



Estrus Detection System for Improving Productivity of Korean Native Cattle based on Internet of Things

Meong-hun Lee¹, Hyun Yoe²

¹*Department of Agricultural Engineering, National Institute of Agricultural Sciences*

²*Department of Information and Communication Engineering, Suncheon National University*

ABSTRACT

The integration of IoT and livestock management, particularly the use of the Internet and networking technology in existing automation devices, to observe and quantify environmental and animal conditions without limits in time or space, is called smart livestock farming. In particular, the observation of estrus and timing of fertilization account for the greatest proportion of livestock breeding management. This paper proposes IoT-based system that provides service of estrus detection to the user based on the activity of Korean native cattle. The proposed estrus detection system provides an alarm service to user by diagnosing and analysing the estrus state of Korean native cattle through the characteristic of increasing activity compared to the Korean native cattle of weak estrus. In this study, acceleration sensors were attached to livestock in a farms with poor prediction to measure livestock activity and to analyze the collected data to enable rapid response in case of atypical symptoms, such as various diseases and estrus, in order to suggest a better system. Upon estrus, livestock movement increases above normal, while movement decreases in diseased livestock. Based on these characteristics, a livestock movement monitoring system was designed using an acceleration sensor. Also, we can calculate the expected delivery time and the next estrus through the implementation of database for estrus detection of livestock. The economic benefits and competitive advantages can be improved in livestock farmhouse by implementing the developed technology of livestock IoT convergence.

© 2018 KKITS All rights reserved

KEYWORDS : Internet of things, Prediction analysis, Information management system, Machine learning, Estrus detection

ARTICLE INFO: Received 5 September 2018, Revised 8 October 2018, Accepted 12 October 2018.

*Corresponding author is with the Department of Information and Communication Engineering, Suncheon National University, Jeollanam-do 57922, Republic of

Korea.

E-mail address: yhyun@suncheon.ac.kr

1. 서론

축산 스마트팜은 축종별 ICT를 접목한 스마트 축사 모델 개발과 동시에 가축의 행동, 호흡, 맥박, 기침 등 생체 지표를 수집·분석하는 기술을 의미한다. 축산업에 ICT기술이 적용되면 1차적으로 축산업 종사자에게 축사 운영의 편의성을 제공하고 더 나아가 축산물의 가치를 상승시킬 수 있으며, 2차적으로 축산물을 소비하는 고객은 안전 축산물을 구매함으로써 삶의 질이 향상될 수 있다 [1].

국내 축산업은 지난 10년 동안 가축 사육 농가는 줄어들고 있지만 사육규모와 개체 수가 증가하여 양적인 측면에서 크게 성장하였다. 하지만 구제역, 조류 인플레인지(AI) 등 가축 전염병이 발생하여 축산업 기반은 큰 타격을 입었으며, FTA 체결로 인해 축산 선진국과의 정면승부가 불가피한 실정이다 [2].

이러한 문제를 해결하기 위해 축산분야에 IoT기술을 접목하여 축사 환경 모니터링과 시설 제어에 대한 연구가 활발히 진행 중이다. 이를 통해 최적의 가축 사육환경을 제공함으로써 축산 농가의 생산성 향상을 증대하고 축사 운영을 편리하게 한다 [3, 4]. 하지만 한우 발정 감지에 대한 연구는 미비한 실정이다. 한우 발정 감지는 농가의 생산성 및 소득과 직결되는 부분이기 때문에 번식우를 사육하는 농가에게 가장 중요한 기술이다 [5, 6].

한우 발정 증상은 다음과 같다. 첫 번째는 발정이 왔을 때 다소 신경질적으로 흥분해 있고 배뇨수가 증가한다. 두 번째는 발정이 시작된 한우가 고성을 지르는 것으로 판단할 수 있었으나, 최근에는 고성을 지르는 한우는 5% 내외에 불과하고 고성은 발정초기에 국한하여 나타난다. 세 번째는 꼬리를 들고 다니거나 발정우의 외음부가 부어오른 것 같이 종창되고 평상시 살색에서 핑크 빛으로 보이며, 자궁경관 점액이 누출되고 꼬리 부근에 점

액이 붙어 있거나 또는 부착되어 있던 것이 말라 비틀어진 흔적을 나타내기도 한다. 마지막으로 한우 발정시기에 가장 많이 나타나는 증상은 활동량이 증가하는 것이다 [7].

따라서 본 논문에서는 한우 발정시기에 활동량이 증가하는 특성을 분석하고, 한우 활동량 정보를 기반으로 발정상태를 정확히 판단할 수 있는 IoT 기반 한우 생산성 향상을 위한 발정감지 시스템을 제안하고자 한다.

제안하는 시스템은 한우 사육 농가에서 미발정 한우와 발정예정 한우를 대상으로 가속도센서를 부착하여 활동량정보를 수집하고, 수집된 데이터를 바탕으로 발정 상태를 정확히 진단함으로써 사용자에게 발정 알림 서비스를 제공할 수 있다. 또한 인공지능 후의 활동량 정보를 수집하여 인공지능 성공여부를 확인할 수 있었으며, 임신 한우의 분만시기와 다음 발정시기를 예측하여 사용자에게 알림 서비스를 제공할 수 있다. 이를 통해 한우의 생산성을 향상시키고 축산 농가의 경제적 효과를 증대시키고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 젓소 발정감지 시스템에 대한 관련 연구를 살펴보고, 3장에서는 한우 활동량 정보 수집을 위한 테스트베드 구축에 대해 설명한다. 이어서 4장에서는 한우에 가속도센서를 부착하여 미발정 한우와 발정예정 한우 활동량 정보 수집에 대한 결과를 Matlab 프로그램을 사용하여 분석하고, 5장에서는 한우 활동량 정보 분석을 기반으로 구현된 한우 생산성 향상을 위한 발정감지 시스템에 대해 설명한다. 마지막으로 결론을 통해 본 논문을 마무리 하고자 한다.

2. 관련 연구

2.1 Lely T4C 목장관리 프로그램

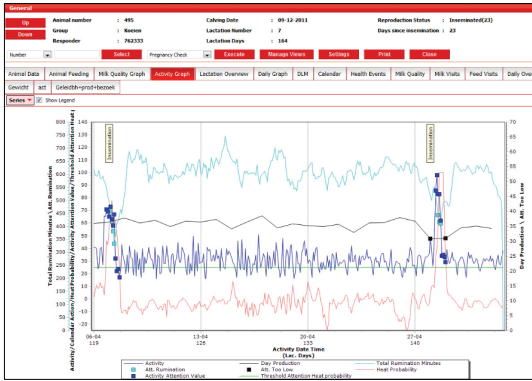


그림 1. Lely 사의 Qwes-HR 인터페이스
Figure 1. Qwes-HR Interface of Lely

<그림 1>은 Lely 사의 Qwes-HR 인터페이스이다 [8]. 적외선 통신을 기반으로 하는 Qwes-HR 인터페이스는 Animal Data, Animal Feeding, Milk Quality Graph, Activity Graph, Lactation Overview, Daily Graph, DLM, Calendar, Health Events, Milk Quality, Milk Visits, Feed Visits, Daily Overview, Gewicht, Act, Geleidb+orid+bezoek로 구성된다. 발정 시기가 다가오는 젖소는 활동량이 높아지면서 사료 섭취나 되새김질 시간이 줄어들게 되므로 반추활동량이 낮아지게 된다. 반추 시간은 검은색 그래프이며 이 반추시간의 평균레벨을 토대로 주의 정보 그래프가 그려진다. 반추활동 주의정보가 갑자기 낮아졌다가 급세 회복하는 그래프 대부분은 발정에 의한 경우로 발정 시 활동량과는 반대로 낮아지는 그래프가 그려진다. 질병발생의 경우에도 반추활동 주의정보 그래프가 낮아지지만 발정과는 달리 낮아진 후 장기적으로 지속되는 것을 확인할 수 있다. 파란색 그래프가 실제 활동량 수치이며, 이 수치의 평균레벨을 기준으로 파란색의 발정 예상 그래프가 그려진다.

2.2 축산물 이력제 프로그램

축산물 이력제는 가축과 축산물의 거래 단계별 정보를 기록하고 관리하여, 문제 발생 시 이동경로에 따라 역추적하여 신속한 조치를 가능하게 하고, 판매 시 이력정보를 제공함으로써 소비자를 안심시키는 제도입니다 [9]. 각 축종별 이력제 관리중 사육단계에서 부여되는 번호는 <그림 2>와 같다.



그림 2. 축산물 이력제 (사육단계)
Figure 2. Animal Products Traceability (breeding step)

3. 한우 활동량 정보 수집을 위한 개체정보 및 테스트베드 구축

본 논문에서는 미발정 한우와 발정예정 한우의 효율적인 활동량 수집을 위해 모집단으로 대표할 수 있는 표적 집단을 추출하였고, 연구의 정확성을 높이기 위해 생후 14개월 미만의 특정 조건에 부합되는 한우를 선택하여 표본조사 방법을 사용하였다.



그림 3. 발정예정 한우의 표본 개체 정보
Figure 3. Sample entity information of Korea native cattle

<그림 3>은 발정예정 한우의 표본 개체 정보이다. 국내 최고기 이력시스템에 등록되어 있는 한우의 표본 개체 식별번호는 002 081 076 298과 002 082 497 871이며, 출생일은 각각 2012년 8월 13일, 2012년 8월 21일 이다. 생후 14개월 미만의 한우는 육체적으로 성숙이 크게 미완성되어 있으므로 생후 14개월 이후에 최초로 인공수정을 진행해야 하기 때문에 모집단으로 대표할 수 있는 14개월 미만 한우로 표적 집단을 추출하였다.

표 1. HBE-Zigbex II의 3축 가속도센서 H/W 사양
Table 1. Acceleration sensor specifications of HBE-Zigbex II

항 목	사 양
Processor	ATmega128L
Memory	128KB Program FLASH, 4KB RAM
RF Device	CC2420 (IEEE802.15.4 compliant)
Security	DSSS
Data Rate	Max. 250Kbps
Base Sensor	온도/습도, 가시광도, 적외선, RTC, 가속도
Power	1.2V x3, 1.5V x 3, external < +5VDC
Size(W x D x H)	60mm X 50mm X 30mm (안테나 커넥터 포함)

본 연구를 위해 한우 활동량 정보 수집은 (주)한백전자의 HBE-Zigbex II의 3축 가속도 센서를 사용하였다 [10]. <표 1>은 HBE-Zigbex II의 3축 가속도 센서 H/W 사양이다. TinyOS 기반의 HBE-Zigbex II의 3축 가속도 센서는 다양한 센서 모듈 장착이 가능한 표준 확장 포트를 제공하며 최대 100m까지 네트워크 구성이 가능하다 [11]. 또한 센서 네트워크를 위한 자율 통신망을 구축할 수 있으며 Serial Interface를 통해 다양한 서버와의 연동기능을 제공한다.



그림 4. 한우 활동량 수집을 위한 테스트베드 구축 모습
Figure 4. Implementation of test bed for collecting activity of Korea native cattle

<그림 4>는 발정예정 한우 활동량 정보를 수집하기 위해 테스트베드를 구축한 것이다. 한우 활동량 수집을 위한 테스트베드는 활동량 저장 서버, 싱크노드 1개, 센서노드 2개로 구성 된다. 한우에 부착된 센서노드는 서버와 연결된 싱크노드로 무선통신을 사용하여 활동량 정보를 전송한다. 싱크노드는 한우에 부착된 2개의 센서노드로부터 데이터를 수집하여 서버에 실시간으로 저장한다. 한우 활동량 정보를 정확히 수집하기 위해 한우 오른쪽 발목에 가속도센서를 고정하였다. 또한 한우 발정을 감지하기 위해 미경산우 2마리를 대상으로 연구를 진행하였으며, 다른 한우들과 함께 방목하여 사육하였다. 급이 시간 이외에는 육안으로 한우 활동량을 관찰하기 어려웠으며 거의 대부분의 시간을 누워서 시간을 보내는 것을 관찰할 수 있었다.

4. 한우 활동량 정보 수집 결과 분석

본 연구는 한우 활동량 정보를 수집하였고 Matlab 프로그램을 이용하여 그래프 형태로 분석하였다 [12]. 한우 발정지속시간은 12~30시간으로 개체간의 차이가 크고, 평균 18시간이며 저 영양, 노령, 사양관리 불량, 번식장애일 때 지속시간이 평

군보다 길 경우가 발생하기도 한다. 또한 발정주기는 18~24일 주기이며 평균 21이나 경산우가 미경산우보다 1일 정도긴 경향이 있으며 영양상태가 좋은 암소는 짧고, 열악한 소는 긴 편이나 개체간의 차이가 크다.

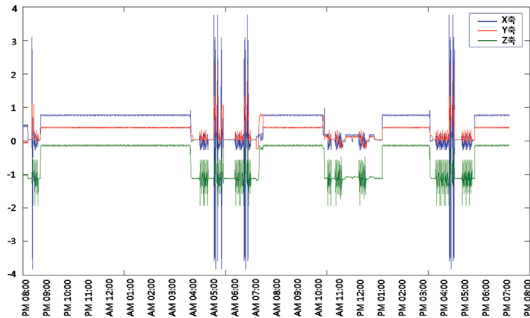


그림 5. 한우(002 081 076 298)의 미발정시기 활동량 그래프
Figure 5. Activity graph for non-estrus Korea native cattle(002 081 076 298)

동량 변화는 없었지만 발정시기 한우(002 081 076 298)의 활동량은 AM 12:00부터 점점 증가하여 앉아서 쉬는 시간 없이 PM 7:00까지 꾸준히 21시간 동안 불규칙적으로 활동량이 증감하는 것을 확인 하였다.

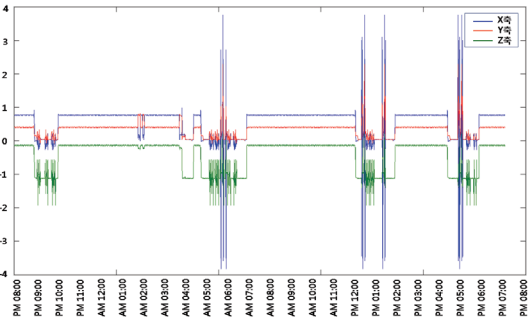


그림 7. 한우(002 082 497 871)의 미발정시기 활동량 그래프
Figure 7. Activity graph for non-estrus Korea native cattle(002 082 497 871)

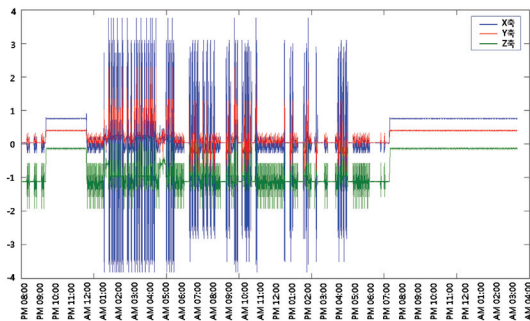


그림 6. 한우(002 081 076 298)의 발정시기 활동량 그래프
Figure 6. Activity graph for estrus Korea native cattle(002 081 076 298)

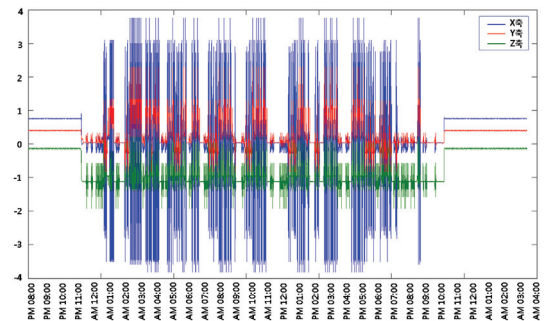


그림 8. 한우(002 082 497 871)의 발정시기 활동량 그래프
Figure 8. Activity graph for estrus Korea native cattle(002 082 497 871)

<그림 5>는 한우(002 081 076 298)의 발정시기 3일 전 활동량 변화를 24시간(2013년 10월 13일) 동안 시간대별로 구분하여 분석하였으며, <그림 6>은 한우(002 081 076 298)의 발정시기 활동량 변화를 32시간(2013년 10월 15일) 동안 시간대별로 구분하여 그래프로 표현하였다. PM 12:00 ~ AM 06:00 새벽 시간동안 미발정 한우(002 081 076 298)의 활

<그림 7>은 한우(002 082 497 871)의 발정시기 3일 전 활동량 변화를 24시간(2013년 10월 22일) 동안 시간대별로 구분하여 분석하였으며, <그림 8>은 한우(002 082 497 871)의 발정시기 활동량 변화를 32시간(2013년 10월 25일) 동안 시간대별로 구분하여 그래프형태로 분석하였다. PM 12:0~AM 06:00 새벽 시간동안 미발정시기 한우(002 082 497

871)의 활동량 변화는 없었지만 2013년 10월 25일 발정이 시작된 한우(002 082 497 871)의 활동량은 AM 11:30부터 점점 증가하여 앉아서 쉬는 시간 없이 22시간 동안 불규칙적으로 활동량이 증감하는 것을 확인하였다. 이러한 결과를 통해 발정시기의 한우 활동량이 미발정시기의 한우에 비해 증가한다는 결론을 도출할 수 있었다.



그림 9. 발정 한우의 인공수정 진행 모습
Figure 9. artificial insemination of estrus korea native cattle

<그림 9>는 모집단으로 대표할 수 있는 한우(002 081 076 298, 002 082 497 871)의 인공수정 진행 사진이다. 한우(002 081 076 298)는 2013년 10월 15일에 인공수정을 진행 하였으며, 재발정 예정 시기는 21일 후 2013년 11월 5일이다. 한우(002 082 497 871)은 2013년 10월 25일에 인공수정을 진행하였으며, 재발정 예정 시기는 21일 후 2013년 11월 15일이다.

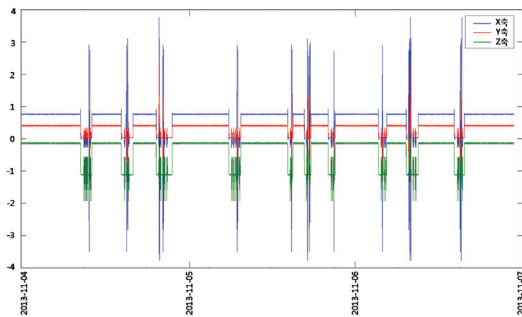


그림 10. 인공수정 21일 후 한우(002 081 076 298)의 활동량 그래프
Figure 10. Activity Graph of korea native cattle after 21 days of artificial insemination

<그림 10>은 한우(002 081 076 298)의 인공수정 진행 21일 전후 2013년 11월 4일부터 6일까지 3일간 분석한 활동량 그래프이다. 재발정이 오지 않는 한우(002 081 076 298)는 미발정시기 한우 활동량과 같이 새벽시간 동안에 불규칙적인 활동량을 보이지 않고 움직이는 것을 확인할 수 있었다. 이러한 분석을 통해 인공수정 성공을 확인할 수 있었다.

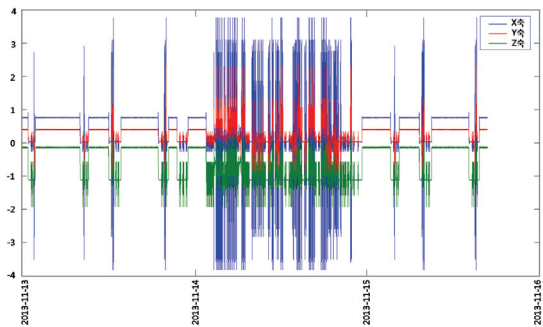


그림 11. 인공수정 20일 후 한우(002 082 497 871)의 활동량 그래프
Figure 11. Activity Graph of korea native cattle after 20 days of artificial insemination

<그림 11>은 한우(002 082 497 871)의 인공수정 진행 20일 전후 2013년 11월 13일부터 15일까지 3일간 분석한 활동량 그래프이다. 인공수정이 실패한 한우(002 082 497 871)는 발정이 시작된 한우 활동량과 같이 2013년 11월 14일 AM 01:00부터 2013년 11월 15일 AM 01:00까지 약 25시간 동안 불규칙적으로 활동하는 것을 확인할 수 있었다. 이러한 분석을 통해 인공수정에 실패한 한우는 인공수정에 성공한 한우에 비해 특정 시간동안 활동량이 급격히 증가하는 것을 확인할 수 있었다.

5. 한우 생산성 향상을 위한 발정감지 시스템 구현

본 논문은 한우 활동량 정보 수집을 위해 테스트

트베드를 구축하고, 미발정시기와 발정시기 한우 활동량 데이터를 분석하여 한우 생산성 향상을 위한 발정감지 시스템을 구현하였다. 한우 생산성 향상을 위한 발정감지 시스템 구현 내용은 다음과 같다 [13, 14].

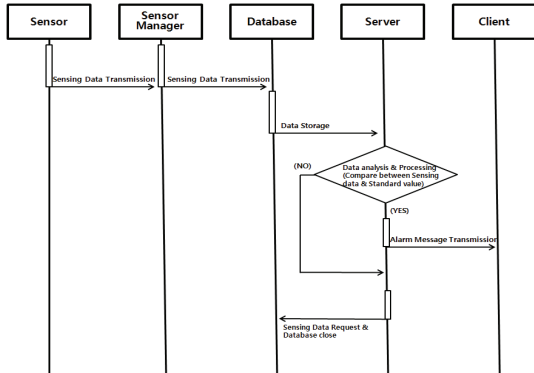


그림 12. 한우 발정감지시스템 프로세스
Figure 12. System process for estrus detection of Korea native cattle

한우 발정시기의 활동량이 미발정시기에 비해 증가하는 연구결과를 기반으로 시스템 프로세스 구현하였다. <그림 12>는 한우 발정감지 시스템 프로세스이다. Sensor 노드는 한우에 가속도센서 노드를 부착하고 활동량 정보를 수집하여 Sensor Manager에게 전송한다 [15, 16]. Sensor Manager는 수집된 활동량 센싱 데이터를 데이터베이스에 저장할 수 있는 형태로 변환 및 가공 후 데이터베이스에 저장한다. 발정감지 서버는 한우 활동량 데이터와 테스트베드에서 분석된 발정시기 한우의 활동량 표준 데이터를 비교함으로써 발정시기를 정확히 감지할 수 있다. 센싱 데이터와 표준데이터가 일치하지 않을 경우 서버에서는 센서노드에 한우 활동량 데이터를 다시 요청하게 된다. 센싱 데이터가 데이터베이스에 저장되어 있는 표준 데이터와 일치할 경우 사용자에게 한우 개체번호와 함께 발정 알림 서비스 사용자에게 제공한다.

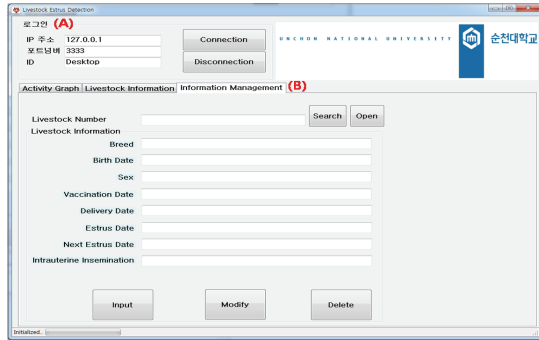


그림 13. 한우 개체정보 입력 인터페이스
Figure 13. Input interface for entity information of Korea native cattle

한우 개체정보를 데이터베이스에 저장하기 위해 한우 개체정보 입력 인터페이스를 구축하였다. <그림 13>은 한우 개체정보 입력 인터페이스이다. (A)는 사용자가 미들웨어에 접속하기 위해 IP주소, 포트번호, 아이디 등의 정보를 입력한다. (B)는 한우의 개체식별번호, 종류, 출생년도, 성별, 백신접종 정보, 분만 횟수, 발정일자, 다음 발정일자, 분만에 정 시기 등을 입력하여 데이터베이스에 저장한다. 또한 개체식별번호를 통해 데이터베이스에 저장된 개체정보를 불러올 수 있으며 개체정보에 대한 수정 및 삭제도 가능하다.

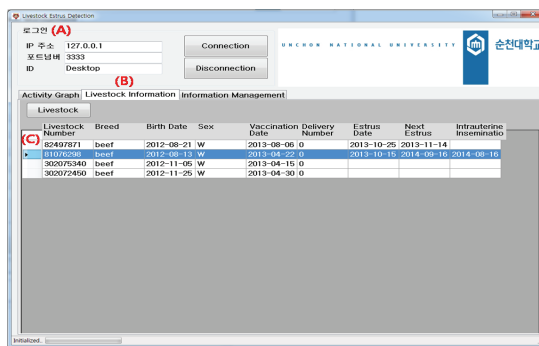


그림 14. 한우 개체정보 인터페이스
Figure 14. Interface for entity information of Korea native cattle

한우의 체계적인 개체정보 관리를 위해 발정감

지 인터페이스를 구축하였다. <그림 14>는 한우 개체정보 인터페이스이다. (A)는 사용자가 미들웨어에 접속하기 위해 IP주소, 포트번호, 아이디 등의 정보를 입력하는 로그인 부분이다. (B)는 데이터베이스에 저장되어 있는 한우 개체정보를 확인할 수 있다. (C)는 한우의 개체식별번호, 종류, 출생년도, 성별, 백신접종 정보, 분만 횟수, 발정일자, 다음 발정일자, 분만예정 시기 등의 정보가 데이터베이스에 저장되어 있다. 특정 시간에 한우 활동량이 불규칙적으로 증가하게 되면 최적의 인공수정 일자가 계산된다. 인공수정 후 한우 활동량이 증가할 경우 인공수정에 실패한 것으로 판단하고 다음 발정예정 일자가 계산된다. 반대로 인공수정 후 한우 활동량이 증가하지 않을 경우 인공수정에 성공한 것으로 판단하여 분만일정과 분만 후의 최적 발정예정일을 계산한다.

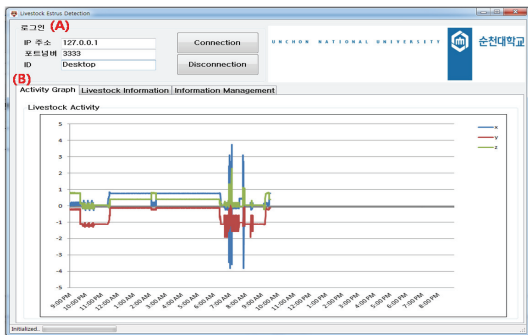


그림 15. 한우 활동량 정보 인터페이스
Figure 15. Interface for activity information of Korea native cattle

사용자에게 한우 활동량 패턴 그래프를 제공하기 위해 활동량 정보 모니터링을 위한 인터페이스를 구축하였다. <그림 15>는 한우 활동량 정보 인터페이스이다. (A)는 사용자가 미들웨어에 접속하기 위한 절차인 로그인 부분이다. (B)는 하루 동안의 한우 활동량 정보를 실시간으로 사용자에게 그래프를 제공하는 부분이다.

6. 결론

본 논문에서는 테스트베드 구축을 통해 한우 활동량 정보를 수집 및 분석하고 이를 기반으로 한우 생산성향상을 위한 발정감지 시스템을 제안하였다. 한우의 발정시기 활동량은 미발정시기 한우 활동량에 비해 특정시간동안 활동량이 증가하는 것으로 분석되었고, 인공수정에 성공한 한우 활동량은 인공수정 20~21일 후에 특정시간 동안 활동량이 증가하지 않았다. 반대로 인공수정에 실패한 한우 활동량은 인공수정 20~21일 후에 특정시간동안 활동량이 증가하여 재발정이 온 것으로 확인되었다.

제안하는 시스템은 한우 활동량을 실시간으로 모니터링 함으로써 특정시간동안 활동량이 지속적으로 증가하였을 경우 사용자에게 발정 알림 서비스를 제공하고, 인공수정에 성공한 한우는 분만예정 시기와 최적의 다음 발정예정 시기를 계산하여 사용자에게 제공한다. 따라서 제안하는 시스템을 통해 한우의 발정시기를 정확히 판단하여 공태기를 줄임으로써 추가적인 사료낭비 줄일 수 있다. 이를 통해 축산 농가는 생산비를 줄임으로써 경제적 수익을 증가 시킬 수 있고, 국가적인 차원에서 축산 선진국으로 도약할 수 있는 기반 기술을 확보할 수 있다.

References

- [1] M. Lee, J. Hwang, and H. Yoe, *Agricultural production system based on IoT*, In *Computational Science and Engineering (CSE)*, 2013 IEEE 16th International Conference, pp. 833-837, 2013.
- [2] J. Hwang, H. Jeong, and H. Yoe, *Agri-food IT convergence technology trends and future outlook*, The Korean Institute of Communications and Information Sciences,

- The Korean Institute of Communications and Information Sciences(Information and Communication), Vol. 30, No. 10, pp. 53-60, 2013.
- [3] M. H. Lee, S. C. Kim, and H. Yoe, *Big data analytics for security intelligence in smart farm*. ASIA LIFE SCIENCES, pp. 737-750.
- [4] H. S. Jeong, H. G. Kim, and H. Yoe, *A design of RFID based estrus detection system for sow*, The Korean Institute of Communications and Information Sciences, 2012 The Korean Institute of Communications and Information Sciences fall workshop, Vol. 49, pp. 380-381, 2012.
- [5] J. T. Seo, B. J. Yoo, S. Y. Kim, P. H. Jung, and C. Y. Park, *Detection system of standing estrus in cattle using USN*, Korean Institute of Information Scientists and Engineers, 2009 workshop presentation file, Vol. 36, No. 2(D), pp. 181-186, 2009.
- [6] H. S. Jeong, C. J. Yang, and H. Yoe, *Study on the livestock activity monitoring system using acceleration*, Green and Smart Technology with Sensor Application Communivations in Computer and Information Science, Vol 338, pp. 297-302, 2012.
- [7] Michael W. Duponte, *The Basics of hear(estrus) detection in cattle*, Livestock Management, 2007.
- [8] Lely, *Lely Dair Equipment barn, milk and feeding solutions*, [http:// www.lely.com](http://www.lely.com), Jul. 2018.
- [9] *Animal products traceability*, <http://aunit.mtrace.go.kr/>, Aug. 2018.
- [10] *Hanback electronics*, <http://www.hanback.com>, Aug. 2018.
- [11] *TinyOS*, <http://www.tinyos.net/>, Aug. 2018.
- [12] *Matlab*, <http://kr.mathworks.com/products/matlab.html>, Sep. 2018.
- [13] J-H. Hwang, M-H. Lee, H-D. Ju, H-C. Lee, H-J. Kang, and H. Yoe, *Implementation of swinery integrated management system in ubiquitous agricultural environments*, The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences, Vol. 35, No. 2, pp. 252~262, Feb. 2010.
- [14] M-H. Lee, and H. Yoe, *Phased analysis of smart farm using big data technologies*, Proceedings of Symposium of the Korean Institute of communications and Information Sciences, pp. 71-72, Jun, 2015.
- [15] M. Lee, H. Kim, and H. Yoe, *Wireless sensor networks based on bio-Inspired algorithms*, In: Gervasi O. et al. (eds) Computational Science and Its Applications – ICCSA 2018. ICCSA 2018. Lecture Notes in Computer Science, Vol. 10960. Springer, 2018.
- [16] M. Lee, H. Kim, and H. Yoe, *Design and implementation of system for structural health monitoring in horticultures*, International Journal of Smart Home, Vol. 10, No. 6, pp. 345-354, 2016.

사물인터넷 기반 한우 생산성 향상을 위한 발정 감지 시스템 구현

이명훈¹, 여현²

¹국립농업과학원 스마트개발과 연구사

²국립순천대학교 정보통신공학과 교수

요 약

사물 인터넷이 농업과 융합하여, 축산분야에서 기존의 자동화 장치에 인터넷과 네트워크 기술을 활용함으로써, 시간과 공간의 제약 없이 환경과 상태를 관측하고 계량화하는 것을 축산 스마트팜이라고 한다. 특히, 가축의 사양관리에 있어 가중 큰 비중을 차지하는 것은 바로 발정의 적시 관찰과 적기 수정이다. 본 논문에서는 한우 활동량 정보를 기반으로 발정상태를 정확히 판단하여 사용자에게 알림서비스를 제공할 수 있는 IoT 기반 한우 생산성 향상을 위한 발정감지 시스템을 제안하고자 한다. 제안하는 시스템은 3축 가속도센서를 활용하여 미발정 한우와 발정예정 한우를 대상으로 활동량 정보를 수집 및 분석하고, 한우 발정상태를 정확히 진단함으로써 사용자에게 발정 알림 서비스를 제공할 수 있다. 본 논문에서는 이러한 피해를 겪고 있는 축산농가의 가축에 가속도 센서를 부착하여 활동량을 측정하고 수집된 데이터를 분석하여 각종 질병 및 발정 등의 이상 징후가 나타났을 경우, 신속한 대처를 취해 가축을 보호할 수 있는 시스템을 구현했다. 가축의 경우 발정기가 왔을 때 활동량이 평소보다 증가하고 질병에 걸렸을 때 감소하는 경향이 있는데, 이러한 특징을 토대로 가속도 센서를 활용한 가축 활동량 모니터링 시스템을 설계하였다. 또한 한우 개체별 데이터 관리를 통해 분만일정과 최적의 다음 발정시기를 예측하여 사용자에게 알림 서비스를 제공할 수 있다. 이를 통해 축산 농가의 경제적 수익을 증대시키고 국가적인 차원에서 축산 IoT융합 기술 개발을 통해 축산 선진국과의 경쟁 우위를 선점할 수 있을 것이다.

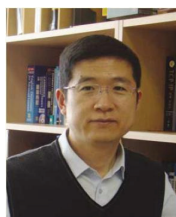
감사의 글

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기술진흥센터의 대학ICT연구센터육성 지원사업의 연구결과로 수행되었음 (IITP-2018-2013-1-00877)



Meong-hun Lee is a researcher of National Institute of Agricultural Sciences, Republic of Korea. he received his M.S. (2006) and Ph.D. (2011) degrees from Suncheon National University. His research interests are in the fields of mobile and wireless networks (mobile WiMAX, WLAN, and Zigbee), ICT convergence (agriculture, industry, and security), and standards (increasing industry support by facilitating communications standards development).

E-mail address: leemh5544@gmail.com



Hyun Yoe received the bachelor's degree in the Department of Electric Engineering from the Korea Aerospace University in 1984. He received the M.S. degree and the Ph.D. degree in the Department of Electric Engineering from Soongsil University in 1987 and 1992, respectively. Since 1993, he is professor of Information and Communication Engineering at Suncheon National University. Since 2011, he has been the head of the Center for Agrifood IT Convergence Research at Suncheon National University. He has been vice president Korea Association of ICT Convergence in the Agriculture and Food Business since 2014 and is Director of Agriculture ICT Convergence Support Center. He is conducting an overall research on agricultural ICT technology.

E-mail address: yhyun@sunchon.ac.kr