

IT융합 기반의 성장환경 모니터링 시스템 설계 및 구현

Design and Implementation of the Growth Environment Monitoring System Based on IT Convergence

강안나*, 박화세**, 곽윤식***

An-Na Kang*, Hwa-Sae Park** and Yoon-Sik Kwak***

요 약

본 논문은 농축산물의 성장환경을 모니터링 하여 농축산물의 생산을 증대시킬 수 있도록 성장환경관리 모니터링 시스템을 설계, 구현에 관한 것이다. IT융합기술을 기반으로 한, 성장환경 모니터링 시스템은 4가지의 구성요소로 이루어져 있다. 환경 인자에 대한 센싱을 담당하는 센서노드, 센서와 통신을 담당하는 싱크노드, 관제 시스템과 연결기능을 수행하는 게이트웨이 및 관제 소프트웨어이다. 이를 통하여 환경인자인 온도 및 습도에 대한 관제과정을 수행하여 각각에 대해서 편차값 10%의 범위를 유지하는 최적의 성장 환경을 유지할 수 있었다.

Abstract

In this paper, to promote the production of agricultural products, it is goal to design and implement the growth environmental management monitoring system. Based on the IT convergence technology, it consists of four components such as sensor nodes to sense environmental factors, sink nodes to communicate with sensors, gateway to link sinknodes to monitoring system, and monitoring software. With monitoring process for temperature and humidity, we can obtain the best growth environment to be maintained deviation value 10% for temperature and humidity.

Key words : Plant, Monitoring System, Growth environment, Sensor

I. 서 론

오늘날 전 세계적으로 식량 수급에 대한 문제가 주요 이슈로 대두되고 있다. 이에 따라 모든 나라들은 보다 많은 식량을 생산하기 위하여 많은 노력을 기울이고 있다. 이러한 시대적 요구에 따라 식량을 효율적으로 증대하기 위하여 기존 노동집약적 농축

산물 생산 방법에 생산에 필요한 최적의 성장환경을 만들기 위해 IT기술을 융합시켜 신영농기술을 적용함으로써 생산을 증대시키는 방법에 대해 많은 연구를 진행하고 있다.[1-2] 이러한 기술의 하나로 농축산물에 대한 성장환경을 모니터링하고 제어할 수 있는 성장환경 시스템을 구축하고 이를 축산농가, 노지 및 시설하우스 등에 적용하여 생산성을 증대하기 위한

* 목원대학교 교수

** 대림대학교 교수

*** 충주대학교 교수

· 제1저자 (First Author) : 강안나

· 투고일자 : 2011년 7월 28일

· 심사(수정)일자 : 2011년 7월 28일 (수정일자 : 2011년 10월 12일)

· 게재일자 : 2011년 10월 30일

· 교신저자 (Corresponding Author) : 곽윤식

연구가 활발하게 진행되고 있다.[2-3] 또한 지경부와 농진청이 연계하여 성장관리에 대한 많은 연구가 추진하고 있다.

성장환경 모니터링은 축사에 대한 모니터링 부분과 농작물에 대한 모니터링 부분으로 크게 구분할 수 있다. 또한 축사에서 사용하여야 할 성장환경 센서들과 농작물에 사용하여야 할 성장환경 센서에는 환경적인 요소 및 제반 시설 부분에 대한 차이가 있으며 이를 고려하여 우리나라 환경에 맞는 성장환경 모니터링 시스템을 만드는 것이 절실하게 요구되고 있다.

본 논문에서는 이러한 성장환경 모니터링 시스템을 구성하는 데 있어 필요한 센서 및 모니터링 시스템을 설계하는데 필요한 구성 요소, 그리고 시스템의 구축 방법에 대하여 연구하였다.

II. 성장환경 모니터링 시스템

성장환경 모니터링 시스템이란 농축산물의 생산성 및 상품성을 향상시키기 위해 성장환경 및 재해환경 등 단계별로 생산성 및 품질에 영향을 미치는 환경요인을 모니터링하고 최적화 하는 RFID/USN 기반의 성장환경 모니터링 시스템의 프레임워크를 만들어 효율적으로 농축산물의 생산을 지원하는 시스템을 말한다. 성장환경 모니터링 시스템에서는 성장환경에 필요한 최적의 성장환경 제어요소 및 최적의 제어 값을 찾는 것이 매우 중요하다. 현재 우리나라 축산농가에서는 성장환경에 대한 기준 값이 없어 자동으로 제어할 수 있는 모니터링 시스템이 부족한 실정이다. 따라서 이러한 문제점을 해결하기 위하여 성장모니터링 시스템의 설계는 기본적으로 성장에 대한 환경제어뿐만 아니라 각 단계별로 감지한 데이터를 실시간으로 분석하여 최적의 환경상태를 만들어 생산성을 증대할 수 있는 시스템을 말한다. 또한 성장환경 모니터링 시스템은 단순한 기계적인 요소만을 모니터링하고 제어하는 것이 아니라 측정할 요소를 세분화하여 최적의 성장환경에 대한 기준 값을 도출하고 필요한 센서들에 대한 조건을 만드는 것이다.

축산농가의 경우, 성장관리 모니터링 시스템에서 측정하여야 할 요소들은 축사의 환경요소 뿐만 아니

라 각각의 가축 개별 개체에 대한 무게, 온도 및 운동량 등을 검지하여야 하며 이러한 부분들을 검지하기 위하여 축사환경에 대한 온도센서, 습도센서 및 공기오염도를 측정할 수 있는 센서 및 가축에 부착하여 가축의 온도, 운동량 등을 측정, 분석할 수 있는 부착형 센서 등이 필요하다. 그림 1은 시설농가의 성장환경 모니터링 시스템에 대한 기본적인 요소들을 보여주고 있다.[1][4-6]

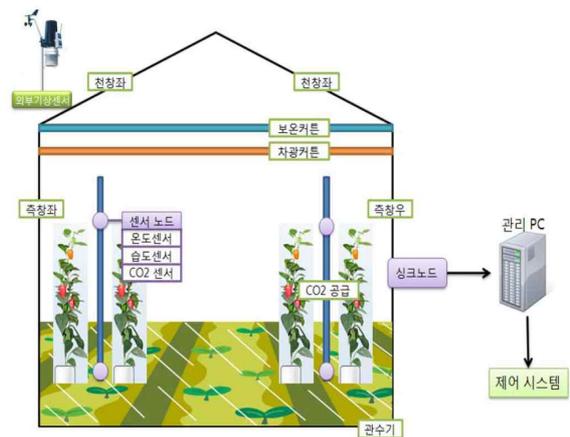


그림 1. 성장환경 센서 및 제어요소
Fig. 1. The Growth Environment Sensor and Control factors

농작물의 경우, 센서의 구분은 실내 환경 센서 및 실외 환경 센서로 대별 될 수 있다. 이렇게 센서를 분리하는 이유는 축사에서 필요한 환경정보, 시설하우스에서 재배할 수 있는 작물과 노지에서 재배할 수 있는 작물에 대한 센서데이터들이 차이가 있으며 성장 관련한 환경 정보가 다르기 때문이다. 그리고 성장환경 모니터링 시스템 설계과정에서 고려하여야 할 요소로는 설치되어 있는 센서들에 대한 자체 정보와 제어장치의 현재 상태, 센서의 현재동작 상태 및 장애 상태 등에 대한 정보를 모니터링 하여야 한다.

더불어 성장환경 모니터링 시스템에서 고려하여야 할 또 다른 요소는 가축등에 적용하는 접촉식 센서에 대한 저 전력화가 요구된다. 가축들은 한번 부착해두면 교체가 용이하지 않다. 이러한 이유로 최소한의 전류를 사용할 수 있는 센서 시스템의 설계가 매우 중요한 요소이며 또 한 센서 크기의 소형 경량화 되도록 설계하여야 한다. 마지막으로 성장환경 모니터링 시스템에서 고려하여야 할 사항으로 감지된 센

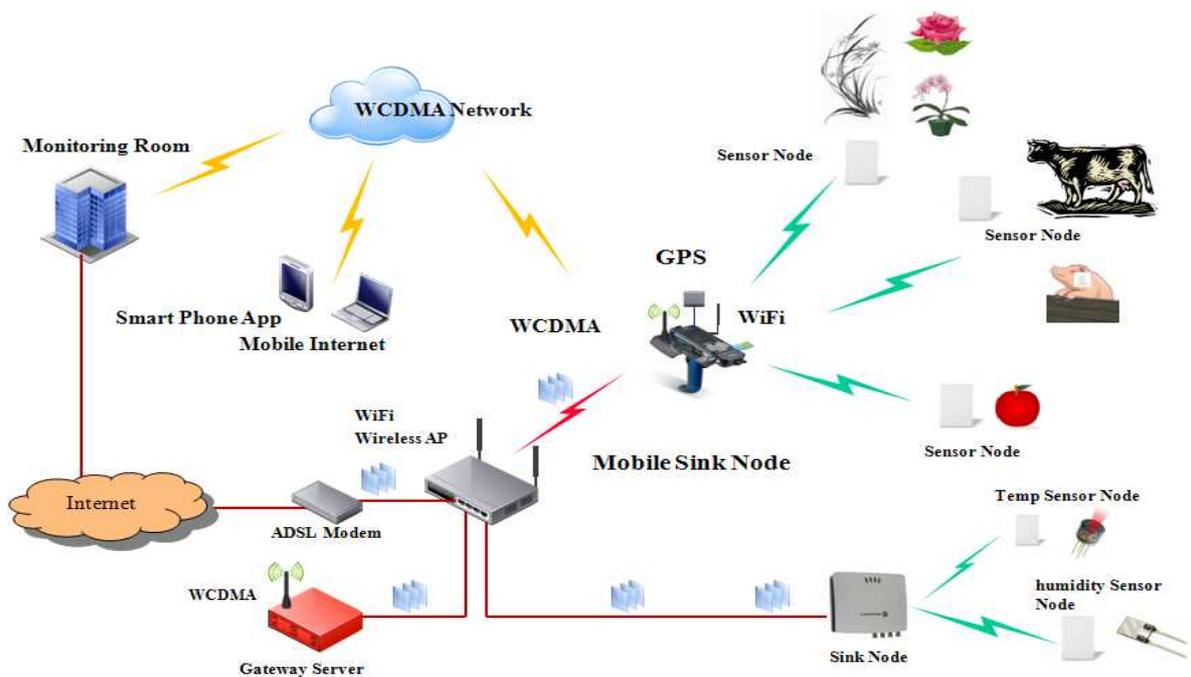


그림 2. 성장환경 모니터링 시스템의 구조
 Fig. 2. The Growth Environment Monitoring System

서데이터들을 전송하기 위한 전송방식을 어떻게 처리할 것인가 하는 문제이다. 일반적으로 센서데이터를 모니터링 하는 부분은 무선방식을 사용하고 제어 처리 등에 대한 부분은 유선 방식을 혼합하여 사용한다. 유선 방식으로는 현재 RS485를 이용하는 방법이 대표적이며, 그 밖에 Ethernet을 이용하는 방법이 있다. 무선 통신방식으로는 UHF, Zigbee, WiFi 등을 이용하는 방법이 있다. 성장환경 모니터링 시스템에서 기본적으로 사용하고 있는 통신 방식은 무선통신이다. 하지만 무선 통신을 사용할 경우 통신에 대한 장애를 주지 않는 환경을 고려하여 설치하여야 한다. 물에 의해 영향을 받지 않는 위치, 작업에 방해가 되지 않으며 낙뢰 및 노이즈에 대한 영향이 최소로 될 수 있는 위치, 또한 통신거리를 고려하여 센서들을 설치하여야 한다.

III. 시스템 구성

그림 2는 성장환경 모니터링 시스템에 대한 전체 시스템의 구성을 보여주고 있다. 성장환경 모니터링 시스템의 구성은 각각의 환경데이터를 감지하여 전

송하는 센서노드(가축용 접촉신 센서, 온도센서, 운동량을 측정하는 가속도센서, 축사의 환경을 모니터링 하기 위한 유무선 환경센서, 노지 및 비닐하우스 등 환경정보를 수집할 수 있는 환경센서, 성장상태를 측정하는 성장센서) 및 센서에서 수집된 정보를 수신하는 유무선 싱크노드, 수집된 정보를 원격지에 전송하는 로컬 게이트웨이 및 네트워크, 수집된 데이터를 이용하여 성장환경을 제어하는 제어 및 모니터링 시스템으로 구성된다. 본 논문에서는 싱크노드를 이동형과 고정형으로 구성하고 이동형 싱크노드는 각각의 센서노드와 데이터를 수신할 수 있는 무선모뎀 기능, 현재 위치를 알 수 있는 GPS 기능, WiFi를 통하여 게이트웨이 데이터를 전송할 수 있는 기능, WCDMA모뎀을 이용하여 원격지의 모니터링 룸에 현재의 각종 센서 데이터를 실시간으로 전송할 수 있는 기능을 가지고 있으며, 고정형 싱크노드는 센서노드와 통신하여 감지된 데이터를 게이트웨이 전송하는 기능을 가지도록 모니터링 시스템을 구성하였다 [그림 3]. 본 논문에서 제안한 성장환경 모니터링 시스템은 각각의 센서 데이터들이 원격지의 모니터링 룸에 전송되며 모니터링 룸에서는 현재의 상태를 모니터링하여 제어할 수 있도록 시스템을 구성하였으

며 또한 게이트웨이 자체 내에 환경요건에 따라 독립적으로 시스템을 제어할 수 있도록 전체 시스템을 구성하였다.[7-10]

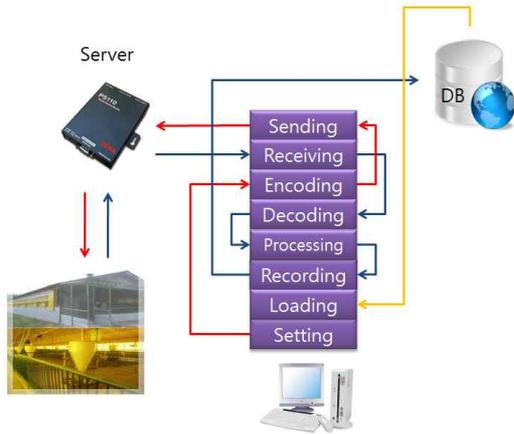


그림 3. 원격 모니터링 시스템 구성도
Fig. 3. Block diagram for remote monitoring system

IV. 실험 및 고찰

본 논문의 시스템 구현 및 실험을 위한 모형도를 나타낸 것이 그림 4로 센서 및 허브, 그리고 통신유닛의 설치 모형을 나타낸 것이다. 또한 이를 이동환경 및 고정 환경으로 구분하여 모니터링 실험을 수행하였다.

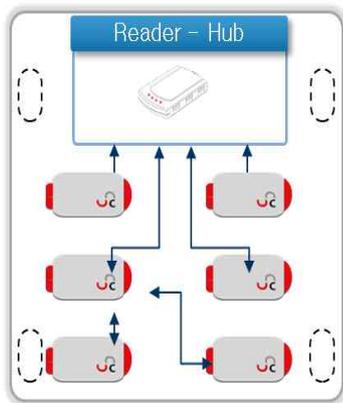


그림 4. 실험 모형
Fig. 4. Experimental Model

여기서 사용된 센서 사양은 무선 주파수: 424Mhz / 434Mhz, 통신 거리 (센서 태그와 센서 태그, 센서 태그와 무선 허브) 1mW RF 출력, 개활지 : 500~800m, 건물내 : 50m~150m, 사용 전원 : 2*3AA 배터리, 배터리 수명 : 36개월 (배터리 교체 사용 가능)이며 수행기능으로 센서 데이터를 허브로 전송 및 허브로부터 명령 수신, 다양한 센서 I/F(O₂, CO₂, 온/습도, 에틸렌가스 등), 데이터 전송, 경보 전달하는 기능을 수행한다.

또한 허브의 사양은 무선 주파수(듀얼 모드 지원) : 424Mhz / 434Mhz, 통신거리(Hub 와 Hub, Hub 와 통신 유닛) 10mW, RF 출력으로 개활지 : 500~1,000m, 건물내 : 200m~300m, 사용 전원 : 외부 전원 (DC 3.3V, 500mA, Solar power)이며 그 수행기능으로는 센서 태그로부터 데이터 수신, 허브와 허브 사이 18단계 메시 네트워크 구성, 하나의 허브로 대량의 센서 태그 관제, 통신 유닛으로 수집된 센서 태그 데이터 전송, 데이터 중계 기능을 수행한다.

그리고 통신유닛의 경우, 무선 주파수 : 2100Mhz (WCDMA), 433Mhz, 424Mhz, 고정식 : 외부전원(100/220V), 이동식 : 충전용 배터리 사용, W5100(100M Fast Ethernet I/F), UART I/F의 사양으로 GPS 기능, 허브들로 부터 데이터 수신, 100M Ethernet I/F(서버와 TCP/IP 통신), WCDMA와 GPRS I/F, 서버로 부터 명령수신 기능을 수행한다.[8]~[10]

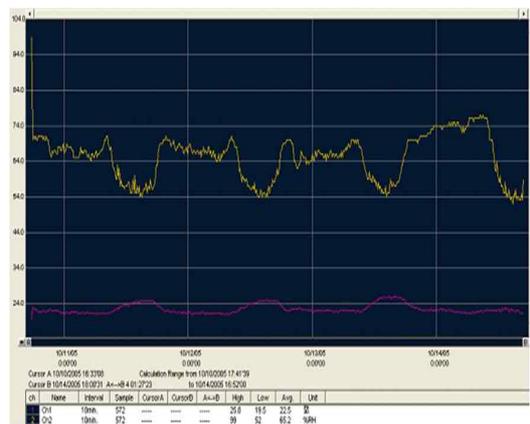


그림 5. 실험데이터(온도/습도)
Fig. 5. Experimental Data

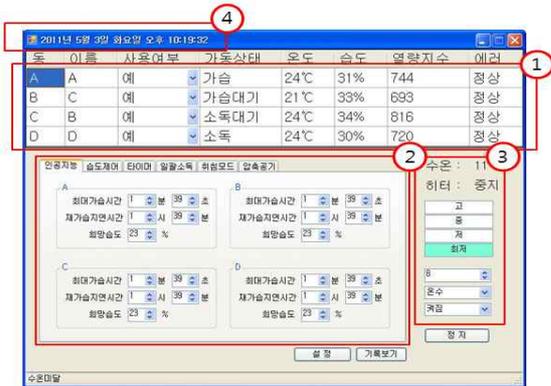


그림 6. 클라이언트 실행
Fig. 6. Client's Display

그림5에 나타난 것과 같이 현장에 설치된 센서로부터 획득한 온도와 습도 데이터를 표시한 것으로 여기서 노란색은 습도 데이터를 나타내고 빨간색은 온도 데이터를 나타낸 것이다. 이를 통하여 온도 및 습도의 표준편차를 10% 이내로 관리할 수 있었다.

또한 그림 6은 클라이언트의 실행 화면을 나타낸 것으로 ①은 동을 나타낸 것으로 A, B, C, D 4개 동을 표시하고 ②동작모드를 나타내며, ③히터의 상태정보 그리고 ④는 관리일자 및 시각을 나타낸 것이다.

V. 결 론

세계적으로 인구의 증가 및 환경변화의 영향으로 식량 자급에 대한 문제에 대해 많은 학자들이 우려를 하고 있다. 따라서 이런 문제를 해결하기 위하여 가축 및 작물에 대한 생산성을 높이기 위하여 대부분의 국가들이 많은 연구를 하고 있다. 이러한 연구의 일환으로 성장환경 모니터링 및 제어에 대한 연구가 많은 관심을 가지게 되었다. 또한 최적의 성장환경조건을 만들기 위한 표준화 작업이 이루어지고 있다. 본 논문에서는 이러한 성장환경의 모니터링에 필요한 센서들을 기술하였으며 센서의 데이터 값을 전송할 수 있는 센서노드와 센서들의 데이터를 수신하는 싱크노드 및 모니터링 시스템을 구성방법에 대해 기술하였다. 또한 우리나라 농어촌 환경을 고려하여 원격지에서 성장환경에 대한 모니터링 데이터를 수집하고 이를 바탕으로 성장환경을 관리 할 수 있도록 전

체 시스템을 구성하여 보았다. 또한 CDMA 모뎀을 이용하여 원격지로 현재의 성장환경 상태를 실시간으로 전송하도록 하여 시스템을 효율적으로 관리 할 수 있도록 하였다. 향후 성장환경 모니터링 시스템에서 추진하여야 할 부분은 성장환경 모니터링 과정에서 수집된 센서데이터들을 이용하여 성장환경에 대한 분석을 통하여 각각의 농가에 최적의 성장환경 모니터링 시스템을 구축할 수 있도록 성장환경 모니터링 시스템에 대한 기준 데이터를 축적하고 농가에서 활용할 수 있도록 분석 데이터를 제공하는 마이닝 시스템을 개발하는 것이다.

감사의 글

이 논문은 2011년도 충주대학교 교내학술연구비의 지원을 받아 수행한 연구임

참 고 문 헌

- [1] USN 기반 농작물 성장환경 관리 시스템 구축 및 운영 가이드라인, *정보통신산업진흥원*, 2010.
- [2] 식물공장 국내외 기술동향 및 자동화 시스템, 김유희, *www.bioin.or.kr* 2010.
- [3] 안현갑, 시설원예자동화, *문운당*, 2008
- [4] Dr. Dickson Desopmmier. Vertical Farm project. *Columbia University*. <http://www.verticalfarm.com>, 2009
- [5] Jennifer Yick, Biswanath Mukherjee, Dipak Ghosal, "Wireless sensor network survey", *Computer networks* 52 pp 2292~2330, 2008
- [6] Ian F. Akyildiz, Weilian Su, Yogesh Sankarasubramaniam, and Erdal Cayirci, *IEEE Communication Magazine*, pp102~114, 2002.
- [7] 곽윤식, 송석일, "IT융합기반의 농업기술 고도화에 관한 연구", *한국정보기술학회지*, 제9권 1호, pp79~84, 2011
- [8] 곽윤식, 최종남외 4, "무선 센서네트워크 환경 기반의 센서노드 하드웨어 플랫폼 설계 및 구현", *한국향행학회논문지*, 제14권 2호, pp227~232, 2010

- [9] 곽윤식, 박상문 외 3, “무선 센서네트워크 환경에서 데이터 획득 장치 설계”, 2010 *한국정보기술학회하계종합학술대회*, pp177~179, 2010
- [10] 곽동호, 김태환, 강안나, 박상문, 김민섭, 길기정, 최종남, 송석일, 곽윤식, “IT기반의 축사 관리 시스템을 위한 통신 프로토콜 설계”, *한국정보기술학회논문지*, 제11권 7호, pp105~110, 2011

강 안 나(AN NA KANG)



1991년 경희대학교 대학원
컴퓨터교육학과 졸업 교육학석사
2008년 목원대학교 전자정보통신
공학부 박사 공학박사
2011년 현재 목원대학교 공학교육
혁신센터 전임교수

관심분야 : 멀티미디어, 공학교육, 이러닝, 모바일러닝,
창의적 문제해결, 교수법

박 화 세(Hwa-Se Park)



1987년 2월 : 경희대학교 전자공학과
(공학사)
1989년 2월 : 경희대학교 전자공학과
(공학석사)
2011년 2월 : 목원대학교 IT공학과
(공학박사)
2011년 대림대학 통신공학과 교수

관심분야 : Embedded System 설계, 통신 시스템 설계,
DSP 및 신호처리

곽 윤 식(郭允植)



1984년 2월: 청주대학교 전자공학과
(공학사)
1986년 2월: 경희대학교 전자공학과
(공학석사)
1994년 2월: 경희대학교 전자공학과
(박사)
1995년 1월~1996년 1월 : Texas

Tech University 파견 교수

1991년 5월~현재 : 충주대학교 컴퓨터공학과 교수

관심분야 : 센서네트워크, 유비쿼터스 컴퓨팅