



Analyzing Activity for Estrus Detection in Korean Native Cattle

Hao Guo¹, Ki-Young Kim¹, Dong-Kyun Kim¹, Sang-Jeong Lee^{*2}

¹*VirtualStorm Co., Ltd.*

²*Department of Computer Science and Engineering, Soonchunhyang University*

ABSTRACT

Existing estrus detection products operation inconvenience, due to the reliability of the device degradation problems estrus detection probability is lower. In addition, most existing studies was the study of estrus detection of milk cows in large-scale farms studies on Korean Native Cattle farms was not realized. In this paper, discerned using a 3-axis accelerometer to determine the estrus state of Korean Native Cattle. The Korea Native Cattle estrus detection system proposed in this paper consists of these, the three-axis acceleration sensor, sensor network uses Zigbee communication, a base station, field server and database servers. When there is no movement the value of the three-axis acceleration sensor is 1000 due to gravity, the acceleration sensor attached to the cattle's neck causes a feeble change even though there is no movement of cattle. In this paper, due to the no activity of Korean Native Cattle, censed weak values of sensor are filtered out. In the experiment the sensor data acquisition activities that occur during the actual targeting Cattles at the Cattle farmer by the three-axis acceleration sensor X, Y, Z-axis values analyzed through SVM algorithm output's one representative value and ISVM algorithm which output integral average. In addition, to determine Korean Native Cattle's estrus time, activity data collected and compared by 3 hours, 6 hours integral. ISVM algorithm was validated by experimental results that the appropriate algorithm for the Korean Native Cattle's activity analysis.

© 2015 KKITS All rights reserved

KEYWORDS: Korean Native Cattle, Estrus Detection, Activity analytic, 3-axis accelerometer

ARTICLE INFO: Received 27 February 2015, Revised 10 April 2015, Accepted 10 April 2015.

1. 서론

*Corresponding author is with the Department of computer science and engineering in Soonchunhyang University, 22 Soonchunhyang-ro, Sinchang-myeon, Asan-si, Chungcheongnam-do, 336-745, KOREA

E-mail address: sjlee@sch.ac.kr

소를 사육하는데 있어 발정 탐지는 소의 번식 관리에서 필수적인 요소이다[1]. 소의 발정을 정확하게 감지하면 소의 공태 기간을 줄이는데 유리하다[2]. 대부분의 농장에서는 소의 발정 여부를 관리자가 육안으로 판단한다[2]. 농장 관리자들의 바쁜 일과로 인해 농장을 비우는 일이 잦아지고, 더군다나 야간에는 쉬지 않고 모니터링 할 수 없다는 문제점이 있다. 소의 인공수정 적기를 판단하지 못하면 소의 생산력 저하를 가져오기 때문에 농장주의 경제적 이익에 영향을 준다.

한우의 발정지속시간은 12~30시간으로 개체차가 크고, 평균 18시간이며 저 영양, 노령, 사양관리 불량, 번식장애일 때 지속시간이 평균보다 긴 경우가 발생하기도 한다[3]. 한우의 발정주기는 18~24일 주기이며 평균 21일이나 경산우가 미경산우보다 1일 정도 긴 경향이고 영양상태가 좋은 한우는 짧고, 열악한 한우는 긴 편이나 개체차가 크다[3].

보행수 계측기를 이용한 발정 발견율은 비발정기의 보행수에 비해 발정기의 보행수가 2.4~5.0배로 증가하였다[3].

기존에는 젖소의 발정 탐지에 대한 연구가 다양하게 진행되었다. 그러나 한우에 대한 연구는 이루어지지 않았다. 본 논문에서는 3축 가속도 센서를 이용하여 한우의 활동량을 측정하고 측정된 데이터의 효율적인 분석을 위한 알고리즘을 비교 실험을 통해 검증하였다. 적용한 알고리즘은 이러한 한우의 발정 특징을 기준으로 분석하였다.

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 2장에서는 소 발정 탐지에 대한 기존의 연구방법과 기존 방법의 문제점을 설명한다. 3장에서는 전체 시스템 구성에 대해 설명한다. 4장에서는 임계값을 이용한 의미 없는 값의 필터링과 시스템에 적용한 알고리즘을 설명한다. 5장에서는 실험 결과를 보이고 6장에서 결론을 맺는다.

2. 관련 연구

지금까지 소의 발정 탐지에 대한 연구는 다양하게 진행되어 왔다[4][5][6]. 발정 감지 방법도 많은 연구자들에 의해 제안되었다 [3][7][8]. 그 중에서 가장 전통적인 방법은 관리자의 육안으로 관찰하여 판단하는 것이다[3]. 또한, 발정예상기록표를 쓰는 방법도 있다[9]. 이러한 방법은 발정 감지의 정확도가 낮은 단점이 있다. 야간에도 소는 발정을 한다. 그러나 야간에는 육안으로 관찰할 수가 없다. <표 1>은 소의 승가(Mount) 시간표이다. <표 1>에서 볼 수 있듯이 관리자는 오후 6시부터 오전 6시까지 55.9%의 발정 가능성을 검출할 수 없다[10]. 육안으로 관찰하면 비용은 적게 들지만 발정을 감지할 확률이 낮다.

표 1. 시간에 따른 암소의 발정률
Table 1. Cows estrus rate according to time

시간	발정률
오전6시 - 정오	26.0%
정오 - 오후 6시	18.1%
오후6시 - 자정	26.9%
자정 - 오전 6시	29.0%

<표 2>에서는 발정 탐지의 여러 가지 방법과 문제점을 나타낸다. <표 2>에서 명기한 문제점들에 의해 발정 감지확률이 낮았다.

가속도 센서를 사용하지 않는 다른 방식으로 활동량을 측정하는 시스템도 있다. Mrunal N. Markandeya와 Prof.Manisha mhetre[11]연구에서 언급한 afimilk사의 활동량 측정 시스템이 우유를 수집하기 위해 이용한 Afiact 시스템의 일부분이다 [12]. Afiact 시스템의 장치를 젖소의 다리에 부착하여 활동량을 수집한다. 한 시간마다 소의 걸음수를 측정해서 <그림 1>을 통해 실험 결과를 나타내고 있다.

표 2. 발정 방법에 따른 문제점
Table 2. The disadvantages according to methods of estrus

방법	문제점
육안	1. 밤에 관찰 못함 2. 불편성 3. 감지 확률이 낮음
발색제	1. 적절한 위치를 찾기가 힘들 2. 승가 이외의 행동으로 인한 발색제 소실 3. 1회성 판단으로 매번 발색제 도포
승가(Mount) 압력 스위치	1. 승가 압력 스위치 장치의 부피 문제로 둔부 착용 시 불편함 2. 소의 무게로 인한 압력 스위치의 파손
보행기	1. 다리에 부착하여 보행기 파손 가능성 2. 신뢰성 저하

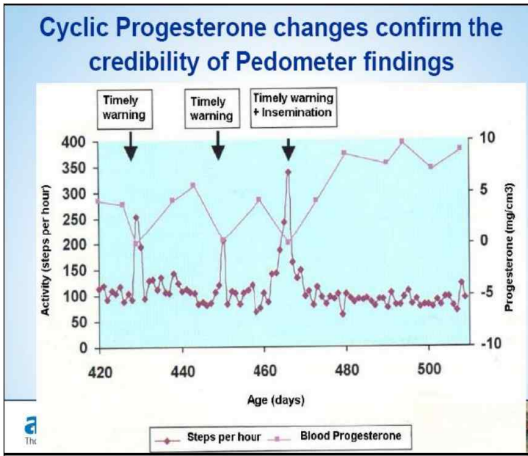


그림 1. 호르몬과 활동량 변화 그래프
Figure 1 Activity Detection with Hormone Change

(Courtesy: Graph provided by Afimilk showing correlation between activity (steps/h) and progesterone levels.)

<그림 1>를 보면 인공수정 한 시기의 활동량이 평일 활동량보다 3.5배 정도 증가한 것을 볼 수 있다.

기존 연구들은 젖소에 대한 연구들이었고, 한우에 대한 연구는 진행된 바가 없다. 한우의 사육 환경은 상대적으로 넓은 장소에서 사육하는 젖소와는 달리 칸칸이 나눈 좁은 공간(5 X 10m)의 축사 안에 4-6마리씩 가두어 사육을 하는 것이 보통이다. 따라서 활동량이 젖소에 비해 떨어지는 특성을

가지고 있다[13]. 본 논문에서는 3축 가속도 센서를 한우 목에 부착하고, 일정한 시간 동안의 활동량을 측정해서 발정을 판단한다. 활동량 변화를 통한 발정 시간을 판단하기 위하여 3시간, 6시간 단위로 총 활동량을 비교하여 발정 여부를 판단한다. 이때, 총 활동량을 판단하기 위한 방법으로 SVM (Signal Vector Magnitude) 방식과 ISVM (Integral Signal Vector Magnitude) 방식을 비교한다.

3. 시스템 구성

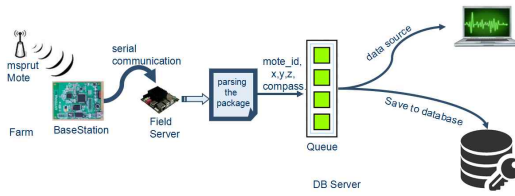


그림 2. 시스템 구성도

Figure 2. Schematic diagram of the implemented system

<그림 2>은 한우 농장에서 활동량 데이터 수집을 위한 시스템 구성도이다. 한우의 활동량을 측정하기 위한 3축 가속도 센서, 데이터를 무선으로 송수신하기 위한 지그비(Zigbee) 통신 모듈로 구성된 센서 모트(실험용 노드), 모트에서 수신된 데이터를 서버로 전송하기 위한 베이스스테이션(BaseStation), 베이스스테이션에서 받은 데이터 패킷을 파싱해 가공하기 위한 필드 서버와 데이터를 저장하고 발정을 판단하기 위한 데이터베이스(Data Base) 서버로 이루어진다. 모트를 한우의 목에 부착하여 초당 평균 7 개 패킷을 지그비 통신을 이용하여 베이스스테이션으로 전송한다. 베이스스테이션은 받은 패킷을 RS-232C통신으로 필드 서버로 송신한다. 필드 서버에서 패킷을 파싱하고 데이터

를 얻은 시간을 패킷에 추가하여 데이터베이스 서버로 전송한다. 데이터베이스 서버에서는 수신된 패킷을 분석, 처리하여 데이터베이스에 저장한다.

한우의 발정여부 판단은 획득한 데이터를 발정 탐지 알고리즘을 적용하여 분석 후 판단한다.

4. 활동량 측정 알고리즘

4.1 활동량 표현 방법

3축 가속도 센서를 이용하여 한우의 T시간마다($T=\{3시간, 6시간\}$) 활동량 총계를 비교하여 발정을 탐지한다. 한우의 움직임(승가, 달리기, 걷기 등)이 발생하면 목에 부착한 3축 가속도센서의 값이 변한다. 본 연구에서 3축 가속도센서의 값 변화를 이용하여 한우의 활동량 변화를 측정하고 활동량 변화를 통해 한우의 발정을 판단한다.

4.2 SVM

3축 가속도 센서에서 수집해 받은 데이터를 하나의 대푯값(에너지값)으로 처리하기 위해서 다음 식(1)을 이용한다.

$$E = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2} \quad (1)$$

식(1)에 의해 3축 가속도 센서의 x, y, z 값은 에너지 값 E 으로 표현된다. 이 값은 가속도 방향을 고려하지 않고 소의 움직임을 판단한다.

SVM 알고리즘을 적용한 데이터들 중에서 의미 없는 값을 걸러내기 위하여 특정 임계값(필터링 값)을 설정한다. 의미 없는 값들은 필터링 알고리즘에 의해 제거된다. 필터링 이후의 값들로 3시간, 6시간 단위로 총 활동량을 누산하여 비교한다. 총 활동량의 차이에 의해 발정 여부를 감지할 수 있다.

4.3 ISVM

ISVM 알고리즘은 SVM 알고리즘을 기초로 1초 간격(7개의 데이터)으로 적분한 후 평균값을 구하는 방법이다. 본 논문에서 쓰는 알고리즘을 식(2), 식(3)에 나타내었다.

$$ISVM = \int_0^t (SVM) dt \quad (2)$$

$$AVG = \frac{1}{t} ISVM \quad (3)$$

모트는 초당 평균 7개의 3축 가속도 센서 데이터를 수집한다. x, y, z축 벡터 특징을 더 명확하게 나타나기 위해 평활화가 필요하다. 또한 센서에서 데이터를 생성하는 과정 중에 에러도 발생할 수 있다. 이런 에러는 필터링해야 한다. 활동 변화량을 더 자세하게 표현하기 위해 1초 단위로 적분평균을 적용하였다. <그림 3>은 평균 적분을 적용 전의 그래프와 적용 후의 그래프의 비교이다.

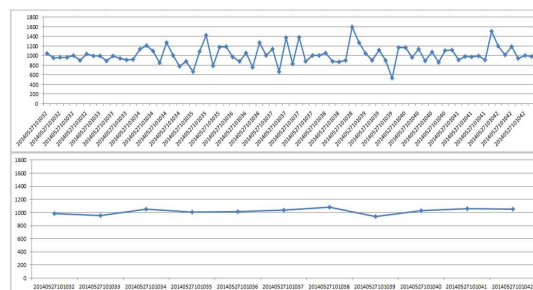


그림 3. 적분 평균 전 후 그래프

Figure 3. The graph of activity before and after using Integral means

한우의 발정기와 비발정기의 활동량의 차이를 통해 한우의 발정을 정확하게 판단할 수 있도록 한다. 발정기와 비발정기 한우의 활동량의 차이를

더 명확히 나타나기 위해 3축 가속도 센서의 x, y, z 값을 얻고 SVM값을 구한 후에 1초 간격으로 적분 평균한다.

ISVM값에 대한 임계값으로 의미 없는 값을 필터링(ISVM값을 0) 처리하였다. 알고리즘은 <그림 4>의 순서대로 크게 3단계로 이루어진다. 첫 번째는 3축 가속도 센서의 데이터를 얻고 SVM, ISVM값을 구한다. 두 번째는 ISVM값에 대한 의미 없는 값을 필터링 한다. 의미 없는 값의 ISVM값을 0로 처리한다. 세 번째는 ISVM 값에 대한 3시간, 6시간 단위로 총 활동량의 집합을 출력하였다. 총 활동량의 값이 비발정기 활동량의 평균값보다 2.4~5배정도 크게 변화할 경우 발정으로 간주한다.

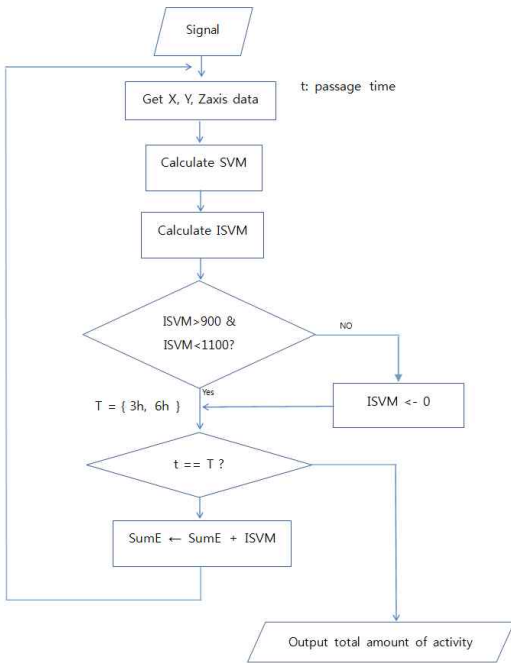


그림 4. 알고리즘 흐름도
Figure 4. Flow chart of algorithm

4.4 의미 없는 값 판별

한우의 의미 없는 값(중력값에 의한 Z값 필터링)을 필터링하기 위해 모트를 이용하여 실험실과 한우농장에서 따로따로 실험하였다. 각각 실험을 통해 얻은 결과 그래프는 다음과 같다.

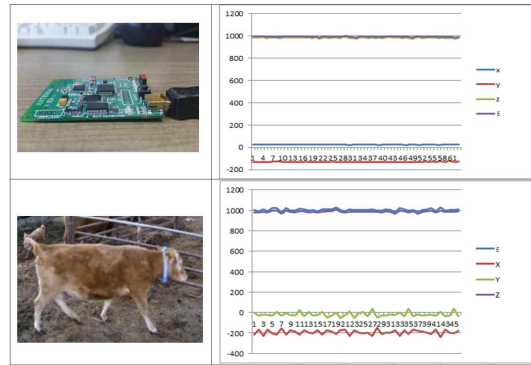


그림 5. 장소별 3축 가속도 센서 그래프
Figure 5. The graph of Measured data with 3-Axis sensor in different place

<그림 5>에서 모트를 책상에 올려놓은 상태에서 x값은 0, y값은 -100, z값은 1000이다. z축 방향은 책상 면과 서로 수직 되어 있다. (1)식에 의해 에너지 값이 1004.98이다. 한우 농장에서의 실험결과를 보면 모트가 한우의 목에 부착되어 있고 한우의 큰 동작이 없을 때 그래프를 보면 x, y, z값이 미약한 변화는 있지만 전체적으로 보면 x값은 -200, y값은 0, z값은 1000이다. 이 때 에너지 값은 1019.80이다. 이 실험에 의해 모트가 정상적으로 정적인 상태를 유지하면 에너지 값은 평균 1000 이다.

<그림 6>에서 첫 번째 그림은 한우가 사료를 섭취 시 화면과 에너지 값 변화그래프이다. 사료 섭취 시 머리를 흔들 수 있다. 이러한 영향 요소를 필터링해야한다. 그래프에 의해 최대 값 1100, 최소 값 900을 얻었다. 가속도 센서의 특성에 의해 하나의 동작이 완성되려면 가속도 방향이 2 번 이상 변화한다. 가속도 방향은 1000 값을 기준으로 대칭된다.

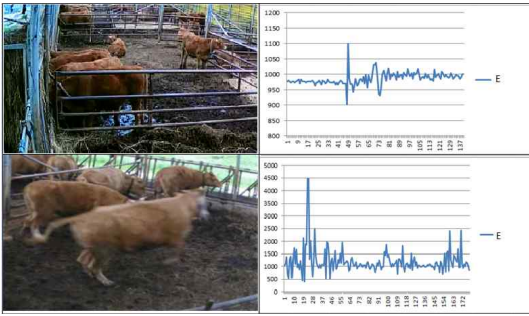


그림 6. 사료 섭취 시와 걷는 상태의 에너지 값 그래프
Figure 6. The graph of activity in different states

따라서, 에너지 값 1000 기준으로 1100 이상 경우와 900이하의 경우도 활동 상태로 판단한다. 두 번째 그림은 한우가 달리고 있는 화면과 에너지 값의 변화 그래프이다. 한우가 달리는 상황에서 가속도 변화량이 크게 증가하는 것을 확인할 수 있다.

4.5 의미 없는 값 처리와 활동량 비교

중력에 의한 Z축의 의미 없는 값과 쉬면서 움직이는 의미 없는 작은 움직임 값을 필터링하기 위해 에너지 값의 임계값(필터링 값)을 (900, 1100)로 실험을 통해 설정하였다. 임계값을 이용하여 (1)식에 의해 계산된 데이터들을 1100미만, 900초과 경우에는 에너지 값을 0으로 처리한다.

발정 시 발정의 생리적 특성에 의해 발정지속시간은 12~30시간이다. 이러한 특성에 따라 발정 시간을 더 정확하게 파악할 수 있도록 3시간, 6시간 단위로 총 활동량을 비교 분석하였다. 분류된 하나의 구간 동안의 총 활동량이 다른 구간의 활동량보다 2.4~5배정도 크게 변화할 경우 이 구간에서 한우가 발정했다고 간주한다.

5. 실험 결과 및 분석

실험을 위해, 모트를 한우의 목에 부착하여 3시

간, 6시간 단위로 활동량의 총합을 비교하였다. 2014년 5월 24일부터 2014년 6월 20일까지 28일 동안 수집된 데이터에 SVM 알고리즘과 ISVM 알고리즘별로 적용해 결과를 얻었다. 결과에 명시된 실험 한우의 실제 인공수정 한 날짜는 5월 27일이다.

ISVM 알고리즘은 1초 간격으로 적분 평균을 적용해서 어느 정도의 예외 경우를 필터링할 수 있다. SVM 알고리즘은 상대적으로 더 간단해서 실험 결과의 정확도가 낮다.

5.1 SVM 알고리즘을 적용한 구현 결과

고정적인 임계값(900, 1100)을 이용한 SVM 알고리즘을 적용하여 3시간, 6시간 단위의 한우의 총 활동량 그래프는 다음과 같다.

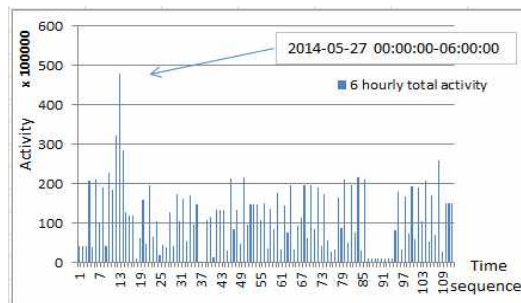


그림 7. 6시간별 총 활동량
Figure 7. total amount of activity every 6 hours

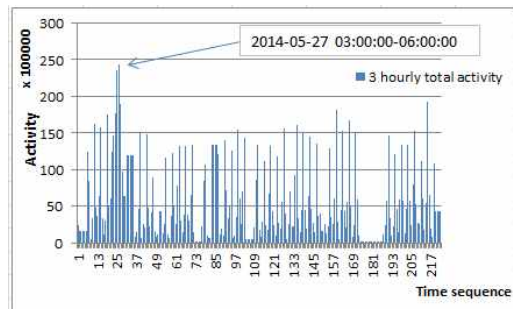


그림 8. 3시간별 총 활동량
Figure 8 total amount of activity every 3 hours

<그림 8>의 그래프는 각 시간대의 활동량의 총합을 보여주는 그래프로 큰 차이를 보이지 않는다. 그러나 5월 27일 3~6시 사이의 활동량을 발정적으로 판단하는 이유는 비발정기 때의 활동량의 평균과 비교해서 2.5배 이상의 활동량이 많아졌기 때문이다. 이는 평균 21일의 발정주기를 기준으로 21일의 활동량 평균값을 계산하고, 계산된 평균값과 3시간의 총 활동량을 비교하여 판단하게 된다. 실제 데이터를 계산하여 보면 비발정기 때의 활동량 평균값은 5,694,656이고, 3~6시 시간대의 총 활동량은 24,274,411이다. 따라서 비발정기의 활동량 평균값보다 4.26배 증가하였다. <그림 7>을 보면 위와 같은 계산 방법으로 계산한 결과 0~6시 시간대의 총 활동량은 47,802,124이고 비발정기의 평균 활동량은 11,052,408이다. 0~6시 사이의 발정기 활동량이 비발정기의 활동량 평균보다 4.32배 증가하였다. 6시간 단위 처리와 3시간 단위 처리를 비교해보면 6시간 단위 처리가 유리한 것으로 보이나 이는 소개체마다 차이가 크고, 3시간 단위 처리와 6시간 단위 처리의 활동량 증가 값의 차이가 크지 않기 때문에 3시간 단위로 처리가 가능하다. SVM 결과를 보면 발정 시의 활동량과 비발정기 활동량 평균의 차이가 4배 이상 보이고 있다.

5.2 ISVM 알고리즘을 적용한 구현 결과

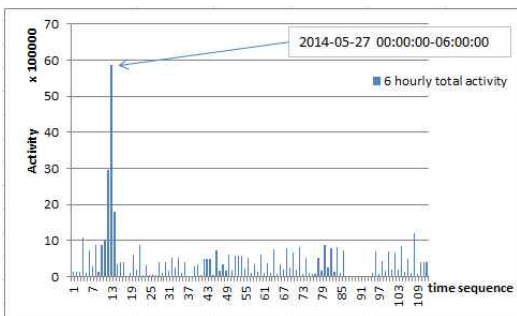


그림 9. 6시간별 총 활동량
Figure 9. total amount of activity every 6 hours

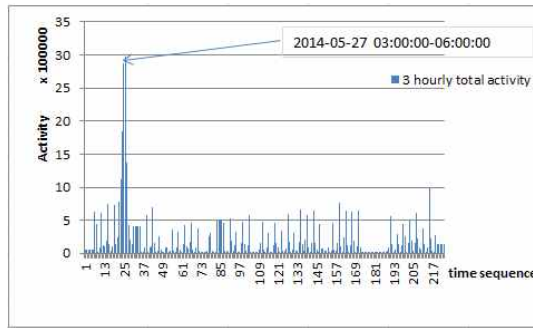


그림 10. 3시간별 총 활동량
Figure 10. total amount of activity every 3 hours

<그림 9>와 <그림 10>은 ISVM 알고리즘을 이용해서 SVM 알고리즘과 동일하게 분석한 결과이다. 즉, 3축 센서 값을 하나의 대표적인 값(SVM)으로 처리하고, 의미 없는 값을 필터링 한다. 필터링 후 얻은 값은 1초 간격으로 적분 평균을 계산하여 3시간과 6시간의 활동량 총합을 비발정기 활동량 평균값과 비교한다. 그림에서 볼 수 있듯이 발정 시의 활동량과 비발정기 활동량 차이가 SVM알고리즘을 적용했을 때 보다 단순 그래프만 보아도 명확하게 구분되는 것을 확인할 수 있다. <그림 10>에서 3시간 단위의 활동량 처리의 그래프를 보면 발정기인 5월 27일 3~6시 사이의 값이 비발정기의 3시간 활동량보다 6배 이상 크게 나오는 것을 확인할 수 있다. 앞서 설명한 발정기의 활동량과 비발정기의 활동량 평균값의 실제 데이터를 비교해 보면, 3~6시 사이의 활동량은 2,982,146이고 비발정기의 활동량 평균값은 208,728이다. 발정기 때의 활동량이 14배 증가하였다. 같은 방식에 의해 <그림 9>에서 0~6시 사이의 활동량은 5,861,366이고, 비발정기의 활동량 평균은 381,594이다. 발정기 때의 활동량이 15배 증가하였다. 6시간 단위로 처리할 경우 더 유리할 것으로 판단할 수 있으나, 3시간 단위 처리를 통해 발정기를 조금 더 정확하게 판단할 수 있다.

ISVM 알고리즘은 1초 간격으로 적분 평균을 적

용하기 때문에 1초 동안 예외 상황을 필터링할 수 있을 뿐만 아니라 데이터를 평활화로 처리할 수 있다. 따라서 발정 탐지의 정확성을 더욱 향상시킬 수 있다.

6. 결 론

본 논문에서는 3축 가속도 센서를 이용하여 한우의 발정 시간을 정확하게 파악하기 위한 적절한 활동량 분석 알고리즘을 검증했다. 한우의 발정 시간을 정확하게 탐지할 수 있도록 3시간, 6시간 단위로 활동량을 비교하였다. 처리방법이 비교적 간단한 SVM 알고리즘으로 한우의 활동량을 분석해도 발정 시기를 찾을 수는 있었다. 그러나 한우 각 개체마다 활동량의 차이가 있기 때문에 SVM 알고리즘을 적용했을 경우보다 ISVM 알고리즘을 적용해서 활동량을 분석할 경우 활동량의 차이가 크지 않은 개체들에 대해서도 3시간 단위까지 발정 시기를 정확하게 판단 할 수 있다. 따라서 3축 가속도 센서를 이용하여 한우의 활동량을 분석 할 경우, ISVM 알고리즘을 적용하여 분석을 해야 최적의 발정 시기를 찾을 수 있음을 비교 그래프를 통해 검증하였다.

추후에는 활동량 변화에 더해서 3축 가속도 센서를 이용하여 한우의 승가 패턴을 인식할 수 있는 알고리즘을 연구할 예정이다.

7. References

- [1] Ping-zeng Liu, Wei-min Ding, Xiao-han Wang, Yong-qian Ding, and Chang-hua Lu, *Design of automatic system to detect cow oestrus[J]*, Measurement & Control Technology, 25(11), 2006.
- [2] W. P. Hong, and H. K. Cho. *Estrus detection of cows by radiotelemetry*, Journal of BioSystem Engineering, 26(5): pp. 481-486, 2001.
- [3] M. S. Lee, *Physiological characteristics of Korean native cattle estrus and the method of enhancing reproductive rate for productivity promotion*, National Institute of Animal Science.
- [4] S-K Kim, Sung-Ha Kim, Bo-Hyun Kwun, and Hwan-Yul Yong, *Penile translocation surgery of a calf for exact and quick detection of estrus on a dairy farm*, Journal of Veterinary Clinics, 26(4): pp. 376-378, 2009.
- [5] K. J. In, Y. W. Chung, D. H. Park, H-H Chang, and S. Kim. *Cow sound acquisition and oestrus detection process in a noisy cattle shed*, Journal of Korean Institute of Information Scientists and Engineers, pp. 944-946, 2013.
- [6] 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*, Journal of Korean Institute of Information Scientists and Engineers, 36(2D): pp. 181-186. 2009.
- [7] S. G. Oh, D. H. Park, H. H. Chang, and Y. W. Chung, *Unusual behavior detection of Korean cows using motion vector and SVDD in video surveillance system*, KIPS Tr. Software and Data Eng. pp. 795-800.
- [8] Livestock Research Institute, National Agricultural Federation. *A new technology of the dairy farming*, Rural Development Administration, (ISSN:11-1390271-000087-14) pp. 170, 2002.
- [9] J. S. Moon, H. M. Kang, G.C. Jang, and J. M. Kim, *Studies on application and development of program for reproductive*

management in dairy cows, Korea Centers for Disease Control and Prevention, 2003.

- [10] J-T Seo, B-J Yoo, S-Y Kim, P-H Jung, and C-Y Part, *Detection system of standing estrus in cattle using USN*, Journal of Korean Institute of Information Scientists and Engineers, Vol. 36, No. 2(D), 2009.
- [11] Mrunal N. Markandeya, and Prof.Manisha mhetre, *Automatic estrus detection system for dairy animals*, Int. J. on Recent Trends in Engineering and Technology, Vol. 9, No. 1, July 2013.
- [12] Afimilk, <http://www.afimilk.com>
- [13] D-J weon, *Korean native cattle breeding facilities and environmental management*, National Institute of Animal Science, Dec. 2008.

없는 활동에서도 미약한 변화가 발생한다. 본 논문에서는 이러한 한우의 미약한 센서의 변화값을 활동량 없음으로 필터링 처리한다. 실험에서는 실제 한우농가에서 한우들을 대상으로 활동 시 발생하는 센서 데이터를 획득하여 3축 가속도 센서의 X, Y, Z축 출력 값을 하나의 대푯값으로 처리하는 SVM 알고리즘과 적분 평균을 처리하는 ISVM 알고리즘을 통해 분석하였다. 또한 한우 발정 시간을 더 정확하게 파악할 수 있도록 3시간, 6시간 단위로 총 활동량을 비교 분석하였다. 실험 결과를 통해 ISVM 알고리즘이 한우의 활동량 분석에 적합한 알고리즘이라는 것을 검증하였다.

한우의 발정 탐지를 위한 활동량 분석

곽호¹, 김기영¹, 김동균¹, 이상정²

¹(주)버추얼스톰 기업부설연구소, 한국 대전 컴퓨터공학과, 순천향대학교

요 약

기존의 발정 탐지 제품들은 조작 불편성, 장치의 신뢰성 저하 문제점들로 인해 발정 탐지 확률이 낮다. 또한, 기존 연구들은 대단위 농장에서 사용하는 젖소에 대한 발정탐지에 대한 연구가 대부분이었고 한우에 대한 연구는 이루어지지 않았다. 본 논문에서는 한우의 발정을 탐지하기 위해 3축 가속도 센서를 이용해서 발정상태를 판별하였다. 본 논문에서 제안하는 한우 발정 탐지 시스템에서는 3축 가속도 센서, Zigbee 통신 센서 네트워크, 베이스스테이션, 필드 서버와 데이터베이스 서버로 이루어진다. 움직임이 전혀 없을 때의 중력값에 의한 3축 가속도 센서값이 1000 이고, 한우의 목에 부착된 가속도 센서는 소의 이동이

감사의 글

본 연구는 농림축산식품부 첨단생산기술개발사업에 의해 이루어진 것임



Hao Guo received the bachelor's degree with a double major in Computer Science and Technology from Anhui University of Chinese Medicine, Anhui, China in 2011, in the Department of Computer Science and Engineering in Soonchunhyang University, Korea in 2013. He is currently a Embedded System programmer at VirtualStorm Co., Ltd. since 2013. His research interests include The Internet of things, Agriculture Convergence, Android, and Embedded System.

E-mail address: guohao1206@gmail.com



Ki-Young Kim received the bachelor's degree in 2003, and the M.S. degree in 2005 in the Department of Computer Science and Engineering from the Soonchunhyang University. He was a ARM

Firmware Engineer at FCI Co., Ltd. from 2005 to 2008. He was a senior researcher at msilicon Co., Ltd. from 2009 to 2010. He was a senior researcher at PrimumDesign Co., Ltd. from 2010 to 2013. He has been a senior researcher at VirtualStorm Co., Ltd. since 2014. His current research interests include Agriculture Convergence, Network application, Home network, telematics, Embedded System, Application Specific Integrated Circuit, System on Chip.

E-mail address: k71077@nate.com



Dong-Kyun Kim received the B.S. degree in 1997 in the Mechanical Engineering from the Kumoh National Institute of Technology. He received the B.S. degree in 2002, and the M.S. degree in 2004, and the Ph.D. degree in 2008 in the Department of Computer Science and Engineering from the Soonchunhyang University. He was a appliances design Engineer at Tongyang Magic Co., Ltd. from 1996 to 2000. He was a development manager at Smart home technology Co., Ltd. from 2006 to 2009. He has been a director researcher at VirtualStorm Co., Ltd. since 2014. His current research area include Agriculture Convergence, Network application, Home networks, Telematics.

E-mail address: kdk703@gmail.com



Sang-Jeong Lee received the B.S., M.S., Ph.D. in the Department of Electronic Engineering from the Hanyang University in 1983, 1985 and 1988, respectively. He is currently a professor at the Department of Computer Science and Engineering in Soonchunhyang University, Korea. His current research area include computer architecture, network application and embedded systems.

E-mail address: sjlee@sch.ac.kr