

# 적외선 센서를 이용한 소 귀에서의 체온 측정

김신자\* · 이영우\*

\*목원대학교

The temperature measurement at external auditory meatus  
using Infrared sensor in cattle

Sheen-Ja Kim\* · Young-Woo Lee\*\*

\*Mokwon University

E-mail : ywlee@mokwon.ac.kr

## 요 약

인간과 마찬가지로 가축도 체온의 변화로부터 질병의 유무를 판별할 수 있는 정보를 제공한다. 그 중 소의 경우, 유열, 중독, 설사, 식체, 만성장염, 감기, 폐렴, 탄저병 등의 질병을 예측할 수 있다. 따라서 주기적으로 체온을 측정하고 분석함으로써 질병을 조기 발견하고 빠르게 대처하여 손실을 최소화할 수 있는 가축용 체온 측정 시스템을 제안한다. 또한 이 시스템은 주기적인 자동 측정과 위험 상태 알림 기능을 갖추고 있으므로 줄어드는 인력에 대한 대안과 가축의 품질 관리에 유용하게 사용될 수 있을 것이다.

## ABSTRACT

In livestock, diagnosis of disease is found on body temperature variation like a human. In case of cattle, body temperature variation can estimate disease that milk fever, toxication, diarrhea, dyspepsia, chronic enteritis, influenza, pneumonia, anthrax. So we are suggested the temperature measurement system for livestock. This system will be useful to a stock farmer and alternative that a worker.

## 키워드

body temperature, IR sensor, cattle, u-farming

## 1. 서 론

현대 사회의 네트워크 인프라의 확장은 생활전반에 걸친 분야를 온라인상으로 가져가고 있다. 그리고 생활 영역을 넘어서 다양한 영역으로 확장되어 가고 있다. 이러한 기술의 발달에 힘입어 유비쿼터스(Ubiquitous) 환경이 구축되어가고 있으며 이는 축산업분야에 또한 영향을 주기 시작하였다.

현재 축산업의 규모가 대규모화 되어 가면서 많은 인력과 비용을 소모한다. 이러한 비용은 적은 인력으로 유지되는 축산농가에는 큰 부담이 된다. 따라서 이러한 부담을 줄이기 위하여 다양한 방법의 자동화 시스템이 고안되기 시작하였다.

그 중에서도 축사 내의 온도나 습도 등의 환경 조건을 감시하여 알맞은 환경으로 조절해주는 환경 자동 조절 시스템[1]과 간단한 태그를 이용하여 가축의 개체를 확인 할 수 있는 시스템[2]이 대표적이다.

그러나 축사 내에 설치되어 축사의 환경을 관리하는 시스템은 축사의 전반적인 온도와 습도 등만을 관리해 줄 뿐, 각 개체에서 생기는 이상은 대처하기가 힘들다는 단점을 갖는다. 또한 개체를 구별하기 위한 태그는 개체를 구별 할 수는 있으나 단순한 인식용 태그로서의 기능만 할 뿐, 개체의 상태를 체크하는 기능은 갖추고 있지 않다.

이러한 단점은 각 개체에서 이상상태가 발생하였을 경우, 빠른 대처를 어렵게 함으로서 다른 개

체로의 전염을 유발 시킬 수 있고 그로 인해 손실로 이어지게 된다. 이러한 손실을 막기 위하여 간단하게 가축의 상태를 관찰 할 수 있는 방법으로는 체온이 있다.

현재 가축의 체온을 측정하는 방법으로는 항문에서 체온계를 삽입하여 직장 내의 온도를 직접적으로 측정하는 방법이 가장 보편화 되어 있다. 그러나 이러한 방법은 측정자가 가축의 뒤로 접근을 해야 하기 때문에 뒷발에 차일 수 있는 위험성을 안고 있다. 또한 대규모의 가축을 사육하는 경우, 각 개체의 체온을 체크하기 위해서는 긴 시간과 노력, 인력 등의 비용 소모가 크다.

따라서 본 논문에서는 개체 인식은 물론 개체의 건강 상태를 체크하여 이상상태 발생시에 조속한 대처를 가능하게 하는 시스템에 대하여 논한다.

## II. 질병에 따른 가축의 체온 변화

가축과 같은 정온동물의 경우, 인간과 마찬가지로 건강 상태의 이상 유무를 판단할 수 있는 기준으로서 체온의 변화를 이용할 수 있다.

예를 들어 소의 경우, 정상 체온은 약 38.5~39.5℃이다. 이보다 낮은 36~38.5℃의 체온을 갖는 경우는 유열이나 중독, 심한 설사, 식체, 만성 장염 등의 질병을 의심할 수 있으며 정상 체온보다 높은 41℃ 이상의 체온을 갖는 경우는 탄저병, 유행성 감기, 폐렴 등의 질병을 의심해 볼 수 있다[3].

그리고 돼지의 경우, 정상 체온은 약 38.7~39.7℃이며 일반적으로 세균감염에 의한 질병일 경우에는 초기에 열이 발생하며, 전염병일 경우에는 대부분이 고열을 동반한다[4].

또한 소의 경우, 출산을 앞두고 있는 경우에도 체온이 내려가는 현상을 보인다.

그림 1[5]은 계절과 밤·낮의 변화에 따라 소의 체온이 변화하는 것을 나타낸 그래프이다. 체온 측정 시간과 계절에 따라 약간씩의 차이는 있지만 전체적으로 살펴 볼 때, 체온이 변화하는 그래프의 형태에 있어 주기성이 있음을 알 수 있다.

따라서 체온을 주기적으로 측정, 분석하여 모니터링하면 개체의 건강 상태를 효율적으로 관리할 수 있을 뿐만 아니라 이상상태 발생시 빠르고 적절한 조치로 타 개체로의 전염을 방지할 수 있다. 또한 출산 등의 특별 관리를 요하는 개체에도 적절한 관리를 제공할 수 있다.

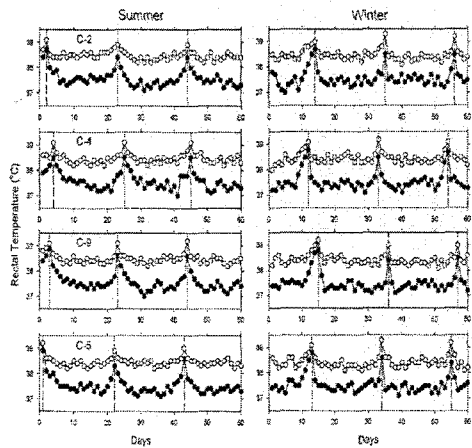


그림 1. 계절과 하루 중 밤·낮에 따라 변화하는 소의 체온

## III. 체온 측정 시스템의 구성

그림 2는 가축의 체온을 측정하여 모니터링 하는 시스템의 개요도이다.

본 논문에서는 항문 외에 인간과 마찬가지로 가장 정확한 체온을 얻기 위한 부위로서 귀를 선택하였다.

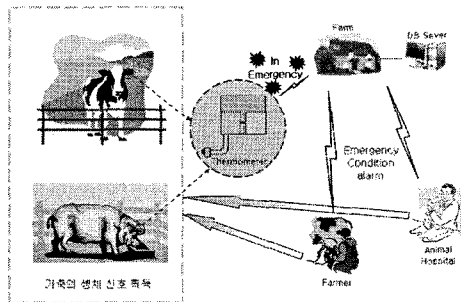


그림 2. 가축 관리 시스템의 개요도

귀에 부착된 thermometer에 의해 측정된 가축의 체온 값은 입력된 가축의 기준 값과 비교하여 이상이 있는지 여부를 확인한다. 이상이 없는 경우, database server로 값을 전송하여 저장, 관리함으로써 가축 정보를 체계적으로 관리한다. 또한 이상이 발생한 경우에는 미리 입력된 관리자와 연계된 병원 등에 연결하여 이상여부를 알려주게 된다.

체온을 측정하기 위한 센서 노드의 구성은 그림 3에서 나타내었다.

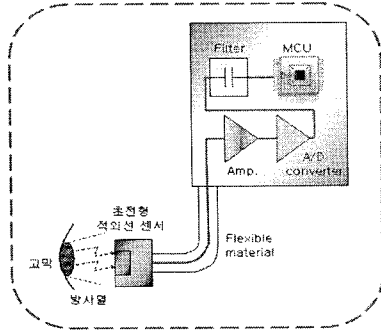


그림 3. 체온 측정 센서 노드

외이도 내에 위치한 고막에서는 열에너지가 발생한다. 이 에너지를 초전형 적외선 센서를 이용하여 감지한다. 감지된 열에너지는 센서 내에서 미약한 전류를 발생 시키고 발생된 전류는 증폭기로 입사시켜 증폭을 시켜준다. 증폭된 신호는 필터를 이용하여 잡음을 제거하고 증폭과 필터링의 전처리 과정을 거친 신호는 analog to digital converter에서 디지털 신호로 변환해준다. A/D converter에서 변환된 신호는 MCU(Micro Controller Unit)에서 체온의 이상 여부를 판단하여 무선으로 송신해 준다.

#### IV. 적외선 센서

적외선(Infrared ray)은 가시광선보다 파장이 긴 0.75 $\mu$ m에서 1mm 범위에 속하는 전자기파이다. 1800년대에 영국의 천문학자 윌리엄 허셜(William Herrochel)에 의해 발견되었다. 적외선을 이용한 센서는 거리를 탐지하거나 물체의 온도를 측정하는데 이용된다.

온도를 측정하는 센서는 접촉형 센서와 비접촉형 센서로 구분된다. 여기서 사용하고자 하는 센서는 비접촉형 센서에 해당한다. 비접촉은 접촉형에 비하여 외부 노이즈에 영향을 덜 받는다. 또한 초전형 센서는 수광부와 발광부로 이루어진 일반 적외선 센서와는 달리 피로일렉트릭(pyroelectric), 즉 초전현상을 이용한다.

초전형은 온도 변화에 의하여 전류가 발생하는 초전체로 구성되어 있다. 아래의 그림 4는 초전현상을 보여준다.

외부에서 발생되는 열에너지를 흡수한 초전체에서는 분극의 크기가 변화하고 순간적인 전하 방출이 일어난다. 이 방출 전하에 의하여 전류가 흐르게 되고 이 전류를 이용하여 시스템을 동작 시키게 된다.

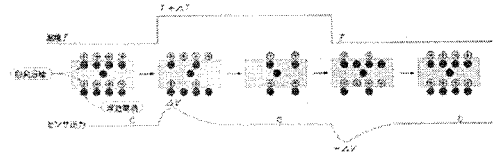


그림 4. 초전형 센서의 동작 원리

(참조:<http://blog.naver.com/icw2010?Redirect=Log&logNo=40002949670>)

#### V. 체온 측정 이론

방사된 적외선 측정값으로부터 체온을 계산하기 위한 식은 다음과 같다.

$$T = 4\sqrt{T_a^4 + \frac{V_s}{f(T_a)}} \quad (1)$$

여기서 T는 절대온도로 나타낸 체온값,  $T_a$ 는 체온계를 사용하는 환경 온도,  $V_s$ 는 열형 적외선 센서의 출력전압을 나타낸다.  $f(T_a)$ 는 적외선 센서의 온도 특성에 해당하는 보정항이며 함수로 나타내면 다음과 같다.

$$f(T_a) = A \times T_a^2 + B \times T_a + C \quad (2)$$

(단, A · B · C는 정수)

고막의 체온과 환경 온도 중에서 어느 값이 높은가에 따라  $V_s$ 는 양의 값 또는 음의 값을 갖는다. 일반적으로 고막의 체온이 환경 온도보다 높을 경우  $V_s$ 는 양의 값을 갖고, 환경 온도 보다 낮은 경우 음의 값을 갖는다. 이 때,  $f(T_a)$ 는  $T_a$ 의 값에 상관없이 항상 양의 값을 갖는다. 또한 상온에서 환경온도( $T_a$ )가 1 $^{\circ}$ C씩 변화 할 때,  $f(T_a)$ 의 변화 값은 다음 식에 의해 결정되며 그 크기는 약 0.2% 정도이다.

$$\frac{f(T_a+1) - f(T_a)}{f(T_a)} \quad (3)$$

이 때, 환경온도( $T_a$ )를 측정하는 방법으로는 대개 서미스터가 사용이 된다. 절대온도로 나타낸 환경온도( $T_a$ ) 값은 서미스터 저항값( $R_{th}$ )으로 계산할 수 있으며 그 식은 아래의 식 (4)와 같다.

$$T_a = \frac{1}{\frac{\log\left(\frac{R_{th}}{R_0}\right)}{B} + \frac{1}{T_0}} \quad (4)$$

여기서 B,  $R_0$ ,  $T_0$  값은 서미스터의 물리적 성질

에서 얻어지는 상수로서 계산이 된다[6].

## VI. 결 론

본 논문에서는 가축의 체온을 측정할 수 있는 시스템에 관하여 논하였다. 적외선 센서를 사용하여 시스템 구성이 간단하며 몸에서 발산되는 열을 사용하기 때문에 특별한 자극이 없이 측정할 수 있다. 또한 본 논문에서는 귀 내의 고막에서의 체온 측정에 대해 언급하였으나 이는 같은 원리의 적외선 센서를 가지고 가축의 부위 어디에서든 측정이 가능하다. 다만 보다 정확한 측정값을 얻기 위해서 안정된 동작을 할 수 있고 외부 환경에 의해 덜 영향을 받는 부위를 찾는 노력은 해 주어야 할 것이다. 본 시스템의 적용은 축산농가에 있어 줄어드는 인력을 대신하고 가축의 품질 관리에 있어 도움을 줄 수 있을 것으로 기대된다.

## 참고문헌

- [1] 장동일, 김성래, 장홍희. 축산을 위한 환경 제어 및 자동화 사양관리 시스템 설계. 농업과학연구 22(1): 24-41. 1995
- [2] 한병성, 정길도, 최명호, 김용준, 김명순, 강복원. 젖소의 사양관리 자동화를 위한 전자개체인식장치 개발. 한국임상수의학회지 13(2): 171-175. 1996
- [3] 진영화. 소의 주요질병 임상감별 요령. 국립수의과학검역원.
- [4] 류일선. 돼지의 주요질병, 번식장애대책 및 예방관리요령. 축산연구소 축산기술지원과. 2004
- [5] Giuseppe Piccione, Giovanni Caola, Roberto Refinetti. Daily and estrous rhythmicity of body temperature in domestic cattle. BMC Physiolgy. 2003
- [6] 귀 체온계. 등록번호 10-0367633, 특허등록일자 2002