

## 양돈산업에 있어서 유비쿼터스 환경에서 온도 및 하중 센서에 의한 자동 분만 알림 시스템 개발

이장희<sup>†</sup> · 백순화<sup>1</sup> · 연승호<sup>2</sup>

바이오컬처(주), <sup>1</sup>백석대학교, <sup>2</sup>케이티 컨버전스

### Auto Dispatch Device of Parturition Beginning Signal by Temperature and a Load Sensor at Ubiquitous Circumstance in Pig Industry

JangHee Lee<sup>†</sup>, SoonHwa Baek<sup>1</sup> and SeungHo Yon<sup>2</sup>

*Bioculture(Inc.), Cheonan 330-822, Korea*

<sup>1</sup>*Baekseok University, <sup>2</sup>KT Conversions*

#### ABSTRACT

This study tried to develop the system (device) that automatically notify a manager of condition just before and after farrowing to extend ubiquitous-based technology and to increase efficiency of delivery care and productivity by reducing human labor and time on standby when farrowing management is done in the difficult and hard working environment of farrowing such as night or holidays in field and especially in pig industry. In this test, selected 10 gilts were executed timed artificial insemination and were set up each temperature sensor and load sensor to them 3 days before the estimated farrowing day and were observed the farrowing situation. This study was embodied the NESPOT-based (KT Corporation) monitoring system, the system to transmit data in real time by utilization of wireless LAN and the sensor module to apply the ubiquitous environment to them. And this study was observed the situation to automatically notify situations of 10 gilts that first bore just before and after farrowing. The result obtained the farrowing situations of them in real time by setup of the NESPOT-based monitoring system to check farrowing situation directly is as follow. The average time of the automatic notice about situation just before farrowing by the temperature sensor was 27.5 minutes before the beginning of farrowing (the expulsion time of a piglet). 6 of 8 pregnant gilts that first bore automatically were notified situations just before farrowing and the temperature sensors inserted into 2 ones before farrowing were omitted. (The automatic notice rate 75%) The average time of the automatic notice of situation just after farrowing by the load sensor was taken 46.5 minutes after the beginning of farrowing (the expulsion time of a first piglet). The average gestation period of 8 ones that first bore and were tested by the automatic notice of farrowing situation was 115.6 days. This result found that the automatic farrowing notice system by the temperature sensor is more efficient than the load sensor as the automatic farrowing alarm device and sanitary treatment and improvement of the omission rate were required.

(Key words : Ubiquitous, Sensor, Pig, Parturition, Auto dispatch)

#### 서 론

현재 국내의 축산관리 자동화는 CCTV에 의한 모니터링 및 무인 제어를 활용한 자동 사료 급이 및 급수 시스템이 대부분이다. 사료자동급이기는 구동부에 의한 디스크 컨베이어의 회전에 따라 파이프라인을 통하여 사료가 급여되며, 시간 제어로 사료를 1일 2회 정도 나누어 급여하는 수

준이다. 또한, 급수는 니플에 의하여 자동으로 닫히고 열려 물이 공급된다.

축산 분야에서의 RFID/USN 기반 자동화 시스템은 노동력이 집중되는 분야에 도입되는 추세에 있으며, USN 적용은 가축의 행동 관찰이나 건강 모니터링에 주로 실시되고 있다(Kevin *et al.*, 2006; Guo *et al.*, 2006). 축산관리에 있어서 가장 힘들고 노동력이 많이 소요되는 부분은 사료의 급이 및 급수, 분뇨처리이며, 생산물의 수집과정에서는 착유,

\* 본 연구는 농림수산식품부 농림기술개발사업(ARPC) 연구 지원에 의하여 수행되었음(과제번호 : 109008-3. 2009).

<sup>†</sup> Corresponding author : Phone: +82-41-585-8250, E-mail: bio-culture@hanmail.net

집란 등에 많은 인력이 동원되어 이러한 일들을 농가에서 대부분 자동화시키고 있는 실정이다(조 등, 2002). 최근에 소에서 착유 시 목걸이형의 개체 인식 장치(Radenkovin and Wietrzyk, 2003)와 발정 및 질병 탐지 시스템(Mol 등, 1999; Nagl 등, 2003)이 보고된 바 있으나 아직까지도 분만에 대해서는 분만 날짜가 개체마다 상이하며, 예정일 전후로 무작정 기다리는 수밖에 없는 실정이며, 인위적으로 분만을 유도하여 원하는 시간에 분만관리를 하는 정도가 일부 이루어지고 있는 실정이다(이 등, 2003).

또한, 분만관리의 성패는 소득과 직결되기 때문에 자축 또는 모축의 폐사는 바로 경제적 손실로 나타나기 때문에 관리자(또는 축주)가 불편함과 어려움 견디고서라도 분만 관리에 임하게 된다. 이에 착안하여 자동 분만관리를 성공시키기 위해서 김광희(고안자: 유용희, 1998)는 “돼지새끼 분만경보용 분만틀”에 대한 발명을 구현하였으나, 이는 램프가 켜지거나 소리를 발생시켜 축사 내부의 관리자가 분만관리를 수행하도록 하는 수준이었다.

분만관리의 성공을 위해서는 분만 전의 상태를 관리자(또는 축주)가 바로 알 수 있어야 하며, 분만 중의 사고를 줄여야 한다. 본 자동 분만 알림 시스템은 분만 징후를 수시로 예찰할 필요가 없을 뿐만 아니라, 분만 직전에 분만 준비와 분만 중의 관리를 동시에 대비할 수 있게 함으로써 축사 내부에서의 분만을 대기할 필요가 없게 되어 관리자의 근무환경의 개선에도 도움을 주게 된다.

이와 같은 현황에서 이 등(2008)은 유비쿼터스 환경에서 온도 센서를 활용한 자동 분만 알림 시스템을 보고하였다.

## 재료 및 방법

### 분만 감지 USN 시스템 개발

분만 감지 알림의 시스템 구조는 그림 1과 같으며, 분만 감지 방법은 온도 및 하중 감지 방법으로 구현하였으며, 온도 감지 방법은 실제 모돈의 질 내에 온도 센서를 삽입하므로 가장 빠른 게 분만을 감지하는 수단을 제공하였으며, 하중 감지는 자돈이 출산된 직후의 분만 감지로 매우 효과적이었다(Table 1).

분만 감지 방법은 Fig. 1과 같이 온도 감지와 하중 감지 방법을 병용하였다. 온도 센서의 유무선 수신 장치는 온도 감지 장치를 돼지의 등쪽 후반부에 부착하여 무선으로 운용하는 방법과 감지 장치를 몸에 부착하지 않고 유선으로 운용하여 무선 랜 모듈에 직접 연결하는 방법을 사용하였으

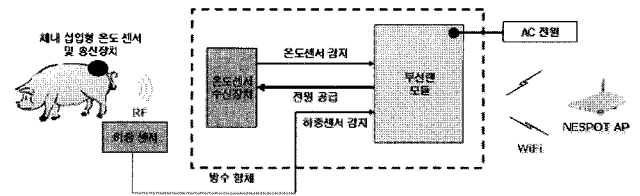


Fig. 1. Flow chart of auto dispatch system for farrowing signal by temperature and a load sensor in pig.

며, 축사의 상황에 따라 선택적으로 운용할 수 있도록 하였다. 무선 랜 모듈에서는 온도 센스의 감지상태를 수신하거나 유선으로 운용되는 하중 감지 상태를 전원의 ON/OFF 상태로 인식하게 하였다.

NESPOT AP는 무선랜 모듈로부터 데이터를 수신하여, NESPOT Manager 플랫폼으로 전달하게 하였다. NESPOT Manager 플랫폼(NM 플랫폼)에서는 NESPOT AP를 통해 전달된 데이터에 따라 관리자에게 문자 메시지를 통보하게 하였다.

### 온도 센서에 의한 분만 감지

온도 센서에 의한 분만 감지 장치의 원리는 가축(돼지)이 분만을 개시하게 되면 먼저 요막이 파열되어 유수가 방출되며, 다시 태아를 감싸고 있던 양막이 파열되어 양수가 산도를 통하여 방출되고, 이후에 곧 태아가 만출되는 바, 질 내에 삽입된 온도 센서가 유수, 양수 또는 태아와 함께 방출된다.

온도 센서가 질 내에 존재하는 경우에는 체온과 같은 온도인 37.5℃를 유지하게 되는데, 체외로 방출 시를 상온(약 20~25℃)으로 온도가 떨어지게 되므로 이때 온도가 체온보다 낮은 30℃ 이하로 되는 경우에 온도 감지 센서가 작동하여 무선으로 무선랜 모듈 Interface를 작동케 하여야 한다. 온도 센서에 의한 분만 감지 원리는 체내 온도와 체외 온도 차이를 인식함으로써 분만을 인식하게 되는 바 온도 차이의 설정 범위는 축사 내부의 온도와 밀접한 관계에 있으며, 동절기에는 감지 온도가 크게 영향을 받지 않지만 하절기 고온기에는 축사내의 온도보다 다소 높게 설정하여야 한다.

이러한 온도 센서에 의한 분만 감지를 위하여 무선 장치에 의한 인터페이스 작동이 필연적이며 이를 위한 전원 공급은 건전지의 수명을 고려하여 9 V로 하였다. 전원 공급으로 온도 감지 장치의 작동을 위해서는 12 V의 전원이 공급되며, 무선 랜 모듈 Interface를 작동하기 위한 무선 ON/

Table 1. Comparison of sensor method for farrowing of pig

분만 감지 장치	장점	단점
온도 센서	분만 전의 상태 통보 가능	- 질내 삽입 장치로 구성되어 있어 몸에 부착하여야 함 - 물리적 탈락 발생이 높음 - 배터리 이용으로 전원 공급의 제한적 운용
하중 센서	몸에 부착하지 않아도 분만 감지 가능	- 분만 직후의 상태를 통보하므로 분만 관리 대응이 다소 늦음 - 돈방 바닥의 오염으로 장치가 쉽게 더러워짐
움직임 센서	몸에 부착하지 않아도 분만 감지 가능	- 분만 직후의 상태를 통보하므로 분만 관리 대응이 다소 늦음 - 반복되어지는 청소(배변 제거 등)로 감지 장치를 자주 켜고 꺼고 하여야 함 - 오인식 높음(취 등)

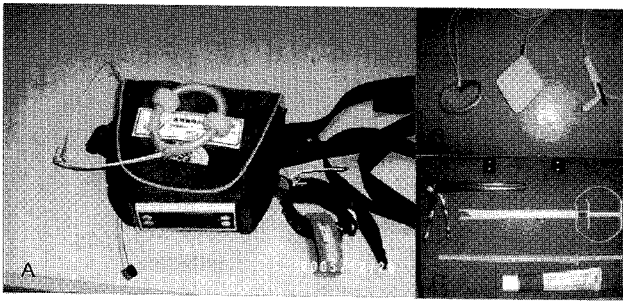


Fig. 2. Auto dispatch system for farrowing signal by temperature sensor in pig. A : Auto dispatch system for farrowing signal by temperature sensor, B : Temperature sensing devices in vaginal - sow, gilt and a combined use(3 types), C : Insertion devices into virgin.

OFF 신호 발생용 전원은 9V로 하였다.

1) 온도 센서 장치 내 온도 설정 방법

사용 환경의 온도 변화에 따라서 온도 설정을 변경할 필요가 있다. 사용된 온도 센서(Model : AUM-1000N, (주)우리 일렉트로닉스, 한국)의 사용 설명서와 같이 감지 온도를 설정하였으며, 설정 온도는 다음과 같이 하절기와 동절기로 구분하여 설정하였다.

[계절별 온도 센서의 설정 온도 범위]

- A. 하절기 : 감지 온도를 35℃로 하여 축사내 주변 온도 보다는 높게 설정한다.
- B. 동절기 : 감지 온도를 30℃로 하여 질 내에서 탈락 후 너무 오랜 시간이 경과되지 않아서 통보되도록 설정한다.

2) 온도 감지 장치의 질내 삽입 방법

경산용, 초산용 및 겸용으로 구성된 온도 센스의 질내 삽입 장치에 윤활제로 피복한 후 주입기에 장착시켜서 외음부의 부드럽게 마사지한 후 삽입시켜 질 전정을 통과시킨 후 처녀막 흔적부의 상단부에 온도 감지 장치가 위치하도록 하였다. Ring-CIDR 센서 삽입 과정은 다음과 같이 처리하였다.

[Ring-CIDR형 센서 삽입 과정]

- A. 외음부를 깨끗이 소독하고 닦는다.
- B. Ring-CIDR 센서 주입기를 5% 베타딘 용액에 담가 소독시킨다.
- C. Ring-CIDR 센서의 외부와 주입기 내부에 윤활제를 바른다.
- D. Ring-CIDR 센서의 선이 후방(몸쪽)에 위치토록 하여 주입기 내부에 장전시킨다.
- E. 주입기의 외부에 윤활제를 바른 후 외음부를 약간 벌려 주입기를 삽입시킨다.
- F. 주입기를 전진시켜 선단이 경관 입구에 도달되었는지 확인한다.
- G. 주입기 내부의 주입봉으로 Ring-CIDR 센서를 밀면서 주입기는 외통은 몸쪽으로 당겨 Ring-CIDR를 경관입구에 위치시킨다.

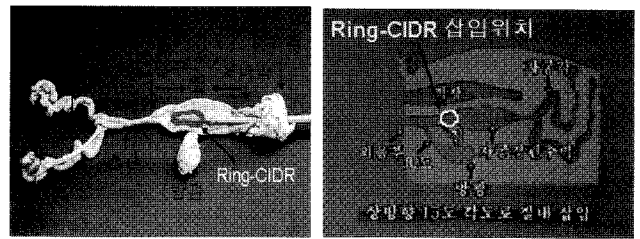


Fig. 3. Ring-CIDR type temperature sensor and insertion part of reproductive organ.

- H. Ring-CIDR 센서 후반부가 반드시 처녀막 흔적부 안쪽에 위치하는지 확인하고 태그가 몸 밖으로 노출되지 않도록 한다.
- I. 장치 삽입에 따른 거부함을 제거하고 Ring-CIDR 센서가 제자리에 위치하도록 외음부를 약간 마사지한다.
- J. Ring-CIDR 센서의 삽입 12시간 내에 탈락 여부를 반드시 확인하고 탈락 시에는 다시 Ring-CIDR 센서를 질 내에 삽입시킨다.
- K. 경산돈은 분만에 예정 3일 전에, 초산돈은 분만 예정 2일 전에 삽입시켜 둔다.
- L. 탈락된 Ring-CIDR 센서는 베타딘 용액에 소독하여 풍건시킨 후 재사용한다.

3) Ring-CIDR형 온도 센서 삽입 방법

Ring-CIDR형 온도 센서 삽입은 Fig. 3과 같이 돼지 생식기 내의 질 내에 위치시킨다.

하중 센서에 의한 분만 감지

분만이 가까운 모돈의 후구에 분뇨의 방출을 방지하기 위한 방지판을 설치한 후 분만틀 아래쪽에 하중 센서 분만 감지 시스템을 위치시켰다(Fig. 4). 이때 오염을 방지하기 위하여 감지 시스템을 비닐로 피복한 후 사용하였으며, 분만 직후 자돈이 움직여 모돈의 후구와 유두쪽으로 이동할 때 하중 센서에 의해 감지되어 온도 센서에 의한 방법과 같은 원리로 분만 신호를 통지를 받게 하였다. 또한, 자돈의 출생 시 무게의 범위는 700 g에서 2.2 kg으로 대체적으로 하중이 1 kg 내외에서 감지하여 작동되도록 구성하였다(Fig. 5).

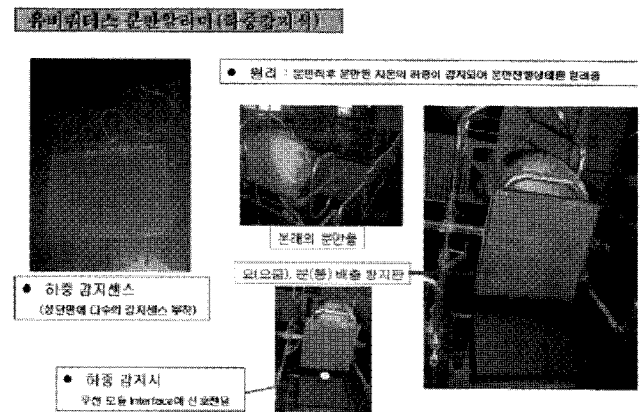


Fig. 4. Flow chart of auto dispatch system for farrowing signal by a load sensor.

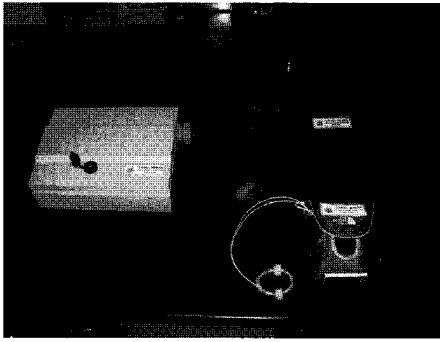


Fig. 5. Load sensor system.

### 분만 통보 시스템

#### 온도 감지에 의한 분만 전 상태 통보

가축의 체내 및 체외 온도가 상이하므로 체내 삽입형 온도 센서가 체내 온도(37.5℃)에서 머물다가 탈락하게 되면 체외 온도(대부분 20℃ 전후의 상온)로 낮아지게 되는 때 이때 온도 차이를 감지하여 분만 전 상태를 통보하게 하였다. 온도 센서 장치의 탈락은 분만 전 요수 또는 양수가 배출될 때 함께 탈락되며, 이때에 탈락되지 않을 경우에는 태아(새끼)와 함께 탈락되므로 분만 직전의 상태를 통보하게 하였다.

#### 하중 감지에 의한 분만 직후 상태 통보

분만 직후에는 새끼(자돈)가 어미의 몸 밖에서 움직이게 되며, 어미의 젖꼭지를 찾아 이동하게 되므로 새끼의 하중이 어미의 후구 뒤편에 놓인 하중 감지판에 감지됨으로써 분만된 상태를 통보하게 하였다.

#### 분만 상태 통지

구축된 시스템에 따라 분만 감지 여부가 NM 플랫폼으로 전달되게 되면, NM 플랫폼은 사용자가 설정한 방식에 따라 SMS 메시지 및 이메일로 분만 사실을 통보하게 된다. 통보 방식은 SMS, 이메일을 선택적으로 설정할 수 있고, 두 가지 방식을 모두 활용할 수도 있다. 통보 주기는, 1회 통보 및 시간 설정에 따른 반복적 통보가 가능하며, 센서의 분만 감지 상태가 해지되었을 경우의 통보 여부도 설정 가능하다.

#### 분만 상태 확인

사용자가 분만 여부를 통보 받은 경우, 서버에 접속하여 상태를 확인할 수 있으며, 카메라 시스템을 사용하는 경우는 서버에 Link된 카메라 시스템을 통해 바로 확인이 가능하도록 하였다.

#### 네트워크 연동 기능 개발

테스트 베드에 구축한 단말은 현재 MAC 인증 방식으로 NESPOT에 접속하고 있으나, 망 인증을 위한 NSN을 활용한 ID 본딩 기능도 'NSN 가이드라인 v1.2.7'에 따라 구현하였다. 다만, Pilot 시스템 개발을 위해 제조사 코드 및 Prefix를 별도로 발급해야 하는 번거로움을 해소하기 위한 방편으로 이 기능을 비활성화 시키고 MAC 인증을 통해

접속되도록 하였다. 제조사 코드와 Prefix를 발급하고 NSN만 부여하면 현재 단말의 설정을 변경하여 곧바로 NSN ID 본딩을 통한 인증 접속이 가능하도록 하였다. 네스팟 기반 무선 제어 시스템 연동 기능에 대해서는 단말이 NESPOT AP에 인증/접속을 완료하면 NESPOT Manager 시스템을 위해 마련된 NDCP(NESPOT Device Control Protocol) 프로토콜에 따라 HU-Server와 AES-128비트 보안 방식에 의해 통신하여 해당 단말이 기동되었음을 HU-Server에 알리고, 단말은 분만 감지 대기 모드로 전환되도록 하였다.

각 센서로부터 분만이 감지되면 단말은 역시 AES-128bit 보안 방식으로 안전하게 HU-Server로 분만이 감지되었음을 알리고, HU-Server는 사용자가 지정한 방식대로 분만이 감지되었음을 이메일이나 휴대폰 SMS로 통지하게 하였다.

### Test Bed 구성

#### 가축 시험 환경 구축

양돈에 있어서 분만관리를 위하여 시험용 모돈 10두에 대해서 이 등(2003)의 방법으로 발정을 유기하여 인공수정 후 분만 스톨에 입식하여 분만까지 사육하였다.

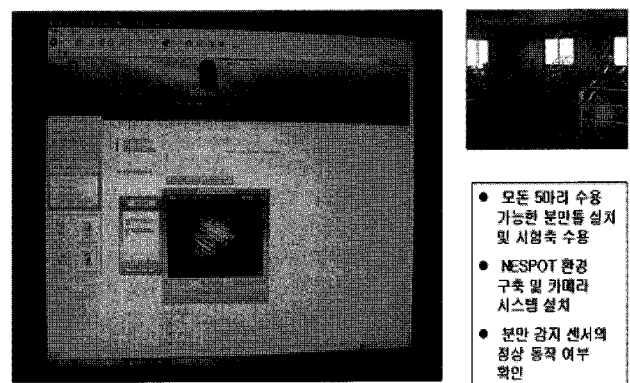
#### Nescam 환경 구축

Test Bed에서 운용하는 다양한 Test를 수행한 결과를 확인할 수 있도록 Nescam 환경을 Fig. 6과 같이 구축하였다. Nescam 시스템은 현장 영상을 실시간으로 서비스 받을 수 있으며 저장된 영상을 언제 어디서나 무선 카메라를 통해 확인할 수 있다는 장점이 있었다. 이와 같은 IP Surveillance 시스템은 분만 감지 통지뿐만 아니라 통지 즉시 분만 전 상태 및 돈사 환경을 모니터링 할 수 있어 분만 감지 시스템과 병용되도록 하였다.

또한, 최적의 축산 모니터링 시스템의 적용방법은 온도 감지에 의한 분만 전 상태 및 자돈(자축)의 하중 감지에 의한 분만 직후의 상태를 통보해 줌으로서 분만 상황을 직접 눈으로는 확인할 수 없으므로, IP Surveillance 시스템과 동시에 운용되도록 하였다.

#### 통신회선 등 구축

#### 통신회선 및 부대 시스템 설치



- 모든 50여 수용 가능한 분만통 설치 및 시험축 수용
- NESPOT 환경 구축 및 카메라 시스템 설치
- 분만 감지 센서의 정상 동작 여부 확인

Fig. 6. Realtime conformation for stall environment through Nescam.

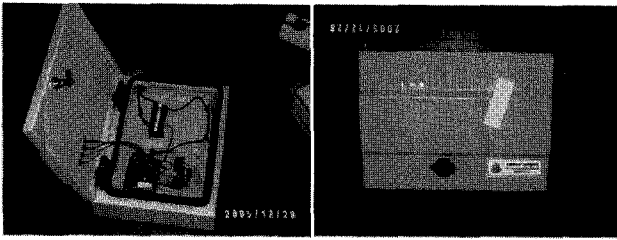


Fig. 7. Wireless control box(AP).

- 1) 유비쿼터스 환경의 축산 관리를 위해서 메가패스 및 NESPOT 설치 필요
- 2) 분만의 직접적인 확인을 위해서 Nescam 운용
- 3) 분만 감지 결과를 통보 받기 위해서 <http://hu.nespot.com>의 인터넷 사이트 가입 필요(접속시 로그인 필요)
- 4) 문자 메시지 및 전화 받기를 본인의 휴대폰 번호로 설정

**전체 시스템 구축에 필요한 장비**

- 1) 분만 알리기 : 분만 감지 시스템 2종 (온도 감지식 및 하중 감지식)
- 2) 무선 랜 AP 시스템 : 유무선으로 감지 결과 인지 및 통보
- 3) 메가패스(인터넷 구축)
- 4) Nescam(무선 카메라로 분만의 직접 확인)

**무선 Control Box 구성**

Fig. 7의 좌측은 무선 Control Box의 내부이며, 우측은 무선 Control Box의 외부로 분만 감지시 붉은 점등은 전원, 좌측 녹색 점등은 온도 감지, 중앙 점등은 하중 감지이며, 우측 점등은 하중 센스 작동 감지를 나타내도록 구성하였다. 하중 센스 LED는 하중 센스에 중량이 감지되면 바로 On이 되고, 하중 감지 LED는 일정 시간 동안 하중이 지속될 때 On이 되게 되어, 이물질이나 기타 작은 동물(쥐 등)에 의해 감지가 되는 것을 구분할 수 있도록 하였다.

**무선 모듈 사양**

- 1) 온도 감지의 인식 방법 : 유/무선 혼합 운용 가능
  - 온도 감지의 무선 송출 (27 MHz)
  - 온도 감지를 유선에 의하여 ON/OFF를 인식
- 2) 하중 감지의 인식 방법 : 유선으로만 운용
  - 하중감지를 유선에 의하여 ON/OFF를 인식

**3) General Specification**

- ① Wired IEEE 802.3 10 Mbps Ethernet standard
- ② Wireless IEEE 802.11b Standard Compliant standard
- ③ Interface
  - 온도 센서에 의한 분만 감지 표시 LED pin (DO)
  - 온도 센서에 의한 분만 감지 신호 수신 pin (DI)
  - 하중 센서에 의한 분만 감지 표시 LED pin (DO)
  - 하중 센서에 의한 분만 감지 신호 수신 pin(DI)
  - 하중 센서를 위한 전원 공급 pin (3.3 v)
  - 온도 센서 무선 수신 장치를 위한 전원 공급 pin(2.8 v)
  - Two 5V supply pins,
  - Two Ground pins
  - One antenna port

**RF Characteristics(아래 표 참조)**

RF Characteristics	Min	Typ	Max
1. Chip set	GSV/Intersil Prism III		
2. Operating mode	Access point or client mode by factory setting		
3. Data rate	11, 5.5, 2, 1 Mbps (CCK, DQPSK, DBPSK)		
4. Channel Assignment	- 11 Channels for US and CA (center frequency: 2,412~2,462 MHz) - 13 Channels for EU (center frequency: 2,412~2,472 MHz) - 14 channels for Japan (center frequency: 2,412~2,484 MHz) - 4 channels for France (center frequency: 2,457~2,472 MHz) - 2 channels for Spain (center frequency: 2,457~2,462 MHz)		
5. Antenna support	External antenna port (SMA female)		
6. TX output power	16 dBm (39.8 mW)	18 dBm (63.1 mW)	20 dBm (100 mW)
7. RX sensitivity	-	- 84 dBm at 11 Mbps	
9. Coverage	- Open Space : 150 m(500 ft) at 11 Mbps, 200 m(660 ft) at 2 Mbps - Closed Office: 30 m(100 ft) at 11 Mbps, 50 m(160 ft) at 2 Mbps(1,024 bytes file transfer with dipole antenna)		

\* Note : Sensitivity based upon 1024 Bytes frame length, 11 Mbps data rate, 8% PER.

**Electrical Characteristics**

- ① Operating voltage 5V +/- 0.5%
- ② Power consumption Under 600 mA

**Environment requirements**

- ① Operating temperature -0℃ ~ +55℃
- ② Storage temperature -25℃ ~ +70℃
- ③ Operating humidity 95%(Non-Condensing)

**NM 기능**

① 조회	- 현재의 분만 감지 상태 - 통지 설정 현황
② 통지 설정	- 분만 감지 시 통지 방법을 설정
③ 통지	- 분만 감지 센서로부터 분만 감지 신호를 수신했을 때 사용자에게 통지 - 통지 사실 사용자 미확인 경우를 대비하여 반복 통지 설정 가능

④ 망인증	<ul style="list-style-type: none"> <li>- NDCP(Nespot Device Control Protocol) 지원</li> <li>- NSN을 이용한 ID분당 기능에 의한 망인증 지원</li> <li>- 802.1x Supplicant 지원</li> <li>- DHCP Client 지원</li> </ul>
-------	--

**Hardware**

**1) Block Diagram(Fig. 8. 참조)**

**2) Block별 설명**

**① MPU 부**

MPU 부는 RF 단으로부터 전달되어지는 제어 명령을 해석하여 PORT를 제어하는 기능을 하며, 반대로 제어 Logic 으로부터의 수동 동작 등의 신호를 수신할 수 있으며, 시스템 전반의 운용을 관장한다.

- IP2022-Main processor
- Flash memory
- SRAM or SDRAM
- 발진 소자 (X-tal, Oscillator)

**② RF 부**

RF부는 2.4 GHz ISM band를 사용하는 IEEE802.11b 무선 랜 Standard를 지원하고 있으며, NMAP와의 연결을 위한 추가적인 Spec.을 만족한다. 출력은 16 dBm 이상, Receive Sensitivity는 -84 dBm (11 Mbps 기준)으로 충분한 거리와 속도를 제공한다.

- MAC controller
- Base-band processor
- RF transceiver
- Power amp module

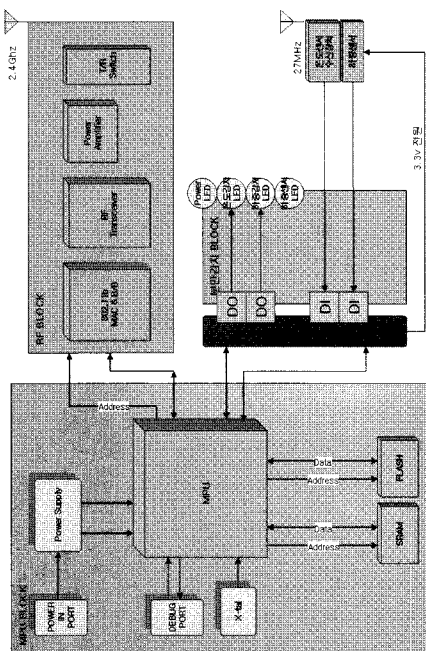


Fig. 8. Hardware block diagram.

- SRAM or SDRAM
- Filter 및 수동 소자
- Antenna port

**③ 분만 감지 부**

분만 감지 부는 각 분만 감지 센서로부터 분만 감지 신호를 입력 받는 DI 포트 2개와 분만 감지 여부를 통지 메시지와 함께 실기에서도 확인할 수 있도록 LED로 표시해 주기 위한 DO포트 2개로 구성된다. 또한 하중 센서와 온도 센서 무선 수신 장치로 전원 공급도 함께 수행한다.

**인터페이스**

- 하중 센서, 온도 센서 무선 수신 장치를 위한 전원 포트
- 분만 감지 표시를 위한 LED 제어 신호
- 분만 감지 신호 수신을 위한 DI 포트

**단말의 기능 설정 방법**

**감지 센서의 현재 상태 조회**

- ① 화면 표시명: 분만 감지 상태
- ② 화면 설명: 분만 감지 포트의 상태
- ③ Info number: 0x02
- ④ Info length: 0x00000001
- ⑤ Info: 정수형

Info number (2 byte)	Info length (4 byte)	Info data status (1 byte)
0x0002	0x00000001	0xXX

**<Status(1byte): 정수형>**

- 0x00 모든 센서로부터 분만이 감지되지 않았습니다.
  - 0x01 온도 센서로부터 분만이 감지되었습니다.
  - 0x02 하중 센서로부터 분만이 감지되었습니다.
  - 0x03 모든 센서(온도, 하중)로부터 분만이 감지되었습니다.
  - 0xFF 센서에 이상이 발생했습니다.
- ※ 파일럿 버전에서는 센서의 이상 발생 유무를 확인할 수 없음.

**통지 및 설정 해제**

**1) 분만 감지**

- ① 화면 표시명: 분만 감지 통지 설정
- ② 화면 설명: 분만 감지 통지 방식을 설정
- ③ NotiNumber: 0x0001
- ④ NotiSet Length: 1
- ⑤ NotiSet Data: 정수형. 반복 주기를 분단위로 설정

NotiNumber (2 bytes)	NotiFlag (2 bytes)	NotiSet Length (4 bytes)	NotiSet Data (1 byte)
0x0001	0(해지) 1(설정)	1	0~30(분)

- ※ 해지는 지원하지 않는다. NotiFlag가 0(zero, 해지)이면 NotiSet 실패처리한다.
- ※ 반복주기: 분만 감지된 상태가 유지되고 있는 동안 주기적으로 반복하여 통지를 보내, 사용자가 미처 통지 메시지를 확인하지 못하는 경우를 방지하기 위한 것이다. 0(zero)를 설정하면 최초 감지 시에만 통지하고 반복하지 않는다. 반복주기가 0(zero)가 아니면 주어진 주기(분단위)마다 통지신호를 보낸다. 반복주기는 최대 30분까지 지정할 수 있다. 별도의 설정이 없을 경우 기본값은 10분이다.
- ※ 반복주기가 설정되어 있는 상태에서 어느 하나의 센서에서 먼저 감지되어 주기적으로 통지가 반복되는 중에 다른 센서에서 분만이 감지되는 경우 분만 주기는 나중에 감지된 시점에 의해 다시 계산되어 반복된다.

⑥ NotiSetResultData: 성공 시 항상 NotiSet Data의 값을 반환하고, 실패 시 아래와 같은 에러 코드를 반환한다(Noti Set Result Data Length는 1).

NotiSetResult Data 에러코드	의 미
0x81	분만 감지 통지는 해제할 수 없습니다.
0x82	반복 주기는 30분을 초과하여 지정할 수 없습니다.
0xFF	알 수 없는 에러가 발생하였습니다.

2) 분만 감지 해제

- ① 화면표시명: 분만 감지 해제 통지 설정
- ② 화면설명: 분만이 감지된 상태에서 센서로부터 분만 감지 신호가 off되었을 때 이를 알린다.
- ③ NotiNumber: 0x0002
- ④ NotiSet Length: 0
- ⑤ NotiSet Data: 없음.
- ⑥ NotiSetResult Data: 없음(Noti Set Result Data Length는 0(zero)).

목적 : 하중 감지 센서의 경우 이물질이 떨어져서 신호가 ON되었다가 이물질이 제거되어 신호가 다시 Off로 바뀔 경우도 생각해 볼 수 있다. 이럴 경우 분만 감지가 해제되었다는 사실을 알려 사용자로 하여금 다른 방법을 통해(NesCam이나 다른 방법이 가능하다면) 다시 확인해 보고 출동을 보류할 수 있도록 하기 위해서였다.

Noti number (2 byte)	Noti data length (4 byte)	Noti data(5 bytes)	
		경과시간 (4 bytes)	감지된 센서 (1 byte)
0x0001	0x00000005		

0x01	온도 센서로부터 분만이 감지되었습니다.
0x02	하중 센서로부터 분만이 감지되었습니다.
0x03	모든 센서(온도, 하중)로부터 분만이 감지되었습니다.

통지

온도 센서에 의한 분만 통지

- ① NotiNumber : 0x0001
- ② NotiLength : 5
- ③ NotiData :

※ 경과시간(4 bytes): 최초 감지 시점으로부터의 경과 시간. 감지 최초 통지에는 0(zero), 반복주기가 0(zero)이 아닌 경우 지정된 주기로 통지하게 되며, 이때의 경과 시간을 초단위로 알려준다. 물론 분만 감지 통지에서 반복주기를 0(zero)으로 설정하였다면 최초 감지 시에만 통지될 것이다.

분만 감지 해제

- ① NotiNumber: 0x0002
- ② NotiLength: 0
- ③ NotiData: 없음.

※ 분만 감지 상태에서 모든 센서로부터 분만 감지 신호가 없어졌을 때 이를 통지한다.

결과 및 고찰

현장 적용 시험 결과

온도 및 하중 센서를 활용한 자동 분만 알림 장치의 원리는 다음과 같다. 분만 직전 상태의 감지는 질 내에 삽입된 온도 센서가 체내에 있는 동안에는 체온(37℃)을 감지하다가 양수 파열 또는 태아 만출 시에는 동반 탈락된 센서가 체온보다 낮은 온도(25℃ 전후)를 감지하게 되면 이를 분만 개시 신호로 하여 관리자에게 통보하는 시스템이다. 분만 직후 상태의 감지는 분만된 자돈이 모돈의 유두 방향으로 분능적 이동 통로 상에 하중을 감지하는 센서가 자돈의 체중 범위의 하중을 감지하게 되면 이를 분만 상태로 통보하는 시스템이다. 본 실험을 위하여 후보돈 10두에 대해서 인공수정을 실시하고 분만예정일 3일 이전에 온도 센서와 하중 센서를 각각 설치하고 분만 상황을 관찰하였으며, 유비쿼터스 환경을 적용하기 위하여 NESPOT 기반(KT, 한국통신)에서의 모니터링 시스템과 무선 랜을 적용한 실시간 data 전송 시스템 및 센서 모듈을 구현하였다. 초산돈 10두에 대해서 분만 전후 상태의 자동 통보 상황을 관찰하였으며, 분만의 직접적인 확인을 위해서 네스팻 기반의 모니터링 시스템을 설치하여 분만 상황을 실시간으로도 확인할 수 있도록 한 결과는 다음과 같았다.

온도 센서에 의한 분만 직전 상태의 자동 통보는 분만 개시(첫 새끼 만출시간 전(前) 평균 27.5분이었다. 초산돈 8두 중 6두에서 분만 직전 상태를 자동으로 통보받았으며, 2두에서는 분만 전 삽입된 온도 센서가 탈락하였다(자동 통보율 75%). 하중 감지에 의한 분만 직후 상태의 자동 통보는 분만 개시(첫 새끼 만출시간 후(前) 평균 46.5분이었다. 분만 상태 자동 통보에 시험된 초산돈 8두의 평균 임신 기간은 115.6일이었다.

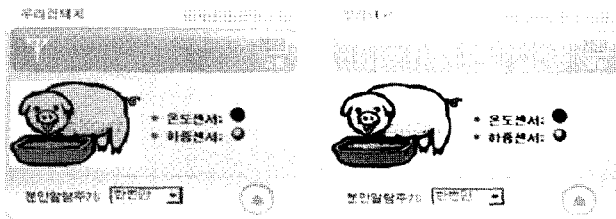


Fig. 9. Result of conpormation of auto dispatch system for farrowing signal under Nespot(KT).

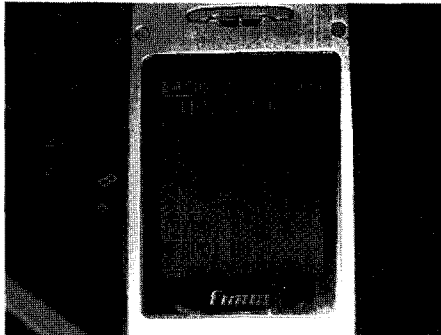


Fig. 10. Letter message received by auto dispatch system for farrowing signal by temperature sensor.



Fig. 12. Letter message received by auto dispatch system for farrowing signal by a load sensor.

감지에 의한 분만 전 상태 및 자돈(자축)의 하중 감지에 의한 분만 직후의 상태를 통보해 줌으로써 분만 상황을 직접 눈으로는 확인할 수 없으므로, IP Surveillance 시스템과 동시에 운용되도록 하였으나 현재 분만 관리 시스템에 의한 영상 송출은 메모리량이 많아 연속적 영상 송출보다 시간 제한에 의한 영상 단면 송출 시스템을 활용하는 것이 유리한 것으로 사료되었다.

USN 기반 분만알림 시스템 구축 결과

USN 기반에서 돼지의 자동 분만 알림 시스템의 구현 결과를 확인하기 위하여 <http://hu.nespot.com> 사이트에서 분만 감지 통보를 받기 위하여 개체별 설정을 하고 개체 별로 설정이 완료된 후 분만 개시 전 온도 센서에 의한 것이든지, 분만 개시 후 하중 센서에 의한 분만 감지 결과가 감지 되면 Nespot Manager 서비스를 통하여 농장 컴퓨터에서 Fig. 9와 같이 연결/비연결 신호를 확인할 수 있다. 동시에 개인 휴대폰으로 분만 알림 문자 메시지가 전달됨을 확인하였다(Fig. 10, Fig. 12).

Fig. 10에서는 12월 29일 새벽 4시 21분에 온도 감지에 의하여 5번 모돈의 분만 직전 상태를 휴대폰으로 통보받은 상태를 보여준다.

Fig. 11은 온도 센서에 의한 분만 감지 통보 후 네스캠을 통한 분만 현장 확인 결과를 보여주고 있다.

Fig. 12는 12월 30일 오후 5시 54분에 하중 감지에 의하여 5번 모돈의 분만 직후 상태를 휴대폰으로 통보받은 상태(단, 617회 통보에 의하여 시간이 경과되었음).

본 실험 결과, 자동 분만 알림 장치로써 온도 감지에 의한 분만 자동 통보 시스템이 하중 감지보다 유효한 것으로 사료되었으나, 위생적인 처리와 탈락율의 개선이 요구되었다. 또한, 최적의 축산 모니터링 시스템의 적용방법은 온도

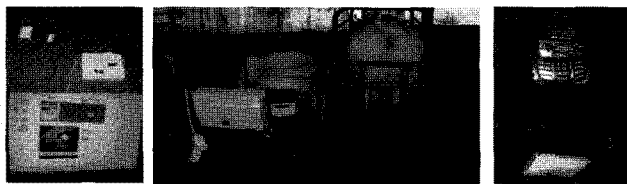


Fig. 11. Result of conpormation of auto dispatch system for farrowing signal under Nespot(KT).

인용문헌

1. Mol Rmd, Keen A, Kroeze GH, Achten JFH (1999): Description of a detection model for oestrus and diseases in dairy cattle baseds on time series analysis combined with a Kalman filter. *Computers and Electronics in Agriculture*. April. 22(2):171-185.
2. Nagl L, Schmitz R, Warren S, Hildereth TS, Erickson H, Andersen D (2003): Wearable sensor system for wireless state-of-health determination in cattle. *Proceeding of the 25th Annual International Conference of the IEEE EMBS*. Cancun, Mexico. September. 17-21.
3. Radenkovic M, Wietrzyk B (2007): Mobile Ad Hoc networking approach to detecting and querying events related to farm animals. In *Proc. of ASWN*, Berlin, Germany.
4. Radenkovic M, Wietrzyk B (2006): Wireless mobile Adhoc sensor networks for very large scale cattle monitoring. In *Proc. of ASWN*, Berlin, Germany.
5. 김광희(고안자 : 유용희) (1998): 돼지 새끼 분만 경보용 분만틀. 실용신안 0118083.
6. 이장희 (2003): 돼지인공수정. 돼지 인공수정을 이용한 번식효율 향상기술. 농림부 발간등록 11-1390271- 000060-14. pp. 9-31.
7. 이장희, 백순화, 지달영, 연승호, 홍완표 (2008): 유비쿼터스 환경에서 온도 센서를 활용한 자동 분만 알림 시스템 개발. 제8회 발생공학 국제심포지움 및 학술대회. 한경대학교. pp. 137-138.
8. 조성민, 류관희, 안광제, 김유용, 유윤파 (2002): RF를 이용한 전자 개체 인식 장치개발. *한국농업기계학회지*. 27 (5):459-466.

(접수일자: 2009. 8. 25 / 채택일자: 2009. 9. 8 )