RF 통신을 이용한 동물 생체정보 센싱 시스템 개발

Implementation of Bio-information Sensing System using RF Communication

서용배, 정중수
안동대학교 정보통신 공학과

Seo Yong-Bae, Chung Joong-Soo
Department of Information Communication Engineering Andong National University

요약

정보 콘텐츠 기술의 발달로 인하여 모든 정보들이 데이터베이스화 되어가고 있다. 하지만 아직 가축의 생체정보의 데이터베이스 구축은 생체정보의 수집단계의 어려움으로 그 발전이 미약하다. 본 논문은 젖소의 생체정보를 수집 관리하기 위하여 지그비 RF(Radio frequency)통신을 이용한 가축의 생체정보의 수집을 통해 젖소들의 생체상태를 센싱 할 수 있는 시스템을 개발하였고 이를 데이터베이스 구축에 활용하기 위한 논문이다. 센싱 시스템은 8Bit 마이크로 컨트롤러와 기울기센서, 온도센서, RF 모듈로 구성되었다.

Abstract

Database is constructed according to the development of information contents technology. But the construction of database using bio-information has not been developed. because it is difficult to collect bio-information. This paper presents how to construct database about sensing temperature and tilt of cow based on bio-information using RF communication. The system consists of 8bit micro-controller, tilt sensor, temperature sensor and RF module.

Ⅰ. 서론

국내는 공업위주의 산업 발전에 따라 농업인구의 감소를 초래하였고, 농업은 다른 산업에 비해 발전이 매우 더디게 나타나고 있다. 이는 농업구조의 근본적인 결함과 이와 더불어 한국의 농업정책이 잘못되었음을 반증하는 실례이다[1].

90년대 이후의 농업정책은 선진화를 목표로 많은 노력이 이루어 졌고, 특히 축산업의 경우에는 다른 농업분야에 비해 많은 경쟁력을 갖추었으며 국내산 우유의 품질이 세계에서 가장 우수함은 이런 노력들의 결과이다[2].

국내의 정보기술 분야는 세계의 표준을 이루어 낼 만큼 빠르고 크게 성장하였고 그 영역이 자동차와 같은 기계장치 분야를 넘어서 이제는 생활과 떨어질 수 없는 상황에 이르렀다. 이런 기술의 추세는 농업 선진화 측면에서 볼 때 정보기술이 농업과 연결될 수밖에 없다는 생각을 갖게 만들고 있다. 따라서 정보기술의 장점을 최대한 활용하여 축산업에 활용할 수 있는 방안을 모색하고 그의 일환으로 축산 자동화 분아에 정보기술을 활용해 보고자 하여 연구되었다.

본 논문은 축산업의 하나인 젖소의 상태를 RF 통신방식을 이용하여 생체 정보를 획득하고 이를 바탕으로 관리의 효율을 높이며 일반적인 축산업 종사자들에게 도움이 되는 관리시스템 개발을 목표로 하였다. RF통신기술과 획득된 데이터를 PC의 데이터베이스와 연계하여 생체 모니터링 시스템을 개발 하였다.

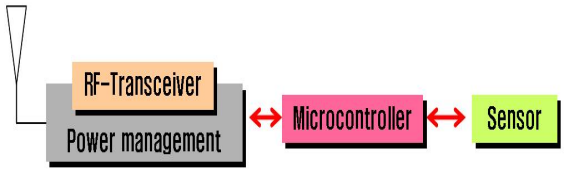
1. 생체정보의 획득

생체정보는 그 경중에 따라 검사를 통한 방법과 간단

한 측정기를 이용한 정보획득이 이루어 질 수 있다. 그 대표적인 예가 혈액검사와 체온 측정이다. 혈액검사의 경우 별도의 장비와 시간이 소요되며 온도측정의 경우는 그렇지 못하다. 이런 생체정보를 센싱하기 위해서는 실시간으로 검출 가능한 파라메타를 결정해야하고, 목적에 맞는 검출방법을 구상해야 한다.

본 연구는 전문가의 지식에 따라 젖소의 발정상태와 자궁내의 온도변화를 센싱 하여 최상의 젖소상태를 유지하기 위한 관리시스템을 개발을 목적으로 자궁내의 온도와 승가유무에 관한 생체정보를 센싱 하였다. 따라서 자궁내의 온도변화는 무선 RF모듈이 탑재된 소형모듈을 개발하여 정보를 센싱하였고, 발정상태 판별을 위해서 승가(발정기 젖소의 고유 운동특성)유무 검출을 위한 모듈을 개발하였다. 또한 RF를 통해 전송받은 데이터를 PC에 입력하기 위한 정보수집 장치를 개발하였다. 이렇게 개발된 모듈을 이용하여 생체정보를 센싱하고 수집하였다.

2. 생체정보 센싱모듈



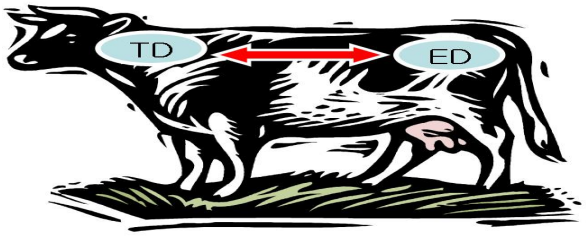
▶▶ 그림 1. 생체정보 센싱모듈의 기본구성

동물의 생체정보를 센싱하기 위해 개발된 모듈은 사용조건에 따라 국제 규약된 ISM Band(Industrial Science Medical Band)의 315MHz~915MHz 사이의 주파수대에서 중심주파수를 선택적으로 사용할 수 있도록 개발된 상용 RF 모듈을 탑재 할 수 있도록 개발되었다. 본 연구에서는 전력제어가 가능한 상용화된 FSK 방식의 RF 모듈을 사용하였다[3].

본 연구에서 개발되어진 생체정보 센싱모듈은 기본적으로 RF 송수신 모듈과 마이크로 컨트롤러가 내장되어 있는 형태로 그림 1과 같이 마이크로 컨트롤러에 각종 센서를 부착하여 데이터를 정형화하고, 데이터를 RF 모듈을 통해 송수신이 가능한 형태를 갖고 있다. 또한 저전력 동작을 위해 모듈을 대기상태의 모드로 전환하여 구동에너지를 최소화 하고 있다. 사용되는 마이크로 컨트롤러는 8bit 컨트롤러이며, 발생되는 생체정보의 양이 많지 않고 그 크기가 충분히 작아 선정되었다.

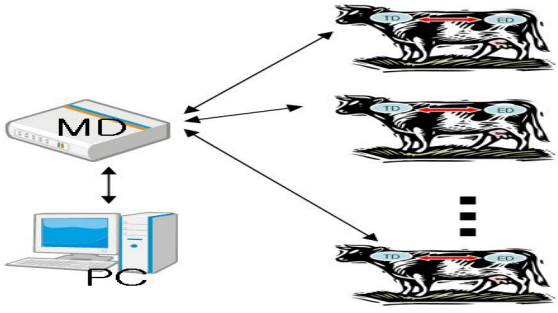
본 연구에 사용되어진 무선 네트워크의 구성은 최종 정보수집 장치(MD : Master Device), 정보전달 장치(TD : Transfer Device), 말단장치(ED : End Device)로 명명하였다. 개발된 모듈은 모두 그림 1과 같은 기본구성을 따르며 사용되는 센서에 따라 TD와 ED가 구별된다.

3. 생체정보의 전달구조와 방법



▶▶ 그림 2. TD와 ED의 부착위치

RF모듈이 탑재된 센싱모듈 TD, ED는 그림 2와같이 TD는 젖소의 목 또는 뒷다리에 부착하며 젖소의 외부에 노출되어 있다. ED는 젖소의 질 내에 삽입하여 내부에 위치하고 있다. 이는 ED의 경우 사용되는 센서가 자궁의 온도를 측정하기 위한 온도센서이며 직접측정법을 사용하기 때문에 젖소의 내부에 위치하고 있는 것이다. TD는 승가검출을 위한 센서를 탑재하고 있기 때문에 젖소의 목에 목걸이와 같은 부착방법으로 밴드를 이용하여 부착 하고 있다. 특히 ED는 젖소의 내부에 위치하기 때문에 외부와의 무선통신이 원활하지 못하다. 이는 전파의 전송매질이 공기와 같은 단일매질이 아니기 때문에 ED는 근거리 통신만 가능하다. 따라서 센싱된 데이터를 MD에 전송하기 위해 단순히 TD에 데이터를 전송하여 TD는 ED와의 통신을 통해 전송받은 데이터를 저장하고 MD의 호출에 저장된 데이터를 전송한다.



▶▶ 그림 3. 정보전달 무선네트워크 구조

그림 3은 생체정보 센싱을 위한 네트워크 구성도이다. 데이터가 최종적으로 저장될 PC는 USB를 통해 MD와 연결되어있고 MD와 PC는 보통의 경우 실내에 위치하고 있다. MD는 TD를 통해서 ED에서 센싱 된 데이터를 전송받고 필요에 따라 TD를 통해 ED를 호출하여 원하는 온도정보를 전송받을 수 있도록 구성되었다. TD 또한 젖소의 승가 검출을 위한 기울기 센서를 내장하고 있기 때문에 TD에서 발생된 승가 유무 정보는 실시간으로 MD에 전송되고 PC에 승가 유무에 관한 정보가 저장된다. 승가 유무 정보는 승가가 이루어진 시점에서 발생되는 전기적인 신호이다. 따라서 이를 체크하여 그 정보를 RF모듈을 통해 전송하게 될 때 여러 마리의 소들이 같은 시간에 승가가 발생되면 승가유무에 관한 정확한 검출신호 전송에 혼선이 생긴다. 보통의 축산 전문가들은 승가가 발생되는 경우는 100여 마리의 소가 사육된다고 가정했을 때 같은 시간에 승가가 이루어지는 경우는 거의 없어 이런 승가발생의 오류는 배제하기로 하였다.

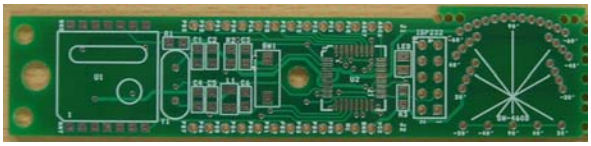
4. 정보의 데이터베이스 구축

ED에서 발생된 온도정보와 TD로부터 발생된 승가정보는 모두 TD를 통해 MD에 전송되고 MD는 PC의 USB 포트 또는 RS-232C 포트를 통해 연결되어 데이터를 PC에 저장 하고 수정할 수 있으며, 사용자가 원할 때 온도값 또는 승가유무를 판단하기 위한 TD, ED를 호출할 수 있고 PC에서 데이터베이스를 구축 하였다.

Ⅱ. 생체정보 센싱 시스템

1. 센싱모듈의 개발

젖소는 고품질의 우유를 다량 생상하기 위하여 인공적으로 호르몬 조절기술을 이용하여 관리되기도 하지만 보통의 경우 임신과 출산 등의 자연 생리학적 시간조절과 교배 타이밍을 활용하여 관리되고 있다. 이는 임신과 출산에 관한 적정한 타이밍을 활용하여 교배의 성공률을 높이고 젖소 관리의 효율화를 자연적으로 극대화하기 위함이다. 이런 시기에 젖소는 호르몬의 변화로 인해 자궁의 온도가 증가하고 승가와 같은 고유 운동특성을 나타내며 이런 두 가지 파라메타를 실시간으로 측정 할 수 모듈을 개발 하였다.



▶▶ 그림 4. 센싱 모듈

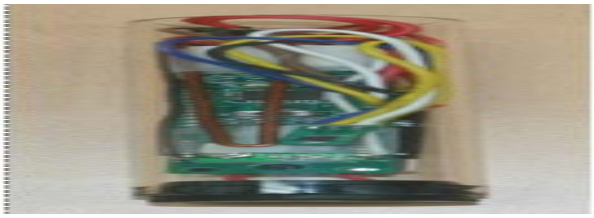
그림 4와 같이 MD, TD, ED에 사용될 모듈이 개발되었다. 모듈의 중앙에 8Bit 마이크로 컨트롤러가 위치하고 있으며 사용한 컨트롤러는 ATmega48이다[4].

▶▶ 그림 5. RF 모듈

센싱모듈에 기본적으로 탑재되는 RF 모듈은 RFM-12이며 송수신 밴드 폭을 프로그램을 이용하여 변환이 가능한 기능을 가지고 있고 AFC, DQD, Wakeup timer가 내장되었고 필요에 따라서 PCB 안테나 및 외장형 안테나를 사용할 수 있다[5].

2. End Device의 구성

호르몬 변화에 의한 자궁 내 온도의 변화는 온도센서를 탑재한 센싱모듈을 이용하여 생체정보를 획득 할 수 있다.



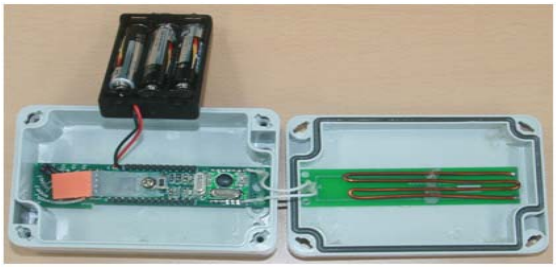
▶▶ 그림 5. 시험관 안에 탑재된 End Device

그림 5와 같이 ED는 젖소의 자궁에 안전하게 삽입되기 위해 시험관에 넣어 사용하게 되고, 시험관은 무균처리 된 후 별도의 보호막에 쌓여 젖소의 자궁벽에 삽입된다[6]. 이런 방법은 향후 발생될 수 있는 젖소의 2차 감염이나 검증되지 않은 방법의 적용으로 인해 젖소에게 발생할 수 있는 생물학적 변화를 최소화하기 위해 1987년 이후 검증된 방법을 사용하고 있다[7].

온도의 범위는 젖소 개개인의 일정 자궁온도 범위에서 ± 1~2℃ 정도의 변화를 나타내기 때문에 보통의 경우 정밀하지 않은 온도측정 방법을 이용해서 알아내기는 쉽지 않다. 따라서 분해능이 0.03℃정도인 ADT7301을 사용하였다[8].

3. Transfer Device의 구성

승가는 발정기 암소들이 서로의 등을 내어주거나 올라타면서 호르몬의 변화를 외부적으로 표현하는 특이 행동이다. 보통의 경우 이런 행동들은 간헐적으로 특정 외부자극에 의해 발생하기도 하지만 발정기의 암소들에게서 공통적으로 나타나지는 행동이다. 전문가들은 이런 행동들이 하루에 10차례 이상 발생되었다면 틀림없는 발정기 암소로 판단을 하게 된다.



▶▶ 그림 6. Transfer Device

TD는 기본적으로 ED와 같은 모듈을 사용하고 온도센서 대신 기울기 센서를 사용한다. 또한 탑재된 마이크로 컨트롤러에서 ED로부터 전송되어진 데이터를 저장하거나 전송하고 기울기 센서로부터 승가검출 정보를 처리 할 수 있도록 프로그램 되어있다. 사용된 기울기 및 진동센서는 내장된 볼의 무게와 경사각에 전극의 접점상태가 결정되기 때문에 사용 환경에 맞는 센서를 선택적으로 적용해야 한다. 본 연구에서는 내장형 초소형 SW-460D를 선택 하였다.

▶▶ 그림 7. 승가검출을 위한 TD의 부착

그림 6은 젖소의 목 윗부분과 뒷다리에 부착된 TD의 실제 모습니다. 일반적인 상황에서 젖소의 이동과 활동에 제약이 없으며, 소의 복지차원에서 고통을 줄 수 있는 방법이 배재되어야 하므로 승가를 오차 없이 검출하는 방법은 매우 어려운 일이다.

승가는 그림 8과 같이 나타나며 TD가 탑재된 젖소들은 축사 안에서 자유롭게 활동하고, 그런 활동 속에서 생체정보가 안전하게 전송 되어야 한다.

▶▶ 그림 8. 승가중인 젖소

TD는 기울기 센서에 의해 승가 후 낙하하는 젖소의 목에 발생되는 충격 에너지 또는 뒷다리 하중의 증가에 따른 에너지의 변환에 의해 동작한다. 이는 운동에너지 적절한 변화를 계산하여 임계점을 산출하고, 일반적인 젖소들의 크기에 맞도록 바이어스 범위를 결정하며 바이버스 범위 밖에서 검출된 운동에너지와 위치에너지의 변화는 무시함으로서 실제 승가유무를 전기적으로 판단한다. 일반적으로 볼 수 있는 젖소들의 크기는 젖소들의 나이와 활동량에 따라 달라질 수 있기 때문에 전기적으로 승가 검출을 위해 바이어스 상태를 결정하는 것은 매우 어렵다. 따라서 현재에도 적절한 바이어스 범위를 명확히 하기 위해 실험중이다.

4. Master Device의 구성

생체정보를 최종적으로 저장하고 각각의 모듈을 동작시키기 위한 명령은 PC가 담당하고 있다. 하지만 일반적인 PC는 입출력 인터페이스를 통하여 전기적인 신호를 사용 할 뿐 물리적인 기능은 하지 않는다. 따라서 무선통신과 같은 물리적인 운용과 데이터의 입출력을 담당할 MD를 개발하였다. MD는 PC의 말단부에 접속되어 USB 또는 RS-232c 등과 같은 통신 인터페이스를 통해 정확한 데이터와 명령을 송수신 한다.

▶▶ 그림 9. Master Device

그림 9는 MD를 나타내고 있다. 센싱모듈을 기본으로 탑재하고 있으며 센서 대신에 USB와 RS-232C 통신포트가 연결되어 있어 PC와 센싱시스템의 운용을 위한 명령어 및 데이터를 송수신 한다. PC로부터 전원을 입력받아 사용하며 별도의 전원이 필요하지 않다.

5. 생체정보 센싱 시스템

▶▶ 그림 10. 생체정보의 데이터 베이스

생체정보 센싱시스템은 MD, TD, ED와 같은 모듈 하드웨어와 이를 운용하기 위한 소프트웨어로 구성되어있다. 소프트웨어는 그림 10과 같이 GUI(Graphic User Interface)로 구성되어있으며 필요에 따라 버튼을 눌러 명령어를 생성하거나 체크박스와 같은 인터페이스를 활용 할 수 있다. MD로부터 전송받은 데이터를 PC에 파일로 저장하거나, 저장된 파일을 읽을 수도 있으며 Visual C++를 이용하여 프로그램 되었다[9].

Ⅲ. 결론

1. 생체정보 센싱 시스템의 운용

RF를 이용한 생체정보 센싱 시스템은 PC에 프로그램 되어있는 운용 소프트웨어를 통해 명령어가 MD, TD, ED의 순서로 전송되어져 생체정보를 센싱하고, 센싱 된 정보는 이와는 반대로 ED, TD, MD를 통해 PC로 전송된다. 각각의 ED, TD는 고유한 구분코드를 지니고 있어 설치된 젖소의 인식코드를 대신하고 있다. 자궁에 삽입된 ED를 통해 발생된 온도 정보는 ID테그와 함께 전송되어 PC에서는 데이터베이스 구성 가능하고 이와는 별도로 옥외에 설치 가능한 외부 디스플레이 장치에 표기하여 그림 11과 같이 관리자에게 젖소의 상태를 실시간으로 알릴 수 있다.

센싱 시스템의 운용의 방법은 크게 2가지로 운용프로그램에 시간 간격을 세팅하여 시간 간격마다 젖소에 부착된 TD, ED를 1번부터 차례로 호출하여 원하는 생체정보 값을 얻는 방법과 단추 또는 체크박스와 같은 인터페이스를 통해 명령어를 전송하여 필요에 따라 생체정보 값을 얻는 방법이 있다.

▶▶ 그림 11. 외부 디스플레이

2. 생체정보의 활용

생체정보 센싱 시스템을 젖소에 적용하여 실시간으로 생체정보의 센싱 가능성을 보였다. 또한 생물학적 정보의 수집 문제를 해결하기 위한 방법으로 IT기술이 융합될 수 있음을 보였다. 이는 획득된 정보를 데이터베이스화 하여 다른 산업분야 적용이 가능하고 저장된 정보는 제 가공됨 으로서 2차적인 연구 분야개척의 성과를 나타낼 수 있다. 본 연구는 현재 버전 2단계로 상용화를 위해 연구가 계속되어지고 있으며, 모듈의 적절한 부착위치의 설정과 효과적으로 데이터를 관리 할 수 있는 구조의 데이터베이스 플렛폼이 연구중이다.

■ 참 고 문 헌 ■

[1] 김동희, “국제화시대의 농업정책”, 한울 아카데미, 1994.

[2] 문성진, “국내 우유의 품질 현황 및 개선방안에 대한 연구”, 건국대학교, 2008.

[3] Hope RF, "Universal ISM Band FSK Transceiver", Hope RF, 2007.

[4] ATMEL, "ATmega48 AVR controller", ATMEL, 2007.

[5] Hope RF, "RFM12 User Guide", Hope RF, 2007.

[6] R.Firk, EStamer, W. Junge, J. Krieter, "Automation of oestrus detection in dairy cow: review", Elservier, Livestock Production Science, pp.219-232, 2002.

[7] David L. Zartman, U.S.Patent No.4677967, "Intravaginal anchor", July.7, 1987.

[8] Analog Device, "ADT7301 Digital Temperature Sensor", Analog Device Manual, 2005.

[9] 김용성, “Visual C++ 완벽가이드 2nd”, 영진닷컴, 2004.