

# 유비쿼터스 농업환경에서의 돈사 통합관리 시스템 구현

준회원 황정환\*, 정회원 이명훈\*, 준회원 주휘동\*, 정회원 이호철\*,  
준회원 강현중\*\*, 종신회원 여현\*

## Implementation of Swinery Integrated Management System in Ubiquitous Agricultural Environments

Jeong-hwan Hwang\* *Associate Member*, Meong-hun Lee\* *Regular Member*,  
Hui-dong Ju\* *Associate Member*, Ho-chul Lee\* *Regular Member*,  
Hyun-joong Kang\*\* *Associate Member*, Hyun Yoe\*<sup>o</sup> *Lifelong Member*

### 요약

USN(Ubiquitous Sensor Network) 기술은 최근 사회 전반적으로 급격히 진행되고 있는 디지털 컨버전스 트렌드의 한 모습으로 나타나고 있다. 다양한 USN 응용서비스에 대한 기술적인 실행 가능성은 다양한 산업에서 연구되고 있지만, 아직까지 농업분야에서의 USN 응용서비스 시장 및 기술 채택과 상업화는 지연되고 있는 실정이다. 유비쿼터스 농업 환경은 가축의 성장환경 및 농산물의 재배, 수확에 이르기까지 기존의 농업 환경에 많은 변화를 줄 수 있다. 본 논문에서 제안하는 u-돈사 통합관리 시스템에서는 조도, 습도, 온도, 암모니아 가스 등 돼지의 생육환경에 관련된 정보를 수집하는 USN 환경 센서와 CCTV를 양돈장 내·외부에 설치하고, 양돈장 환경을 모니터링한다. 이 시스템은 외부에서 양돈장 시설을 원격으로 제어하고 모니터링할 수 있을 뿐 아니라, 장기간에 얻어진 생육환경 데이터를 통하여 최적의 생육조건을 조성한다.

**Key Words** : USN, 농업, 모니터링, 통합관리시스템, 양돈

### ABSTRACT

Recently, the USN (Ubiquitous Sensor Network) technology is emerging as an aspect of digital convergence trends which is being rapidly evolving in the whole society. The technological feasibility for the various application services using the USN is researched in numerous industries, but, in the agricultural field, the market of USN application service, technology adoption and commercialization have been delayed. In the agricultural field, the ubiquitous technologies could lead to huge change in the conventional surroundings such as growth environment of livestock, crop cultivation and harvest. In this paper, to offer a integrated management, we construct a u-swinery(ubiquitous swinery) system which is consisted with USN environmental sensors to collect information from physical phenomenon such as luminance, relative humidity, temperature and ammonia gas. Numbers of CCTV were also installed to monitor inside and outside of the swinery. The u-swinery integrated management system can monitor and control the condition of swinery from remote sites. Furthermore, by gathering the cumulative environmental data from the system, the optimal growth condition for the livestock could be created.

※ 본 연구는 지식경제부의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음 (IITA-2009-(C1090-0902-0047))

\* 순천대학교 정보통신공학과 (jhwang, leemh777, jhd0502, hclee, yhyun@sunchon.ac.kr), (° : 교신저자)

\*\* 한국전자통신연구원 RFID/USN 연구부 (kanghj@etri.re.kr)

논문번호 : #KICS2009-11-555, 접수일자 : 2010년 2월 5일, 최종논문접수일자 : 2010년 2월 11일

## I. 서론

산업적 측면에서 활용되던 유비쿼터스 기술은 최근 들어서는 신도시 건설과 기업 이미지, 광고 카피 등에서도 유비쿼터스라는 용어를 새로운 개념으로 활용하고, 일상생활에서도 사용하기 시작했다.

유비쿼터스 기술이 산업과 일상생활에 많은 변화를 가져오듯이 농산업 분야에서도 다양하게 활용될 수 있다<sup>1)</sup>.

유비쿼터스 농업(u-Farming)은 정보기술을 농업에 접목해 생산성을 높이면서 농산물의 유통, 소비 등을 체계적으로 관리해 안정성을 검증하고 투명화 하자는 것을 목적으로 한다.

가령 농산물을 생산하는 시설하우스에 무인제어 기기를 설치해 온도, 습도, 압모니아 가스, CO<sub>2</sub>(이산화탄소) 및 기상 등 농산물의 환경변화 요인을 자동으로 계측하고, 계측된 자료는 DB에 저장되어 영농에 활용할 수 있다<sup>2)</sup>.

이렇게 해서 작물생육에 투입되는 비료, 농약 등의 자재를 최소화하고 최적의 생육환경을 조성해 생산비를 절감하고 생산성을 높일 수 있다<sup>3)</sup>.

또한 양돈, 양계 등 동물의 사육에서도 효과적으로 사용된다. 양돈의 경우를 예로 들면, 사육단계에서 RFID(Radio Frequency IDentification) 기술과 USN 기술을 이용해 돼지 개체의 사양 관리와 축사 환경 관리, 사육추적 관리에 사용하고, 모바일 장치를 이용해 축사와 양돈 개체에 이상 징후가 발생했을 때 농가에서 즉시 조치를 취할 수 있게 한다<sup>4)</sup>.

또한 농산물의 안전성을 관리하는 데에도 유용하게 사용할 수 있다. 농산물이 생산현장에서 식탁까지 안전하게 가기 위해서는 농산물의 생산, 가공, 유통판매의 각 단계에서 그 농산물의 정보를 추적해 소급할 수 있어야 한다.

이를 위해 RFID를 이용해 농축산물의 이력과 소재 정보를 기록·파악하고, 인터넷과 모바일기기를 통해 정보의 검색을 가능케 함으로써 농축산물의 안전성과 소비자 신뢰 및 업무효율성 향상에 기여함은 물론, 이를 통한 관련 산업의 경쟁력 강화를 기대할 수 있을 것이다.

최근 국내 양돈 산업은 최근 사료값 상승과 최고 수입개방 및 한·미 FTA, 한·EU FTA 체결 등으로 양돈 선진국들과의 정면 승부가 불가피하다<sup>5)</sup>. 또한, 각종 소모성 질병으로 인한 폐사율과 생산비 증가 등으로 많은 양돈농가가 어려움을 겪고 있어, 생산성 증대 및 고품질 돼지고기 생산이 필수 과제

로 대두되고 있다<sup>6)</sup>. 이러한 과제 해결방안으로 1차 산업인 양돈 산업과 현재의 u-IT 기술을 활용한 체계적이고, 과학적인 양돈 사양기술 확보가 시급한 실정이다.

본 논문에서는 돼지 사육환경 관리 및 제어 부분에 USN 기술을 적용한 통합관리 시스템인 u-돈사 통합관리 시스템을 제안한다.

제안하는 시스템은 돈사의 환경 모니터링 및 돈사시설 제어를 가능하게 해주며 이를 통해 최적의 돼지 사육환경을 유지시키고 생산성을 향상시키며 원격제어 및 자동제어를 통한 생산자에 편의를 제공한다.

본 논문의 구성은 2장에서 축사환경에 적용된 모니터링 시스템관련 기술을 소개하고, 3장에서는 돈사환경 관리를 위한 요구사항을 분석하며 4장에서는 제안하는 u-돈사 통합관리 시스템 설명하고, 5장에서 실험결과에 대한 비교분석과 6장에서는 결론으로 마무리한다.

## II. 관련 연구

### 2.1 u-IT 신기술 기반 양돈 HACCP 시스템

제주특별자치도 주관으로 아시아나HDT와 신세계 아이앤씨, CS, 인포마인드, 나인웍스 컨소시엄은 u-IT 신기술 기반 양돈 HACCP 시스템 구축 프로젝트를 수행하였다<sup>7)</sup>.

질병예방을 위한 생산단계 생장환경(온도, 습도, 압모니아등) 모니터링, 위해요소관리(CCP) 및 RFID를 이용한 모돈 개체관리와 생산 이력관리를 중심으로 시행하고 양돈 농가로부터 도축장, 가공공장, 백화점, FCG 인증전문식당 등 소비자에 이르는 모든 단계에 RFID 시스템을 구축하여 소비자가 안심하고 먹을 수 있는 식품 공급 시스템을 구축하였다<sup>8)9)</sup>.

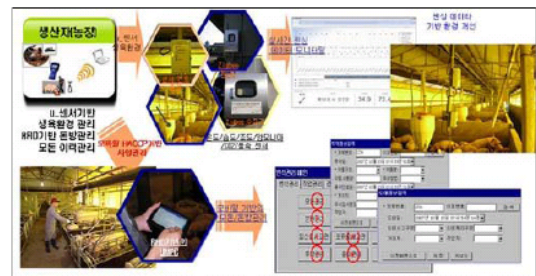


그림 1. 제주 양돈 HACCP 시스템  
Fig 1. Hog-farm HACCP system in Jeju Island

2.2 u-포크 안전/안심 시스템

이 사업은 이직파과 다운컨소시엄이 사업을 수행했으며, 소비자가 안심하고 먹거리를 구매할 수 있도록 돼지 사육, 질병/방역 관리, 도축~판매 등 전 과정의 돼지고기 생산이력정보 관리를 통하여 안전한 돈육(저항생제)을 제공하는데 목적을 두고 있다. 돈사 환경제어, 양돈 사양관리 시스템, 도축추적정보/육가공 추적정보 시스템, 이력정보 시스템을 구축했다<sup>11)</sup>.

환경적인 특성으로 인해 돈사 습도가 30% 이하로 떨어지면 공기가 건조해 돼지들이 호흡기질환을 유발하는 사례가 빈번하게 발생하므로 이를 방지하기 위해 USN, 인터넷 CCTV 등을 통해 온도, 이산화탄소 등을 실시간 측정, 긴급상황 발생시(13도 이하, 4,000ppm이상) SMS 서비스를 제공하도록 시스템을 설계했다<sup>11)</sup>.

양돈 사양관리 시스템은 돼지 귀에 RFID 태그를 부착해 개체 사료 섭취량, 체중정보 관리와 RF형 사료 자동 급이기를 도입하여, 갑작스런 체중변화 또는 사료급여량의 변화를 통해 질병을 조기 진단해 관리할 수 있다.

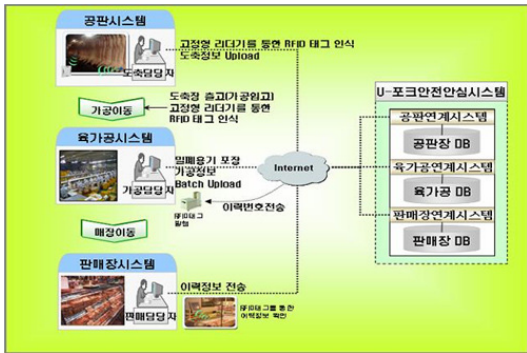


그림 2. u-포크 안전/안심 시스템  
Fig 2. u-Pork safety/relief system



그림 3. 이력정보 시스템  
Fig 3. Traceability information system

도축 추적정보/육가공 추적정보 시스템을 구축해 농장출하 돼지 단위와 도축장의 도축번호와 연계된 정보와 가공정보를 u-포크 안전/안심 시스템에 전송토록 했다. 소비자는 판매장의 RFID 리더기를 통해 이력정보 현장조회가 가능하고, 별도로 인터넷을 이용하여 이력정보를 조회함으로써 돈육의 상세 이력정보를 확인할 수 있다<sup>11)</sup>.

2.3 u-포크 균일돈 성장관리 시스템

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

돼지를 RFID 리더기가 부착된 선별기에 통과시켜 체중을 측정하여, 체중별로 무거운 칸과 가벼운 칸으로 선별한 후 돼지 개체에 RFID 태그를 부착하여 사육하며, 실시간으로 돼지의 체중정보를 측정하여 서버로 전송하고, 이 데이터를 바탕으로 균일돈 사육을 실시한다<sup>12)</sup>.

출하 가능한 검정 돈을 육안으로 선별할 경우, 정확한 체중별 선별이 불가능해 표준 대비 과체중이나 미달체중의 돼지개체가 선별되는 경우가 많았다. 하지만 자동 선별시스템을 사용함으로써, 노동력 감소와 균일한 체중의 돼지 출하가 가능해 10~15% 이상의 육질등급 향상이 기대된다.

40두까지 수용 가능한 RF형 사료 급이기와 음수기를 운용하며, 돼지 개체별 사료섭취량과 음수량 및 횃수 등을 분석하여 접근회수가 떨어지거나 저



그림 4. u-양돈 사양관리 시스템  
Fig 4. u-swinery raising management system

조할 경우 체중이 미달되는 돼지 개체는 위축돈(여러 가지 문제가 있어 잘 자라지 못하는 돼지)과 환돈(아픈 돼지)으로 분리된다. 일령대별 사료 및 음수 섭취기준은 질병 예찰 활동을 통해 알 수 있다 [12].

모니터링을 통한 출하 체중 미달 일령의 감소로 사료비절감 효과와 환돈의 조기발견 및 격리를 통해 질병전파의 고리를 차단할 수 있어 폐사율 감소는 물론, 과학적이고, 체계적인 양돈사양 관리를 지원할 수 있게 되었다.

### III. 돈사 내 환경 모니터링을 위한 시스템 요구사항분석

이 논문에서 제안하는 “u-돈사 통합관리 시스템”을 개발하기 위해서는 축사 내의 환경적 특성과 특정 환경에서의 각 개체들의 행동특성을 분석할 필요가 있다. 본 절에서는 앞서 언급한 환경 및 개체의 행동특성들 간의 상관관계를 살펴봄으로써 몇몇 요구사항에 대한 u-돈사 통합관리 시스템이 충족시켜야 하는 항목들을 열거한다.

#### 3.1 환경적 요인을 고려한 체계적인 관리

각 질병별로 원인 체의 특성을 고려하여 농장에서의 발병양상에 따라 적절한 예방 및 치료대책을 세워 장·단기적으로 대응해 나가야 한다.

이처럼 적절한 치료와 관리가 필요하나 다량의 개체 사육으로 인하여 환돈 및 위축돈을 구별하기가 어려워 개별 치료나 관리가 곤란한 실정이다. 동물의 특성상 병이 들거나 아프면 음식을 먹지 않거나 양이 줄 뿐 아니라, 운동둔화 등의 현상이 나타난다. 이러한 개체를 미리 찾을 수 있다면 질병의 예찰과 개별 치료가 가능하지만, 돈사 내 많은 개체 중에 농장관리자의 시각으로 찾기도 쉽지 않은 것이 현실이다. 따라서 온도, 습도, 각종 유해가스 등의 환경적인 요인을 고려한 체계적인 관리가 요구된다.

다음은 환경요소에 따라 특정 환경에서 돈사 내부에 설치된 제어장치의 제어 요구사항을 나열한다.

환기 컨트롤러의 경우, 사용자는 설정온도, 최저 환기량, 최고 환기량, 온도 편차 등을 주기적으로 모니터링하고 이를 제어장치에 반영함으로써 개체의 생장에 적합한 환경 조건을 유지해주어야 한다.

#### ▶ 설정온도

돼지가 성장함에 따라 돼지가 원하는 온도에 맞추어 설정. 이때 컨트롤러의 센서 위치에 따라 잘못된 온도정보를 제공할 수 있으므로 센서에서 획득되는 온도값과 돈사에 추가 온도계를 설치하여 비교하는 방법이 필요.

#### ▶ 최저 환기량

환절기 및 겨울철에 최저 환기량 설정이 중요하며, 특히 야간에 돼지의 수면상태와 온도변화를 보고 최저 환기량을 설정. 돈사 내부 최소 환기 시 돈사 내부 온도가 떨어지면 최저 환기량을 낮추거나 보온이나 단열을 보완해야함.

#### ▶ 최고 환기량

여름철에 최고 환기량에 따라 체감온도 저하가 발생할 수 있으나 환절기 및 겨울철에는 그리 중요하지 않음.

#### ▶ 온도 편차

최고 환기량에서 최저 환기량을 빼준 값에서 온도 편차를 나눈 값이 온도 1℃ 상승 시 팬이 회전하는 속도이다.(최대 환기량-최소 환기량)/온도 편차 =팬 속도%

예) 설정온도 26℃, 최저 환기량 10%, 최고 환기량 90%, 온도 편차 4℃ 돈사 온도 1℃ 상승 시 회전 속도 변화 :  $(90\% - 10\%) / 4 = 20\%$  26℃ : 10%, 27℃ : 20%, 28℃ : 40%, 29℃ : 60%, 30℃ : 80%, 31℃ : 90%

동절기 및 환절기에는 온도 편차를 4℃ 이상 설정하여 환경변화를 최소화 하고, 여름에는 2℃ 정도로 온도 상승 시 즉각적인 팬 속도를 증가하여 더운 공기를 밖으로 배출되도록 해 주어야 한다.

#### 3.2 개체 중심의 환경관리

모든 환경관리는 개체를 중심으로 돈사 내부의 환경 요소들을 제어 및 관리해야 한다. 이렇게 하기 위해서는 개체의 상태에 대한 세심한 관찰을 통해 온도 설정, 환기량 제어, 보온등의 높이 등을 조정하여 돈사의 최적 환경을 제공하는 시스템이 필요하다.

폐사율이 높은 농장의 공통점은 환경관리에 대한 관리자의 감각 기준이 없으며, 절대적인 온도 기준으로 환경을 관리하는 것이다. 돈사 내부의 환경은

절대 온도가 중요한 것이 아니라 돼지가 느끼는 체감온도가 중요하며, 체감온도는 절대온도 바닥 재질, 습도 상태, 유속, 보온 등 같은 복사열에 따라 달라지기 때문에 복합적이고 시스템적인 사고전환이 필요하다.

▶ 양돈 사양관리 표준지표 생성

돈사 내 환경지표(계절, 시간별 온·습도, 이산화탄소, 산소 농도 등) 및 계절, 시간, 일령 등의 환경 변화에 따른 돼지행동분석(사료급여 횟수와 량, 음수급여 횟수와 량)을 통해 양돈 사양관리 표준지표를 정립, 과학적인 양돈 사양관리 기반 마련.

▶ 돈사관리의 효율성 증대

돈사 내부 이상 징후 알림 서비스와 CCTV를 통한 원격지 돈사관찰 및 원격 환기제어가 가능하도록 하여 돈사재난에 긴급 대응.

▶ 과학적인 사양관리

시간별 사료와 음수, 체중 등을 고려한 적정 사료량 급여로 굴토성에 의한 사료소실 방지와 섭취량 저조 및 체중 미달 돈을 확인함으로써, 질병 예방 활동과 선택 분리 치료로 사료비 절감과 폐사율 감소를 위한 사양관리.

IV. u-돈사 통합관리 시스템

시설농업의 근본적인 목표는 생산량 증대, 품질 향상, 생산비 절감으로 요약할 수 있으며<sup>[13]</sup> 이를 위해 특히 돈사의 경우 사육시설 내부의 온도, 공기, 습도, 암모니아 가스 등 환경을 적정하게 유지해야 한다. u-돈사 통합관리 시스템은 환경요소를 측정하는 센서 및 CCTV를 통해 돈사 환경 상황정보를 수집하고, 사용자에게 돈사의 상태를 모니터링 및 제어 할 수 있도록 지원하는 시스템이다.

4.1 시스템 구조

제안하는 u-돈사 통합관리 시스템은 그림 5과 같이 센서, CCTV, 돈사시설로 구성된 물리계층, 물리계층과 응용계층 사이의 통신을 지원하고 돈사의 정보를 데이터베이스화 하여 모니터링 및 제어 서비스를 제공하여 가축의 생육환경을 최적의 상태로 유지시켜주는 미들웨어 계층, 돈사 환경 모니터링 및 돈사시설 제어 서비스를 지원하는 인터페이스들이 존재하는 응용계층으로 구성된다.

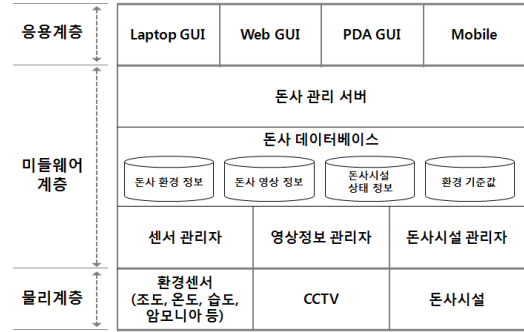


그림 5. 돈사 환경 통합관리 시스템 구조  
Fig 5. Structure of swinery environmental integrated management system

4.1.1 돈사 내부 환경정보 수집을 위한 물리계층

물리계층은 돈사 내부 환경정보를 수집하는 센서, 돈사와 돼지의 영상정보를 수집하는 CCTV, 최적의 가축생장환경 조성을 위한 축사시설로 구성되어 있다.

▶ 설치된 센서는 크게 돈사 내부 및 외부센서로 나누어지며, 내부센서는 돼지생장에 영향을 미치는 조도, 온도, 습도, 암모니아 가스 등 돈사 내부 환경정보를 측정하고, 외부센서는 화재, 도난, 외부침입 등 외부환경변화를 측정.

▶ 돈사에 설치된 CCTV는 돈사의 영상정보 및 가축의 영상정보를 수집하는 것으로써, 돈사시설은 조도, 온도, 습도, 암모니아 가스 등 가축생장에 영향을 미치는 돈사환경을 제어할 수 있으며 조명, 가습기, 온풍기, 에어컨, 환풍기 등으로 구성.

4.1.2 돈사 환경정보를 관리하기 위한 미들웨어계층

미들웨어계층은 물리계층의 센서에서 수집되는 환경정보를 관리하기 위한 센서관리자, CCTV로부터 수집되는 영상정보를 관리하기 위한 영상정보 관리자, 돈사시설을 관리하는 돈사시설 관리자, 돈사정보가 저장된 돈사 데이터베이스 그리고 돈사의 모니터링 및 돈사시설 제어를 위한 돈사 관리 서버로 구성된다.

▶ 센서관리자는 물리계층에서부터 수집된 정보를 돈사 데이터베이스에 저장할 수 있는 형태로의 포맷 가공과 측정요소에 맞는 단위 변환, 가공된 데이터를 업데이트 질의를 사용하여 돈사 데이터베이스에 저장.

▶ 돈사시설 제어관리자는 제어신호를 받아 돈사 시설을 동작시키거나 관리하고 이러한 돈사시설의 상태를 돈사 데이터베이스에 저장하는 역할.

▶ 돈사시설 관리자는 제어신호를 받아 돈사시설을 동작시키거나 관리하고 이러한 돈사시설의 상태를 돈사 데이터베이스에 저장하는 역할.

▶ 영상정보 관리자는 웹에 스트림 데이터를 제공한다. 돈사시설 관리자는 제어신호를 받아 돈사시설을 동작시키거나 관리하고 이러한 돈사시설의 상태를 돈사 데이터베이스에 저장.

▶ 돈사 데이터베이스는 돈사 내·외부에 설치된 센서로부터 수집된 온도, 습도, 암모니아 가스 등의 돈사 환경데이터, CCTV로부터 수집된 돈사 영상데이터, 돈사시설 상태 및 제어 데이터, 자동제어 및 상태알림을 위한 환경 기준값을 각각의 테이블에 저장.

▶ 돈사 관리 서버는 GUI와 돈사 데이터베이스 사이에 위치하고 있으며 일정 주기로 돈사 데이터베이스에 저장된 환경데이터를 검사하여 이를 GUI에 알려주고 돈사시설 제어 테이블에 저장된 환경 기준값과 비교하여 해당 돈사시설 제어.

4.1.3 사용자 서비스를 제공하기 위한 응용계층

응용계층에는 랩톱, 웹, PDA 등 다양한 플랫폼을 지원하는 응용서비스들로 구성되며 돈사환경 모니터링 서비스, 돈사영상 모니터링 서비스, 돈사시설 제어 서비스를 제공해 준다.

4.2 u-돈사 통합관리 시스템 제공 서비스

본 시스템은 돈사의 내부·외부 환경정보를 관찰할 수 있는 돈사환경 모니터링 서비스, 돈사의 영상을 실시간으로 제공해주는 돈사영상 모니터링서비스, 환경 기준값을 이용하여 돈사시설의 자동제어 및 생산자에 의한 돈사시설의 수동제어를 가능하게 해주는 돈사시설 제어 서비스, 돈사에 위험 상황 발생 시 이를 알려주는 위험상황 알림 서비스를 제공한다.

4.2.1 사용자 서비스를 제공하기 위한 응용계층

돈사 환경 모니터링 서비스는 돈사 내·외부 환경변화를 파악하기 위해 온도, 습도, 암모니아

가스 등 환경요소를 측정할 수 있는 환경 센서와 화재, 도난 등의 위험을 감지할 수 있는 적외선, 진동, 불꽃감지센서로부터 수집된 돈사 환경데이터를 GUI를 통해 생산자에게 보여주는 서비스이다.

본 서비스의 세부적인 동작을 살펴보면 돈사 내부에 설치된 환경 센서로부터 가축생장에 영향을 주는 온도, 습도, 암모니아 가스 등 환경정보와 돈사 외부에 설치된 진동, 적외선, 불꽃감지센서를 통해 돈사 외부 환경정보를 수집하여 센서관리자에게 주기적으로 전달한다.

센서관리자는 전달받은 데이터를 분석하여 각 센싱값을 추출하고 포맷을 변환시켜 돈사 데이터베이스의 각 테이블에 저장한다. 돈사 관리 서버는 돈사 데이터베이스에 저장된 돈사 내·외부 환경정보를 GUI에 전송하며, 이를 통해 생산자는 돈사의 환경정보를 모니터링 할 수 있다. 그림 6은 돈사 환경 모니터링 서비스의 동작 과정을 나타내고 있다.

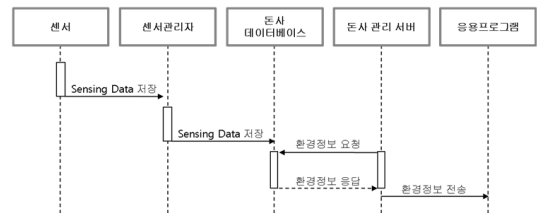


그림 6. 돈사 환경 모니터링 서비스의 동작 과정  
Fig 6. Process of swinery environmental monitoring system

4.2.2 돈사 영상 모니터링 서비스

돈사 영상 모니터링 서비스는 돈사에 설치된 CCTV를 통해 생산자 및 소비자에게 돈사의 영상과 가축의 영상을 제공하는 서비스이다.

CCTV가 돈사의 영상을 영상 정보 관리자에게 보내고 영상정보 관리자는 이 스트림 데이터를 인터넷을 통해 웹으로 제공하여 생산자 및 소비자가 인터넷을 통해 돈사의 영상정보를 확인할 수 있다.

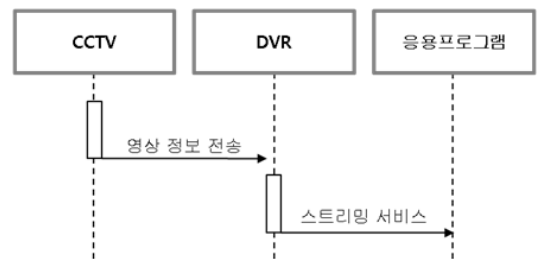


그림 7. 돈사 영상 모니터링 서비스의 동작 과정  
Fig 7. Process of swinery video monitoring system

그림 7은 돈사 영상 모니터링 서비스 동작 과정을 보여준다.

4.2.3 돈사시설 제어 서비스

돈사시설 제어 서비스는 돈사 내·외부에 설치된 센서, CCTV에서 수집된 정보를 바탕으로 돈사 관리 서버가 자동으로 돈사시설을 제어하거나 생산자가 직접 수동으로 제어할 수 있는 서비스이다.

▶ 자동 제어 서비스는 돈사로부터 수집된 정보를 돈사 데이터베이스에 저장하고 돈사 관리 서버가 이를 호출하여 돈사 데이터베이스에 저장된 환경 기준값과 수집된 정보를 비교

▶ 이때 기준값을 초과하거나 미달하면 돈사시설 관리자에게 제어신호를 전송하여 돈사시설 제어.

그림 8은 돈사 자동 제어 서비스 동작 과정을 보여준다.

▶ 수동 제어 서비스는 돈사로부터 수집된 정보를 돈사 데이터베이스에 저장하고 돈사 관리 서버가 이를 생산자에게 GUI로 실시간으로 전송.

▶ 이때 생산자가 돈사시설을 제어하고 싶을 때 GUI를 통해 돈사 관리 서버로 돈사시설 제어신호를 전송하게 되고 돈사 관리 서버는 돈사 데이터베이스를 통해 돈사시설의 동작유무를 파악하여 제어신호를 돈사시설 관리자에게 전송하여 돈사시설 제어.

그림 9는 돈사 수동 제어 서비스 동작 과정을 보여준다.

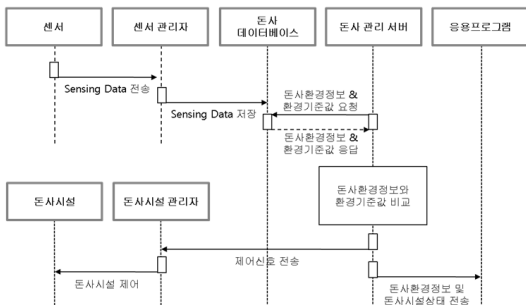


그림 8. 돈사 자동 제어 서비스의 동작 과정  
Fig 8. Process of swinery automatic controlling Service

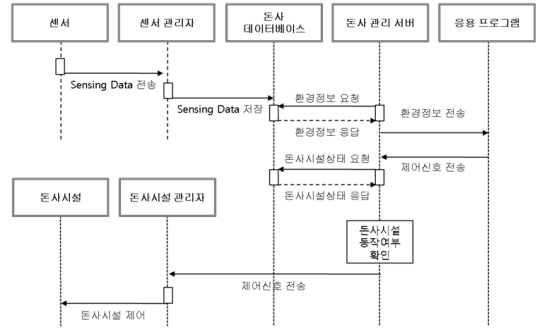


그림 9. 돈사 수동 제어 서비스의 동작 과정  
Fig 9. Process of swinery manual controlling Service

4.2.4 위험상황 알림 서비스

위험상황 알림 서비스는 기상변화와 돈사의 상황 변화를 농민과 같은 사용자에게 실시간으로 알려주고 조치를 취해 위험상황을 미연에 방지하기 위한 서비스이다. 환경 센서로부터 센싱되는 데이터가 센서관리자에게 보내어진다. 센서관리자는 전송받은 데이터에서 센싱값을 추출하여 돈사 데이터베이스에 저장한다. 저장된 센싱값들은 돈사 관리 서버가 주기적으로 모니터링하여 기준값을 초과하거나 미달되면 이벤트가 발생한 요소에 대하여 표시를 해준다.

그림 10은 위험상황 알림 서비스 동작 과정을 보여준다.

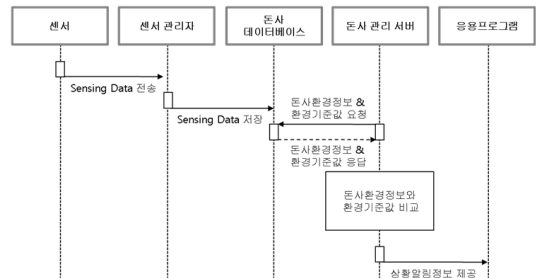


그림 10. 위험상황 알림 서비스의 동작 과정  
Fig 10. Process of swinery alarm service

4.3 시스템 구현

4.3.1 돈사의 구성

돈사에는 USN 환경 센서들로 구성한다. 이 센서들은 돈사 내부의 USN 센서 게이트웨이를 포함하여 환경제어장치들과 함께 무선 네트워크를 형성하게 된다. 이 센서들은 각각 온도, 습도, 조도, 암모니아 가스의 정도를 감지하며 일정 주기로 센서에서 검출한 측정치를 돈사 관리 장치로 전송한다. 또한 돈사 관리 장치의 통제로 센서와 연결된 환경



그림 11. 유비쿼터스 돈사관리시스템 설치 현장  
Fig 11. Installation site of Ubiquitous swinery management system

제어장치를 조절함으로써 돈사 내부의 생육 환경을 쾌적하게 조절한다.

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



그림 12. 센서와 환경제어장치  
Fig 12. Sensors and environmental control devices

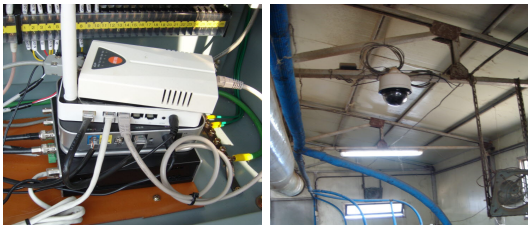


그림 13. DVR과 실시간 영상감시 카메라  
Fig 13. DVR and CCTV camera

#### 4.3.2 돈사 관리 서버

돈사로부터 전달되는 스트림 형태의 환경측정 데이터는 parsing되어 데이터베이스에 저장된다. 동시에 해당 돈사를 관리하는 관리자에게 전송되어 관리자가 환경변화를 실시간으로 인지할 수 있다.

돈사의 환경상태를 보정하는 과정은 2가지로 나

뉜다. 첫 번째는 지정된 환경 기준 데이터를 기준으로 자동으로 시스템에서 환경상태를 제어하는 것이고, 두 번째는 관리자의 필요에 따라 직접 시스템을 제어하는 것이다.

u-돈사 통합관리 시스템의 축사 환경 제어 의사결정 방식은 다음과 같이 구성된다.

첫째, 매일 정해진 데이터를 측정하여 수집하고 둘째, 예상치 못한 이상 동작을 수집하는 부분과 셋째, 시행착오 수정 접근 방식을 통한 제어기기 의사결정을 지원해 주는 부분으로 구성된다. 이는 관리자의 제어 패턴을 학습하였다가 환경 기준 데이터에 피드백시켜 향후 자동 환경상태 제어 모드에 적용하는 것이다.

그림 15는 u-돈사 통합관리 시스템의 축사 환경



그림 14. u-돈사 통합관리 시스템 GUI  
Fig 14. u-swiny integrated management system GUI

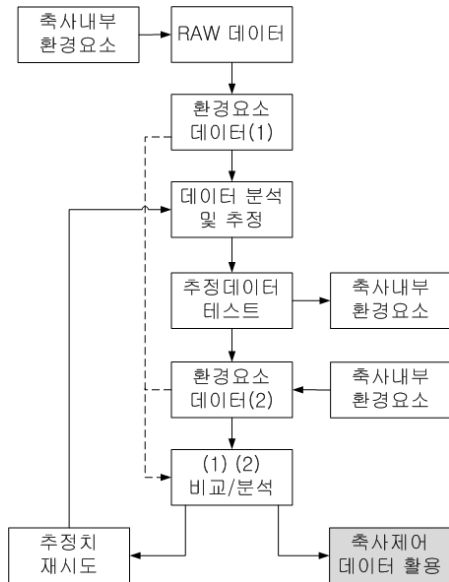


그림 15. u-돈사 통합관리 시스템의 축사 환경 제어 의사결정 방식  
Fig 15. Environment control algorithm u-swiny integrated management system



제어 의사결정 방식의 흐름도를 보여준다.

위와 같은 수행결과로부터 센서와 카메라를 통하여 돈사 내부의 환경정보와 영상정보를 수집하고 실시간 GUI를 통하여 돈사의 상태를 모니터링하고 제어됨을 볼 수 있었다. 관리자용 GUI는 Web환경으로 개발하였으며, WAS는 Tomcat-6.0.20을 사용하고, 데이터베이스는 mysql 현재 릴리즈 된 버전 중 가장 안정한 버전인 5.0을 사용하였다. GUI에서 표현하는 내용은 돈사 전체의 구성장치와, 동작 상태를 보여준다. 가장 최근에 측정한 환경정보는 현재 컬럼에 표시된다. 그리고 10분마다 상태를 측정하며, 바로 직전의 상태와 비교할 수 있다.

위와 같은 구현결과로부터 센서와 영상감시 카메라를 통하여 축사의 환경정보와 영상정보를 수집하고, 사용자 직관적인 GUI를 통해서 축사의 상태를 항상 모니터링하고 제어할 수 있음을 볼 수 있었다.

표 1. 돈사관리서버 H/W, S/W

구분	종류 및 버전
H/W	Samsung Xeon 3.2Ghz * 1GB
OS	Fedora Linux 2.6.27
DB	mysql 5.0
WAS	Tomcat 6.0.20

## V. 시험 결과

### 5.1 측정 환경

본 시스템의 설계 구현 및 성능평가를 위하여 2 곳의 돈사에 테스트베드를 구축하였다. 돈사 A에는 센서와 WSN을 구성하였고, 돈사 B에는 센서와 WSN 및 추가적으로 환경제어장치를 설치하였다.

두 곳의 돈사는 모두 동일한 지역에 위치하고 있으며 이격거리는 5m이다.

### 5.2 측정 결과 및 분석

돈사에 설치된 센서들은 3시간마다 측정된 결과를 서버로 전송한다. 측정기간은 2009년 10월 1일 00시부터 10월 4일 21시까지 3시간 간격으로 측정하였다. 서버에서는 측정된 데이터를 축사 환경 제어 의사결정 방식에 적용하여, 축사의 환경을 제어하게 된다. 그림 16은 인위적인 제어를 가하지 않은 자연 상태의 습도 변화이다.

자연 상태로 돈사 A를 측정된 결과 온도 및 습

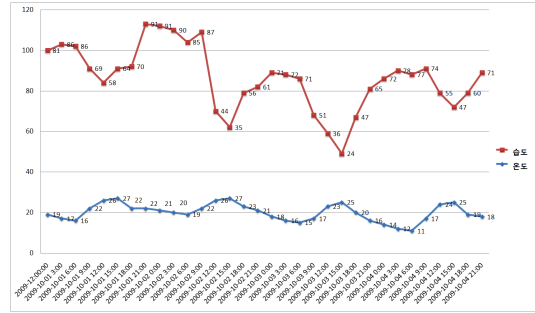


그림 16. 돈사 A의 온도 및 습도 변화  
Fig 16. swinery A of change in temperature and humidity

도는 상당한 변화를 보여준다. 본 실험은 환절기 기후변화가 심한 시기에 실시하였으며, 이러한 환경에서의 가축들은 온도 변화에 따른 심한 스트레스를 받게 된다.

그림 17은 u-돈사 통합관리 시스템을 설치하고 운용한 상태의 온도 습도 변화이다. 돈사 A에 비해 온도와 습도변화가 크지 않았다.

본 시스템을 설치하고 측정데이터에 기반을 둔 추정데이터를 생성하고, 축사 내부 제어기기를 가동시켜, 축사 내부의 변화된 온도, 습도의 결과치는 축사 실내에 설치된 습도계와 일치함을 보였다. 또한 온도, 습도 변화율이 별도의 제어를 가하지 않는 돈사에 비하여 균일한 온도, 습도 상태를 보였다. 본 실험의 측정결과에 따르면, 축사를 자연 상태로 운용하는 것에 비해, u-돈사 통합관리 시스템을 운용하는 것이 보다 효과적임을 알 수 있었다.

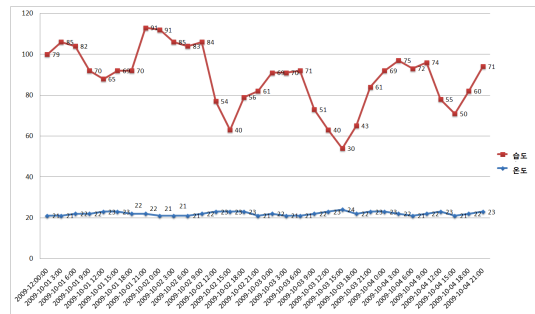


그림 17. 돈사 B의 온도 및 습도 변화  
Fig 17. swinery B of change in temperature and humidity

## VI. 결론

본 연구는 유비쿼터스 농업 환경에서의 돈사 환경을 통합관리하기 위한 시스템으로써, USN 기반

의 돈사 환경 통합관리 시스템 구축 사례를 제안하였다. u-돈사 통합관리 시스템을 구축하기위해 축사 내의 환경적 특성과, 특정 환경에서의 각 개체들의 행동특성을 분석하여 상관관계를 살펴봄으로써 요구 사항들을 분석하였다. 이에 따라 개체 중심의 돈사 내부 환경 제어와 생장에 관련한 데이터 구축을 통해 체계적인 환경 관리가 필요함을 열거 하였다.

이러한 요구사항들을 반영한 u-돈사 통합관리 시스템의 구조는 세 개의 계층으로써 이루어지고, 각각의 계층에서의 역할과 제공되는 서비스들을 설명하였다. 각 계층을 이루는 구성요소들은 돈사 내의 환경 요소들을 수집하고, 이를 관리함으로써 유기적인 정보를 사용자에게 제공한다. 또한 돈사에 알맞은 관리 방법을 제공할 뿐만 아니라, 제공 데이터 축적 및 이와 관련한 제어에 대하여 매뉴얼 화하여 기록 보관하여 관리자가 바뀌어도 시행착오에 따른 폐사율을 줄일 수 있을 것으로 판단된다.

정보화시대를 넘어 유비쿼터스 세상이 도래하고 있지만, 농축산업 등 1차 산업은 아직 정보화의 혜택을 제대로 받고 있지 못하다. 양돈 산업은 규모화와 기업화로 변화하고 있어, 체계적이고 효율적인 사양관리 없이 높은 생산성과 고품질의 돼지 생산을 기대하기 어려운 실정이다. u-돈사 통합관리 시스템은 양돈 산업과 u-IT라는 유비쿼터스기술과의 새로운 만남을 통해 양돈농가들에게는 노동력절감과 고품질의 돈육 생산을 돕고, 더 나아가 양돈 산업의 경쟁력을 확보하게 될 것으로 기대된다.

### 참 고 문 헌

[1] 표철식, 채종석, “차세대 RFID/USN 기술 발전 전망”, *한국통신학회, 한국통신학회지(정보와 통신)*, p.7~p.13, 2007년 8월

[2] Meong-hun Lee, Ki-bok Eom, Hyun-joong Kang, Chang-sun Shin, Hyun Yoe, “Design and Implementation of Wireless Sensor Network for Ubiquitous Blass Houses”, *Computer and Information Science*, 2008. ICIS 08. Seventh IEEE/ACIS International Conference, pp.397-400, May. 2008

[3] 이용웅, 조종식, 신한호, 여현, 신창신, “유비쿼터스 기술을 활용한 영농일지 관리 시스템 구축”, *한국인터넷정보학회, 한국인터넷정보학회 학술 발표대회 논문집 한국인터넷정보학회 2009 제19차 임시총회 및 춘계학술발표대회*, pp.301-305

(5pages), 2009. 5

[4] Jeong-Hwan Hwang, Hyun-joong Kang, Meong-hun Lee, Hyun Yoe, “Design and Implementation of Wireless Sensor Networks Based Stable Management System”, *ICWN 2009*, 2009. 07

[5] 이정환, “[축산업 연구 시리즈 11] 무엇이 한국축산업을 위협하는가?”, *시선집중 GSNI 제55호*, 2008. 3

[6] 유용희, 김두환, “돈사 시설 자동화 현황과 발전 방향”, *한국축산시설환경학회, 2006년도 제11회 학술논문발표회*

[7] 한국정보사회진흥원, <http://www.nia.or.kr>

[8] 제주양돈 FCG 관리 시스템, <http://pigfarm.kr>

[9] 대한민국정부, “2007 정보화에관한연차보고서”

[10] 제주특별자치도, <http://www.jeju.go.kr>

[11] 진천군 농업기술센터, <http://jcatc.net>

[12] 부경양돈농협, “부경양돈 21”, 2009. 05, 통권 제 115호

[13] 이석건, “우리나라 시설농업의 발전방향”, *한국관계배수 제10권 2호*, page 8-14

황 정 환 (Jeong-hwan Hwang)

준회원



2008년 2월 순천대학교 정보통신공학과 (공학사)  
2008년 3월~현재 순천대학교 정보통신공학과 석사과정  
2008년 3월~현재 순천대학교 u-농업 IT 응용 연구센터 연구원

<관심분야> RFID/USN, WMN, Sensor-MAC

이 명 훈 (Meong-hun Lee)

정회원



2004년 2월 순천대학교 정보통신공학과(학사)  
2006년 2월 순천대학교 정보통신공학과(석사)  
2006년 3월~현재 순천대학교 정보통신공학과 박사과정  
2005년~현재 순천대학교 u-농

업 IT 응용 연구센터 연구원

<관심분야> MANET, RFID/USN, BcN

강 현 중 (Hyun-joong Kang)

준회원



2005년 2월 순천대학교 정보통신공학과 (공학사)  
2009년 2월 순천대학교 정보통신공학과 (공학석사)  
2009년 7월~현재 한국전자통신연구원 RFID/USN 연구부 연구원

<관심분야> RFID/USN 기반 서비스, 농업IT융합기술

주 휘 동 (Hui-dong Ju)

준회원



2006년 2월 순천대학교 정보통신공학과 (공학사)  
2008년 2월 순천대학교 정보통신공학과 (공학석사)  
2008년 3월~현재 순천대학교 정보통신공학과 박사과정  
2006년~현재 순천대학교 u-농

업 IT 응용 연구센터 연구원

<관심분야> RFID/USN, WMN, Sensor-MAC

여 현 (Hyun Yoe)

종신회원



1984년 항공대학교 전자공학과 (학사)  
1987년 항공대학교 전자공학과 (석사)  
1992년 숭실대학교 전자공학과 (공학박사)  
1987년~1993년 한국통신 통신망 연구소

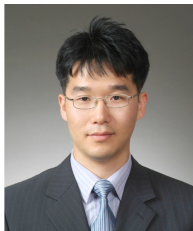
1993년~현재 순천대학교 정보통신공학과 교수

2005년~현재 순천대학교 u-농업 IT 응용 연구센터 (ITRC) 센터장

<관심분야> u-농업, Mobile IP, RFID/USN, WMN

이 호 철 (Ho-chul Lee)

정회원



1999년 2월 순천대학교 정보통신공학과 (공학사)  
2009년 3월~현재 순천대학교 정보통신공학과 석사과정  
2009년 3월~현재 순천대학교 u-농업 IT 응용 연구센터 연구원

<관심분야> RFID/USN, Embedded System