

[연구계획서(연구내용) 파일 업로드 양식]

2015년도 상반기 이공학개인지초연구지원사업(지역대학우수과학자) 신규 신청과제 연구계획서 (연구내용)

2015. 2.

과제명	소프트웨어 가상펜스를 이용한 가축방목 및 건강관리 기술 개발
-----	--------------------------------------

- ◎ 연구내용 부분(1. 연구의 필요성 ~ 6. 기타)은 반드시 20쪽 이내로 작성
 ※ **암맹평가(Blind Review) 대상 부분으로, 내용 중 연구책임자 소속기관명, 이름, 실적명(논문명/특허명, 과제명, 저서명, 수행과제명 등) 등 관련 정보 표기시 선정제외 등 불이익을 받음.**
 ※ **참고문헌 표기 금지하며 표기시에도 불이익 조치**
 ◎ 주어진 서식을 변경하지 말고 작성
 ◎ 큰제목 14point, 소제목 12point, 본문내용은 10point로 작성하며, 줄간 간격은 조정 가능함
 ◎ 내용 작성과 관련한 설명내용(청색 글씨로 표시된 부분)은 내용 작성 시 제거하고 기술함

한국연구재단

1. 연구의 필요성

가. 연구의 필요성 및 중요성

공장식 축산 시스템이란 최소의 비용으로 최대의 효과를 얻기 위한 경제 원리를 바탕으로, 가축들을 밀집된 공간에서 대량 사육하는 생산 환경을 의미함.

- 공장식 축산 현황
- 최근 대부분의 축산업은 생산 효율성을 높이기 위하여 공장식 축산 시스템을 채택함
 - 가축 당 최소의 공간 제공: 닭1마리 44용지 3분의 2장 (0.05m²) 새끼돼지 1마리 44용지 2장 크기
 - 발육 속도의 향상 및 스트레스로 인한 면역력 약화를 해결하기 위해 대량의 항생제 투여
 - 육질 향상을 위해 풀 사료 대신 곡물 사료 제공
 - 건강 및 근로자의 편리함을 위해 젖소 꼬리 절단 및 가금류의 부리 제거 등



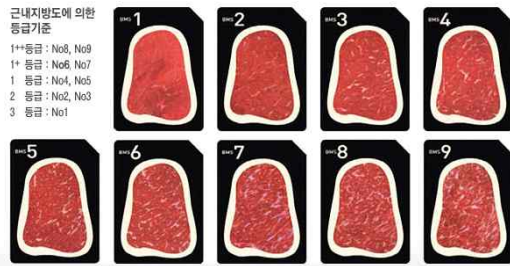
<그림 1. 공장형 사육시설 예>

- 공장식 축산의 문제점 1. 구제역, A 등 **가축 전염병의 발생 및 확산에 취약**
- 비좁은 공간에서 극심한 스트레스를 받은 가축은 면역력이 약화되어 전염병 감염 및 확산에 취약함
 - 실제로 가축 전염병 발생의 원인이 가축 농장 주변에 상존하는 바이러스가 내성을 갖거나 변이를 일으키게 되어 고병원성으로 전환되는 것이 질병 발생 및 확대의 주요 원인이라고 보고됨
 - 공장식 양돈가에서 사육한 돼지의 65%는 폐렴과 유사한 질병이 발생되었다고 보고되며, 중기, 습진, 궤양 등 다양한 질병 또한 발생



<그림 2. 가축전염병 피해 사례>

- 구제역 발병으로 인한 피해 2000년 3006억에서 2011년 3조원 규모로 증가함.
 - 2014년초에 발생한 A 질병 역시 양계농가에 역대 최대인 4,000억원 규모의 피해 발생 보고됨.
- 공장식 축산의 문제점 2. **극심한 스트레스와 항생제 남용에 의한 건강하지 않은 먹거리 생산**
- 사육환경 억제 및 제한으로 인한 스트레스 증가
 - 가축 스트레스 완화 목적의 **항생제 남용에 의한 생산물 오염 및 인체 내성 가능성 확대**
 - 축산물 품질 평가원의 한우등급제에서 상위등급을 받기 위해 고기 등급의 기준인 **마블링을 좋게하기 위해 풀사료/방목 대신 곡물사료/공장식 축산 방식을 사용하는 것이 현실임.**



〈그림 3. 근내 지방도에 의한 한우 등급 기준, 축산물 품질 평가원 제공〉

- 그러나 **마블링은** 중성지방을 의미하는 것으로, 가축이 스트레스를 많이 받을수록 좋은 마블링이 형성되어, 실제로 **의학적으로 건강에 좋지 않고, 질병을 유발할 수 있는 건강하지 않은 먹거리임**.
- 그래서, 최근 한우등급제의 폐지 등 이에 대한 인식 전환이 요구되면서, **동물복지인증/자유방목인증** 등 **건강한 먹거리를 위해 가축 사육 환경을 개선해야 한다는 사회적 요구가 증가**하고 있음.

○ 동물 복지 인증제 및 자유방목인증제의 도입

- 공장형 사육 시스템의 문제를 해결하기 위하여 전 세계적으로 동물 복지에 대한 관심이 높아지고, 사회적인 인식 전환 및 법률 및 규칙 등이 제정됨.
- 국내에서도 동물복지 인증제 시행을 위한 법규가 제정되어 2012년 산란계를 시작으로 인증이 시작되었으며 연차적으로 대상 축종 및 농가를 늘려가고 있음.
- 정부는 친환경 축산물 인증을 위하여 **1단계로 동물복지인증**을 거쳐, **2단계로 자유방목인증**을 시행하고 있음.

〈표 1. 친환경 축산물 인증요건〉

단계	인증명칭	인증 내용	인증 활용
1단계	동물복지인증	<ul style="list-style-type: none"> - 2년간 가축건강상태관리 및 급이/급수 내역 기록 - 가축의 건강상태는 1일 단위 점검 및 수의사의 정기적 방문으로 질병 검사 	‘동물복지’ 단어를 축산물에 표기
2단계	자유방목인증	<ul style="list-style-type: none"> - 동물복지인증+자유방목인증 - 방목환경에서 길러져야 하며, 방목장 면적이 1마리당 1.1m² 이상 	‘자유방목’ 단어를 축산물에 표기

- 그러나, **자유방목이 동물복지에 있어 중요하지만, 국내는 전체적으로 국토가 좁고, 평지보다는 산악지역이 많아 방목에 어려움과 부담을 가지고 있는 것이 현실임**.
- 이러한 현실에서 방목을 위해 넓은 지역에 펜스를 설치하고, 가축을 방목하기에는 펜스관리의 어려움 및 방목지의 협소함 등으로 인하여 많은 비용과 노동력 및 시간이 필요한 문제임.

○ 산지 축산 활성화 필요성 및 가능성

- 방목 가능성 있는 부분은 최근 축산관련 연구에 따르면 **국내의 산지 중 경사도 30° 미만은 초지로 활용 가능함**.
- 우리나라 국토의 64%를 차지하는 산림 중 초지 조성 가능 면적은 661천ha로 한·옥우 방목에 필요한 영역(3~4마리/ha)을 계산하여 보면 2,644,000 마리를 산지 초지에서 방목 가능하며, 이는 우리나라 전체 한·옥우 2,759,273 (2014.4. 기준 통계청 제공)마리의 95%이상을 수용할 수 있는 면적임.
- 그러나 **산지의 경우에는 지형적 특성 상 가축 방목을 위해 펜스 등을 설치하는 것이 매우 어려운 현실임**.

○ 산지 축산 활성화를 위한 가상펜스 시스템 제안

- 따라서, 본 과제에서는 **산지 초지를 활용하여 가축 방목을 하기 위하여 실제적인 펜스가 아닌 센서와 소프트웨어를 이용한 가상의 펜스 (virtual fence)를 이용한 방목 기술을 연구**하고자 함.
- 가상펜스는 가축의 몸에 GPS 센서를 장착하고, 원격지의 컴퓨터에서 구글 맵과 같은 인터넷 맵 상에 가상의 펜스 영역을 설정한 후, 무선 네트워크를 통해 가축의 위치를 실시간으로 조회 및 추적하여, 펜스 영역 내에 가축이 존재하는지 벗어나는지를 판단함. 만약 가축이 가상의 펜스 영역을 벗어나려고 할 경우 가축의 몸에 장착되어 있는 스피커 혹은 미세한 전기 충격을 원격으로 동작하여 가상의 펜스 영역을 벗어나지 못하도록 통제하는 시스템임.
- **가상펜스는 소프트웨어를 통해 통제되므로, 설치 및 이동 등이 용이하여 국내와 같은 국토가 좁은 환경에서 방목을 가능하게 하는 기술임**.
- 또한 가상펜스를 사용할 경우, **가축의 몸에 장착된 생체정보/운동/위치정보 센서 등을 이용하여 개별 가축의 운동량 및 건강 상태를 실시간으로 파악하여 건강을 관리할 수 있음**.

○ 산지를 이용한 산지축산 활성화는 단순히 초지를 이용한 양질 풀 사료 생산 뿐 아니라 방목을 통한 동물 복지를 구현함으로써 면역학적으로 건강한 가축을 생산하여 구제역 등 가축 질병 발생 억제에 위한 장기적인 친환경 축산 기반 구축에 이바지하게 될 것임.

나. 국내·외 연구동향

□ 국내 연구 동향 (아맹평가를 위해 논문인용정보 삭제함)

○ 국내의 경우 ICT 기술을 이용하여 축산업을 지원하기 위한 연구는 거의 진행되지 않았음. **국내의 스마트팜 연구는 주로 식물공장 및 실내농업 등 식물 생산 분야 위주로 연구되고 있음**.

○ 가상 펜스(Virtual Fence)와 관련된 국내 연구는 매우 미진한 상태임. 가상 펜스는 소프트웨어적으로 울타리 범위를 지정하고 펜스 내부 객체의 행동 범위를 제한하는 기술임. 최근 GPS 기술을 이용하여 소프트웨어적인 펜스를 만들고 가축에 부착된 센서로 가축과 펜스의 거리를 측정하는 알고리즘이 제안된 연구가 국내에서 등장했지만, 가상 펜스의 개념보다는 펜스와 동물간의 거리를 GPS 정보를 이용하여 측정하는 수준의 알고리즘에 관한 연구에 그침.

○ 최근 유비쿼터스 기술의 발달과 함께 스마트 가축 농장 관련 연구가 점차 증가하고 있으며 관련 연구는 농장에 유비쿼터스 기술을 적용한 농장 첨단화 연구, 센서를 이용한 가축의 건강을 측정하는 연구 등이 있음

○ 본 연구와 유사한 가축 농장 첨단화 연구로는 유비쿼터스 기술을 활용한 축산부분 u-축산 융합서비스, u-포크 균일돈 성장관리 시스템, IT 시설 환경제어 시스템 미들웨어 등이 있음. 축산 분야에 사용가능한 유비쿼터스 기술을 태어나기 전, 사육단계, 유통단계 등으로 나누어 제시함. 하지만, 서비스의 이름을 나열하는 설계 정도이며, 각 서비스의 구체적인 기술이나 알고리즘의 연구가 진행되지 않음. 또한 유비쿼터스 센서 네트워크를 사용한 돈사 환경제어시스템 모델을 제시한 연구도 존재하였으나, 센서로부터 획득한 데이터를 유효한 정보(동물의 질병유무 판별)로 처리하는 방법은 연구되지지 않음.

○ ICT 기술을 [차 산업(농업, 임업, 수산업 등)에 적용하는 다양한 첨단화 연구가 진행되고 있음. 수산업에 유 비쿼터스 기반 스마트 양식장 시스템 사례, 임산업(목재, 버섯류, 엽채류, 산채류)에 적용된 센서네트워크 기반 스마트 산지 농장관리 시스템 사례, 실내 농업에 적용된 지능형 실내경작관리를 위한 스마트팜 기술 사례 등 최근 첨단화 연구가 증가하고 있음. 하지만 ICT 기술을 축산업에 활용한 사례는 거의 없음.

○ 동물의 행태를 분석하고 건강을 측정하는 시스템과 관련된 연구로, 한우의 행동을 분석하기 위해 실시간으로 위치를 추적하는 시스템, 돼지의 발성음을 분류하여 정상행동과 비정상행동을 분류하는 연구 등이 시도 되고 있음. 한우의 행동을 분석하는데 GPS정보만으로는 건강상태를 정확히 측정할 수 없음. 돼지의 발성음을 분류하는 것은 동물 농장에서 다수의 돼지들이 내는 소리를 각각의 개체별로 분류하는 것이 어렵기 때문에 실적용이 어려움. 위치정보를 이용한 동물의 활동량 분석으로 건강을 측정하는 것은 한계가 있기 때문에 운동량을 측정할 수 있는 운동센서를 통한 건강 측정이 연구되어야하며, 측정된 센서 데이터의 패턴을 분석하여 동물의 이상 징후 패턴을 찾아내는 연구도 필요함.

○ 결론적으로, 국내의 ICT를 활용한 가축 농장 개선 관련 연구는 매우 부족하지만, 최근 증가하고 있는 추세임.

□ 국외 연구 동향 (암맹평가를 위해 논문인용정보 삭제함)

○ 미국 등 선진국에서는 ICT를 활용한 가축 농장 관련 연구가 과거부터 지속적으로 이루어지고 있음. IEEE에서 최근 5년간의 연구 동향을 살펴보면 가축 사육의 첨단화를 이루기 위한 스마트 가축농장의 기반 기술인 가축의 행동을 제어하거나 외부로부터 농장을 보호하고 가축의 건강상태를 모니터링 하는 연구들이 주를 이루고 있음.

- 가상펜스와 관련한 연구



○ 그림4(a)는 GPS를 활용하여 가축의 위치를 추적하고, 자극을 통하여 가축들의 행동을 제어하는 방법에 관한 가상펜스 초기 연구 내용임. GPS신호로 소의 위치정보를 획득하여 지리정보시스템(GIS)이 설치된 목걸이형 장비에서 범위영역을 벗어나는지를 판단함. 소의 위치가 설정한 영역을 벗어나면 경우 음향자극 또는 전기충격을 이용하여 행동을 제한함. 이 연구에서 소의 양쪽 귀에 다른 음향으로 자극 하는 것이 더 효과적임을 보임. 그렇지만 GPS와 GIS정보를 소의 목걸이형 장비에서 모두 처리하는 구조로 가상펜스의 범위를 변경할 경우 장비의 범위 정보를 수동으로 갱신해주어야 하는 한계점이 있음.

○ GPS, PDA, Wifi, 음향자극을 이용하여 소의 움직임을 제어하는 연구가 진행됨. 기존의 연구와 달리 Wifi를 이용하여 네트워크를 구축하였고, 이를 통해 소의 행동을 제어하는 방법을 소개함. 그림4(b)는 방목지에서 소를 관리하기 위한 센서네트워크 장비와 설치되어 있는 장비의 모습임. 위의 연구에서는 음향자극과 전기자극을 사용하고자 하였으나, 소의 주인이 전기자극을 반대하는 문제가 있었음. 이를 해결하기 위해 다양한 음향을 학습시켜 문제를 해결하고자 함. 그러나 음향 자극만으로는 소의 행동을 완벽히 제어하지 못하는 문제가 있음.

○ 전자기장을 이용하여 가상펜스를 만드는 연구가 진행됨. 그림4(c)는 방목지에 전기선을 설치하고, 소의 목

에 전자기장을 검출하는 장비를 설치하여 소가 zone2에 접근한 경우 경고음을 발생시키고 zone1에서는 전기충격을 가하여 방목지를 벗어나지 못하게 하는 연구임. 위 연구에서는 GPS가 가지고 있는 위치범위의 오차는 발생하지 않아 더 정확하게 동물들이 범위를 벗어나지 못하도록 제어할 수 있지만 방목장을 변경하려면 전기선을 다시 매설하여야 하는 한계점이 있음.

- 가축의 건강을 측정하는 연구

< 표 2. 행동분석 테이블 >

Group	Activities	Accelerometric signal
Non-periodic	Non-ambulatory and idle state: Sitting, sleeping, still standing, lying on the ground	Flat lines with minor deviation
Aperiodic	Non-ambulatory but doing something: Eating, drinking, sniffing, body scratching	Rapid signal deviations, lower intensity then periodic activities
Periodic	Ambulatory, relocation movements: Walking, running, large and fast tail wagging	More or less periodic accelerometric signals



그림 5. 강아지에 가속도센서를 장착한 모습

○ 동물의 행동분석 시스템을 단일 가속도 센서 시스템으로 구축하는 연구가 시도됨. 기존의 동물의 행동분석을 이용한 의약품실험은 대부분 작은 쥐를 기반으로 진행하였고, 소나 개와 같은 큰 몸집의 동물에게 실험을 하기에는 한계가 있어 새로운 동물 행동분석 시스템에 대한 연구를 진행함. 이 연구에서 분석하는 행동은 표 1과 같이 Non-periodic(움직임이 전혀 없는 단계), Aperiodic(간지 않는 상태에서 어떤 행동을 하는 상태), Periodic(걷는 움직임)의 그룹으로 나누어 판별하였고, 실험대상은 잘 훈련된 차분한 성격의 강아지를 선택하여 실험을 진행하였음. 그러나 걷는 행동을 중심으로 분석하는 것은 소나 염소의 행동분석에 필요한 반추와 횡와 같은 행동을 분석하기에 한계가 있음. 또한 사육되는 돼지, 염소, 닭과 같은 가축은 활발히 움직이는 특성을 가지고 있어 위의 연구를 적용하기에는 한계점이 존재함.

○ 가축의 건강상태를 체온을 기반으로 학습하며 서버로 질의 하는 메커니즘을 소개하는 연구도 진행됨. 기존의 연구에서는 단순히 가축의 체온이 기준체온을 넘을 경우 위험을 경고하는 시스템이 주를 이루었음. 그렇지만 체온이 상승하여 임계값에 가까워지는 가축을 판별하기에 문제점이 있음. 가축의 체온 데이터를 {very small, small, medium, little large, large, very large}의 집합으로 분류하고 학습알고리즘에서 센서 별로 체온의 상승여부를 판단하여 위험한 징후가 감지되는 경우 서버로 데이터를 전송하도록 설계함. 그리고 네트워크의 부하를 줄이기 위하여 fuzzy query 처리를 기반으로 센서네트워크의 데이터 처리 성능을 향상시키는 시스템을 제안함. 그러나 가축의 체온만으로 건강상태를 판별하기에는 센서의 오차로 인한 어려움이 존재하고, 가축의 상태를 정확히 판별하기 위해서는 가축의 행동, 생체신호의 정보를 분석 및 패턴을 분류할 수 있는 기법이 필요함.

○ 가축의 건강을 모니터링하는 센서네트워크 시스템을 zigbee 기반으로 구축하고 온도와 습도가 심박수에 미치는 영향에 대한 연구가 제안됨. 가축건강상태를 분석하기 위한 무선시스템의 설계를 소개하고 있으며, 가속도센서를 이용한 반추측정센서, 심박수 센서를 이용하여 가축의 생체신호를 전송할 수 있음을 보임. 그렇지만 하드웨어적인 연구를 중심으로 진행되었고, 센서에서 측정되는 센서데이터의 분석을 위한 알고리즘에 대한 연구가 부족함.

- IT기술을 접목하여 농장의 첨단화와 관련된 연구

○ 가축의 생체 정보를 측정하기 위하여 RFID 리더기에 장착된 안테나의 성능 개선에 관한 연구가 진행되었음. 그러나 측정된 정보를 원격지에서 실시간으로 모니터링하기 위하여 실제 농장 환경에서 측정 장비와 base station과의 통신 방법에 대한 구체적인 성능 분석에 관한 연구가 부족함. 농장 환경에서 센서네트워크를 구축할 경우 RFID, Wifi, Zigbee와 같은 다양한 통신 인터페이스에 대한 효율성 분석이 필요함.

○ BIS정보에 농장의 정보를 접목하여 멕시코 지역의 농장 상태를 표현하는 기법에 대한 연구가 진행됨. 농장

의 표현을 멕시코에 농업환경에 맞추어 표현한 것으로 주로 자주개자리, 귀리, 콩, 옥수수를 지도에서 찾아 내고 이를 표현하는 기법을 중심으로 연구되었음.

- 국외의 스마트 가축 농장에 관련한 연구는 대부분 가축의 생체신호 측정 센서와 야생동물을 탐지하는 기술을 중점적으로 개발하고 있음. 그러나 센서에서 측정된 데이터를 기반으로 가축의 행동을 분석하거나 생체신호를 분류하여 건강을 판단하는 기법과 관련된 연구는 부족함. 결론적으로, **가축의 행동을 분석하기 위한 기법, 생체신호센서에서 측정되는 데이터의 패턴 분석과 건강여부를 판단할 수 있는 알고리즘 등에 관한 연구가 필요함.**

다. 융합 연구의 필요성

- 본 과제는 **축산과 ICT의 융합** 연구임
 - 본 연구는 축산 분야의 가축 사육 관리 환경을 ICT 기술을 이용하여 개선하기 위한 연구로써, 축산 분야와 ICT 분야의 융합이 필요함.
 - 구체적으로, 본 연구의 대상이 되는 가축은 소, 돼지, 흑염소 등 고가의 가축들로서 이들의 행동을 바탕으로 건강상태를 측정 및 판단하기 위해서는 해당 가축의 특성 등 축산 분야의 전문 지식이 필요함.
- 본 과제는 **센서, 무선통신, 소프트웨어 등의 ICT 융합** 연구임.
 - 본 과제는 가상 펜스의 구현을 위해 다양한 센서들을 활용하고, 이들 센서로부터 측정된 다양한 정보를 가공하고, 의학적으로 가축을 건강을 진단하기 위한 소프트웨어 및 임베디드 시스템 등 다양한 ICT 기술들의 융합이 필요한 연구임.

2. 연구목표의 창의성·도전성

- 본 과제는 **가축을 중심으로 하는 스마트팜 요소 기술 연구**임
 - 지금까지 국내에서 많이 진행된 스마트팜에 관한 연구는 식물 공장 등 대부분 식물에 관한 연구가 주를 이루었으나, 본 과제는 **가축/동물 위주의 스마트팜 구축에 필요한 요소 기술들에 관한 연구**임.
 - **가축에 관한 ICT 연구는 연구결과의 적용을 위한 실험 환경 구축의 어려움, 산업화를 위한 경제적 효과 등으로 인해 많은 연구자들에 의해 기피해왔던 분야임.**
 - 그로인해, 농축산업이 우리의 생활에 매우 중요한 역할을 맡고 있음에도 불구하고, 매우 낙후된 방식으로 생산 환경을 유지하고 있고, 이로인해 가축 전염병 및 유해조수 등으로 인한 피해 등 엄청난 규모의 사회적, 국가적 손실을 보여주고 있음.
 - **본 연구는 어려운 실험환경에도 불구하고, 우리나라의 발달된 ICT 기술을 이용하여 낙후된 축산업의 생산 환경을 개선하고자 함.**
- **가상펜스는 국내에서 최초로 시도하는 ICT를 이용한 자유 방목 관리 기술**임.
 - 소프트웨어를 이용한 가상 펜스 기술은 스마트폰을 이용한 지오펜스 기술로써 유아 안전 관리, 회사 사원 업무 관리 등에 활용되었던 기술이나, 본 과제는 이를 가축 방목에 적용하기 위한 연구임.
 - 지오펜스 기술은 영역을 주로 원 등 단순한 다각형을 중심으로 설정하지만, 가상펜스 기술을 방목에 적용하기 위해서는 매우 복잡한 다양한 다각형의 형태로 방목지가 결정되어야 하므로, 기존의 지오펜스 기술을 변화 발전시켜야 하는 연구임.
 - 구체적으로, **산지를 이용한 축산 활성화**는 단순히 초지를 이용한 양질 풀사료 생산뿐만 아니라 **방목을 통한 동물복지**를 구현함으로써 면역학적으로 **건강한 가축을 생산**하여 구제역 등 **가축질병 발생 억제**를 위한 **장기적인 친환경 축산 기반 구축에 기여**할 것임.

3. 연구계획 내용

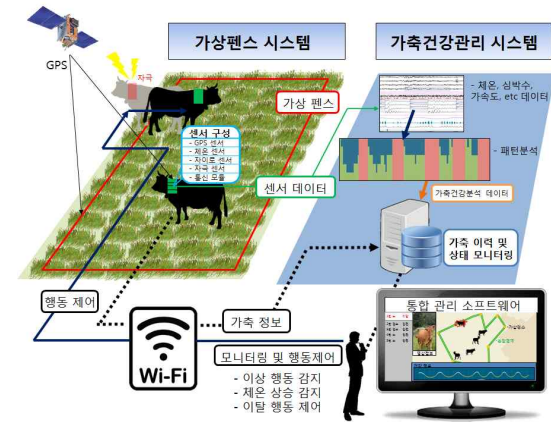


그림 6. 소프트웨어 가상펜스 가축관리시스템

최종 연구 목표

소프트웨어 가상펜스를 이용한 가축 방목 및 건강관리 기술 개발

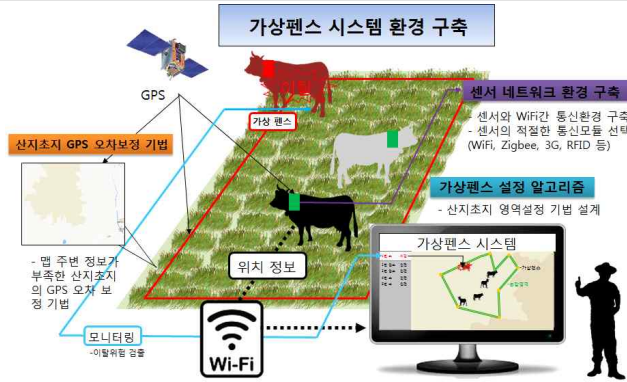
1 단계	<ul style="list-style-type: none"> ○ 소프트웨어 가상펜스기반 가축 농장 환경 구축 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> : 산지초지를 대상으로 하는 다양한 유형의 가상펜스 영역 설정 기법 연구 : GPS를 이용한 위치 보정 및 매핑 알고리즘에 대한 연구 : 가축이 가상펜스 내에 존재하는지 판단하기 위한 알고리즘 연구 : 가축이 가상펜스 경계에 접근하는지를 판별하기 위한 알고리즘 및 대처 기법 연구 : 가축 농장에 적절한 센서 네트워크 환경 구축 연구
2 단계	<ul style="list-style-type: none"> ○ 소프트웨어 가상펜스를 이용한 가축 행동 제어 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> : 가축의 행동을 분석하기 위한 기초행동 연구 : 가축의 행동을 분석하기 위한 패턴 분석 기법 설계 연구 : 가축의 행동을 제어하기 위한 알고리즘 및 자극 기법 연구 : 가축이 가상펜스 영역을 벗어날 경우 이를 펜스 영역내로 복귀 유도 기법 연구 : 방목지의 황폐화 방지를 위한 순환방목 알고리즘 설계
3 단계	<ul style="list-style-type: none"> ○ 소프트웨어 가상펜스를 이용한 가축 건강관리 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> : 가축 건강관련 기초 데이터 수집 연구 : 가축의 행동/위치 정보를 활용한 건강 분석 알고리즘 연구 : 가축 생체신호 측정 모듈 연구 : 센서 노드에서 측정되는 데이터 전송 기법 및 프로토콜 연구 : 실시간 농장 모니터링 시스템 및 소프트웨어 연구 : 가축 건강관리 소프트웨어 개발 연구

가. 연차별 연구의 목표 및 내용

(I) 1차년도(2015)

1) 연구의 목표

1차년도 연구 목표는 소프트웨어 기반의 가상 펜스를 이용한 산지 초지 가축 농장 환경 구축 기술 개발이 목표임



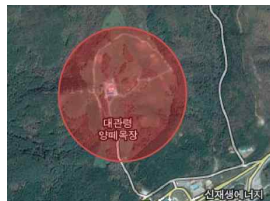
<그림 7. 소프트웨어 가상펜스 환경구축 연구>

- ▶ 지능형 가상펜스 시스템은 소프트웨어를 이용하여 원격지에서 지도상의 영역을 설정하고, 가축에게 장착한 센서를 이용하여 가축이 소프트웨어로 생성한 펜스를 이탈하지 못하도록 제어하는 시스템임.
- ▶ 가상펜스 기술을 활용하여 경사도 30° 미만의 국내 산지초지에서 가축을 사육 가능하게 하는 ICT 융합 지능형 가상펜스 시스템의 개발이 목표임.

2) 연구의 내용

○ 산지초지를 대상으로 하는 다양한 유형의 가상펜스 영역 설정 기법 연구

- 맵을 바탕으로 소프트웨어적으로 농장 펜스 영역을 설정하기 위한 기법 연구 필요. 기존의 지오펜스 기법은 도심지를 중심으로 원 혹은 단순한 다각형을 설정하는 기술을 활용하지만, 가축을 사육하게 되는 국내의 경우 주로 산지를 활용하기 때문에 농가의 토지 소유 여부에 따라 다양한 형태의 대상 영역이 발생하게 됨.



(a) 구글 지도오펜스 API를 이용한 가상펜스 설정 방법

(b) 실제 농장경계

<그림 8. 가상펜스 영역 설정 기법 연구 필요성 예>

- 그림 8(a)는 구글맵에서 지원하고 있는 지오펜스API를 이용하여 가상펜스를 설정한 모습이고, 그림 (b)는 실제 농장경계를 나타낸 것으로 단순한 원이나 사각형이 아닌 매우 복잡한 구조를 가지고 있어 농장경계에 맞추어 경계를 생성하지 못하는 문제점이 있음. 이를 가능하도록 산지 지형을 고려한 농장 가상펜스 영역 설정 기법의 개발이 필요함.

○ GPS를 이용한 위치 보정 및 매핑 알고리즘에 대한 연구

- 자유 방목의 경우 가축의 위치를 파악하기 위해서는 GPS 센서를 사용해야 함. 그러나 GPS만을 사용할 경우 오차 범위가 기존 스마트폰에서 사용하는 DGPS보다 증가하는 문제가 발생함. 구체적으로 GPS의 경우 10~30m 정도의 오차가 있지만 DGPS의 경우 2m 정도의 오차가 발생한다고 알려져 있음. 그러나 DGPS를 사용하기 위해서는 보정할 수 있는 데이터를 전송받을 매개체가 필요하고, 스마트폰의 경우 통신 기지국의 위치 정보를 3G 혹은 LTE를 통해 이를 수신함. 그러나 가축에 장착되는 장비에 이를 활용하기에는 비용 등 어려움이 있어 이를 해결하기 위한 새로운 GPS 오차 보정 알고리즘이 필요함.
- 또한, 구글 맵 등 기존의 맵은 도심지나 도로 위주로 정보를 제공하여, 시골 농장 지역이나 산악 지형에는 정보가 부족하여 이를 활용하기가 어려움. 산지와 같이 기존의 GPS 오차 보정 기법을 사용할 수 없는 환경에서 센서네트워크의 위치 인식 기법과의 융합으로 오차 범위를 축소하기 위한 기법 연구 필요



(a)구글맵-도심지역



(b)구글맵-산지초지 등 방목가능지역>

<그림 9. 구글맵-산지초지 등 방목가능지역>

○ 가축이 가상펜스 내에 존재하는지 판단하기 위한 알고리즘 연구

- 가상펜스 내에 가축을 유지하기 위해서는 실시간으로 가축의 위치를 바탕으로 가상펜스 내에 존재하는지를 관찰해야 함. 이는 특정 좌표 값이 다각형 내에 존재하는지를 판별하는 Point In Polygon (PIP) 문제와 동일한 문제임. PIP 문제에 대한 대표적인 해결책은 그림 10(a)와 같이 특정한 점으로부터 직선을 확장하여 교차하는 점이 짝수인지 홀수인지에 따라 내외부를 판단하는 Ray Casting 알고리즘이 대표적인 해결책임. 그러나 Ray Casting 알고리즘은 그림 10(c)와 같이 특정 좌표 값이 다각형의 선분 위에 존재하는 등 예외적인 상황에 대한 해결책에 대한 오버헤드가 그림 10(d)와 같이 증가하여 실시간으로 많은 정보를 처리하는 상황에서는 성능 저하가 야기됨. 따라서 이러한 문제를 해결하기 위한 PIP 문제에 대한 새로운 해결책이 필요함.

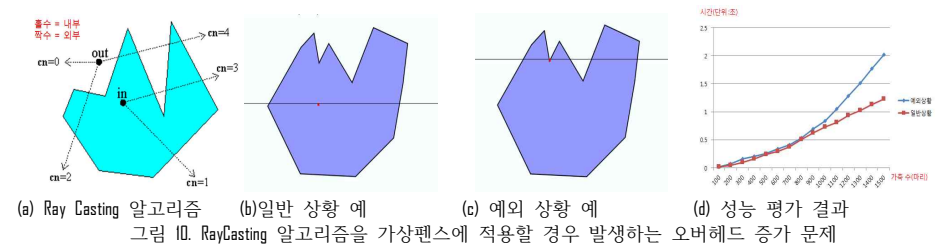
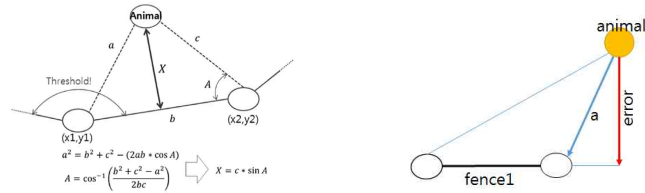


그림 10. RayCasting 알고리즘을 가상펜스에 적용할 경우 발생하는 오버헤드 증가 문제

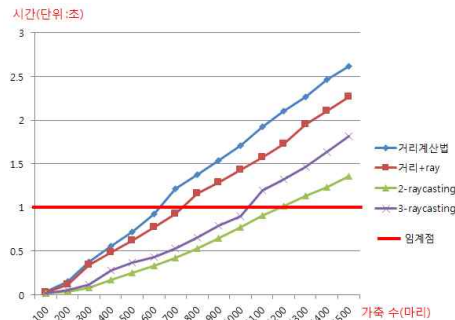
○ 가축이 가상펜스 경계에 접근하는지를 판별하기 위한 알고리즘 및 대처 기법 연구

- 가축이 가상펜스의 경계에 접근할 경우 이를 인지하여 그 거리에 따라 단계별 경고 및 회기를 유도하기 위한 알고리즘 연구 필요.
- 기존의 가상펜스연구에서는 가축이 설정한 영역 이탈여부를 판별하기 위하여 그림 11(a)와 같이 삼각함수를 이용하여 가축과 가상펜스와의 거리계산으로 가축의 이탈 상황을 판단하고자 하였음. 그러나 거리계산만으로는 가축이 펜스의 내부/외부를 정확하게 판단하지 못하는 문제가 있음. 예를 들어 그림 11(a)에서 거리계산만으로는 가축(animal)의 위치가 펜스의 내부인지 외부인지 판단하기가 어려움이 있고, 그림 11(b)에서 가축의 위치가 fence의 범위를 x축의 방향으로 벗어날 경우 fence와의 최단거리는 a선분이 되지만, 오류(error)로 거리가 정확하게 계산되지 않는 문제점이 있음.



〈그림 11. 기존 가상펜스 알고리즘의 문제점〉

- 기존가상펜스 알고리즘과 RayCasting알고리즘의 성능을 파악하기 위하여 시뮬레이션을 이용한 실험을 진행하였음. 그림 12는 거리계산법, 거리계산법+RayCasting, 2중첩 RayCasting, 3중첩 RayCasting 알고리즘이 가축 수에 따라 내/외부 판별과 경계역역 접근에 대한 계산 시간을 그래프로 나타낸 것임. 실험 결과는 2중첩 RayCasting 알고리즘이 가장 빠른 시간에 처리가 가능하였으며, 거리계산법이 가장 계산에 가장 오랜 시간이 필요함.
- 그러나 실제 환경에서 가축이 계속 움직이며 실시간으로 측정되는 센서데이터를 빠르게 처리하기 위해서 실험의 대부분의 경우에 계산 시간이 1초미만이 되어야 실제 농장 환경에서 사용가능 할 것이라 판단됨. 왜냐하면 시뮬레이터로 실험하는 경우 무선으로 전송하는 지연시간과 센서 데이터 오류처리 등 실제 환경에서 발생할 수 있는 오류를 고려할 수 없기 때문에 실제 환경에서는 더 많은 시간이 필요할 것임. 그러므로 가상펜스 영역에서 가축의 위치가 내부/외부인지 파악하면서 이와 함께 영역의 경계로 접근하는지 확인 하여 threshold 값을 넘어설 경우 자극으로 가축의 행동에 제어하기 위한 새로운 기법이 필요함.



〈그림 12. 기존 알고리즘을 적용한 가상펜스 영역 설정 및 판단 알고리즘 성능 실험 결과. 붉은 직선은 경계값임. 가축수가 증가할수록 모든 기존 알고리즘들이 경계 값을 넘어서는 문제 발생함〉

○ 가축 농장에 적절한 센서 네트워크 환경 구축 연구

- 표3과 같이 센서네트워크에 이용되는 다양한 무선 통신 환경이 있음. 무선통신환경의 특성을 고려하여

본 연구에서 제안하는 산지초지의 환경에서 가장 효율적인 통신 환경 선택에 대한 연구가 필요함.

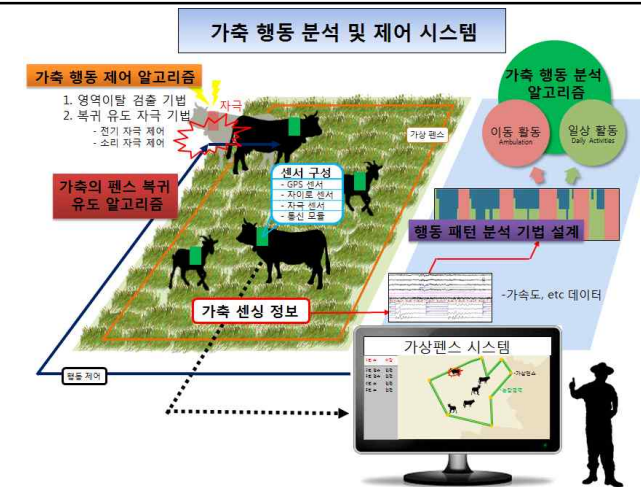
〈표 3. 네트워크별 특징〉

무선통신환경	통신규격	주파수대역	통신속도	통신거리	소비전력
WiFi	IEEE802.11n	2.4Ghz/5Gh	15~150Mbps	50~100m	높음
ZigBee	IEEE802.15.4	2.4Ghz	250kbps	10~100m	낮음
3G	HSDPA	-	14.4Mbps	-	높음
Bluetooth	IEEE802.15.1	2.45Ghz	2.1Mbps	1~10m	낮음
RFID	-	13.56~2.45Ghz	-	-	-

(2) 2차년도(2016)

1) 연구의 목표

2차년도 연구 목표는 소프트웨어 가상펜스를 이용한 가축 행동 분석 및 제어 기술 개발이 목표임. 구체적으로 가축의 행동과 관련된 센서 정보 분석과 가축의 행동을 제어하기 위한 시스템 개발이 목표임



〈그림 13. 가축 행동 분석 및 제어 시스템〉

- ▶ 소프트웨어 가상펜스 시스템을 이용하여 가축의 행동을 모니터링하고, 제어하는 것이 2차년도의 연구 목표임
- ▶ 구체적으로, 가축에 장착된 위치 및 운동 센서를 통하여 가축의 행동 패턴을 모니터링하고, 가축의 위치 측정을 통해 가축을 가상펜스 내에 유지하거나, 이탈 시 복귀를 유도하기 위한 알고리즘 개발 등이 목표임

2) 연구 내용

○ 가축의 행동을 분석하기 위한 기초행동 연구

- 다양한 가축의 행동 분석을 통해 행동 제어 및 건강 상태를 판단하기 위하여 가축별로 어떠한 행동을

분석해야 할지. 그러한 행동을 분석하기 위하여 어떤 센서를 사용하여, 어떻게 정보를 수집할 지에 관한 기초 연구가 필요함.

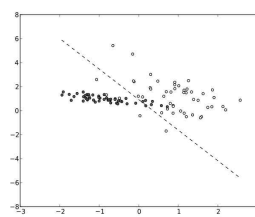
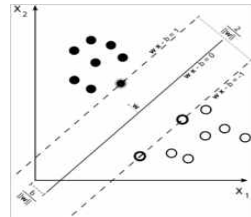
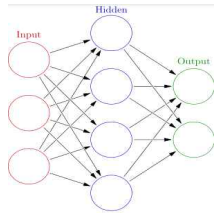
- 예를 들어, 표4에서 보여주는 것처럼 흑염소의 경우, 걷기, 뛰기, 서있기, 눕기, 먹기, 반추 등 6가지 행동 분석을 통해 흑염소의 특성을 반영할 수 있음. 특히 흑염소의 다양한 행동 중 반추(rumination), 즉 되새김질의 경우 제 1위에서 미생물이 서식하고 있어 단위동물이 소화시킬 수 없는 섬유소나 요소와 같은 비단백태 질소화합물을 분해하여 몸의 성장에 필요한 영양분으로 이용할 수 있는 특수한 소화 작용을 하기 때문에 하루에 반추를 몇 시간동안 하였는지 분석하여 건강을 분석하는 기초자료로 활용가능하므로 반추는 흑염소에게는 중요한 행동 특성 중의 하나임.
- 반면, 닭의 경우 수면이나 휴식을 취할 때를 제외하고는 평소에 끊임없이 발성을 하는 가축으로 음성을 분석하여 닭의 상태를 판별하는 것이 가능함. 구체적으로 일상적인 소리음과 특이음으로 구별하고, 특이음에서 현재 발생하는 소리가 산란하는 경우인지, 낯선 대상이 출현한 것인지 구별하기 위해 소리를 spectrum 및 spectrogram에 의한 분석을 진행하여 소리의 특징을 찾아 닭의 상태를 실시간 파악 가능함.
- 이와 같이 가축별로 필요한 행동정보가 다르므로 소, 돼지 등 다른 가축에 대해서도 해당 가축의 건강과 행동제어를 위한 기초행동자료 조사가 필요함.

<표 4. 가축의 행동 분류표>

Animal	Group	Activities
흑염소	이동 활동 (Ambulation)	걷기(Walking), 뛰기(Running), 서있기(Standing still), 눕기(Lying)
	일상 활동 (Daily activities)	먹기(Eating), 반추(Rumination)
닭	일상적인 소리음 (ordinary call)	사료섭취, 탐험, 휴식과 같은 일반적인 상황
	특이음 (special vocalizations)	특정한 상황에 처했을 때 다발하는 다양한 소리 산란직전(Mono-contact call),더운환경(Heat call),추운환경(Cold call), 낯선대상출현(high intensity call),놀라는 발성음(squawk call)

○ 가축의 행동을 분석하기 위한 패턴 분석 기법 설계 연구

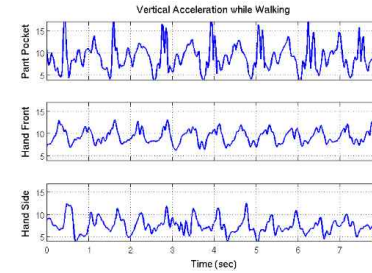
- 가축의 행동 기초연구에서 정의된 행동집합을 가속도 센서, 자이로 센서, GPS 센서 데이터에서 분류하기 위한 분류기 설계 연구의 필요
- 기존의 행동 분석 연구는 주로 사람의 행동 분석을 중심으로 연구되었음. 사람의 행동을 분류하는 대표적인 알고리즘은 그림 14(a)와 같은 뉴럴 네트워크를 기반으로 하여 행동을 분석하는 ANN(Artificial Neural Networks), 14(b)와 같은 서포트 벡터머신을 이용하여 데이터를 분류하는 SVM(Support Vector Machines), 14(c)와 같은 마코브 모델을 기반으로 하는 HMM(Hidden Markov Models)이 있음.



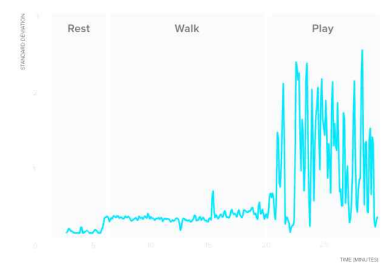
(a) Artificial Neural Network (b) Support Vector Machines (c) Hidden Markov Models

<그림 14. 사람의 행동을 분석하기 위한 대표적 분석 기법>

- 그러나 그림 15와 같이 사람의 경우 두발로 보행하고 있어서 네발로 걷는 가축과는 다른 행동패턴을 보임. 따라서 기존의 사람 대상의 연구결과를 가축에게 그대로 적용하기에 한계가 있어 가축의 행동에 맞는 새로운 분류기법에 관한 연구가 필요함.



(a) 사람의 보행 패턴



(b) 강아지의 보행 패턴

<그림 15. 가속도 센서를 이용한 사람과 강아지의 보행패턴 차이 분석>

○ 가축의 행동을 제어하기 위한 알고리즘 및 자극 기법 연구

- 가축의 행동을 제한하기 위한 자극 기법과 자극을 기반으로 행동을 제어하기 위한 알고리즘의 연구가 필요함.
- 가축의 행동을 제한하기 위한 연구는 주로 음향, 전기 자극 등을 활용하여 이루어졌음. 그러나 음향 자극의 경우 학습되어 있지 않은 경우 효과가 거의 없고, 전기자극의 경우 동물단체로부터 비판을 받는 경우가 발생함. 그래서 가축을 제어하기 위해 효율적인 새로운 자극 방법에 대한 연구가 필요함.
- 기존의 가축행동제어는 자극을 학습하면서 점차 빠른 반응을 가축에게 유도하도록 함. 그렇지만 실제 환경에서는 가축이 자극을 학습할만한 충분한 시간을 보장하지 못한다는 문제가 있음. 그러므로 가축의 행동분석을 활용하여 자극에 대한 가축의 반응을 기록하고, 행동을 제어하는 알고리즘에서 저장된 반응을 기반으로 행동제어를 계획하고 적절한 자극을 주는 기법의 연구가 필요.

○ 가축이 가상펜스 영역을 벗어날 경우 이를 펜스 영역내로 복귀 유도 기법 연구

- 가축이 가상펜스의 경계 영역을 벗어날 경우 이를 다시 펜스 영역 내로 복귀하도록 유도하기 위한 행동 제어 기법 연구 필요
- 경계에 접근할 경우 이를 인지하여 그 거리에 따라 단계별 경고 및 회기 유도하는 알고리즘 연구 필요

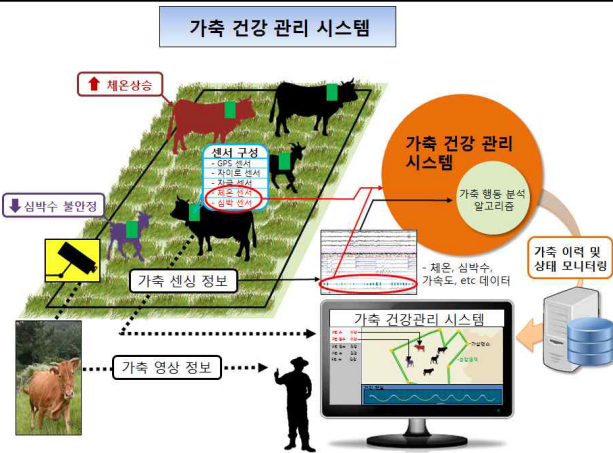
○ 방목지의 황폐화 방지를 위한 순환방목 알고리즘 설계

- 좁은 지역에서 자을 방목을 할 경우 발생할 수 있는 초지의 황폐화를 막기 위해 가상펜스 내에서 가축을 이동하게 하는 순환방목 알고리즘에 대한 연구가 필요함.
- 가축의 수와 방목지의 넓이를 고려하여 일정한 시간 동안 가축 방목 후 행동제어 기법을 이용하여 가축이 방목지의 다른 지역으로 이동 유도하는 알고리즘 연구가 필요함.

(3) 3차년도(2017)

1) 연구의 목표

3차년도 연구 목표는 소프트웨어 가상펜스를 이용한 가축 건강관리 기술 개발이 목표임



<그림 16. 가축 건강관리 시스템>

- ▶ 가축의 생체정보, 운동 정보, 위치 정보 등을 실시간으로 수집 및 축적하여 이를 바탕으로 가축의 건강 유무를 진단하고 관리하기 위한 기술 개발
- ▶ 실시간으로 수집되는 정보로부터 건강 이상 징후를 판단하기 위한 알고리즘의 개발 및 축적된 정보로부터 지속적으로 가축의 건강을 모니터링하고 관리하기 위한 기술 개발이 목표임.

2) 연구의 내용

○ 가축 건강관련 기초 데이터 수집 연구

- 2차년도의 가축행동분석을 위한 기초연구와 달리, 가축의 체온, 심박, 혈류와 같은 생체신호를 기반으로 건강을 판별하는 연구로 가축별로 중요한 건강 관련 생체신호 데이터 수집과 생체신호를 측정하기에 적절한 센서에 대한 연구가 필요함.
- 가축의 건강을 판단할 경우 일반적으로 가축의 건강을 사람이 직접 판단하기 위해서 소는 눈의 상태, 비강의 젖어있는 정도, 식욕 등을 기준으로 닭의 경우 벼슬의 색, 변의 상태, 식욕 등을 기준으로 건강의 이상 유무를 진단함. 즉, 가축별로 건강을 판별하기 위한 특이 요소들이 있고 이를 기반으로 건강 상태 정보를 수집하기 위한 생체신호 정보와 이를 측정하기 위한 생체신호측정 센서에 대한 기초연구가 필요함.

○ 가축의 행동/위치 정보를 활용한 건강 분석 알고리즘 연구

- 2차년도 연구에서 행동분석에 대한 자료와 가축의 건강관련 정보를 종합하여 가축의 건강상태를 판별하기 위한 연구가 필요함.
- 구체적으로 가축의 하루 단위의 행동을 분석하여 건강 여부를 판별할 수 있는 기법에 대한 연구와 생

체신호 건강판별연구를 종합하여 가축의 건강 이상 유무를 판별하는 기법과 건강 정도를 한눈에 파악할 수 있도록 건강지수로 표현하기 위한 기법에 대한 연구임.

- 생체신호, 활동정보, 위치정보를 종합적으로 고려하여 건강유무를 판단하는 분류기 설계 연구
- 각각의 센서 정보들이 통합되어 가축의 건강 상태에 대해서 판단하기 위한 분류 알고리즘 설계 필요

○ 가축 생체신호 측정 모듈 연구

- 가축의 생체신호측정기기는 축사나 옥외의 일정 공간 안에서 방목되어지는 가축의 외부환경 및 가축의 습성을 고려하여 견고하면서도 가축에게 부담감을 주지 말아야 하는 전제 조건하에서 디자인되어야 함.
- 가축의 예측할 수 없는 움직임과 상상하기 힘든 힘, 그리고 악천후에서도 생체 신호측정이 원활하게 이루어질 수 있도록 생체신호 측정센서 부위를 안정적으로 설계하여야 하며, 사용자의 편의성을 위하여 기기의 탈부착의 용이성을 고려하여 제작되어야 함.

○ 센서 노드에서 측정되는 데이터 전송 기법 및 프로토콜 연구

- 개발된 센서노드에서 측정되는 센서데이터를 효율적으로 전송하기 위한 프로토콜 연구
- 가축에게 장착되는 센서 노드에서는 가축 생체 신호 데이터를 실시간으로 측정하여 서버로 전송함. 예를 들어 0.5초마다 가축의 체온을 측정하는 센서나, 가축의 행동을 분석하기 위한 가속도 센서의 경우 1ms 단위로 데이터가 갱신됨. 이와 같이 초 단위로 센서 노드에서 측정되는 대량의 데이터를 효율적으로 전송하기 위한 프로토콜 설계와 데이터 전송 기법 연구가 필요함.

○ 실시간 농장 모니터링 시스템 및 소프트웨어 연구

- 실시간으로 서버로 전송되는 가축의 생체 신호 및 위치 데이터를 처리하고, 이를 농부가 알아보기 쉬운 형태의 데이터로 표현하고 관리하기 위한 인터페이스 연구 필요.

○ 가축 건강관리 소프트웨어 개발 연구

- 가축의 출산부터 각 생애주기별 주요 질병관리에 대한 이력 및 주요 중점관리사항에 대한 모니터링 및 관리가 가능하게 하며, 수신되어지는 데이터들을 이용하여 가축의 건강상태 모니터링 기능, 축사의 환경(온도) 감시 기능을 통한 축사관리기능, 생체 신호 이상에 대한 1차 Screening 기능을 추가하여 가축 관리를 경제적, 안정적으로 할 수 있게 설계하는 것을 목표로 함.
- 모바일 환경에서 실시간 가축의 건강 정보를 표현하기 위한 시스템 연구. 실시간 측정되는 다양한 가축의 생체신호를 일정한주기 또는 미리 설정한 이벤트가 발생할 경우 모바일단말로 농장의 환경정보와 가축의 생체신호를 전송하는 기법 연구.

4. 연구의 추진전략 및 방법

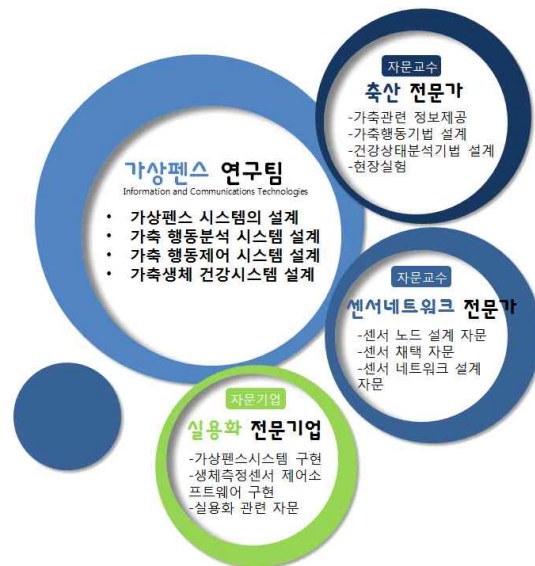
가. 연구 추진전략 및 방법

1) 연구진 구성

- ▶ 본 과제는 단독과제이지만, 과제의 특성 상 융합연구이므로, 축산분야 전문가와 센서전문기업을 자문 그룹으로 구성하여 연구를 진행할 계획임.

참여인력		역할내용	연관성
연구책임자	ICT 전문가	- 가상 펜스 시스템의 설계 - 가상펜스 운영을 위한 알고리즘 설계 - 통신 프로토콜 설계 - 가축생체건강시스템 설계 - 가축 행동패턴 분석을 통한 건강 관리 알고리즘 설계	축산 + ICT 융합연구
자문 교수	축산분야 전문가	- 가축관련 정보제공, 가축행동기법 자문, 건강상태분석 기법 자문 (축산분야의 전문성 확보) - 현장실험 및 가축의 행동분석 및 가축의 질병패턴에 대 한 정보 제공 (축산분야 중심으로 가축의 행동을 해석)	
	센서네트워크 전문가	- 가축에게 장착될 하드웨어 개발 자문 - 다양한 센서 정보 및 활용 방법 제공	
자문기업	상용화 전문기업	- 가상펜스 시스템의 실용화 가능성 검토 및 조언 - 가축 건강관리 시스템 실용화 가능성 검토 및 조언 - 기업의 입장에서 아이디어의 상품성 평가와 시제품 제 작 시 필요한 지식 전수 및 센서 분야의 전문성 자문	ICT기술+축산분야 융합연구 결과의 실용성 검토

2) 연구 역할 분담



<그림 17. 연구 역할 분담 내용>

3) 연구 진행 방법

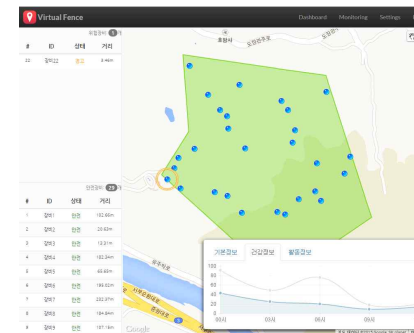
- ▶ 본 과제는 가축방목관리, 가축건강관리 등을 위해 다양한 소프트웨어 알고리즘 개발이 필요한 과제임. 이를 위해 다음과 같은 단계별로 연구를 진행할 계획임.

- 1단계: 기초 데이터 수집 및 환경 구축
- 2단계: 알고리즘 및 시스템 설계

- 3단계: 시뮬레이션을 통한 알고리즘 성능 분석
- 4단계: 알고리즘 구현 및 시스템 개발
- 5단계: 실제 농장 환경에 적용 실험

▶ 가상펜스 시뮬레이터를 이용한 알고리즘 성능 분석 연구

- 알고리즘 성능 분석을 이용하여 자체 제작한 가상펜스 시뮬레이터 활용
- 실제 농장 환경에 적용하기 이전에 시뮬레이터로 실험을 진행하여 오류 및 시행착오로 인한 위험 발생 요인 제거 및 완화



- 시뮬레이터 화면 및 기능 설명
 - 연두색 영역이 소프트웨어로 지정된 가상펜스 영역
 - 파란색 점이 자유방목중인 가축을 의미
 - 화면의 왼쪽 아래에는 가축의 목록 표시
 - 특정 가축을 선택하면 오른쪽 아래 부분과 같이 건강정보, 기본정보 및 활동정보 확인 가능
 - 스마트팜과 관련한 다양한 알고리즘의 성능 테스트
- 시뮬레이터 개발 사양
 - 개발언어 (node.js), 웹서버 (node express)
 - DB(mysql, 추후 mongoDB로 변경 예정)

<그림 18. 연구팀 자체 제작 시뮬레이터 캡처 화면 및 화면 설명>

나. 연도별 연구 추진일정

연도	연구의 내용	추진일정				비고
		1분기 (5월~7월)	2분기 (8월~10월)	3분기 (11월~1월)	4분기 (2월~4월)	
1차 년도	산지 초지를 대상으로 하는 다양한 유형의 가상펜스 설정 기법 연구	○	○			
	GPS를 이용한 위치 보정 알고리즘에 대한 연구		○	○		
	가축이 가상펜스 내에 존재하는지 판단하기 위한 알고리즘 연구		○	○	○	
	가축이 가상펜스 경계에 접근하는지를 판별하기 위한 알고리즘 및 대처 기법 연구		○	○	○	
	가축 농장에 적절한 센서 네트워크 환경 구축 연구				○	
2차 년도	가축의 행동을 분석하기 위한 기초행동연구	○				
	가축이 행동을 분석하기 위한 패턴 분석 기법 설계 연구	○	○	○		
	가축의 행동을 제어하기 위한 알고리즘 및 자극 기법 연구		○	○	○	
	가축이 가상펜스 영역을 벗어날 경우 이를 펜스 영역내로 복귀 유도 기법 연구			○	○	
	방목지의 황폐화 방지를 위한 순환방목 알고리즘 설계			○	○	
3차 년도	가축 건강관련 기초 데이터 수집 연구	○				
	가축의 생체/행동 정보를 활용한 건강 분석 알고리즘 연구	○	○			
	센서 노드에서 측정되는 데이터 전송 기법 및 프로토콜 연구		○			
	실시간 농장 모니터링 시스템 및 소프트웨어 연구			○	○	
	가축 생체신호 측정 모듈 연구			○	○	
	가축 건강관리 소프트웨어 개발 연구		○	○	○	

5. 연구결과와 활용방안

1. 지적 재산권 확보

○ 본 과제를 통해 스마트 가축 농장과 관련한 특허 및 논문 등 다양한 지적재산권 창출이 가능함.

- IT와 방목 시스템의 결합으로 원격지에서 방목 관리를 위한 가상펜스 시스템 구조
- 농장 환경에 강한 센서네트워크 구조
- 자극을 활용한 동물행동적응형 제어 시스템
- 센서를 이용한 가축 건강 측정 시스템

2. ICT 기술이 적용된 스마트 가축 농장 시스템 구축 사업 추진

○ 자율 방목 시스템 구축

- 산지 초지를 활용한 가축의 방목 관리를 위한 자율방목 시스템 구축
- 소/중 규모 단위의 가축 방목 시스템 구축

○ 가축 건강관리 시스템 구축

- 센서를 활용한 가축의 행태 측정 및 건강 관리 시스템 구축
- 축산 농가의 가축 관리 시스템으로 활용
- 가축의 관리에 활용: 발정기, 임신기, 출산기 등

3. 정부 및 지자체의 가축 관리 및 질병 관리

- 가축의 질병 조기 감지(차 스크린)용으로 활용: 저체온증, 설사병, 구제역 등
- 정부(농림부), 지방자치단체의 광역 가축관리 및 질병관리 시스템 활용
- 가축 질병 관제 시스템 및 질병관리지도 시스템에 활용. 가축의 질병을 조기에 감지할 수 있고, 본 시스템을 광역망 또는 전국적으로 확대하여 조기 경보 시스템을 구축한다면, 전염병 확산으로 인한 국가적 손실을 예방할 수 있음.

6. 기타