

젓소 상태 모니터링을 위한 무선 다중 센서 네트워크 시스템

Remote Multiple Sensor Network System for Monitoring Conditions of Dairy Cow

저자 (Authors)	전학봉, 김진오 Hak-Bong Jun, Jin-Oh Kim
출처 (Source)	한국정보기술학회논문지 13(3) , 2015.03, 85-93(9 pages) The Journal of Korean Institute of Information Technology 13(3) , 2015.03, 85-93(9 pages)
발행처 (Publisher)	한국정보기술학회 Korean Institute of Information Technology
URL	http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE06221451
APA Style	전학봉, 김진오 (2015). 젓소 상태 모니터링을 위한 무선 다중 센서 네트워크 시스템. 한국정보기술학회 논문지, 13(3), 85-93
이용정보 (Accessed)	충북대학교 113.198.***.89 2021/11/08 19:13 (KST)

저작권 안내

DBpia에서 제공되는 모든 저작물의 저작권은 원저작자에게 있으며, 누리미디어는 각 저작물의 내용을 보증하거나 책임을 지지 않습니다. 그리고 DBpia에서 제공되는 저작물은 DBpia와 구독계약을 체결한 기관소속 이용자 혹은 해당 저작물의 개별 구매자가 비영리적으로만 이용할 수 있습니다. 그러므로 이에 위반하여 DBpia에서 제공되는 저작물을 복제, 전송 등의 방법으로 무단 이용하는 경우 관련 법령에 따라 민, 형사상의 책임을 질 수 있습니다.

Copyright Information

Copyright of all literary works provided by DBpia belongs to the copyright holder(s) and Nurimedia does not guarantee contents of the literary work or assume responsibility for the same. In addition, the literary works provided by DBpia may only be used by the users affiliated to the institutions which executed a subscription agreement with DBpia or the individual purchasers of the literary work(s) for non-commercial purposes. Therefore, any person who illegally uses the literary works provided by DBpia by means of reproduction or transmission shall assume civil and criminal responsibility according to applicable laws and regulations.

젖소 상태 모니터링을 위한 무선 다중 센서 네트워크 시스템

전 학봉*, 김진오**

Remote Multiple Sensor Network System for Monitoring Conditions of Dairy Cow

Hak-Bong Jun*, Jin-Oh Kim**

이 논문은 2014년도 광운대학교 교내 학술연구비 지원에 의해 연구되었음

요 약

현대의 축산업은 농장의 대형화·근대화로 큰 경제적 성장을 이루었다. 하지만 1인당 사육 두 수 증가와 밀집 사육으로 인한 가축의 질병증가 및 폐사율 증가, 생산성 저하 등으로 경제적 손실을 겪고 있다. 이러한 어려움을 해결하고자 가축의 실시간 상태 파악을 위한 센서 네트워크를 이용한 무인 모니터링 시스템이 연구에 적용되고 있다. 기존의 가축 모니터링 시스템은 대부분 가축의 상태에 민감한 체온 파라미터 하나만을 기준으로 가축 상태를 파악하는 연구를 하였다. 하지만 단일 파라미터는 가축 상태를 확인함에 있어 정확성과 신뢰성 측면에서 한계가 있다. 본 연구는 이러한 한계를 극복하기 위해 체온, 맥박 및 운동 총 3가지 파라미터의 모니터링이 가능한 무선 다중센서 상태 모니터링 시스템을 제안하고자 한다.

Abstract

The current livestock industry has led a large economic growth with the enlargement and modernization of farms. However, an increase in the number of farm animals per farmer and the concentrated farming are still causing an economic loss because of sudden deaths, increase of infection, and decrease of productivity. In order to solve the problem, studies on the remote farm monitoring system using sensor network are in progress. Most of the existing farm monitoring systems use a single parameter of temperature, which is measured for understanding the abnormal conditions of animals. But the community has observed that a single parameter-based monitoring is insufficient for precise understanding of conditions of animals. The purpose of this study is to suggest a remote multiple sensor network monitoring system, which monitors 3 parameters of temperature, pulsation and motion, to overcome the shortcomings of the existing system.

Keywords

real-time, monitoring, livestock, IT, sensor

* 광운대학교 임베디드SW공학과 석사
** 광운대학교 로봇학부 교수(교신저자)
· 집 수 일: 2015년 01월 20일
· 수정완료일: 2015년 02월 25일
· 게재확정일: 2015년 02월 28일

· Received: Jan. 20, 2015, Revised: Feb. 25, 2015, Accepted: Feb. 28, 2015
· Corresponding Author: Jin-Oh Kim
School of Robotics, Kwangwoon University, Wolgyedong, Nowongu, Seoul, 139-701, Korea,
Tel.: +82 02 940-5158, Email: jinohkim@kw.ac.kr

I. 서 론

우리나라 축산업은 초창기 소규모 부업 형태에서 시작하여, 경제발전과 함께 대형화, 전문화되었고, 여러 관련 산업에 직·간접적으로 영향을 미치는 큰 산업으로 발전을 하였다. 이러한 축산업의 대형화로 가구당 사육 마리 수가 증가하게 되고, 개인이 관리 가능한 범위를 벗어나 결국에는 축사 위생관리의 부실 및 전염성 질병에 대한 즉각적인 조치의 실패 등 축산 농가 관리 부실로 이어져 이로 인한 경제적 손실이 증가하고 있다[1]. 그림 1은 가구당 젖소의 사육 마리 수에 대한 조사 결과를 나타내며, 지속적으로 가구당 사육 마리 수가 증가하고 있음을 보여준다[2].

대규모 축산 농가의 경우 적은 인원으로 다수의 가축을 보다 효율적으로 관리 감독하여 관리 부실 및 질병으로 인한 경제적 손실을 최소화하기 위한 가축 모니터링 시스템이 필요하게 되었다. 이러한 시장의 요구를 바탕으로 해외 축산 선진국의 대학, 연구소 및 기업에서는 무선 센서 네트워크(Wireless Sensor Network) 기술이 적용된 축산 모니터링 시스템이 활발히 연구되고 있으며, 일부는 상용화되고 있는 실정이다. 최근 국내에서도 IT 기술을 접목한 젖소 모니터링 시스템에 관한 연구들이 활발히 진행되고 있다[3]-[6].

가축의 경우 질병 발생 시 평균 체온이 수일간 약 1℃ 상승하게 되고, 이를 검출하여 질병의 발생 여부 판단이 가능하기 때문에 기존의 가축 모니터링 시스템은 체온을 기준으로 한 단일 파라미터로 구성된 시스템이 주로 연구되어 왔다. 하지만, 가축의 체온으로 질병의 발생 여부 판단은 가능하지만, 가축의 건강 상태 및 발정기 등 포괄적인 생체 상태의 파악은 불가능하다. 일례로, 젖소의 경우 스트레스를 받게 되면 착유량이 급감하게 되고, 가임 시간이 약 16시간밖에 안되는 발정기를 놓치게 되면 번식을 위해 약 1년을 기다려야 하는 등의 경제적 손실이 발생하게 되므로, 가축의 복합적인 생체 상태 모니터링이 필요하다. 이러한 복합적인 가축의 생체 상태 파악을 위해서는 체온뿐만 아니라 맥박 및 운동량의 모니터링이 반드시 필요하다.



그림 1. 가구당 젖소 사육마리 수의 동향
Fig. 1. Situation of breeding cow number per farmer

표 1. 젖소의 상태와 체온, 맥박 및 운동량의 관계
Table 1. Relations between cow's health, body temperature, pulse and momentum

Cow's status	Disease		Cow's health status	
	Diarrhea	Foot rot	Stressed	Estrus
Temp.	↑	↑	-	-
Pulse	↑	↑	↑	-
Momentum	↓	↑	↓	↑

표 1은 젖소의 상태와 체온, 맥박 및 운동량의 관계를 나타내고 있다.

따라서 본 연구에서는 가축의 질병 발생 여부뿐만 아니라, 다양한 생체 상태를 보다 명확하게 파악하기 위해 젖소를 대상으로 체온, 맥박 및 운동량 검출이 가능한 무선 다중 센서시스템 개발을 제안하고자 한다.

II. 다중센서 시스템 개발

2.1 시스템 구성

본 연구에서는 기존에 각각의 모듈로 개발되었던 체온센서[7]와 맥박센서[8]를 통합개발 하였고, 가속도 센서를 추가로 개발하여 3개의 데이터를 동시에 취득 할 수 있는 모듈을 개발하였다. 이를 포함하는 종합시스템은 맥박/체온 센서가 부착 된 통합 모듈, 가속도 센서가 부착 된 연산/통신 보드와 배터리로 구성된 목걸이 모듈, 모듈을 젖소의 몸에 부착시키기 위한 하네스(Harness)로 구성된다.

맥박/체온 센서 통합모듈은 맥박, 체온 데이터를 목걸이 모듈로 전송한다. 목걸이 모듈은 가속도센서에서 측정된 운동데이터와 맥박/체온 센서 모듈로부터 전송받은 맥박, 체온 데이터를 Zigbee 통신을 이용하여, 중계기로 전송한다. 통신은 비교적 적은 전력과 저가로 무선 데이터 전송망을 구축할 수 있는 Zigbee를 사용하였으며, Zigbee 리더기와 Ethernet 변환기로 구성 된 중계기에서 유선 TCP/IP로 변환하여 전체 네트워크에 연결된 서버에 데이터를 전송하여 네트워크 내의 어디에서든 데이터 확인이 가능하도록 하였다. 그림 2는 제작된 전체 모듈이다. (A)와 (D)는 목걸이 모듈 케이스이다. 목걸이 모듈 케이스 (D)에는 운동성 데이터를 취득할 수 있는 가속도 센서가 부착된 연산/통신 보드(B)와 배터리(C)를 포함하고 있다. 맥박/체온 센서 통합 모듈 (E)은 맥박/체온 센서가 젯소의 좌측흉부에 장시간 부착될 수 있도록 두께는 얇고 폭은 길게 제작하였다. 목걸이 모듈과 맥박/체온센서 모듈은 하네스를 이용하여 유선으로 연결하였다.

2.2 맥박/체온 센서 통합모듈 개발

가축의 체온과 맥박은 건강상태를 판단하는 중요한 척도가 된다. 본 연구에서는 건강한 상태의 체온 및 맥박을 기준으로, 실시간 모니터링 한 체온 데이터와 비교하여 젯소의 질병 발생 여부 판단이 가능하고, 맥박의 상태를 모니터링 하여 젯소의 불안 상태 판단이 가능하므로 본 시스템에서는 맥박과 체온을 감지할 수 있는 센서가 부착 된 통합 모듈을 개발하였다. 맥박센서는 혈관에 빛을 쏘아 반사된 값을 가지고 측정을 하는 PPG(Photo Plethysmography) 센서를 사용하였고, 체온 센서는 체온의 미세한 변화에 반응할 수 있도록 작은 온도변화에 민감한 기준에 적용 하였던 NTC(Negative Temperature Coefficient Thermistor)를 적용하였다[9][10]. 맥박/체온 센서 통합모듈에서는 맥박 측정 센서에서 사용되는 광원인 LED로 인해 전력의 소모를 최소화하기 위해서 전원을 On/Off 할 수 있도록 설계하였다. 그림 3은 맥박/체온 센서 통합모듈의 구조이고 그림 4는 맥박/체온 센서 통합모듈의 보드와 외형이다.

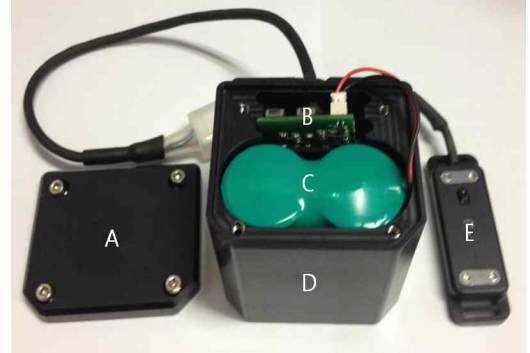


그림 2. 젯소 생체 모니터링 통합 모듈
Fig. 2. Integration module of dairy cow monitoring

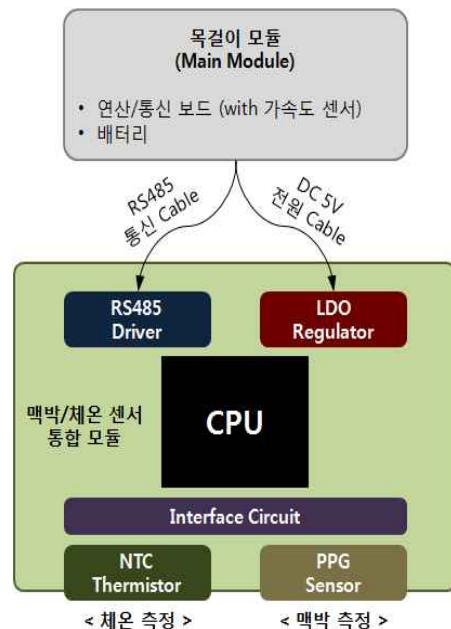


그림 3. 맥박/체온 센서 통합모듈 블록도
Fig. 3. The block diagram of pulse/temperature sensor integration module

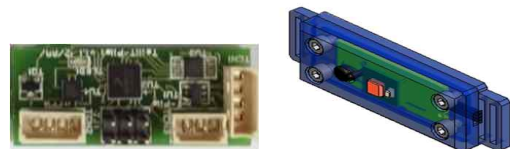


그림 4. 맥박/체온 센서 통합모듈 보드(좌)/외형(우)
Fig. 4. Pulse/temperature sensor integration module board(left)/shape(right)

2.3 가속도 센서의 적용개발

가축의 질병과 운동행태를 관찰해 보면, 건강한 젖소에 비해 질병이 발생한 젖소는 움직임이 대체로 둔해지고, 발정기의 젖소는 움직임이 급격히 많아지며 또한 발굽에 질병이 발생한 젖소는 움직임이 비정상적인 모습을 보이고 있다. 이러한 가축의 운동행태를 가속도 센서를 이용하여 파악하고자 목걸이 모듈 내부의 연산/통신 보드에 가속도 센서를 부착하여 운동학적 행태정보를 수집, 분석하여, 패턴화하고자 하였다. 이를 통해 질병 징후에 대한 빠른 확인이 가능해지고, 이는 축산 농가의 스마트한 가축관리와 질병의 전염예방 및 사전조치를 가능하게 할 것으로 기대된다.

가속도 센서는 물체에 가해지는 가속도의 크기를 출력하는 것으로, 1축, 2축, 3축 등 축수에 의해서 타입이 나뉜다. 3축 가속도 센서의 경우 x, y, z 3축 방향의 3차원 공간에서 가속도를 측정할 수 있고, 중력 가속도를 기준으로 물체의 기울어진 각도와 각 방향의 가속도로부터 물체의 움직임을 검출할 수 있다.

본 시스템의 가속도 센서는 Freescale사의 3축 가속도 센서인 MC9S08QB8 모델 센서를 적용하였고, 연산/통신 보드에 부착하여 목걸이 모듈 내에 장착하였다.

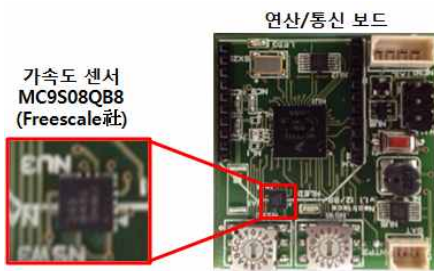


그림 5. 가속도 센서가 부착 된 연산/통신 보드
Fig. 5. Computing/communication board with accelerometer

III. 모니터링 시스템 개발

3.1 통신부 개발

본 연구에서 개발하고자 하는 젖소 생체 모니터링 시스템은 맥박과 체온, 그리고 운동학적 정보 수집을 위한 가속도 총 3가지 정보를 수집 및 전송하도록 설계되었다. 본 시스템은 장기간 사용해야 함으로 저전력이 매우 중요하다. 펌웨어에서도 저전력을 고려하여, MCU 내부 크리스탈을 사용하고, 전력소모가 큰 Zigbee 모듈과 PPG 센서 및 맥박/체온 센서 모듈은 Sleep 모드를 적용하여 전력 소비를 최소화 하였다. 맥박 및 체온 정보를 수집하기 위한 외부 센서 모듈의 명령 및 전력은 목걸이 모듈로부터 공급 받고, 외부 센서 모듈을 통해 수집 된 맥박 및 체온 데이터는 목걸이 모듈로 전송 후 연산/통신 보드를 통해 Zigbee 통신을 이용하여 중계기로 전송된다. 전송 주기는 사용자의 요청에 따라 변동이 가능하도록 하였다. 목걸이 모듈과 가속도 센서는 항상 동작하면서 가속도 값을 모아 평균값, 최대값, 최소값의 계산이 가능하다. 외부 센서 모듈의 전력 소비 최소화를 위해 프로그램 내부에 타이머를 설정하여 설정한 시간이 되면, 맥박/체온 센서 모듈에 전원을 공급하여 Sleep 모드를 해제하고 모듈을 동작시키도록 구성 하였다. 맥박/체온 센서 모듈이 Sleep 모드로부터 해제되면, PPG센서와 NTC 센서를 Wake up시키고, 맥박과 체온 값을 설정된 시간 동안 수집한다. PPG 센서는 Saturation시간이 10초 이상 필요하므로 맥박/체온 센서모듈이 안정적인 값을 얻기 위해서는 10초 이상의 시간이 필요하다. 맥박과 체온 값 역시 가속도 값과 마찬가지로 측정한 시간 내의 평균값, 최대값, 최소값을 계산하여 데이터를 보관한다. 맥박/체온 센서 모듈이 데이터를 다 모으면, 목걸이 모듈에서는 맥박/체온 센서 모듈에 데이터 전송을 요청하고, 맥박/체온 센서 모듈은 데이터를 전송한다. 데이터를 받은 목걸이 모듈은 맥박/체온 센서 모듈의 전원을 차단하여 외부 센서 모듈을 Sleep 모드로 전환시키고, Zigbee 모듈을 Wake up 시킨다. 센서 모듈의 Zigbee는 End Device로 설정되어 있기 때문에 Coordinator나 Router를 찾아 네트워크에 연결해야 한다. 네트워크에 연결이 되면 Zigbee를 이용하여 중계기로 수집 된 맥박, 체온 및 가속도 데이터를 전송하고, 전송이 완료되면 목걸이 모듈은 Zigbee를 다시 Sleep 모드로 전환시킨다. 그림 6은 통신 시스템의 구성도이다.



그림 6. 통신 시스템 구성도
Fig. 6. Communication system architecture

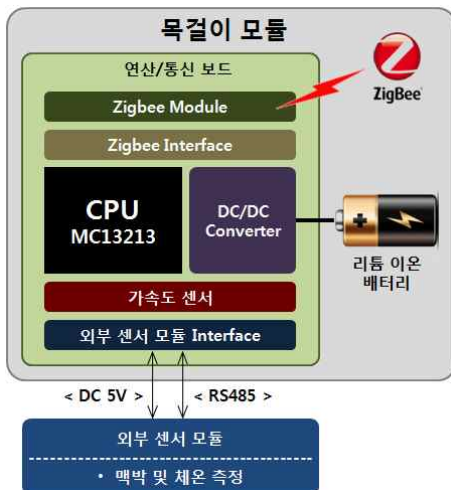


그림 7. 목걸이 모듈 블록도
Fig. 7. The block diagram of necklace module

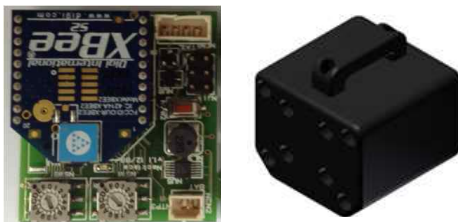


그림 8. 연산/통신 보드(좌)/ 목걸이 모듈 외형(우)
Fig. 8. Computing/communication board(left), necklace module shape(right)

3.2 목걸이 모듈 개발

목걸이 모듈은 가속도 센서가 부착 된 연산/통신 보드와 배터리, 그리고 케이스로 구성되어 있다. 본 시스템에서는 목걸이 모듈 내 가속도 센서를 사용하여 소의 운동학적 정보를 측정하고, 연산/통신 보드를 통해 소의 좌측 흉벽에 부착된 외부 센서 모듈(맥박/체온 센서 모듈)에 전원 공급 및 명령 하달, 측정 데이터를 수신한다.

특히 연산/통신 보드는 외부 센서 모듈의 맥박, 체온 측정값과 목걸이 모듈 내 가속도 센서의 측정값을 Zigbee 통신을 이용해 중계기로 전송한다[11]. 그림 7은 목걸이 모듈 내 연산/통신 보드의 블록도이고, 그림 8은 연산/통신 보드와 목걸이 모듈의 외형이다.

3.3 하네스 개발 및 적용

본 시스템에서 개발한 가속도 센서가 부착 된 목걸이 모듈과 맥박/체온 센서가 부착 된 센서 모듈을 소에게 스트레스를 주지 않으면서, 파손의 위험이 없고, 지속적으로 부착이 가능한 위치와 방법으로 부착하기 위해 최적의 하네스를 개발하였다.

맥박/체온 센서가 부착 된 센서 모듈을 목걸이 모듈과 분리하고, 맥박/체온 센서 모듈은 작고 얇은 형태의 외형으로 설계하여 측정 부위에 따른 제한을 덜 받고 부착이 가능하도록 하였다. 하지만, 맥박 측정에 사용한 센서는 외부의 빛에 의해 노이즈가 발생할 수 있기 때문에 센서부는 빛이 차단되도록 완전히 감싸서 부착되어야 하는 것을 고려하여 제작하였다. 하네스 설계 시 착용의 간편성, 착용 후 맥박/체온 센서 모듈의 상대적 운동량이 적을 것, 그리고 성우와 송아지에게 모두 적용 가능할 것 등을 중요하게 고려하여 제작하였다. 또한 가격이 낮고 탄력성이 있는 재질로 제작을 하기 위하여 잠수복에 사용하는 네오프렌(Neoprene)원단을 이용하여 제작하였다. 맥박/체온 센서 모듈 부착위치는 소의 움직임에 가장 영향이 적은 위치인 소의 좌측 흉벽으로 정하였다.



그림 9. 조끼형 하네스
Fig. 9. Vest-type harness



그림 10. 하네스 착용된 성우(상)/송아지(하)
Fig. 10. Cow with harness(upper)/calf with harness(lower)

제작한 조끼 형 하네스는 윗덧개 부분과 아랫덧개 부분으로 나뉘진다. 아랫덧개 부분에 맥박/체온 센서 모듈을 결합하여 송아지에게 부착함으로써 탈락을 방지하였다. 위 그림 9는 조끼 형 하네스, 그림 10은 성우와 송아지에 맥박/체온 센서모듈을 부착한 사진이다.

IV. 현장적용 실험

4.1 현장 적용

본 연구는 농촌진흥청 지원의 FTA 대응사업의 일환으로 “젖소 생산효율 극대화를 위한 개체별 건강모니터링 시스템 개발과 연계 정밀영양 공급모델

개발” 과제의 세부과제로 수행되었다. 이러한 이유로 실험은 국립축산과학원 축산자원개발부 검정우사에서 진행하였다. 검정우사는 120m 이상의 개방형 우사로 수용 개체 수는 100여 마리 정도이다. 유방염이나 산후 조리가 필요한 우군의 격리 및 임신 우의 격리가 이루어지고 있으며, 매시간 정기적으로 착유가 이루어지고 있다. 실험은 외부 모니터링 센서 데이터의 수집과 신뢰성 검증 및 모듈의 부착성 테스트, 가속도 센서를 이용한 젖소의 운동 분석으로 진행하였다.

4.2 실험 결과

소의 목걸이 모듈에서 측정된 가속도 데이터 값을 받아 처리하여 소의 운동 데이터를 수집하였다. 운동 데이터는 발정기, 분만징후 등 번식과 관련된 행동의 예측이 가능하게 하며, 절름걸음 등 비정상적인 행동을 포착하여 발굽병 등의 판별을 가능하도록 하는 매우 중요한 데이터이다. 이 외에도 일반적인 행동과 가속도센서 데이터를 비교함으로써 소의 습성과 생태에 대한 정보도 많이 얻을 수 있을 것으로 기대된다. 운동량 데이터 수집은 직선거리 이동시의 정상소와 부계병이 있는 소의 가속도 값 변화 측정을 위해 착유 후 이동하는 직선거리에서의 데이터를 비교하였다. 아래 그림 11은 젖소에게 모듈을 부착한 모습이고 그림 12, 13, 14는 수집한 운동 데이터이다.

목걸이 모듈을 부착한 소는 발굽질병이 있는 소로 X축과 Y축의 데이터는 크게 변화가 없는 것에 비하여 Z축의 값이 걷는 도중에 절름걸음으로 인해 큰 폭으로 변화하는 것을 확인할 수 있다. 신뢰성 확보를 위하여 젖소의 맥박 데이터와 체온 데이터를 동시에 측정하여 데이터를 분석하게 되면 발굽질병이 있는 젖소를 구분함에 있어 더욱 더 신뢰성이 있는 데이터가 될 것이다.

대부분의 소의 질병은 체온의 상승을 동반하기 때문에 체온은 질병의 판별을 위해 매우 중요한 수치이다. 젖소 같은 정온동물은 질병이 발생하면 체온의 변화가 발생한다. 이러한 현상을 바탕으로 본 연구에서의 온도 관련 검증은 정상 송아지와 젖소의 사망요인 원인중 하나인 설사병에 걸린 송아지

에게 맥박/체온 센서 모듈을 부착하여 체온 데이터를 비교하였다.



그림 11. 목걸이 모듈 부착
Fig. 11. Attachment of necklace module

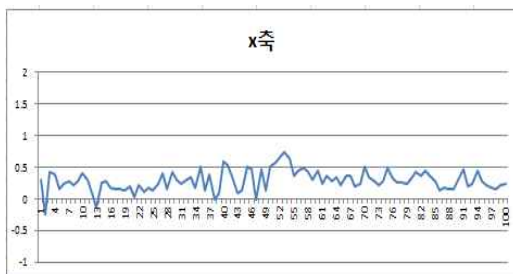


그림 12. X축 운동 데이터
Fig. 12. X-axis motion data

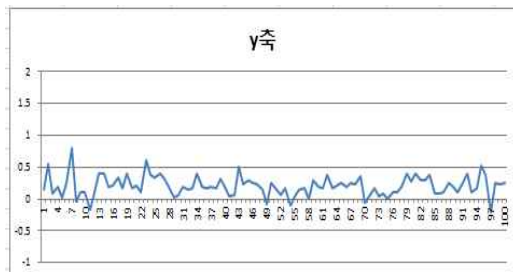


그림 13. Y축 운동 데이터
Fig. 13. Y-axis motion data

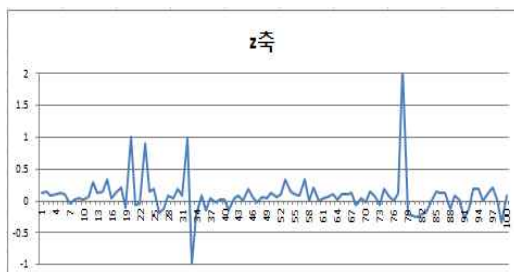


그림 14. Z축 운동 데이터
Fig. 14. Z-axis motion data

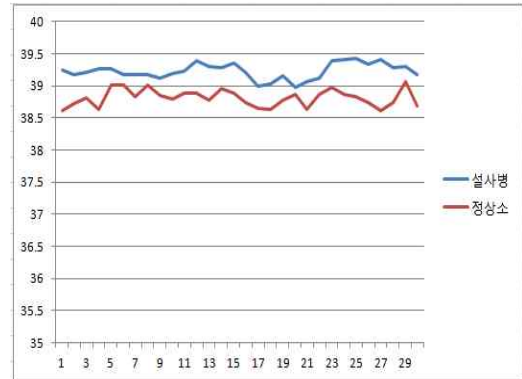


그림 15. 정상소와 설사병소의 체온데이터
Fig. 15. Normal cow's and diarrhead cow's temperature data

그림 15는 3마리의 건강한 송아지와 3마리의 설사병이 있는 송아지에게 맥박/체온 측정 모듈을 부착 하여 30분 동안 1분 간격으로 체온 데이터를 수집한 결과이다. 두 실험군의 체온 데이터를 확인한 결과 건강한 송아지의 체온은 평균 38.96°C 로 정상 체온 범위를 벗어나지 않았다. 반면, 설사병이 있는 송아지의 체온은 평균 38.10°C 로 건강한 송아지와 체온이 약 0.8°C 정도 균일한 차이를 보이는 것을 확인할 수 있다.

그래프로 도출된 결과, 연구에서 제안하는 모니터링 시스템에서 가속도 및 체온 데이터를 수집하고 분석한 결과 젖소의 효율적인 건강 상태 분석이 가능하다는 것을 확인하였다. 기존의 체온 데이터만을 수집하여 건강 상태를 분석한 결과보다 질병 감지에 더욱 신뢰성 높은 데이터가 될 것으로 기대한다.

맥박은 일반적으로 안면 동맥, 중미 동맥, 좌측 흉벽을 청진하여 측정한다. 성우의 경우 정상 맥박은 분당 60~75회이고, 송아지의 경우 분당 60~90회이다. 실험에서는 성우의 경우 중미 동맥에서, 송아지의 경우 액와부(앞 다리와 몸통 사이)에서 측진으로 위치를 잡고 맥박이 측정 가능한 좌측 흉벽에서 맥박 데이터를 수집하였다. PPG로 측정하는 맥박의 경우 PPG가 외부의 빛과 동잡음에 민감하기 때문에 측정 시 외부조건을 고려해야 한다. 외부의 빛에 의한 노이즈를 방지하기 위해 센서와 부착부위는 밀착되어야 한다. 그림 9는 성우와 송아지에 맥박/체온 센서를 부착한 사진이다.

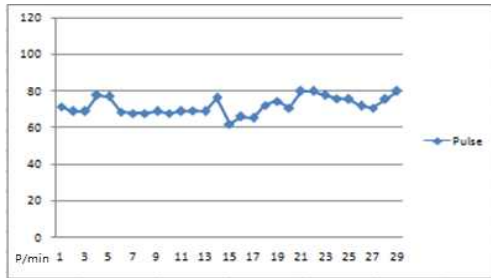


그림 16. 사람이 없을 경우의 맥박 값
Fig. 16. Pulse data of case without human

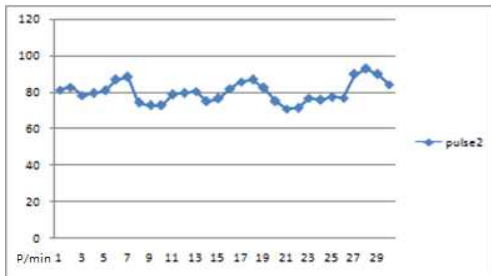


그림 17. 사람이 있을 경우의 맥박 값
Fig. 17. Pulse data of case with human

맥박 데이터의 신뢰성 실험은 건강한 젖소에 센서 모듈을 부착하여 안정된 상태의 맥박 데이터와 스트레스를 가했을 경우의 맥박 데이터의 차이를 분석하였다. 젖소는 사람이 옆에 있는 경우 많은 스트레스를 받아서 유량이 감소하는 증상이 나타나므로[12], 사람이 있을 경우와 없을 경우의 맥박 값 차이를 확인 하는 실험을 하였다.

그림 16은 사람이 없을 경우 맥박 데이터를 취득한 것이고 그림 17은 사람이 옆에 있을 경우 맥박 데이터를 취득한 값이다. 사람이 있을 경우의 맥박 값은 분당 약 80회로 사람이 없을 경우의 맥박 값인 분당 약 70회보다 약 10회 정도 높은 것을 확인할 수 있었다. 이 실험을 통해 운동학적 정보, 체온 데이터와 맥박 데이터를 함께 취득하여 분석할 경우, 보다 정확한 질병 검진 및 젖소의 상태 파악이 가능할 것으로 기대한다.

V. 결 론

본 연구에서는 젖소의 생체 데이터를 모니터링하는 젖소 생체 모니터링 시스템을 개발하였다. 총 3종의 센서(운동학적 정보 수집을 위한 가속도 센서

와 맥박을 측정하기 위한 PPG 센서, 그리고 체온 측정을 위한 NTC 센서)를 포함하고 있는 모듈 2종(목걸이 모듈과 외부 센서 모듈)을 개발하였으며, 각 센서로부터 데이터를 수집 및 분석하고 검증했다. 또한 수집한 데이터로부터 기존 체온에 의존하여 소의 질병 및 상태를 파악하는 경우보다 신뢰성 높은 판단이 가능하다는 것을 확인 하였다.

본 연구의 최종 목적은 젖소의 생체 데이터를 모니터링하고 패턴화한 알고리즘을 적용하여, 젖소의 상태를 원격으로 파악하고 문제 발생 시 적절한 대응을 가능하도록 하는 것이다. 이러한 최종 목적을 달성하기 위해서는 젖소의 생체정보를 패턴화하기 위한 많은 데이터 수집이 필요하며, 젖소의 생애에 걸친 분석이 요구된다. 본 논문에서 다룬 부분은 이러한 연구를 위한 개발 초기 단계로, 시스템의 개발에 중점을 두었다. 모듈 역시 앞으로 데이터를 수집하면서 소형화 및 경량화가 필요하며, 장기간 측정에도 변하지 않는 데이터의 신뢰성과 안정성을 가져야 할 것이다. 부착성도 지금보다 소에게 불편함을 주지 않으면서 파손이 되지 않는 위치와 방법을 찾기 위한 노력이 필요하다. 현재 개발된 시스템은 연구용으로 일반 축사 적용에는 한계가 있으나, 향후 시스템을 개선하여 일반 축사에서 사용할 수 있도록 해야 할 것이다. 일반 축사에 본 시스템이 적용된다면, 여러 증상과 질병으로 인한 경제적 손실을 예방할 수 있으며, 2010년의 구제역이나, 전 세계를 강타한 광우병 등을 빠르게 진단하여 질병 확산의 조기차단에 기여할 것으로 기대된다.

References

- [1] Tae-seong Kim and Myeong-cheol Hwang, "2012 NHERI Report", Nonghyup Economic Research Institute, Vol. 189, 2012
- [2] Seik Oh, "Agricultural Outlook 2011(I)", Korea Rural Institute, 2011.
- [3] Hyunn-gi Kim, Cheol-ju Yang, and Hyun Yoe, "Design and Implementation of Livestock Disease Forecasting System", The Korean Institute of Communications and Information Sciences, Vol. 37, Issue 12, pp. 1263-1270, Dec. 2012.

- [4] Yun-Jeong Kang and Dong-Oun Choi, "Cattle Bio-information Monitoring System Based on Context Awareness", Korean Entertainment Industry Association, Vol. 6, Issue 2, pp. 92-100, June 2012.
- [5] Sung-Chul Lee, Hoon Kwon, Hyu-Chan Kim, and Ho-Young Kwak, "A Design and Implementation of Traceability System of Black Pigs using RFID", The Korea Contents Society, Vol. 8, Issue 3, pp. 32-40, Mar. 2008.
- [6] Yun-Jeong Kang and Dong-Oun Choi, "Animal Bio-Information Monitoring Device", Korean Entertainment Industry Association, Vol. 6, Issue 2, pp. 101-106, June 2012.
- [7] Hak-Bong Jun, Hyun-June Lee, and Jin-Oh Kim, "Real Time Body Temperature Monitoring System for Calves Health Care", The Journal of Korean Institute of Information Technology, Vol. 12, Issue 10, pp. 181-190, Oct. 2014.
- [8] Hak-Bong Jun, Han-Joon Kim, and Jin-Oh Kim, "Development of Pulse Measurement Method for Health Monitoring of Dairy Cows", The Korea Contents Society, Vol. 13, Issue 12, pp. 27-37, Dec. 2013.
- [9] Tae-Shin Lee, "Dictionary of Athletic College", Minjung Publishing co., 2000.
- [10] In-Hun Jang and Kwee-Bo Sim, "Ring-type Heart Rate Sensor and Monitoring system for Sensor Network Application", Journal of Korean Institute of Intelligent System, Vol. 17, No. 5, pp. 619-625, Oct. 2007.
- [11] Gwon-Yoon Lee and Sang-Boo Lee, "A Study on the Development of Integration Communication System", The Journal of Korean Institute of Information Technology, Vol. 10, Issue 12, pp. 67-75, Dec. 2012.
- [12] J. Rushen, A. Passillé, and L. Munksgaard, "Fear of People by Cows and Effects on Milk Yield, Behavior, and Heart Rate at Milking", Journal of Dairy Science, Vol. 82, No. 4, pp. 720-727, Apr. 1998.

저자소개

전 학 봉 (Hak-Bong Jun)



2009년 2월 : 한국산업기술대학교
기계공학과(공학사)
2009년 ~ 2011년 : 오사카대학
기계공학과(연구생)
2014년 2월 : 광운대학교
임베디드SW공학과(공학석사)
관심분야 : CAD 설계, 로봇 교육,
축산 IT, 센서네트워크

김 진 오 (Jin-Oh Kim)



1992년 8월 : Carnegie Mellon
University, School of Computer
Science, Robotics Ph.D.
Program(공학박사)
1992년 ~ 1993년 : 일본 SECOM
Intelligent Systems Lab, Senior
Leader

1994년 ~ 1998년 : 삼성전자 로봇개발팀장, 로봇사업그룹장
1999년 3월 ~ 현재 : 광운대학교 로봇학부 교수
2005년 ~ 2006년 : Stanford University, Robotics Lab,
방문 부교수
관심분야 : 로봇을 통한 사회 변화 기획 및 설계, 작업을
위한 로봇시스템 설계, 로봇 평가기술