	C1392A6F82C1	806FB082DC3B	2020-11-25 10:41	-66	292	45	0	248
16	3786	C70C11FA6A0E	806FB082DC3B	2020-11-25 10:41	-65	292	37	0	245

<그림 2-16> 말의 가속도 일례

	A	B	C	D	E
1	test_id	time	group	avg_bpm	is_noise
2	17704	11-5-20 5:56 AM	N	40.19	N
3	17704	11-5-20 5:56 AM	N	40.82	N
4	17704	11-5-20 5:56 AM	N	40.82	N
5	17704	11-5-20 5:56 AM	N	40.82	N
6	17704	11-5-20 5:56 AM	N	40.55	N
7	17704	11-5-20 5:56 AM	N	43	N
8	17704	11-5-20 5:56 AM	N	42.95	N
9	17704	11-5-20 5:56 AM	N	42.95	N
10	17704	11-5-20 5:56 AM	N	42.95	N
11	17704	11-5-20 5:56 AM	N	41.93	N
12	17704	11-5-20 5:56 AM	N	41.42	N
13	17704	11-5-20 5:56 AM	N	39.73	N

<그림 2-17> 말의 심전도 일례

- 심전도 데이터의 경우 분만 전, 중, 후에 유의적인 차이가 발견되지 않았는데 이는 센서를 부착하는 방식의 특성상 말이 분만징후를 보이며 몸을 뒹굴거나 누울 시, 체표면에서 탈락하는 현상이 빈번하여 정확한 데이터를 산출하지 못하였음
- 심전도 센서는 현장에서 사용하기 어려우며, 착용하더라도 탈락되는 현상이 빈번하여 실제 사용될 스마트복대 시스템에서 제외함

2.1.4.4. 가속도를 이용한 말의 주요 행동 분류 결과

- 말의 주요 행동별로 측정한 가속도 값을 이용하여 SPSS 25(Statistical Package for the Social Sciences, IBM, USA)의 “분류분석 - 판별분석” 기법으로 말의 주요 행동을 분류하였음
- 가속도센서가 몸통에 단단히 고정되어 있는 점을 고려하여 몸통의 회전이 거의 없는 휴식, 채식, 배뇨, 앉아있기, 앞발 굽기 등을 행동 1 집단으로, 몸통의 회전이 3차원적으로 동시에 일어나는 뒹굴기를 행동 2 집단으로, 그리고 마지막으로 옆으로 눕기를 행동 3 집단으로 구분하였을 때 <그림 19>와 같이 분류율이 100%에 가까웠음
- <그림 19>에서 행동 2 집단(뒹굴기)과 행동 3 집단(옆으로 눕기)의 분류된 값은 6두 중 우리샘물 1두만이 실제로 산통에 걸려서 얻은 데이터이라서 적을 수밖에 없었음
- 한국마사회 말보건원의 협조를 통해 산통마 데이터를 추가 수집하였고 이후 데이터를 더 많이 확보하여 정확도를 높일 계획임
- 행동 2 집단의 뒹굴기와 행동 3 집단의 옆으로 눕기의 데이터 수가 적으나 행동 1 집단의 3차원 가속도 값과는 전혀 다른 양상을 보이기 때문에 이에 근거하여 산통이나 분만을 조기에 탐지하는데 문제가 없을 것으로 판단함

분류 결과 ^a					
원래값		예측 소속집단			전체
		1.00	2.00	3.00	
빈도	1.00	5347	0	0	5347
	2.00	1	26	0	27
	3.00	0	0	69	69
%	1.00	100.0	0.0	0.0	100.0
	2.00	3.7	96.3	0.0	100.0
	3.00	0.0	0.0	100.0	100.0

a. 원래의 집단 케이스 중 100.0%이(가) 올바르게 분류되었습니다.

<그림 2-18> 말의 주요 행동 분류 결과

- 말의 주요 행동 분류함수를 산출하였고, 이를 식으로 표현을 하면 식(1)에서 (3)과 같음
- (1) 행동 1 집단 = $- 167.335 + 0.579 * X + 0.306 * Y + 1.199 * Z$
- (2) 행동 2 집단 = $- 155.403 + 0.499 * X + 0.369 * Y + 1.141 * Z$
- (3) 행동 3 집단 = $- 102.379 + 0.609 * X + 0.199 * Y + 0.759 * Z$

2.1.4.5. 가속도 데이터 분석 결과

- 수집된 데이터를 종합하여 말의 평상시 및 분만 시 행동 1,2,3 데이터의 빈도를 산출함
- <표 2-5> 및 <표 2-6>과 같이 행동 1,2,3 별 평균, 표준편차, 평균+표준편차, 평균-표준편차, 최소값, 5% 분위수, 10% 분위수, 95% 분위수로 나누어 처리함

〈표 2-5〉 정상 시 행동 1,2,3 비율

(단위 : %)	행동 1 비율	행동 2 비율	행동 3 비율	행동 2+3 비율	행동 2*3 비율
평균	93.6	6.4	0.1	6.4	0.3
표준편차	16.8	16.8	0.5	16.8	2.2
평균+표준편차	110.4	23.2	0.6	23.3	2.6
최소값	100.0	78.8	4.8	78.8	15.6
95% 분위수	100.0	47.6	0.0	47.6	0.0

〈표 2-6〉 산통 및 분만 시 행동 1,2,3 비율

(단위 : %)	행동 1 비율	행동 2 비율	행동 3 비율	행동 2+3 비율	행동 2*3 비율
평균	54.3	8.8	36.9	45.7	289.9
표준편차	19.3	10.3	18.6	19.3	431.6
평균-표준편차	34.9	-1.5	18.3	26.4	-141.7
최소값	11.4	0.0	7.4	12.9	0.0
5% 분위수	21.6	0.0	9.4	20.5	0.0
10% 분위수	31.2	0.0	14.3	27.2	0.0

- 정상 시 말의 행동 비율은 행동 1 93.6%, 행동 2 6.4%, 행동 3 0.1%이고 산통 및 분만 시 말의 행동비율은 행동 1 54.3%, 행동 2 8.8%, 행동 3 36.9%로 비율의 차이를 확인하였음
- 계산된 비율을 바탕으로 행동 2와 3의 합이 12.9%(산통 및 분만 시 행동비율 최소값) 이상이고 행동 3이 4.8%(정상 시 행동 3의 최소값) 이상이면, 산통 혹은 분만이라 판단할 수 있음

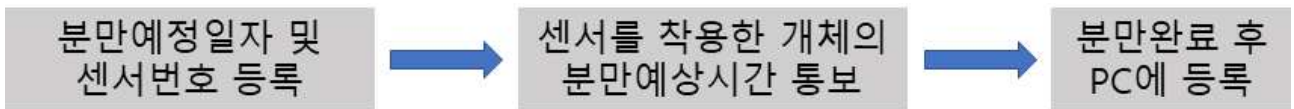
2.1.4.6. 산통 및 분만 감지 알고리즘 개발

- 10분 단위의 행동 분류 결과로서 행동 2 분류식 값의 비율과 행동 3 분류식 값의 비율의 합이 12.9% 이상이고 행동 3 분류식 값의 비율이 4.8% 이상이면, 말의 산통 또는 분만으로 판단하여 관리자에게 통보하는 알고리즘을 개발

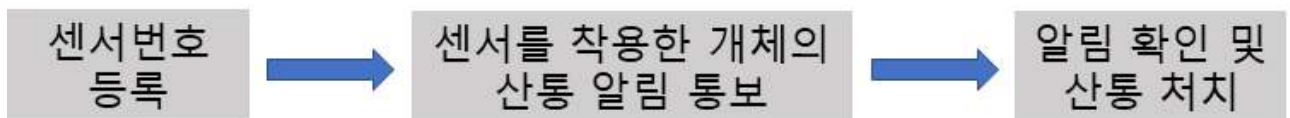
〈그림 2-19〉 10분 단위 행동 분류 일례

													행동 분류 결과	행동 1 비율(%)	행동 2 비율(%)	행동 3 비율(%)				
2021-03-22 6:41	-76	297	01 / No Activity	26	24	250	179.058	179.954	1	175.589	176.223	1	252							
2021-03-22 6:40	-66	297	01 / No Activity	24	32	248	177.77	178.509	1	174.588	175.109	1	251	625.882	576.829	187.306	1	100.0	0.0	0.0
2021-03-22 6:40	-68	297	01 / No Activity	24	32	248	177.77	178.509	1	174.588	175.109	1	251	625.882	576.829	187.306	1			
2021-03-22 6:40	-75	297	01 / No Activity	21	32	248	177.833	178.581	1	174.528	175.04	1	251	624.599	575.527	186.22	1			
2021-03-22 6:40	-66	297	11 / Activity	24	32	253	185.035	185.729	2	181.713	182.169	2	256	650.572	595.514	192.046	1			
2021-03-22 6:40	-64	297	11 / Activity	24	32	253	185.035	185.729	2	181.713	182.169	2	256	650.572	595.514	192.046	1			
2021-03-22 6:40	-65	297	11 / Activity	24	32	248	177.77	178.509	2	174.588	175.109	2	251	625.882	576.829	187.306	1			
2021-03-22 6:40	-67	297	11 / Activity	29	29	248	177.65	178.443	2	174.514	175.095	2	251	627.322	577.772	186.657	1			
2021-03-22 6:40	-62	297	11 / Activity	21	34	245	173.484	174.213	2	170.369	170.89	2	248	610.255	565.134	183.682	1			
2021-03-22 6:40	-87	297	11 / Activity	24	32	253	185.035	185.729	2	181.713	182.169	2	256	650.572	595.514	192.046	1			
2021-03-22 6:40	-69	297	11 / Activity	24	26	248	177.74	178.617	2	174.24	174.851	2	251	624.352	574.975	186.388	1			
2021-03-22 6:40	-65	297	11 / Activity	21	29	245	173.459	174.303	2	170.079	170.675	2	248	608.99	563.089	182.917	1			
2021-03-22 6:40	-74	297	11 / Activity	13	40	250	182.483	183.056	2	179.107	179.436	2	254	632.947	582.801	196.444	1			
2021-03-22 6:40	-66	297	11 / Activity	26	29	248	177.713	178.515	2	174.454	175.026	2	251	625.999	576.47	187.571	1			
2021-03-22 6:40	-67	297	11 / Activity	32	29	248	179.123	179.91	2	175.999	176.576	2	252	628.645	579.074	189.743	1			
2021-03-22 6:40	-63	297	01 / No Activity	26	34	248	179.274	179.964	1	176.169	176.653	1	252	627.274	578.515	188.336	1			
2021-03-22 6:40	-70	297	01 / No Activity	26	26	250	180.604	181.457	1	177.13	177.721	1	253	635.11	582.717	189.008	1			
2021-03-22 6:39	-68	297	01 / No Activity	24	26	248	177.74	178.617	1	174.24	174.851	1	251	624.352	574.975	186.388	1			

- 분만 감지 알고리즘
 - 농장에서 분만예정인 말에게 가속도 센서를 부착하고 부착한 센서의 번호와 분만예정 일자를 통보하면, 센서가 해당 농장에 등록됨
 - 등록된 각 개체의 활동량을 logic에 의해서 측정하고 분만이 예상되는 개체가 있을 경우 센서 번호 및 분만 시작시간을 관리자에게 통보
 - 농가에서는 분만마에게 적절한 처치를 한 후 분만이 완료될 시 분만 완료 등록을 함



- 산통 감지 알고리즘
 - 관리하고 있는 개체에 가속도 센서를 부착하고 센서의 번호를 통보하면, 센서가 해당 농장에 등록됨
 - 등록된 각 개체의 활동량을 logic에 의해서 측정하고 산통으로 판단되는 개체가 있을 경우 센서 번호 및 산통 알람을 관리자에게 통보
 - 농가에서는 알람을 확인하고 산통마에게 적절한 처치를 실시



2.1.4.7. 실증실험

○ 서버 가속도센서 데이터 수집

〈그림 2-20〉 서버에 1초당 수집된 개체의 활동데이터

67	DEB01HEB5D8E	806FB08262BE	2021-12-27 09:15:39	-70	292	OI / No Activity	0	168	189	110.684	122.238	74.504	2	0.000	253
68	DEB01HEB5D8E	806FB08262BE	2021-12-27 09:15:29	-60	292	OI / No Activity	0	173	184	106.219	118.378	71.704	2	0.000	253
69	DEB01HEB5D8E	806FB08262BE	2021-12-27 09:15:19	-65	292	OI / No Activity	0	168	192	114.281	125.661	76.781	2	0.000	255
70	C2823010209C	806FB08262BE	2021-12-27 09:15:19	-70	292	OI / No Activity	0	168	192	114.281	125.661	76.781	2	0.000	255
71	DEB01HEB5D8E	806FB08262BE	2021-12-27 09:15:09	-69	292	OI / No Activity	2	165	184	104.929	116.424	71.330	2	0.000	247
72	C2823010209C	806FB08262BE	2021-12-27 09:15:08	-70	292	II / Activity	8	168	186	111.719	122.807	77.099	2	0.000	251
73	DEB01HEB5D8E	806FB08262BE	2021-12-27 09:15:08	-60	292	II / Activity	8	168	186	111.719	122.807	77.099	2	0.000	251
74	DEB01HEB5D8E	806FB08262BE	2021-12-27 09:15:07	-69	292	II / Activity	26	145	203	135.486	142.699	96.387	2	0.000	251
75	C2823010209C	806FB08262BE	2021-12-27 09:15:06	-79	292	II / Activity	17	142	202	128.158	135.960	89.550	2	0.000	248
76	C2823010209C	806FB08262BE	2021-12-27 09:15:05	-73	292	II / Activity	19	143	206	134.418	141.891	94.003	2	0.000	251
77	C2823010209C	806FB08262BE	2021-12-27 09:15:04	-91	292	II / Activity	28	143	207	140.828	147.523	100.243	2	0.000	253
78	DEB01HEB5D8E	806FB08262BE	2021-12-27 09:15:03	-67	292	II / Activity	27	144	206	139.356	146.252	99.074	2	0.000	253
79	DEB01HEB5D8E	806FB08262BE	2021-12-27 09:15:02	-69	292	II / Activity	27	142	210	143.540	150.078	101.712	2	0.000	255
80	C2823010209C	806FB08262BE	2021-12-27 09:15:01	-98	292	II / Activity	24	140	208	138.793	145.561	97.969	2	0.000	252
81	C2823010209C	806FB08262BE	2021-12-27 09:15:00	-71	292	II / Activity	42	139	204	144.313	149.610	105.696	2	0.000	250
82	DEB01HEB5D8E	806FB08262BE	2021-12-27 09:15:00	-73	292	II / Activity	42	139	204	144.313	149.610	105.696	2	0.000	250

- 각 개체에 부착된 센서로부터 매 1초당 1회 데이터를 수집하여 Wifi를 통해서 서버에 전송하게 된다. 활동이 있는 경우에는 매 1초에 1회, 활동이 없는 경우에는 매 10초에 1회 이상 데이터를 전송하게 된다. 활동이 없는 경우 서버에 데이터 전송시간은 10초로 설정한 이유는 사용하는 배터리 용량을 최대한 오랫동안 사용하기 위하여 설정하였다.

○ 서버 수집 데이터 분석

〈그림 2-21〉 서버에 저장된 데이터 10분마다 분석

탐색 범위 : CUC1-1C-21

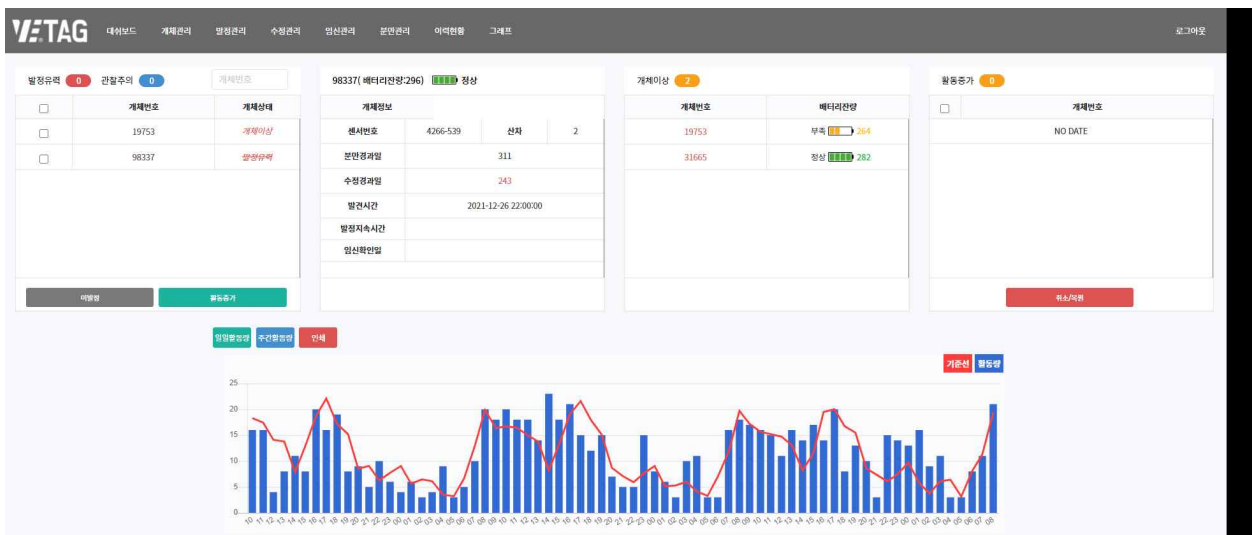
No	Cow No	Time	BATT	MEAN	STD	분만예정일	Accel Y AVG	Accel Z AVG	평균1값	평균1비율	평균2값	평균2비율	평균3값	평균3비율	평균값	평균2+3	Write_Time
1	806FB08262BE	2021-12-27 09:10:00	292	254	5		162	201	2.000	1.000	149.000	99.000	0.000	0.000	151.000	99.000	2021-12-27 09:20:59
2	806FB08262BE	2021-12-27 09:00:00	292	253	5		150	200	0.000	0.000	235.000	100.000	0.000	0.000	235.000	100.000	2021-12-27 09:11:02
3	806FB08262BE	2021-12-27 08:50:00	292	253	7		148	201	0.000	0.000	159.000	100.000	0.000	0.000	159.000	100.000	2021-12-27 09:00:59
4	806FB08262BE	2021-12-27 08:40:00	292	253	6		152	200	0.000	0.000	131.000	100.000	0.000	0.000	131.000	100.000	2021-12-27 08:50:57
5	806FB08262BE	2021-12-27 08:30:00	292	254	4		151	202	0.000	0.000	120.000	100.000	0.000	0.000	120.000	100.000	2021-12-27 08:40:56
6	806FB08262BE	2021-12-27 08:20:00	292	254	4		150	202	0.000	0.000	88.000	100.000	0.000	0.000	88.000	100.000	2021-12-27 08:30:56
7	806FB08262BE	2021-12-27 08:10:00	292	253	4		146	205	0.000	0.000	116.000	100.000	0.000	0.000	116.000	100.000	2021-12-27 08:20:55
8	806FB08262BE	2021-12-27 08:00:00	292	253	3		146	204	0.000	0.000	70.000	100.000	0.000	0.000	70.000	100.000	2021-12-27 08:10:00
9	806FB08262BE	2021-12-27 07:50:00	292	253	3		150	202	0.000	0.000	84.000	100.000	0.000	0.000	84.000	100.000	2021-12-27 08:00:56
10	806FB08262BE	2021-12-27 07:40:00	292	254	3		148	205	0.000	0.000	90.000	100.000	0.000	0.000	90.000	100.000	2021-12-27 07:50:57
11	806FB08262BE	2021-12-27 07:30:00	292	253	10		148	202	0.000	0.000	147.000	100.000	0.000	0.000	147.000	100.000	2021-12-27 07:40:56

- 각 매 1초당 수집된 데이터는 매10분마다 취합하여 결정된 알고리즘에 의해서 계산하여, 개체의 행동이상 유무를 매10분마다 판단하는데 사용하게 된다. 이때 Y축의 값이

240이하인 경우에는 적절한 분석값을 얻기 어려워, Y축값에 대한 10분 평균을 구하고, 이를 통하여 현재 말에 부착한 센서의 위치를 매 10분간 확인하고 이상이 있는 경우 관리자에게 통보하고 관리자를 이는 농장에 통보하여 말에 부착한 센서 위치에 대한 보정을 알릴 수 있도록 하였다.

○ 서버 데이터의 그래프화

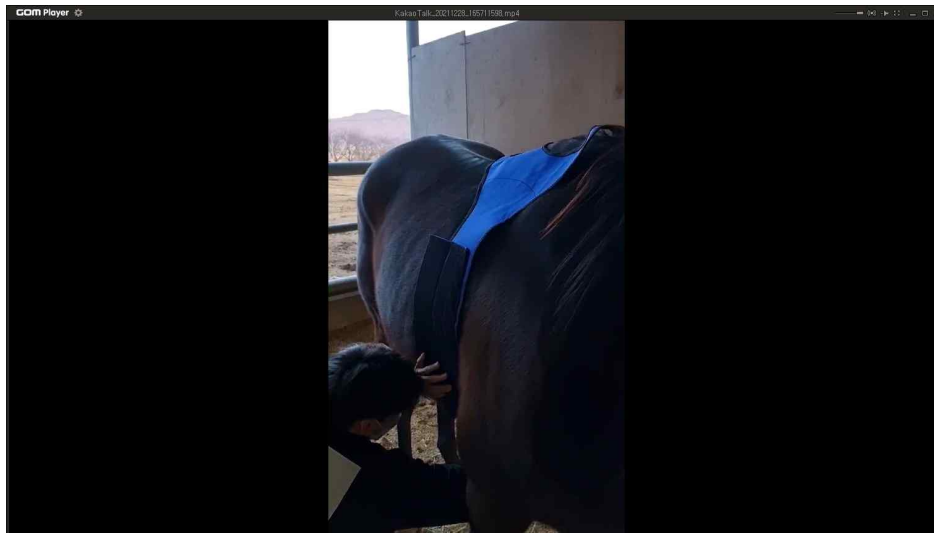
〈그림 2-22〉 서버 데이터 그래프화



- 해당 개체에서 얻어진 10분간의 데이터를 위와 같은 대쉬보드 형태로 그래프화 하여 각 농장에 정보를 제공하게 된다. 본 제품은 배터리 전원을 이용하는 장치로 해당 농장에서 사용하는 배터리의 용량을 대쉬보드에 표시하고, 교체가 필요한 센서의 배터리 잔량을 표시하여 농장에서 손쉽게 배터리를 교체할 수 있도록 했으며, 하단의 그래프에서는 현재 활동량을 지난 14일간의 평균활동량(기준선)과 비교할 수 있도록 그래프를 제공하였다.

○ 복대 착용

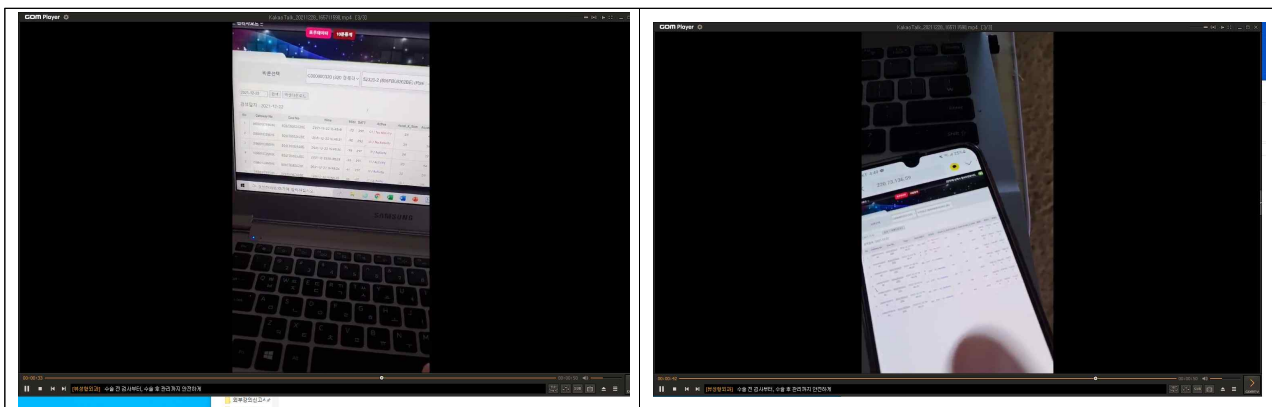
〈그림 2-23〉 실증실험을 위한 복대 착용



- 시스템의 성능평가를 위한 실증실험하기 위하여 복대를 착용하는 모습임

○ 복대 착용 후 데이터 확인

〈그림 2-24〉 데이터 수신 확인



- 복대를 착용한 후 데이터 수신이 정상적으로 되는지를 확인하는 모습

○ 옆으로 드러누웠을 때의 모습과 데이터

〈그림 2-25〉 옆으로 드러누웠을 때의 모습



- 분만 및 산통 시 반드시 나타내는 옆으로 드러누웠을 때의 모습

〈그림 2-26〉 옆으로 드러누웠을 때의 데이터

1008	1007	D8B011E85D8E	806FB08262BE	2021-12-28 11:07	-84	297	11 / Activity	9	34	249	146.831	145.743	98.859	1	251
1009	1008	C2823D10209C	806FB08262BE	2021-12-28 11:07	-82	297	11 / Activity	15	109	230	150.474	154.733	103.017	2	255
1010	1009	D8B011E85D8E	806FB08262BE	2021-12-28 11:07	-80	297	11 / Activity	7	92	247	161.023	163.865	107.665	2	264
1011	1010	D8B011E85D8E	806FB08262BE	2021-12-28 11:07	-87	297	11 / Activity	1	76	246	151.454	153.826	100.068	2	257
1012	1011	C2823D10209C	806FB08262BE	2021-12-28 11:07	-81	297	11 / Activity	2	79	244	150.553	153.15	99.756	2	256
1013	1012	D8B011E85D8E	806FB08262BE	2021-12-28 11:07	-75	297	11 / Activity	18	74	238	151.093	152.443	103.951	2	250
1014	1013	D8B011E85D8E	806FB08262BE	2021-12-28 11:07	-78	297	11 / Activity	1	46	252	149.468	149.602	98.652	2	256
1015	1014	C2823D10209C	806FB08262BE	2021-12-28 11:07	-82	297	11 / Activity	9	76	241	150.091	152.113	101.145	2	253
1016	1015	D8B011E85D8E	806FB08262BE	2021-12-28 11:07	-87	297	11 / Activity	2	47	240	135.965	136.778	90.352	2	245
1017	1016	C2823D10209C	806FB08262BE	2021-12-28 11:07	-98	297	11 / Activity	2	47	240	135.965	136.778	90.352	2	245
1018	1017	C2823D10209C	806FB08262BE	2021-12-28 11:07	-82	297	11 / Activity	9	4	239	125.661	123.263	85.299	1	239
1019	1018	D8B011E85D8E	806FB08262BE	2021-12-28 11:07	-91	297	11 / Activity	9	4	239	125.661	123.263	85.299	1	239
1020	1019	D8B011E85D8E	806FB08262BE	2021-12-28 11:07	-80	297	11 / Activity	210	516	227	384.324	398.798	300.488	2	602
1021	1020	D8B011E85D8E	806FB08262BE	2021-12-28 11:07	-81	297	11 / Activity	180	101	223	235.168	226.129	196.597	1	304
1022	1021	C2823D10209C	806FB08262BE	2021-12-28 11:07	-89	297	11 / Activity	22	69	258	175.859	175.414	120.572	1	268
1023	1022	C2823D10209C	806FB08262BE	2021-12-28 11:07	-89	297	11 / Activity	4	2	260	147.333	143.991	97.795	1	260
1024	1023	D8B011E85D8E	806FB08262BE	2021-12-28 11:07	-84	297	11 / Activity	4	2	260	147.333	143.991	97.795	1	260
1025	1024	D8B011E85D8E	806FB08262BE	2021-12-28 11:07	-74	297	11 / Activity	32	15	259	166.324	161.619	116.675	1	261
1026	1025	C2823D10209C	806FB08262BE	2021-12-28 11:07	-81	297	11 / Activity	32	15	259	166.324	161.619	116.675	1	261
1027	1026	D8B011E85D8E	806FB08262BE	2021-12-28 11:07	-78	297	11 / Activity	6	72	241	147.13	149.14	98.522	2	252
1028	1027	C2823D10209C	806FB08262BE	2021-12-28 11:07	-73	297	11 / Activity	27	323	160	138.976	159.817	99.781	2	361
1029	1028	D8B011E85D8E	806FB08262BE	2021-12-28 11:07	-70	297	11 / Activity	39	108	177	100.517	105.867	77.207	2	211
1030	1029	D8B011E85D8E	806FB08262BE	2021-12-28 11:07	-71	297	11 / Activity	86	250	20	-17.061	2.581	14.925	3	265
1031	1030	D8B011E85D8E	806FB08262BE	2021-12-28 11:07	-78	297	11 / Activity	83	202	0	-57.466	-39.448	-11.634	3	218
1032	1031	C2823D10209C	806FB08262BE	2021-12-28 11:07	-75	297	11 / Activity	83	202	0	-57.466	-39.448	-11.634	3	218
1033	1032	C2823D10209C	806FB08262BE	2021-12-28 11:07	-84	297	11 / Activity	53	61	189	108.629	109.202	85.488	2	206
1034	1033	D8B011E85D8E	806FB08262BE	2021-12-28 11:07	-75	297	11 / Activity	32	62	328	263.437	257.691	178.399	1	335
1035	1034	C2823D10209C	806FB08262BE	2021-12-28 11:07	-75	297	11 / Activity	58	16	295	224.848	216.038	160.032	1	301
1036	1035	D8B011E85D8E	806FB08262BE	2021-12-28 11:07	-90	297	11 / Activity	25	89	225	144.149	146.638	101.332	2	243

- 적색으로 표시된 네모상자 내의 데이터를 보면, 옆으로 드러누웠을 때 z값이 매우 낮게 되고 이에 따라 행동 3(옆으로 드러누웠을 때의 행동)으로 정확하게 분류한 것을 알 수 있음

〈그림 2-27〉 옆으로 드러누웠을 때의 행동 3의 비율

No	Cow No	Time	BATT	MEAN	STD	분만예상일	Accel Y AVG	Accel Z AVG	활동1분	활동1비율	활동2분	활동2비율	활동3분	활동3비율	활동4분	활동4비율	활동5분	활동5비율	Wile_Time
1	80AF8082628E	2021-12-28 11:30:00	297	257	7		95	231	84,000	45,000	78,000	55,000	0,000	0,000	142,000	55,000			2021-12-28 11:40:34
2	80AF8082628E	2021-12-28 11:20:00	297	259	29		49	253	150,000	81,000	146,000	39,000	1,000	0,000	247,000	39,000			2021-12-28 11:30:54
3	80AF8082628E	2021-12-28 11:10:00	297	260	24		74	248	79,000	22,000	283,000	78,000	2,000	1,000	364,000	79,000			2021-12-28 11:20:54
4	80AF8082628E	2021-12-28 11:00:00	292	259	34		91	248	170,000	38,000	273,000	81,000	3,000	1,000	448,000	62,000			2021-12-28 11:10:58
5	80AF8082628E	2021-12-28 10:50:00	297	237	11		98	249	82,000	25,000	191,000	65,000	0,000	0,000	234,000	65,000			2021-12-28 11:00:38
6	80AF8082628E	2021-12-28 10:40:00	297	258	8		62	250	113,000	32,000	144,000	68,000	0,000	0,000	251,000	68,000			2021-12-28 10:50:55
7	80AF8082628E	2021-12-28 10:30:00	297	257	6		63	249	18,000	14,000	18,000	86,000	0,000	0,000	194,000	86,000			2021-12-28 10:40:58
8	80AF8082628E	2021-12-28 10:20:00	297	254	3		68	246	8,000	8,000	11,000	92,000	0,000	0,000	77,000	92,000			2021-12-28 10:30:54
9	80AF8082628E	2021-12-28 10:10:00	297	256	5		63	249	30,000	25,000	89,000	75,000	0,000	0,000	119,000	75,000			2021-12-28 10:20:58

- 적색으로 표시된 네모상자 내의 데이터를 보면, 10분 단위로 정확하게 행동 3의 비율을 계산한 것을 알 수 있으며, 이에 따라 분만 및 산통을 정확하게 탐지할 수 있음을 알 수 있음
- 2022년 1월 6일 현재 계속해서 실증실험을 진행하고 있으며, 시스템이 정상적으로 작동할 뿐만 아니라 분만 및 산통을 탐지하는데 문제가 전혀 없음을 확인함

2.1.4.8. 시스템의 경제성 분석

- 시스템(비즈니스모델)의 경제성 분석

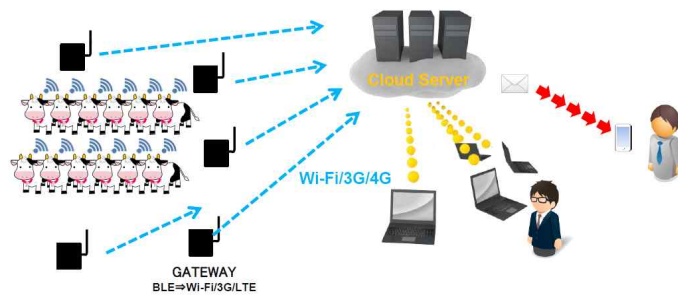
: 센서 / 디바이스 및 시스템 판매 : 100만원/개 수준

- 관계 기관들과의 지속적 협업, 시범사업 등을 활용하여 초기 시장 선점
- 말 분만 관리 서비스 제공 : 월 단위 관리비 청구

- Raw-data 수집/ 저장/ 분석과 같은 솔루션을 통합하여 말 분만 징후 감지 시스템이라는 독자적인 기술이 적용된 스마트팜을 도입하여 말 농가의 폐사 감소로 경제성을 개선 및 확보

2.1.4.9. 시스템의 사업화 전략

○ 제품화



[그림] 사업화 대상기술 이용 분만 관리 시스템 개요

- 목표시장 및 Target 고객 및 주요 고객: 말 사육 농가

: 1단계 : 분만탐지기 판매

: 2단계 : 분만 및 통합관리로 확대

- 본 기술이 적용 가능한 고객은 말 사육 농가로, 스마트 말 농장을 도입하지 않은 농가를 중심으로 제품 도입을 적극적으로 유도함.
- 말 산업 전문기업인 한국 마사회, 경상대학교, 경북대학교 등 관계기관들과의 제휴를 통한 협의를 진행하여 판매처 확보

- 실용화 테스트를 위하여 2022년 1월부터 2022년 06월까지 마사회에서 실증 테스트를 진행하고 있으며, 수요자의 요구를 바탕으로 모니터링과 이벤트 알람 등 관련하여 구현 가능성에 대해 논의하고 시스템에 반영하고자 함.

[첨부] 실증테스트 참여동의서

○ 판로 개척 계획

○ 국내 판로 개척 계획

- 2022년 마사회와 함께 제주도 3개농장 시범사업 수행예정
- 시범사업 결과 후, 2023년 본격 사업화 예정임
- 말 농장의 현대화 시범 사업을 활용한 확대
- 경상대학교, 경북대학교, 말 산업 전문기업(예: 마사회) 등 관계기관 제휴를 통한 협력
- 수의사 협회 등 협회와 협력
- 가격대비 고성능의 국산화 제품
- : 고가의 설비 투자 없는 간편한 설치
- : 관리 비용절감의 효과
- : 저가격, 고성능의 국산화 제품

○ 해외 판로 개척 계획

- 국내의 산업과 비교하여 규모가 큰 해외에 제품을 판매할 시 수익의 기대치를 충족할 수 있을 것으로 사료됨
- 2023년 이후 완성품을 해외 학회 및 박람회에 전시
- 스마트복대 제품 해외 판로 확보 예정(현지 구입이 가능한 판매 인터넷 사이트 구축)
- KOTRA 협조를 통해 미국, 캐나다, 독일, 프랑스 등 미주 및 유럽 지역 진출
- 미국, 캐나다, 영국 등의 말 생산자 협회(TBA 등) 대상 제품 설명회 실시
- 말 생산자 협회와 협력 사업 실시

3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도

3.1. 연구수행 결과

3.1.1. 정성적 연구개발성과

- u-IT기반 스마트복대 시스템을 이용한 말 산통 및 분만징후 감지 시스템
 - 말의 위치, 움직임, 채식행동 등 상시 활력징후 및 행동변화의 측정 기능
 - 산통 감지 및 알림 기능
 - 분만징후 감지 및 알림 기능
 - 개발 시제품의 주요 성능치
 - 산통 감지율 : 90% 이상 조기 감지
 - 분만징후 감지율 : 90% 이상 조기 감지
 - 산통 및 분만징후 감지 후 알림
-

3.1.2. 정량적 연구개발성과(해당 시 작성하며, 연구개발과제의 특성에 따라 수정이 가능합니다)

□ 기술적 목표항목

평가항목 (주요성능·물성 등 Spec1))	단위	전체항목 에서 차지하는 비중2) (%)	세계 최고수준의 기술보유 국가명/기업명 (미국/Bosch)	연구개발전 국내수준	수행목표	평가기관 (방법)*
			수준	수준		
분만징후감지 센서모듈 KC인증		10			통과	
분만징후 감지 센서모듈 환경시험		15			통과	
센서작동 환경구축		15	10초/회	5초/회	5초/회	
분만알림탐지 및 알람발생 램성능평가		20	-	-	10분	
분만탐지율		40			90% 이상	
계		100	-	-	-	-

- 분만징후감지센서모듈 KC인증 : 개발제품에 필요한 기능을 포함한 센서를 포함한 센서 모듈을 시제품을 제조하고, 제조된 시제품을 적용할 경우 전자파발생 및 전자파에 의한 영향을 테스트 하기 위하여 공인시험기관을 통해 국내 전과법에 따른 KC인증시험을 진행하고자 함
- 분만징후감지센서모듈환경시험 : 동절기 특히 -20도 온도에서 센서의 정상구동여부와 생활방수정도의 환경에서 센서의 정상구동여부를 테스트하고 센서의 정상구동여부를 공인인증기관에서 테스트 함.
- 센서작동환경구축 : 분만행위와 센서작동과의 상관관계를 규명하고 최적의 데이터 수집조건을 설정하며, 이 데이터가 수집된 서버화면을 제시하여 데이터 수집 및 환경구축의 정상여부를 자체평가 하고자 함
- 분만알림탐지 및 알람발생 프로그램성능평가
 - DB서버에서 분만 데이터를 감지한 후, 해당 관계자에게 SNS알람을 통해서 분만여부를 10분이내 발송하여 이상유무와 필요한 조치를 할 수 있도록 프로그램을 개발하고 실제 농장테스트 과정에서 분만발생과 알람발생에 대한 실험데이터를 취합하여 제출함

3.1.3. 세부 정량적 연구개발성과(해당되는 항목만 선택하여 작성하되, 증빙자료를 별도 첨부해야 합니다)

3.1.3.1. 과학적 성과

논문(국내외 전문 학술지) 게재

번호	논문명	학술지명	주저자명	호	국명	발행기관	SCIE 여부 (SCIE/비SCIE)	게재일	등록번호 (ISSN)	기여율
1	Classification of behavioral signs of the mares for prediction of the pre-foaling period	Journal of Animal Reproduction and Biotechnology	정용욱	36(2)	대한민국	한국동물발생과학회	비SCIE	2021.06.30	2671-4639 (pISSN) 2671-4663 (eISSN)	50

국내 및 국제 학술회의 발표

번호	회의 명칭	발표자	발표 일시	장소	국명
1	한국동물생명공학회	정용욱	2021.06.18	대구컨벤션뷰로 (비대면)	대한민국
2	한국기초조형학회	정용욱	2021.11.27	단국대학교(비대면)	대한민국

기술 요약 정보

연도	기술명	요약 내용	기술 완성도	등록 번호	활용 여부	미활용사유	연구개발기관 외 활용여부	허용방식
2021	말의 산통 및 분만 탐지 시스템	분만 또는 산통 징후시에 말의 행동과 활력 징후 변화를 신속하게 감지하여 관리자에게 통보함으로써 관리자가 분만 장소에 위치하여 효과적으로 대처할 수 있도록 하기 위한, 말의 산통 및 분만 탐지 시스템		10-2021-0181058 (출원번호)				

보고서 원문

연도	보고서 구분	발간일	등록 번호

생명자원(생물자원, 생명정보)/화합물

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

3.1.3.2. 기술적 성과

□ 지식재산권(특허, 실용신안, 의장, 디자인, 상표, 규격, 신품종, 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	말의 가속도 및 심박수 측정장치	대한민국	경북대학교 산학협력단 외 1	2021.02 .19	10-2021 -002262 9		경상국립 대학교 산학협력 단 외 1	2021.10. 13	10-2314 266	100	Y
2	말의 산통 및 분만 탐지 시스템	대한민국	경북대학교 산학협력단 외 1	2021.12 .16	10-2021 -018105 8					100	Y

○ 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	√	√		√						

□ 저작권(소프트웨어, 서적 등)

번호	저작권명	창작일	저작자명	등록일	등록 번호	저작권자명	기여율

□ 신기술 지정

번호	명칭	출원일	고시일	보호 기간	지정 번호

□ 기술 및 제품 인증

번호	인증 분야	인증 기관	인증 내용		인증 획득일	국가명
			인증명	인증 번호		
1	전파	국립전파연구원	KC인증	R-CRM-WYc-WU-C120	2020.12.20	대한민국
2	전기기계적안정성	Dt&C	IEC60601-1	DRMQLT2010-0038	2020.10.12	대한민국

□ 표준화

○ 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.

3.1.3.3. 경제적 성과

□ 시제품 제작

번호	시제품명	출시/제작일	제작 업체명	설치 장소	이용 분야	사업화 소요 기간	인증기관 (해당 시)	인증일 (해당 시)
1	임신마 분만감지센서	2020.07.01	(주)우양코퍼레이션	우양 연구소	임신마에 부착하여 실시간 데이터 수집			
2	임신마 분만감지센서 (목걸이형)	2021.10.15	(주)우양코퍼레이션	우양 연구소	임신마에 부착하여 실시간 데이터 수집			

□ 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	통상	말의 가속도 및 심박수 측정 장치	주식회사 우양코퍼레이션	2021.12.27	5,000,000원	5,000,000원
2	통상	말의 산통 및 분만 탐지 시스템	주식회사 우양코퍼레이션	2021.12.27	5,000,000원	5,000,000원

* 내부 자금, 신용 대출, 담보 대출, 투자 유치, 기타 등

□ 사업화 투자실적

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

□ 사업화 현황

번호	사업화 방식 ¹⁾	사업화 형태 ²⁾	지역 ³⁾	사업화명	내용	업체명	매출액		매출 발생 연도	기술 수명
							국내 (천원)	국외 (달러)		
1	기술이전	신제품 개발	경북		u-IT 기반 임신마 분만징후 감지시스템 개발	(주)우양코퍼레이션	10,000	-	2022	

* 1) 기술이전 또는 자기실시

* 2) 신제품 개발, 기존 제품 개선, 신공정 개발, 기존 공정 개선 등

* 3) 국내 또는 국외

□ 매출 실적(누적)

사업화명	발생 연도	매출액		합계	산정 방법
		국내(천원)	국외(달러)		
u-IT 기반 임신마 분만징후 감지시스템 개발	2022	10,000		10,000	사업예정
합계		10,000		10,000	

□ 사업화 계획 및 무역 수치 개선 효과

성과		말 분만 징후 감지 시스템 개발			
사업화 계획	사업화 소요기간(년)	1년			
	소요예산(천원)				
	예상 매출규모(천원)	현재까지	3년 후	5년 후	
		-	3,769,500	7,539,000	
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년 후	5년 후
국내			0	30	60
국외			0	-	-
향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획		산통 및 기타 질병감시 시스템 추가예정			
무역 수치 개선 효과(천원)	수입대체(내수)	현재	3년 후	5년 후	
	수출	-	-	-	

□ 고용 창출

순번	사업화명	사업화 업체	고용창출 인원(명)		합계
			2020년	2021년	
1	u-IT 기반 임신마 분만징후 감지시스템 개발	(주)우양코퍼레이션	1	1	2
합계			1	1	2

□ 고용 효과

구분			고용 효과(명)
고용 효과	개발 전	연구인력	2
		생산인력	2
	개발 후	연구인력	3
		생산인력	3

□ 비용 절감(누적)

순번	사업화명	발생연도	산정 방법	비용 절감액(천원)
합계				

□ 경제적 파급 효과

(단위: 천원/년)

구분	사업화명	수입 대체	수출 증대	매출 증대	생산성 향상	고용 창출 (인력 양성 수)	기타
해당 연도	u-IT 기반 임신마 분만징후 감지시스템 개발	-	-	-	-	1	
기대 목표							

□ 산업 지원(기술지도)

순번	내용	기간	참석 대상	장소	인원

기술 무역

(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

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

정책활용 내용

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

설계 기준/설명서(시방서)/지침/안내서에 반영

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

전문 연구 인력 양성

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

산업 기술 인력 양성

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

다른 국가연구개발사업에의 활용

번호	중앙행정기관명	사업명	연구개발과제명	연구책임자	연구개발비

국제화 협력성과

번호	구분 (유치/파견)	기간	국가	학위	전공	내용

홍보 실적

번호	홍보 유형	매체명	제목	홍보일

포상 및 수상 실적

번호	종류	포상명	포상 내용	포상 대상	포상일	포상 기관

3.1.3.4. 인프라 성과

□ 연구시설·장비

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

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

[그 밖의 성과](해당 시 작성합니다)

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

<참고 1> 연구성과 실적 증빙자료 예시

성과유형	첨부자료 예시
연구논문	논문 사본(저자, 초록, 사사표기)을 확인할 수 있는 부분 포함, 연구개발과제별 중복 첨부 불가)
지식재산권	산업재산권 등록증(또는 출원서) 사본(발명인, 발명의 명칭, 연구개발과제 출처 포함)
제품개발(시제품)	제품개발사진 등 시제품 개발 관련 증빙자료
기술이전	기술이전 계약서, 기술실시 계약서, 기술료 입금 내역서 등
사업화 (상품출시, 공정개발)	사업화된 제품사진, 매출액 증빙서류(세금계산서, 납품계약서 등 매출 확인가능 내부 회계자료) 등
품목허가	미국 식품의약국(FDA) / 식품의약품안전처(MFDS) 허가서
임상시험실시	임상시험계획(IND) 승인서

<참고 2> 국가연구개발혁신법 시행령 제33조제4항 및 별표 4에 따른 연구개발성과의 등록·기탁 대상과 범위

구분	대상	등록 및 기탁 범위
등록	논문	국내외 학술단체에서 발간하는 학술(대회)지에 수록된 학술 논문(전자원문 포함)
	특허	국내외에 출원 또는 등록된 특허정보
	보고서원문	연구개발 연차보고서, 단계보고서 및 최종보고서의 원문
	연구시설·장비	국가연구개발사업을 통하여 취득한 3천만 원 이상(부가가치세, 부대비용 포함) 연구시설·장비 또는 공동활용이 가능한 모든 연구시설·장비
	기술요약정보	연차보고, 단계보고 및 최종보고가 완료된 연구개발성과의 기술을 요약한 정보
	생명자원 중 생명정보	서열·발현정보 등 유전체정보, 서열·구조·상호작용 등 단백질체정보, 유전자(DNA)칩·단백질칩 등 발현체 정보 및 그 밖의 생명정보
	소프트웨어	창작된 소프트웨어 및 등록에 필요한 관련 정보
	표준	「국가표준기본법」 제3조에 따른 국가표준, 국제표준으로 채택된 공식 표준정보[소관 기술위원회를 포함한 공식 국제표준화기구(ISO, IEC, ITU)가 공인한 단체 또는 사실표준화기구에서 채택한 표준정보를 포함한다]
기탁	생명자원 중 생물자원	세균, 곰팡이, 바이러스 등 미생물자원, 인간 또는 동물의 세포·수정란 등 동물자원, 식물세포·종자 등 식물자원, DNA, RNA, 플라스미드 등 유전체자원 및 그 밖의 생물자원
	화합물	합성 또는 천연물에서 추출한 유기화합물 및 관련 정보
	신품종	생물자원 중 국내외에 출원 또는 등록된 농업용 신품종 및 관련 정보

3.2. 목표 달성 수준

추진 목표	달성 내용	달성도(%)
<ul style="list-style-type: none"> ○ 최종 성과물 : 완제품 ○ 말 산통 90% 이상 조기 감지 ○ 말 분만징후 90% 이상 조기 감지 ○ 말 산통 및 분만징후 관련 기술 2건 특허 출원 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 완제품 생산 ○ 말 산통 100% 조기 감지 ○ 말 분만징후 100% 조기 감지 ○ 특허 출원 2건/ 1건 등록 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 100% ○ 100% ○ 100% ○ 100%

4. 목표 미달 시 원인분석(해당 시 작성합니다)

1) 목표 미달 원인(사유) 자체분석 내용

2) 자체 보완활동

3) 연구개발 과정의 성실성

5. 연구개발성과의 관련 분야에 대한 기여 정도

- 말 폐사의 주 원인인 산통을 조기에 감지하여 폐사를 방지함으로써 경주마에 한해 최소 연간 총 31억 원 정도의 손실을 방지
 - 분만징후 조기 감지 및 모니터링을 하여 난산 등으로 인한 임신마와 망아지 폐사를 줄임으로써 경주마에 한해 최소 연간 총 약 14억 원 정도의 손실을 방지
 - 경주마 운동후 쿨링다운 상태 모니터링 방식의 혁신
 - 해외 운송 중 말 건강상태 지속적 확인 가능
 - 연구종료 후 5년 이내에 매출액을 120억원 정도로 예상
 - 말 관리자의 업무편의를 제공하여 4차산업 발전을 통한 인간복지 구현
 - 산업화를 통한 기대효과
-

6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획

목표 시장 및 Target고객/주요고객은 말 사육농가이며, 본 기술이 적용 가능한 스마트 말 농장을 도입하지 않은 농장을 중심으로 적극적으로 사용을 유도할 계획임. 말 산업 전문기업인 한국 마사회, 경상대학교, 경북대학교등 관계기관들과의 제휴를 통한 협의를 진행하여 판매처를 확보하고, 판매 후 확보되는 데이터를 통해 임신마의 분만 징후 알고리즘을 강화할 계획임. 협력기관과의 지속적 협업을 통해 신뢰성 높은 제품을 구현하고, 말 농장의 현대화 시범사업으로 활용될 수 있도록 계획함. 고가의 설비 투자 없는 간편한 설치와 가격 대비 고효율의 국산 제품임을 강조하여 국내 시장의 점유율을 확대하고 효과적인 홍보를 할 계획임. 빅데이터와 AI를 활용한 상황 인지 기술 개발 및 기술 검증의 필요한 연구 인력을 확보 및 연계할 예정임.

- 기업화를 통한 국내외 말산업 현장에 보급
 - 24시간 무인 말 관리 시스템 구축을 통한 말 생산 효율성 극대화
 - 말 운동 전후 및 운송 중 생체지표 변화 모니터링
 - 말 질병 및 산통 이상 조기 감지
 - 말 분만 이상 조기 감지
-

< 연구개발성과 활용계획표 >

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	1	
	국외		
	계	1	
인력양성	학사	3	
	석사	2	
	박사	3	
	계	8	
사업화	상품출시	21	
	기술이전		
	공정개발		
제품개발	시제품개발		
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.	1) 자체평가의견서
	2) 연구성과 활용계획서
2.	1)
	2)

[뒷면지]

주 의

1. 이 보고서는 농림수산식품부에서 시행한 첨단생산기술개발사업 “u-IT 기반 임신마 분만 징후 감지시스템 개발” 연구개발과제 최종보고서이다.
2. 이 연구개발내용을 대외적으로 발표할 때에는 반드시 농림수산식품부(농림식품기술기획평가원)에서 시행한 첨단기술연구개발사업의 결과임을 밝혀야 한다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 된다.