IEEE 802.15.4 기반의 가축 체온 모니터링 센서 노드 개발

이성준[†], 김도현^{††}

Development of Sensor Node for Temperature Monitoring of Livestock Based on IEEE 802.15.4

S.J. Lee[†], D.H. Kim^{††}

ABSTRACT

Recently, domestic animal disease caused tremendous damage to farmhouses and the damage stretched in nationwide with the spread of epidemic disease. To prevent animal diseases from happening again, the system development to easily measure the temperature of sick animals and identify of them is needed, thereby quickly treat them, reducing losses of farmhouses. However, a lack of related equipment and human resource hampered its effort to minimize its losses. This study tries to develop diagnosis system as part of measures to curb these domestic animal diseases. This paper present the 센서 node based on IEEE 802.15.4 which can be attached to the animal body for real-time temperature measurement. We design and implement tiny chip-type that can be attached to the body of animals. Then, we use available power only when measuring temperatures in a long term-basis. In this paper, the 센서 node was applied to horse's neck. We measure the horse's body temperature between 32.2°C~33.7°C and analyze phenomenon data for 4 months,

Key words: Sesor Node, Body Temperature, Thermometer

1. 서 론

농수산식품부에 따르면 2011년 구제역 발생으로 인해 총 4만 9131마리의 소, 돼지 등을 살 처분해 살 처분 보상은 670억~680억 원으로 추정되며, 이를 포함해 전체적으로 정부 재정 소요는 1600억 원 정도이며, 경영안정자금 등 2차 보전 시 2600억 원 정보의 피해가 발생할 것으로 보고 있다. 이는 2002년 피해 규모를 이미 웃도는 것으로 2000년(3006억 원)에 육박하는 수준이라고 보고했다[1]. 구제역 백신비용의

경우 전국의 소, 돼지 총 1323만3100마리가 모두 백신을 맞을 경우 1년에 2차례씩 연간 1323억 원 소요 예상, 구제역 백신 접종 시 구제역 청정 국으로 인정 되지 못하는 단점이 있다. 이런 가축 질병을 예방하기 위해 농가가 가축의 체온을 손쉽게 측정하여 질병에 이환된 가축을 조기에 확인할 수 있을 때 질병에 걸린 가축을 신속히 치료하여 농가의 손실을 크게 줄일 수 있지만, 현 농가의 수준에서는 가축에 대하여 체온 측정 시 직장 내 체온계를 넣고 최소 2~3분을 경과한 후 측정이 가능한 방법을 사용하고 있어

※ Corresponding Author: Do Hyeun Kim, Address: (690-756) Ara 1 dong 1, Jeju-si Jeju-do, Republic of Korea, TEL: +82-64-754-3658, FAX: +82-64-755-3620, E-mail: kimdh@jejunu.ac.kr

Receipt date: May. 30, 2014, Revision date: Jul. 2, 2014
Approval date: Jul. 16, 2014

[†] EZ Information Technology Inc
(E-mail: eziceo@gmail.com)

^{††} Dept. of Computer Engineering, Jeju National University

※ This work was supported by the Industrial Strategic Technology Development Program (No.10043907, Development of high performance IoT device and Open Platform with Intelligent Software) funded by the Ministry of Science, ICT & Future Planning (MSIF, Korea.). And, this research was supported by the ICT Standardization program of MISP (The Ministry of Science, ICT & Future Planning).

바로잡음의 어려움, 체온계 삽입 및 유지의 어려움 등으로 농가 수준에서 체온 측정은 거의 이루어지지 못하고 있다. 2011년 구제역으로 인해 소, 돼지 포함 347만여 마리가 매몰 처분되면서 3조원 가까이 피해액이 발생하였다. 이런 구제역의 경우 발열로 인한 체온 상승이 주된 증상으로 나타나는데 이를 막기 위한 IT기술과 1차 산업과의 융합 기술이 필요하다. 기존에 연구되거나 축사에 적용되어 운영되는 시스템들은 많은 정보를 기반으로 가축의 질병을 예방하다 보니 측정 디바이스의 크기나 전력 소비 면에서 단점을 보유하고 있다.

따라서, 본 논문에서는 오랜 기간 동안 가축의 체온을 실시간 사용자에게 알려주기 위해 전력 소비를 최소화하면서 부착 지점의 용이한 초소형, 저 전력 센서 노드를 설계하고 구현한다. 그리고 축사 내부에서 말 2마리에 대해 4개월간 측정된 데이터를 수집하여 분석을 통해 센서 노드의 성능을 검증한다. 그리고 서론에 이어 2장에서는 가축의 생체 정보 측정 관련 연구를 소개하며 3장에서는 본 논문에서 제안하는 가축 체온 측정 센서 Node를 구현하기 위한 설계 과정을 4장에서는 가축 체온 측정 센서 Node 구현, 센서 Network 구성에 대해 설명한다. 5장에서는

구현된 센서 Node 결과물을 기반으로 실제 가축에 착용하여 하여 동작 실험 및 분석을 통해 향후 개선 방향에 대해 연구한다. 마지막으로 6장에서 결론을 맺는다.

2. 관련 연구

기존의 1차 산업과 IT와 융합된 시스템은 축사내의 환경 정보를 수집하여 가축의 생체 환경 개선에 목적을 두었다면 2011년 초 국내에서는 구제역에 대한 피해가 확산되면서 좀 더 지능적으로 가축의 질병을 예방하기 위한 시스템에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 가축의 체온, 맥박, 활동량 정보 모니터링을 통해 질병을 예방하고자 하는 목적으로 다양한 방법의 연구가 진행되고 있다.

국내에서 진행된 가축 생체 정보 모니터링 시스템 관련 연구를 보면 가축 활동량 및 체온 정보를 바탕으로 가축 질병을 예방하기 위한 시스템 연구로 가축에 부착된 단말기에서 수집되는 정보를 기반으로 운동패턴 추출 알고리즘을 통해 질병 예찰 및 예방을 위해 실시간 활동량에 따른 운동 패턴을 모니터링 하거나 수집된 데이터와 축사 내 가속도 센서 및 열

Fig. 1. System configuration of livestock disease forecasting [2].

화상 카메라 등의 가축 활동량 데이터와 비교하여 질병 차단 및 응급상황을 신속하게 대처할 수 있는 시스템에 대한 연구가 진행되고 있다[2,3].

또한, 비접촉식 온도 센서와 블루투스 무선 장치, CPU Controller, 전원 장치, 충전 회로 및 센서들을 집약 시킨 한우의 목에 부착할 수 있는 워낭 단말기를 기반으로 생체 정보를 수집할 수 있는 시스템을 개발하며[4], 가축 생체 내의 상황을 실시간 감시할 수 있는 900MHz RFID 기술을 융합한 MFAN/RFID 생체 삽입 형 센서 Tag 기반 가축 이력 관리 시스템을 개발하였다[5]. 이 외에 센서 네트워크 기반의 체온과 맥박을 모니터링하기 위한 시스템 개발[6], 가축의 체온 측정이 용이한 부위 및 체온계 개발에 대한 연구가 진행되고 있다[7].

3. 가축 체온 측정 센서 노드 설계

3.1 가축 체온 측정 방법

가축의 측정 부위에 대한 체온 변화를 알아보기 위해 기존 가축 부위별 접촉 형 체온 측정 방식을 적용한 결과 치와 비교해보면 Table 1의 접촉식 온도계로 가축별 직장 내 체온 측정치와 부위별 체온 측정 결과 치의 변화에서 보듯이 말인 경우 37.6℃에서 39.25℃로 직장 체온이 1.83℃ 상승 할 때 견갑부와 둔부는 각각 1.67℃, 1.63℃ 상승 되고 있다. 돼지인 경우 38.52℃에서 39.6℃로 직장 체온이 1.08℃ 상승 할 때 견갑부와 둔부는 각각 1.08℃, 1.18℃ 상승되고 있다[8].

다음 Table 2는 비접촉식 체온계로 가축별 직장 내 측정치와 각 부위별 체온 차이를 측정한 결과이다 [8].

위의 결과에서 알 수 있듯이 비접촉 방식으로 체온을 측정할 경우 접촉 방식과 큰 차이가 없으며 접

Table 1. Comparison of temperature between in rectum and at different body parts of livestock measured by contact thermometer[8]

Animal	Difference between rectum and shoulder or gluteal part	
	Shoulder	Gluteal part
Cattle	3.37℃	3.46℃
Horse	1.94℃	1.98℃
Pig	2.04℃	2.2℃

Table 2. Comparison of temperature between in rectum and at different body parts of livestock measured by non-contact thermometer[8]

Animal	Body part	Comparison of temperature between in rectum by non-contact thermometer(range)
Cattle	Axilla	0.5℃
Horse	Flank/Axilla	0.7℃
Pig	Inguinal	0.4℃

Table 3. Sensor Specification

	Error	Current consume	Measurement method
LM35	-	2mA	contact
HTS A11 F5.5	±3%	-	non-contact
MLX90247	±3%	-	non-contact

촉 방식의 체온 측정 방법보다 센서 노드의 착용 부위를 자유롭게 결정할 수 있다.

3.2 비접촉식 체온 센서 선택

LM35 센서인 경우 측정 객체에 접촉이 되어 열평형이 이루어져야만 정확한 값을 측정 할 수 있고 내부에 증폭 회로가 있어 전력 소모가 발생하는 반면 비접촉식의 HTS A11 F5.5 센서와 MLX90247 센서인 경우 객체에 접촉되어 열평형이 되는 시간까지 기다리지 않아도 즉시 측정이 가능하며 Thermopile의 광전효과에 의해 출력이 되므로 따로 전력 소모가 발생하지 않는다.

HTS A11 F5.5 센서인 경우 Thermopile의 온도가 올라갈 경우 출력이 올라가지만 Thermistor인 경우 온도가 올라갈수록 반대로 출력이 내려가기 때문에 센서의 그라운드 전압을 보드의 그라운드 전압보다 높게 잡아주어야 하지만 MLX90247인 경우 Thermopile이나 Thermistor나 온도가 올라 갈수록 출력 값이 증가하기 때문에 보드의 그라운드 전압과 동일 시 사용이 가능하기 때문에 회로를 좀 더 간소화 할 수 있다. MLX90247과 MLX90614 두 가지 유형의 비접촉식 센서를 이용하여 센서 노드를 개발한다.

3.3 저 전력 센서 노드 설계

가축의 외부에 센서 노드를 부착하여 장시간 체온

Fig. 2. Sensor node PCB (a) Based on MLX90614, (b) Based on MLX90247.

을 측정하여 사용자에게 정보를 제공하기 위해 전력 사용량을 최소화하기 위한 설계가 이루어졌다. 기본적으로 센서 노드의 메모리 및 MCU의 원활한 동작 상태로 전체 전류 소모량 증가 레지스터와 메모리 사이 데이터 이동을 최소화 하여 대기 상태 전류 소모를 줄이는 알고리즘을 설계 하였으며, MCU, RF 모듈과 같은 능동 소자 및 저항, Capacitor 등 수동소자의 전원 공급을 최소화 하여 센서 노드의 대기 상태 전류를 300uA 이내로 설계한다.

또한, 데이터 측정, RF Active, Sleep 상태에서 전력 소모량을 최소화하기 위한 설계로 이루어졌다. 여기서는 가축의 체온을 측정하여 Gateway로 전송하기 위한 무선 수단으로 IEEE 802.15.4 통신을 이용한다. 이를 위해 MSP430 MCU와 CC2420 RF로 구성된 Knote를 이용하여 무선 네트워크 환경을 구성한다. 가축의 체온 측정 주기는 1시간 단위로 측정을 할 수 있도록 구성하였으며 1시간 단위로 RF 모듈의 Active 후 데이터 측정, 데이터 전송, Sleep 상태로 진행될 때 Active 상태에서 데이터 측정과 전송 시에만 전력을 사용하고 데이터 전송 후 Sleep 상태로 넘어갈 때 최소한의 전력만 사용하도록 하여 불필요한 전력 소모량을 최소화 하도록 설계한다. Knote의 PWM 제어 port를 이용하여 센서 노드의 전력 On/Off를 제어하는데 Knote의 Sleep 상태에서는 센서 노드에는 전원을 인가하지 않고 Active 상태일 경우 센서 노드로 전원을 인가하여 데이터 측정 후 Gateway로 전송하고 다시 Sleep 상태로 변경 시 센서 노드의 전원을 Off 하는 방식을 적용하여 설계한다.

4. 가축 체온 측정을 위한 센서 노드 구현

4.1 센서 노드 구현

가축 체온 측정 센서 노드는 3V 동전 건전지를 사용하는 초소형, 초경량의 센서 노드로 설계하여 100g 이내의 무게에 4×3×2cm³의 부피 이내로 구현하여 가축에 부착 시 불편함을 최소화한다. 구현된 결과물은 Fig. 2와 같다. 전체적인 크기는 그림과 같이 3cm 이내의 크기로 구현되며, 비접촉식 온도 센서부, 센서 노드 인터페이스 부, 동전 건전지 삽입부, Knote와 연결부로 구성된 통합 보드로 구현되고 있다.

4.2 TinyOS 기반 체온 측정 솔루션 구현

MLX90247 비접촉식 온도 센서 출력 값 및 온도 바로잡음을 위하여 다음과 같은 식을 사용하여 측정된 값을 계산한다.

$$A = \frac{V_{Output} - V_{Output\ at\ 25^{\circ}C}}{T_O^A - T_A^A} \quad (1)$$

$$T_O = \sqrt[4]{\frac{V_{Output} - V_{Output\ at\ 25^{\circ}C}}{A}} + (T_A)^4$$

여기에서 A는 Calibration 상수 이며, 식 (1)에서 To는 kalvin 단위 타겟 온도, Ta는 렌즈 표면온도이다. 센서 노드에 적용된 센서에서 A값을 산출하여 Calibration을 조정하여 Thermistor에서 산출된 렌즈 표면 온도를 적용해 To의 실제 온도를 산출하여 측정한다.

MLX90614 비접촉식 센서의 경우 데이터 측정을 위해 SMBus 통신을 사용하여 데이터를 획득한다.

Fig. 3. Example Read RAM and Write EEPROM.

```

void initPins() {
    call CLOCK.makeOutput();
    call CLOCK.clr();
    call DATA.makeInput();
    call DATA.set();
}

void resetDevice() {
    uint8_t i;
    #if 1
        call DATA.makeOutput();
        call DATA.set();
        call CLOCK.clr();
        for( i = 0; i < 9; i++ ) {
            call CLOCK.set();
            call CLOCK.clr();
        }
    #else
        call DATA.makeOutput();
        call DATA.set();
        delay_tx(2);
        call CLOCK.set();
        delay_tx(2);
        call DATA.clr();
        delay_tx(2);
        call CLOCK.clr();
    #endif
    delay_tx(2);
}

```

```

1 /*
2 #define SUCCESS 0
3 #define FAIL 0xff
4 */
5
6 #define I2C_WRITE 0
7 #define I2C_READ 1
8
9 module MLX90614DriverP {
10
11     provides interface Read<uint16_t> as Temperature;
12     provides interface MLX90614Driver;
13     uses {
14         interface GeneralIO as DATA;
15         interface GeneralIO as CLOCK;
16         //interface GeneralIO as PWR;
17     }
18 }
19
20 implementation {
21     uint8_t dev = 0x00 << 1;
22     //uint8_t dev = 0x5A << 1;
23     uint8_t T0min_lo = 0xB3; // 0C
24     uint8_t T0min_hi = 0x6A;
25     uint8_t T0max_lo = 0x93; // 120C
26     uint8_t T0max_hi = 0x99;
27     uint8_t PWRreg_lo = 0x07;
28     uint8_t PWRreg_hi = 0x02;

```

(a)

(b)

Fig. 4. The source code on sensor measurement (a) interface (b) implementation.

Fig. 3은 SMBus 통신 예제를 보여주고 있다. 두 가지 유형 모두 TinyOS 2.x 기반으로 드라이버를 구현

한다. Fig. 4는 구현된 센서 측정 드라이버의 인터페이스와 구현의 소스 코드 일부분이다.

Fig. 5. K mote and sensor node.

4.3 센서 네트워크 구성

가축 체온 측정 센서 노드는 TI사의 MSP430 MCU와 CC2420 RF Chip이 결합된 K mote와 결합되어 통신을 구현한다. 이때 무선 통신 방식은 IEEE 802.15.4 기반의 지그비(Zigbee) 통신을 이용한다. Fig. 5는 센서 노드와 K mote를 보여주고 있다.

Fig. 6에서와 같이 가축 외부에 부착된 센서 노드가 주기적으로 체온을 측정하고, 측정된 데이터는 센서 노드에 부착된 K mote를 통해 무선으로 게이트웨이(Gateway)로 전송되며 전송된 데이터는 외부 서버에 저장된다. 사용자는 인터넷이 되는 지역이면

Fig. 6. Sensor network configuration.

```
[root@ezinfo test_by_jk]# ./mote2 /dev/ttyUSB0 115200
The Program Started
Success of Serial Connction
7e 45 00 ff ff 00 0a 06 00 2b d5 00 a4 3a 0a 00 46 f6 7e
7e 45 00 ff ff 00 0a 06 00 2b d6 00 3f 3b 0a 00 16 d7 7e
7e 45 00 ff ff 00 0a 06 00 2b d7 00 24 3b 0a 00 0e 97 7e
7e 45 00 ff ff 00 0a 06 00 2b d8 00 78 3b 0a 00 04 68 7e
7e 45 00 ff ff 00 0a 06 00 2b da 00 9e 3b 0a 00 37 40 7e
7e 45 00 ff ff 00 0a 06 00 2b e0 00 24 3b 0a 00 c3 70 7e
7e 45 00 ff ff 00 0a 06 00 2b e1 00 4f 3b 0a 00 ae 72 7e
7e 45 00 ff ff 00 0a 06 00 2b e2 00 16 3b 0a 00 02 3a 7e
```

Fig. 7. Packet data.

어디서나 실시간으로 가축의 체온 정보를 확인 할 수 있다. TinyOS 기반의 센서 노드와 게이트웨이 등으로 센서 네트워크를 구성한다.

센서 노드와 게이트웨이간의 통신을 위한 패킷 규약은 TinyOS IEEE 802.15.4 프로토콜을 준수하며 각 패킷 정보 내에 센서 노드의 ID, 측정된 체온 값,

Fig. 8. Sensor node housing (a)Front, (b)back, (c)side.

Fig. 9. Test environment (a)Gateway, (b)Sensor node.

배터리 정보를 담아 전송한다. Fig. 7은 센서 노드에서 게이트웨이로 전송되는 패킷 정보에 대해 보여주고 있다.

4.4 센서 노드 하우징 제작

Fig. 8과 같이 구현된 결과물을 가축에게 부착하기 위해 케이스를 제작한다. 기본적으로 가축의 목에 부착하는 방식을 이용하여 센서 노드 실험을 진행하기 위해 최소화된 크기를 기반을 제작하며, 방수 또는 방진을 위해 케이스는 하루로만 센서 노드를 삽입할 수 있도록 제작한다.

5. 실험 및 분석

Fig. 9의 (a)와 같이 축사 내 게이트웨이를 설치하여 측정되는 데이터를 수집하도록 하며, (b)와 같이 말 2마리에 대해 센서 노드 설치 후 체온 정보를 측정한다. 측정된 데이터의 정보는 Table 4와 같다. 표에서 보여 지는 것처럼 평균 $32^{\circ}\text{C} \sim 33^{\circ}\text{C}$ 사이 값을 유지하며 체온정보 측정되며 이는 정상 체온과 5°C 정도의 편차를 확인한다.

여기서 가축 체온 측정 센서 노드를 통해 가축의 체온 측정 데이터를 접촉식 체온계의 결과 값과 일치하게 데이터를 보정하고, 측정되는 수치의 결과가 일

정한지에 대해 분석 가능한 실험을 진행한다. Fig. 9와 같이 4개월간 실험을 통해 측정되는 수치가 평균 값에서 일정 부분 벗어나는지 아니면 일정 분포를 유지하면서 측정하는지에 대해 분석하여 신뢰성을 검증한다.

실제 현장에서 수의사들의 가축 체온 측정 방식인 적외선 체온계를 이용하여 같은 위치와 거리에서 그룹별 체온을 측정하여 수치가 다른 가축을 선별하여 정밀 진단을 하는 방식과 동일하게 센서 노드를 통해 체온 측정 시 실 체온에 맞게 바로잡음을 하는 것보다 일정 값이 유지되도록 하여 그룹별 측정 시 동일한 수치가 측정되고 그 중 이상 변화를 보이는 가축에 대해서 정밀 진단하는 방식을 고려하여 실험을 진행한다.

Fig. 10과 같이 센서 노드에 대한 전력 소비량을 측정한다. 측정 시에 사용된 수식은 다음과 같다.

Table 4. Result test

Animal	Normothermia	Measurement Data
Horse(Stallion)	$37.5^{\circ}\text{C} \sim 38.5^{\circ}\text{C}$	$32.2^{\circ}\text{C} \sim 33.7^{\circ}\text{C}$
Horse(Mare)	$37.5^{\circ}\text{C} \sim 38.5^{\circ}\text{C}$	$32.2^{\circ}\text{C} \sim 33.7^{\circ}\text{C}$

Fig. 10. Monitoring - Distribution chart.

$$1\text{시간당 유효동작시간(Ah/hr)} = 1\text{회 동작시간(H)} \\ \times 1\text{시간당 동작횟수(/hr)} \quad (2)$$

$$1\text{시간당 소비 전류량(Ah)} = \text{동작전류(A)} \times 1\text{시간} \\ \text{당 유효동작시간(H/hr)} \quad (3)$$

$$1\text{년간 소비 전류량(AH/year)} = 1\text{시간당 소비 전} \\ \text{류량} \times 24\text{H} \times 364\text{D} \quad (4)$$

$$\text{Battery LifeTime} = \text{배터리용량(AH)} - \text{일회성 소} \\ \text{모 전류량(AH)}/1\text{년간 소비 전류량(AH/year)} \quad (5)$$

위의 수식에 사용되는 상수로 Msp430 Active Mode 220uA at 2.2v, Standby Mode 0.5uA, MLX 90614 SCL, SDA 30mA 값을 적용하여 계산한다. 각 상수 값을 적용하여 1시간 1회 측정, 1일 24회 측정 시 1년간 총 동작 시간, 체온 측정 시 1년간 평균 소비 전류량 계산, 센서 노드 배터리수명(year)을 아래와 같이 계산한다.

$$(1\text{일 동작회수}(24\text{회}) \times 1\text{회 동작 시간}(2\text{sec}) \times \\ 365\text{D}) = 292\text{min} \quad (6)$$

$$(30\text{mA} + 30\text{mA}) \times (292/60)\text{H} = 219\text{mAH/year} \quad (7) \\ 220\text{mAH} - 60\text{mAH}/219\text{mAH} = 0.7\text{year} = \text{months} \quad (8)$$

위와 같이 1시간 단위 측정 1일 24회 측정 시 센서 노드의 배터리 수명(Battery Lift Time)이 대략 7개월 결과 값이 도출하고, 계산된 수식에서는 배터리 자기 방전율, 대기모드 전류, 센서 노드 초기 설치 전류에 대한 값은 제외하여 순수 체온 측정과 전송에 대한 전력 소모량만을 계산한다. 이외에도 시간당 측정 시 1회만 측정하는 경우 보다 1회 측정 후 게이트 웨이와 통신이 이루어지지 않을 경우 재측정 후 재전송 등의 경우와 같이 여러 가지 변수를 적용될 경우 수명이 줄어들지만 가축 체온 측정을 1시간 단위로 하지 않고 주기를 늘릴 경우 5개월 이상의 배터리 수명을 가질 것으로 연구된다.

실험에서 말의 특성상 움직임이 많아 피부에서 발생하는 열로 인해 측정 수치가 증가하거나 외부 날씨로 인해 측정 구간의 변화가 생기는 경우가 발생하는 것을 확인할 수 있다. 이런 경우에 대체하기 위해 측정 주기별로 측정 시 이전 측정값과 현재 측정값을 비교하여 변화가 심한 경우 재측정 후 재전송을 하는 방식으로 수정한다. 또한 각 가축별로 질병 발생 시

체온 변화량을 임계치로 두어 측정되는 수치와 임계치 값을 비교 하여 측정된 체온 정보에 이상이 발생할 경우 분단위로 측정 주기를 변경할 수 있도록 하여 의심이 되는 개체군에 대해 체온 변화를 수시로 점검할 수 있다.

6. 결론 및 향후 연구

최근 교통, 제조, 재난 재해, 농축산 등의 다양한 분야에서 센서 네트워크 기반의 응용 서비스가 개발되고 있다[9]. 본 논문에서 축산 분야에서 실시간 가축의 체온을 전달하기 위해 부착이 용이하고 초소형 이면서 저 전력인 센서 노드를 설계하고 구현한다. 말 축사내부에 게이트를 설치하고 말 2마리에 대해 4개월간 측정된 데이터를 수집하여 분석을 통해 센서 노드의 성능을 검증한다. 향후 개발된 센서 노드의 용도의 다양성을 위해 가축 질병 예방 외에 가축의 개체 번식을 위한 수단으로도 사용할 수 있도록 개선한다. 그러기 위해서는 체온 외에 맥박에 대한 측정이 가능하도록 추가 연구가 요구되며, 비접촉식 온도 센서의 특성상 돈사나 축사내의 방진으로 인해 센서 표면에 이물질이 끼었을 경우에 대한 해결 연구가 필요하다.

REFERENCE

- [1] http://www.koreapork.or.kr/sub2_view.html?number=28709&Ncode=pignews (accessed May., 21, 2014).
- [2] H.Y. Kim, C.J. Yang, and Y. Hyun, "Design and Implementation of Livestock Disease Forecasting System," *The Journal of the Korean Institute of Communications and Information Sciences*, Vol. 37, No. 12, pp. 1263-1270, 2012.
- [3] J.Y. Lim, S.Y. Kim, and D.O. Choi, "Development of Cattle Activity Monitoring System Model," *Korea Entertainment Industry Association*, Vol. 8, No. 1, pp. 152-155, 2011.
- [4] Y.J. Kang and D.Y. Choi, "Development a Animal Bio-information Monitoring Device," *Korea Entertainment Industry Association*, Vol. 6, No. 2, pp. 101-106, 2011.

- [5] Y.J. Won, Y.H. Kim, Y.S. Lim, Y.K. Moon, and S.O. Lim, "Development of Livestock Traceability System Based on Implantable RFID Sensor Tag with MFAN," *The Journal of the Korean Institute of Communications and Information Sciences*, Vol. 37, No. 12, pp. 1318-1327, 2012.
- [6] H.T. Jang and B.M. Lee, "Temperature Monitoring System for the Livestock over Sensor Network," *Korean Society for Internet Information*, Vol. 2011, No. 6, pp. 279-280, 2011.
- [7] Y.J. Kim, D.Y. Lee, and K.H. Han, "Clinical Studies for the Development on No-contact Thermometer to Take Easily the body Temperature of Domestic Animals," *The Korean Society of Veterinary Clinics*, Vol. 20, No. 3, pp. 357-363, 2003.
- [8] National Re, *Development of Easy-checking Thermometer and Non-contact Thermometer to Detect Practically the Diseased Domestic Animals with Fever*, R01-2000-000-00211-0, 2013.
- [9] Y.W. Kim, D.H. Kim, H.Y. Kwak, and H.D. Park, "A Study of Fire Shunt Guidance Based on Wireless Sensor Networks," *Journal of Korea Multimedia Society*, Vol. 11, No. 11, pp. 1547-1554, 2008.

이 성 준

1995년 8월 건국대학교 경영학
학사
2003년 8월 제주대학교 경영정보
석사
2009년 2월 제주대학교 컴퓨터
공학과 박사 수료

현재 (사)제주스마트그리드기업협회 이사
현재 ㈜이지정보기술 대표이사

김 도 현

1990년 3월~1995년 3월: 국방과
학연구소 전산망연구실
연구원
2004년 9월~현재 제주대학교 공
과대학 컴퓨터공학과 교
수

2013년 1월~현재 대한전자공학회 M2M/IoT 연구회 회장
2010년 1월~현재 한국멀티미디어학회 이사