적외선 무선 센서 노드 및 무인감시카메라를 이용한 선진화된 축사 관리 시스템의 설계 및 구현

Design and Implementation of an Advanced Cattle Shed Management System using a Infrared Wireless Sensor nodes and Surveillance Camera

윤민, 장재우
전북대학교 컴퓨터공학과

Min Yoon(myoon@chonbuk.ac.kr), Jae-Woo Chang(jwchang@chonbuk.ac.kr)

요약

본 논문에서는 적외선 무선 센서 노드 및 무인감시카메라를 이용한 축사 관리 시스템을 설계 및 구현한다. 제안하는 축사 관리 시스템은 상시 축사 모니터링, 침입 감지, 전기기기 자동제어 기능을 제공한다. 첫째, 제안하는 시스템은 무인감시카메라를 이용하여 축사와 소의 상태를 24시간 모니터링 할 수 있으며, 적외선 무선 센서 노드를 사용하여 외부 침입자를 감지할 수 있다. 둘째, 전원제어기를 사용하여 축사 내부 전기기기의 전원을 제어할 수 있다. 마지막으로 스마트폰앱 프로그램을 사용하여 이들 컴포넌트를 통합하고, 테스트베드를 통해 제안하는 시스템의 유효성을 검증한다.

■ 중심어 : | 스마트폰 | 축사 관리 | 축사 모니터링 | 침입감지 | 전기기기 자동제어 |

Abstract

In this paper, we design and implement an advanced cattle shed management system using a infrared wireless sensor nodes and surveillance camera. Our system provides three main capabilities, such as 24-hours cattle shed monitoring, trespassing detection, automatic control of cattle shed. For this, our system can monitor cattle shed as well as the condition of cows/bulls for 24 hours per day by using surveillance cameras. Our system also can detect intruders inside the cattle shed by using infrared wireless sensor nodes. In addition, our system can control the power of electric equipments in the cattle shed by using a power controller. Finally, we combine the three components into a system by using a smartphone application program and verify the effectiveness of our system by a testbed.

■ keyword : | Smartphone | Cattle Shed Management | Cattle Shed Monitoring | Intruder Detection | Automatic Control |

I. 서 론

최근 유무선 통신 기술이 발전하고 모바일 정보기기
가 보편화됨에 따라, 사물 간에 정보들이 유기적으로

결합되고 활용될 수 있는 유비쿼터스 컴퓨팅 기술이 각
광받고 있다[1][2]. 무선 센서 네트워크 통신 기술은 유
비쿼터스 컴퓨팅 시대의 핵심 기반 기술로서 중요성이
대두되고 있다. 무선 센서 네트워크 통신을 지원하기

위해서는 먼저 센서 노드(sensor node), 싱크 노드(sink node) 그리고 서버를 통한 네트워크 구축이 필요하다. 센서 노드는 관찰 지역 내의 환경이나 상황 정보를 수집하여 싱크 노드로 전송하고, 싱크 노드는 각 센서 노드에서 수집한 데이터를 수신하여 서버로 전송한다. 서버는 응용시스템을 통해 사용자에게 수집된 정보를 제공한다.

한편, 이러한 센서네트워크 기술의 발전으로 인해, 센서네트워크를 활용한 농축산업에 IT 기술에 대한 연구가 증가하는 추세이다[3-11]. 이는 농지 및 양계장 등과 같은 농축산 장소에 센서를 설치하여 온도, 습도 등의 정보를 실시간적으로 모니터링할 수 있기 때문에, 농축산 산업의 선진화를 가속화 시킬 수 있는 장점을 지닌다. 농축산업에 IT를 활용하고 있는 대표적인 연구사례는 Gao qiang et al. 연구[7], Mohsin Murad et al. 연구[8], Kae Hsiang Kwong et al. 연구[9]가 있다. Gao qiang et al. 연구는 그린하우스에 무선 센서 네트워크를 활용한 온도, 습도, 조도 등의 정보를 통해 식물이 성장하기 좋은 환경을 조성한다. Mohsin Murad et al. 연구는 무선 센서 네트워크를 활용한 온도, 습도 등의 정보를 통해 사육하는 닭의 품질을 향상시킨다. Kae Hsiang Kwong et al. 연구는 무선 센서 네트워크를 활용한 특수 제작된 센서를 통해 방목하여 키우는 소의 이력을 관리한다. 아울러, J. H. Hwang et. al. 연구[10][11]는 실시간으로 축사를 모니터링하거나 관리할 수 있는 u-돈사 모니터링 시스템 및 스마트폰 어플리케이션을 개발하였다.

하지만 기존 관련 연구는 다음과 같은 문제점을 지닌다. 첫째, 기존 연구들은 단순히 센서 정보만을 이용하여 단순한 모니터링 기능만을 제공하고 있기 때문에, 외부인의 침입과 같은 센서 정보 외의 감지에 대해 효율적인 대처를 수행하지 못한다. 현재 국내 농가에서는 무인 감시 시스템이 존재하지 않아 외부인에 의해 농작물이 탈취되거나 훼손되는 일이 빈번하게 발생하고 있기 때문에, 이에 대한 조속한 해결방안이 요구되는 실정이다[12]. 둘째, 기존 연구들은 단순히 모니터링 기능만을 제공하고 있기 때문에, 실시간적인 상황에 대한 효율적인 대처를 지원하지 못한다. 예를 들어, 농축산가

에 화재가 발생하였을 경우, 전기기기 전원 차단과 같이 2차 피해가 발생할 수 있는 원인을 막아야 하지만 기존 연구들은 그러한 상황 발생에 효율적으로 대처할 수 없다. 마지막으로, 기존 관련 연구들은 센서 정보를 PC 및 인터넷을 통한 모니터링으로만 제공하는 문제점이 존재한다. 이는 관리자의 부재 시, 농가의 상황을 파악할 수 없게 되어 돌발 상황에 대한 효율적인 대처를 지원하지 못한다.

이러한 문제점을 해결하기 위해, 본 논문에서는 적외선 무선 센서 노드 및 무인 감시카메라를 이용한 선진화된 축사 관리 시스템을 제안한다. 첫째, 외부인의 침입과 같은 센서 정보 외의 감지를 위해, 제안하는 시스템은 무인 카메라 및 적외선 감지 센서를 제공하며, 이를 통해 외부인의 침입 감지 시 스마트폰 및 웹 프로그램에 실시간적으로 침입 감지 정보를 제공한다. 둘째, 농가의 화재와 같은 돌발 상황 발생 시 이를 효율적으로 대처하기 위해, 제안하는 시스템은 전기 기기 자동화 시스템을 제안한다. 이는 모니터링 프로그램과 전기 기기 제어 시스템을 연동하여, 이상 감지 시 전기 기기의 전원을 자동으로 제어할 수 있도록 함으로써, 추가적인 피해를 줄일 수 있다. 아울러, 제안하는 시스템은 관리자의 부재 시 농가의 실시간적인 상황 파악을 위해, 스마트폰을 활용한 축사 관리 시스템을 제공한다. 이는 스마트폰 어플리케이션(이하 스마트폰 앱)을 제공함으로써, 관리자가 스마트폰을 통해 언제 어디서든지 실시간으로 농가에 대한 정보를 확인할 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련 연구를 분석한다. 3장에서는 축사 관리 시스템의 전체적인 구조 및 상시 축사 모니터링, 침입 감지, 전기기기 자동 제어 방법에 대해 상세히 기술한다. 4장에서는 3장의 설계를 바탕으로 축사 관리 시스템을 구현하고 및 테스트베드를 통해 시스템을 검증한다. 5장에서는 결론 및 향후 연구를 제시한다.

II. 관련 연구

본 장에서는 대표적 농축산업인 그린하우스, 양계장,

축사 관리에 IT 기술을 활용한 연구를 살펴본다. 첫째, 2008년 Gao qiang et al.의 연구[7]는 그린하우스를 위한 웹기반 센서 네트워크 관리 시스템을 제안하였다. 이는 온도, 습도, 조도, 산도를 측정할 수 있는 센서를 그린하우스에 부착하여 환경정보를 파악한다. 아울러, 인터넷을 이용한 모니터링 시스템을 개발하여, 그린하우스에 설치된 센서를 통해 수집된 센싱 정보를 사용자에게 제공한다. 하지만 해당 시스템은 단순한 모니터링 기능만을 제공하기 때문에, 실시간적인 상황에 대한 효율적인 대처를 지원하지 못한다. 둘째, 2009년 Mohsin Murad et al.의 연구[8]는 무선 센서 네트워크를 활용한 웹기반 양계장 모니터링 시스템을 제안하였다. 이는 온도, 습도를 측정할 수 있는 센서를 양계장에 설치하여 양계장의 환경정보를 파악한다. 아울러, 센싱 정보와 데이터베이스를 활용하여 웹에 모니터링을 지원하는 'Agent Program'을 제안하였으며, 또한 웹을 통해 무선 센서 네트워크의 센싱 정보를 전달하는 프로그램인 'Web Application'을 제안하였다. 이를 통해, 사용자는 양계장에 발생하는 온도, 습도 정보들을 쉽게 모니터링할 수 있다. 하지만 해당 시스템은 단순한 모니터링 기능만을 제공하며, 실시간적인 상황에 효율적인 대처를 지원하지 못한다. 즉, 센싱 정보에 대한 대처를 관리자가 직접 수행해야하기 때문에, 위험 상황에 대한 효율적인 대처가 불가능하다. 셋째, 2009년 Kae Hsiang Kwong et al.의 연구[9]에서는 방목하여 키우는 대량의 소 이력을 관리하기 위해 무선 센서 네트워크 기술을 이용하였다. 센서 디바이스의 한정된 에너지 자원과 짧은 전파 수신거리를 해결하기 위하여 태양열로부터 에너지를 얻을 수 있는 목걸이 안테나, 라우터 역할을 하는 릴레이 안테나를 설계하였다. 또한 센싱 정보를 파악하여 소의 상태를 확인할 수 있도록 하며, 이들 정보를 웹을 통해 제공한다. 넷째, 2010년 J.H. Hwang et. al.의 연구[10]에서는 조도, 습도, 온도, 암모니아 가스 등 돼지의 생육환경에 관련된 정보를 수집하는 USN 환경 센서와 CCTV를 양돈장 내·외부에 설치하고 양돈장 환경을 모니터링하는 시스템을 개발하였다. 해당 시스템은 외부에서 양돈장 시설을 원격으로 제어하고 모니터링할 수 있을 뿐 아니라, 장기간에 얻어진 생육환경

데이터를 통하여 최적의 생육조건을 조성한다. 하지만, 해당 시스템은 스마트폰 및 스마트패드와 같은 휴대용 디바이스에서의 모니터링 기능을 제공하지 않기 때문에, 실시간적인 농가의 상황 파악을 제공할 수 없는 문제점이 존재한다. 마지막으로, 2012년 J.H. Hwang et. al.의 연구[11]에서는 실시간으로 축사를 모니터링하거나 관리할 수 있는 스마트폰 어플리케이션을 개발하였다. 이는 축사에서 수집된 축사의 환경정보 및 영상정보를 사용자가 스마트폰을 활용하여 실시간으로 축사를 모니터링할 수 있으며, 축사시설을 제어할 수 있다. 하지만 해당 시스템은 모니터링 및 제어 기능을 제공하지만 침입감지와 같은 센서 정보 외의 감지에 대한 효과적인 대처를 수행할 수 없는 문제점이 존재한다. 현재 국내 농가에서는 외부인에 의해 농작물이 탈취되거나 훼손되는 일이 빈번하게 발생하고 있기 때문에, 이에 대한 조속한 해결방안이 필요하다.

III. 선진화된 축사 관리 시스템 설계

본 장에서는 제안하는 선진화된 축사 관리 시스템의 전체적인 구조 및 상시 축사 모니터링, 침입 감지, 전기기기 자동제어를 위한 방법에 대해 기술한다.

1. 축사 관리 시스템 구조

본 논문에서 제안하는 시스템은 다음과 같은 축사 농가의 요구사항을 바탕으로 설계된다. 첫째, 축사를 살피기 위해 축사 농민들이 축사 옆에 관리 목적의 작은 집을 지어 상주하고 있는 실정이므로 상시 축사 모니터링이 필요하다. 둘째, 소를 도난하거나 현장에서 소를 도축해 도망가는 사례를 방지하기 위해 침입 감지 기능이 필요하다. 셋째, 축사 내부에 있는 환풍기 및 난방기 등의 전기기기의 자동제어가 필요하다. 한편, 기존 관련연구는 상시 축사 모니터링, 침입 감지, 전기기기 자동제어와 같은 축사 농가의 요구사항을 해소시켜주지 못하고 있다[12].

이러한 축사 농가의 요구사항을 해결하기 위해 본 논문에서는 적외선 무선 센서 노드 및 무인감시카메라를

이용한 선진화된 축사 관리 시스템을 제안한다. 축사 농가에서 필요로 하는 요구사항은 상시 축사 모니터링, 침입 감지, 전기기기 자동제어 등이다. 이러한 요구사항을 충족시키기 위해 본 연구에서는 다음과 같은 세 가지의 장치를 사용한다. 첫째, 상시 축사 모니터링을 위해 무인감시카메라를 사용한다. 무인감시카메라는 축사의 영상을 스마트폰 앱과 서버 GUI 프로그램으로 전송한다. 둘째, 침입 감지 및 축사 환경 모니터링을 위해 적외선센서 및 온도센서의 사용한다. 무인감시카메라 노드는 적외선을 통해 외부 침입자를 감지한다. 또한 온도 센서노드는 축사의 현재 온도를 센싱하여 축사 환경 모니터링에 사용한다. 셋째, 축사 내부의 전기기기의 자동제어를 위해 전원제어기의 사용한다. 전원제어기는 컴퓨터에서 전기기기의 전원을 제어하기 위해 사용된다. 더불어 스마트폰 앱 개발을 통해 상시 축사 모니터링, 침입 감지, 전기기기 자동제어 기능을 통합한다.

그림 1. 축사 관리 시스템 시나리오

선진화된 축사 관리 시스템을 설계하기 위해 [그림 1]과 같은 축사 관리 시스템 시나리오를 제안한다. 서버 시스템은 인터넷을 통해 무인감시카메라의 영상정보를 수신 및 제어하며, 무선센서노드를 통해 침입 감지 및 축사 온도 정보를 수신한다. 셋째, 전원제어기를 통해 축사 내부 전기기기를 제어한다. 마지막으로 스마트폰 앱은 무인감시카메라의 영상정보를 수신 및 제어하고,

서버를 통해서도 침입 감지 및 축사 내부 전기기기를 제어한다.

이를 기반으로 [그림 2]와 같은 축사 관리 시스템 구조를 설계한다. 축사 관리 GUI 프로그램은 사용자에게 편리한 인터페이스를 제공하는 프로그램이다. 축사 관리 GUI 프로그램은 다음과 같은 역할을 한다. 첫째, TCP/IP를 통해 무인감시카메라의 영상 정보를 모니터링하고 제어한다. 둘째, 802.11g 무선 통신을 통해 무선 센서노드의 센싱 정보를 수신한다. 802.11g는 2Ghz 주파수 대역에서 54Mbps로 데이터를 전송하는 프로토콜로써, 축사 관리와 같이 비교적 거리가 가까운 센서들과의 빠른 통신 속도를 제공한다. 셋째, USB COM port로 연결된 전원제어기를 통해 전원기기의 전원을 컴퓨터에서 제어한다. 스마트폰앱에서 상시 축사 모니터링은 네트워크 속도를 고려하여 TCP/IP로 무인감시카메라에 연결하여 영상 정보를 수신 및 제어한다. 또한 외부 침입자 감지 및 전기기기 자동제어의 기능은 스마트폰의 프로세스 처리 성능을 고려하여 Server와 TCP/IP로 통신한다. 또한 침입 감지 발생 시 SMS를 수신한다.

그림 2. 축사 관리 시스템 구조

2. 상시 축사 모니터링을 위한 무인감시카메라

축사의 실시간적인 모니터링을 위해, 본 시스템에서는 [그림 3]과 같이 무인감시카메라 작동 구조를 설계한다. Server 및 PC Client는 ActiveX를 이용하여 영상 모니터링 및 카메라 좌우회전(Pan), 상하회전(Tilt) 및

영상 확대축소(Zoom)를 제어한다. 스마트 폰은 mjpeg (Motion J-PEG) 코덱을 이용하여 영상을 수신한다. mjpeg은 jpeg 압축 및 복원을 실시간으로 처리하여 정지영상을 동영상 압축에 적용하고자하는 기술이다. 이는 프레임간의 압축을 수행하지 않기 때문에 높은 품질을 제공한다[13]. 카메라스마트폰 화면에 영상 정보와 PTZ(Pan, Tilt, Zoom) 제어 버튼을 모두 구현하면 영상이 작아진다. 따라서 영상을 전체화면으로 구현하고, PTZ 제어는 화면 터치를 통해 구현한다.

그림 3. 무인감시카메라 작동 구조

스마트 폰 화면 터치를 통한 PTZ 제어를 구현하기 위해 [표 1]과 같은 HTTP 프로토콜 기반의 URL 명령어를 설계하였다. Pan 및 Tilt 기능을 위한 명령어 5개, Zoom을 위한 명령어 2개를 설계하였다.

표 1. 무인감시카메라 PTZ 제어 URL 명령어

PTZ 제어 URL 명령어	기능
http://IP/camctrl?move=up	카메라를 위 방향으로 회전
http://IP/camctrl?move=left	카메라를 왼쪽방향으로 회전
http://IP/camctrl?move=home	카메라를 정 가운데 위치
http://IP/camctrl?move=right	카메라를 오른쪽 방향으로 회전
http://IP/camctrl?move=down	카메라를 아래방향으로 회전
http://IP/camctrl?zoom=wide	카메라 영상을 확대
http://IP/camctrl?zoom=tele	카메라 영상을 축소

PTZ를 제어하기 위한 스마트 폰 화면 터치는 싱글터치와 멀티터치를 이용한다. 싱글 터치는 손가락 하나를

이용한 터치이며, 멀티터치는 손가락 두 개를 이용한 터치이다. 싱글터치를 통해 Pan과 Tilt를 제어하고, 멀티터치를 통해 Zoom을 제어한다. 이를 위해 [그림 4]와 같은 PTZ 제어 URL 명령어 알고리즘을 설계한다. 1행은 터치 이벤트가 발생할 때 실행되는 함수로써 이벤트 발생 정보를 담고 있다. 2~12행까지는 싱글터치 이벤트를 다루고 있다. 3행은 터치를 누른 순간의 좌표를 저장한다. 4행은 터치가 이동하는 동안에 설정한 한계 값을 벗어나는지를 감시한다. 한계값이란 올바른 터치로 인정받기 위한 범위를 나타낸다. 5~12행은 터치가 종료되는 순간의 좌표값을 저장한다. 이를 통해 터치가 상, 하, 좌, 우 어느 방향으로 이동했는지를 파악하고 해당하는 PTZ 제어 URL 명령어를 실행한다. 13~19행은 멀티터치 이벤트를 다룬다. 14행은 처음 멀티터치 좌표를 저장한다. 15행은 멀티터치에서 이동하는 순간을 나타내며, 싱글터치와는 달리 한계값을 감시할 필요가 없다. 16~20행은 멀티터치가 종료된 순간 처음 터치한 두 좌표의 거리와 터치가 끝난 순간의 좌표 거리를 비교한다. 이를 통해 영상 확대 및 축소를 판단하고 해당하는 PTZ 제어 URL 명령어를 실행한다.

```

1. Touch Control (MotionEvent event){
2. if (touchCount == 1){ // 싱글터치인 경우
3.   if(touchType == down){ // 터치 시작 x,y 좌표 저장
4.   }else if(touchType == move){ // 부정이동 파악
5.   }else if(touchType == up){ // 터치 종료 x,y 좌표 저장
6.     deltaX = X가 이동한 거리, deltaY = Y가 이동한 거리
7.     if(deltaX > kMin && deltaY < kMax){
8.       if(movePointX > startPointX){ // LEFT 명령어 실행
9.       }else //RIGHT 명령어 실행 }
10.    }else if(deltaY > kMin && deltaY < kMax){
11.      if(movePointY > startPointY){ // UP 명령어 실행
12.      }else if( DOWN 명령어 실행 } } }
13. }else if(touchCount == 2){ // 멀티터치인 경우
14.   if(touchType == down){ // 터치 시작 x,y 좌표 저장
15.   }else if(touchType == move){
16.   }else if(touchType == up){ //터치 종료 x,y 좌표 저장
17.     startDis = 시작 좌표 두 점의 길이 저장
18.     endDis = 종료 좌표 두 점의 길이 저장
19.     if(startDis < endDis){ // WIDE 명령어 실행
20.     }else{ // TELE 명령어 실행 } } }

```

그림 4. 화면 터치를 통한 PTZ 제어 명령어 알고리즘

3. 침입 감지를 위한 무선센서노드

제안하는 시스템은 축사에 침입하는 외부인을 감지

하기 위해 적외선센서노드를 이용한다. 또한 측사의 온도, 조도, 습도 등의 환경을 파악하기 위해 telosb 계열의 무선센서노드를 사용하며, 802.11g 무선 통신 프로토콜을 이용하여 통신한다. 한편, 응용 서비스 계층과 센서노드 하드웨어 계층의 유연한 통합 및 서비스 제공을 위해, 센서 네트워크 미들웨어를 제안한다. 센서 네트워크 미들웨어는 하드웨어와 응용 서비스의 중간에 위치하여, 센서로부터 수집된 데이터를 정제, 집계 등을 수행하여 사용자에게 알맞은 정보를 제공한다. 제안하는 미들웨어는 대표적인 센서 네트워크 운영체제인 TinyOS[16]를 기반으로 동작하며, 전체적인 구조는 [그림 5]와 같다. 제안하는 미들웨어는 크게 데이터 관리자, 바이트코드 관리자, 질의처리 관리자, 데이터 필터링 관리자 및 통신 관리자를 포함하며, 최소한의 명령어 집합을 지닌 경량화된 센서노드 미들웨어로 설계된다.

그림 5. 센서노드 미들웨어 구조

3.1 데이터 관리자

데이터 관리자는 센서로부터 수집된 데이터를 관리하며 수집된 데이터를 스택, 통신 버퍼, 시뮬레이션으로 나누어 관리한다. 첫째, 스택은 센서노드로부터 수집된 센싱 값 등 피연산자를 저장 및 관리하기 위한 메모리 구조로서, 기본적인 데이터 연산을 수행한다. 둘째, 통신 버퍼는 수집된 데이터들의 전송을 위한 메모리 구조이다. 마지막으로, 시뮬레이션은 데이터 집계 질의를 수행하

기 위한 메모리 구조로서, 수(Count), 최대(Max), 최소(Min), 합계(Sum), 평균(Avg), 분산(Var) 집계 질의가 존재한다.

3.2 바이트코드 관리자

센서노드의 에너지는 센서노드간의 데이터 통신을 수행할 때, 또는 SQL과 같은 질의 언어를 컴파일할 때 크게 소비된다. 따라서 메시지 통신비용과 컴파일에 필요한 자원 소모량을 감소시키기 위한 명령어 집합이 필수적이다. 이를 위하여 최소한의 Java 기반 바이트코드 명령어 집합을 이용하여 센서노드의 에너지 효율성을 지원한다. 바이트코드 관리자는 기본적인 연산을 수행하기 위한 기본 바이트코드 명령어 집합과 에너지 효율성 향상을 위한 데이터 집계 바이트코드 명령어 집합으로 구성된다.

3.3 질의처리 관리자

질의처리 관리자는 일반 질의처리 및 데이터 집계 질의처리 컴포넌트로 구성되며, 바이트코드 명령어를 수행한다. 일반 질의처리 컴포넌트는 앞서 설계한 기본 바이트코드 명령어 집합인 Stack, Arithmetic, Control, Buffer, Sensor 명령어 집합에 대한 질의를 수행한다. 데이터 집계 질의처리 컴포넌트는 앞서 설계한 Aggregation 명령어 집합에 대한 질의를 수행한다. 지원하는 명령어로는 전체 데이터 수, 전체 데이터 합, 전체 데이터 평균, 전체 데이터 분산, 데이터 최소값, 데이터 최대값의 질의처리를 수행한다.

3.4 데이터 필터링 관리자

사용자는 일반적인 상황에서 수집한 데이터보다 특수한 상황에서 수집된 데이터에 많은 관심을 나타낸다. 따라서 사용자가 원하지 않는 데이터란 특정 범위 내에 존재하는 데이터, 또는 이전에 측정된 데이터 대표 값에 의해 표현 가능한 데이터를 의미한다. 따라서 본 연구에서는 불필요한 데이터를 제거함으로써 데이터 전송비용을 감소시킬 수 있는 데이터 필터링 관리자를 설계한다. 제안하는 데이터 필터링 관리자는 범위 필터링 컴포넌트와 대표값 필터링 컴포넌트로 구성된다.

4. 전기기기 자동제어를 위한 전원제어기

전기기기 자동제어를 위해서는 측사 내 전원기기를 컴퓨터에서 제어하는 것이 필수적이다. 하지만 컴퓨터는 전원기기 전원을 곧바로 제어할 수 없다. 이를 위해 별도의 장치가 필요하며 이러한 역할을 하는 장치가 전원제어기다. 전원제어기는 컴퓨터와 전원기기 사이에서 제어신호를 통해 전원기기의 전원을 제어한다. 이를 위해 [그림 6]과 같은 구조의 전원제어기를 설계하였다. 서버와 전원제어기 사이의 제어신호는 마이크로 컨트롤러가 담당한다. 마이크로프로세서(microprocessor)를 중심으로 ROM, RAM, I/O장치로 구성된 작은 규모의 컴퓨터 마이크로 컨트롤러라고 한다. 마이크로 컨트롤러와 서버는 USB port를 Serial port로 포워딩 해주는 드라이버를 사용하여 연결한다. 전원제어기와 전원기기 연결은 전원기기 전선 양극중의 하나를 전원제어기의 SSR에 연결한다. 전원제어기를 측사에 설치할 경우 서버와 전원제어기의 USB 연결은 USB 증폭기를 사용해야 한다. 본 연구에서 구성한 마이크로 컨트롤러는 최대 8개의 SSR(Solid State Relay) 장치가 연결된다. SSR은 무접점릴레이라는 소자인데, 내부소자에 외부 제어 신호가 가해져 전원을 on/off 한다. 이를 통해 전원 기기의 전원을 컴퓨터에서 제어할 수 있다. 컴퓨터와 마이크로 컨트롤러는 전원을 제어하기 위한 약속된 제어 신호를 정해야 한다.

그림 6. 전원제어기 구조

제어 신호를 설계하기 위해서는 [그림 7]과 같은 마이크로 컨트롤러의 입출력 port를 알아야 한다. ATmega128 칩셋의 입출력을 위한 pin은 A~F port 까

지 각 8개씩 $8 \times 6 = 48$ 개 존재하며 G port 가 5개로 총 53개가 있다. 이 중에서 A port의 8개 핀을 사용하여 SSR 신호를 제어할 수 있도록 설계한다. 따라서 총 8 비트의 신호로 제어 신호를 구성할 수 있다. [표 2]와 같이 각 bit에 SSR을 연결하여 전원기기의 전원을 제어할 수 있도록 마이크로 컨트롤러에 프로그램 하였다. 예를 들어 A port를 통해 '00000010'라는 이진수가 출력하면 SSR6에 연결된 전원기기에 전원이 인가된다. 설계한 제어신호를 이용하여 [그림 8]과 같이 서버와 마이크로 컨트롤러 사이에 정상적인 통신을 확인할 수 있다.

그림 7. ATmega128 칩셋과 외부핀 넘버

표 2. 각 Pin에 연결된 SSR 번호

Pin No	PA0	PA1	PA2	PA3	PA4	PA5	PA6	PA7
연결된 SSR	SSR0	SSR1	SSR2	SSR3	SSR4	SSR5	SSR6	SSR7

그림 8. 서버와 마이크로 컨트롤러와의 통신

IV. 선진화된 측사 관리 시스템 구현

본 장에서는 설계한 선진화된 측사 관리 시스템을 서

버 시스템 GUI 프로그램 및 스마트폰 앱의 구현에 대해 기술한다. 아울러, 축사 관리 시스템의 테스트베드를 구축하여 실제 운용한 사례를 제시한다. 마지막으로 개발한 시스템의 각 기능별 반응속도를 측정하고 기존 연구와의 특징을 비교한다.

1. 축사 관리 시스템 GUI 프로그램

SWT(Standard Widget Toolkit)[18]를 이용하여 [그림 9]와 같이 축사 관리 시스템 GUI 프로그램을 구현하였다. 축사 관리 시스템 GUI 프로그램은 하나의 큰 메인 시스템 CCTV 화면과 세 개의 작은 보조 CCTV 화면이 있다. 좌측 상단에는 카메라 제어 패널, 좌측 중간에는 환풍기 제어 패널, 좌측 하단에는 침입감지 패널이 존재한다.

메인 CCTV 화면 패널은 사용자가 자세히 보기를 원하는 무인감시카메라 영상을 화면에 표시해준다. 화면을 마우스로 드래그하면 카메라가 상, 하, 좌, 우로 회전한다. 보조 CCTV 화면 패널은 세 카메라 영상을 표시한다. 각 보조 화면의 하단에는 총 네 개의 버튼이 존재한다. ‘메인으로’ 버튼은 해당 보조 CCTV 화면을 메인 CCTV 화면으로 바꾸어 자세히 모니터링 할 수 있다. ‘접속’ 버튼은 해당 CCTV로 연결을 수행한다. ‘끊기’ 버튼은 해당 CCTV 연결을 종료한다. ‘설정’ 버튼은 CCTV 관련 설정을 제공한다.

우측 상단의 카메라 제어 패널은 구동되고 있는 영상의 PTZ를 제어하는 패널이다. 9방향의 버튼은 가운데, 북, 북동, 동, 남동, 남, 남서, 서, 북서, 북의 방향으로 카메라를 회전시키는 역할을 한다. 하단의 네 버튼은 카메라의 초점과 Zoom 기능을 제어한다.

우측 중간의 환풍기 제어 패널은 축사의 온도를 파악하여 환풍기의 작동 유무를 제어하는 역할을 한다. 현재온도는 축사에 설치된 온도센서로부터 센싱된 축사 내의 온도를 표시해준다. 축사의 온도가 설정한 희망온도보다 높을 경우 환풍기가 작동하며, 낮을 경우 환풍기가 정지한다. 또한 ‘자동모드’일 경우에는 희망온도에 따라 환풍기가 자동으로 동작하며, ‘수동모드’일 경우에는 희망온도에 상관없이 수동으로 환풍기를 동작시킬 수 있다.

우측 하단의 침입감지 상황 패널은 축사 내에 설치한 적외선 센서를 이용하여 침입감지 신호를 감지한다. 상황정보에서는 ‘정상’, ‘침입’ 정보를 표시한다. 동작상황에서는 ‘동작중’, ‘정지’ 상황을 나타낸다. ‘침입감지 On/Off’ 버튼을 통하여 침입감지의 동작 여부를 결정할 수 있다. 침입이 발생할 경우 침입이 감지되었다는 다 이얼로그화면을 띄우고 SMS 메시지를 전송한다. 침입감지가 발생하고 1분 동안 추가 이벤트가 발생하여도 추가적인 침입감지 상황은 발생하지 않는다. 1분이 지나도 침입이 감지된다면 추가적으로 침입감지 경고를 발생시킨다. 침입이 감지될 경우 축사 관리 시스템 GUI 프로그램에 [그림 10]과 같은 경고 화면을 생성한다. 또한, 설정 메뉴를 통해 환경 변화에 따른 무인감시카메라, 침입감지, 환풍기 자동제어에 관한 환경 설정을 제공한다.

그림 9. 축사 관리 시스템 GUI 프로그램

그림 10. 침입감지 상황 경고 다이얼로그

2. 스마트폰앱

안드로이드OS[19] 기반의 스마트 폰에 안드로이드 SDK[20]를 이용하여 축사 관리 시스템을 통합하고 원

격제어 기능을 구현하였다. 축사 관리 시스템 스마트폰 앱에서 제공하는 기능은 [그림 11]과 같은 상시 축사 모니터링, 환풍기 제어, 침입 감지이다. CCTV화면에서는 무인감시카메라 영상을 제공한다. 환풍기제어에서는 축사 내 환풍기를 제어한다. 침입 감지는 축사로 접근하는 외부 침입자를 감지한다.

그림 11. 축사 관리 시스템

축사 관리 시스템 스마트폰 앱은 [그림 12]와 같이 무인감시카메라, 환풍기제어, 침입감지에 관련된 환경 설정을 제공한다. 무인감시카메라 환경설정에서는 축사에 설치된 무인감시카메라에 접속하기 위한 IP 주소를 설정한다. 환풍기제어 환경설정에서는 축사의 현재 온도를 제공한다. 또한 '자동모드로 설정'과 '수동모드로 설정'을 제공한다. 침입감지 환경설정에서는 '현재 침입감지 상황'을 통해 침입감지 정보를 알려준다. 또한 SMS 또는 경고 창으로 침입감지 정보를 알릴 수 있다.

그림 12. 축사관리시스템 설정

[그림 13]은 CCTV 영상 화면이다. 스마트 폰의 화면 터치를 통해 PTZ 제어를 할 수 있다. 싱글 터치를 통해 카메라를 상, 하, 좌, 우로 회전시킨다. 멀티 터치를 통해 카메라 영상을 확대, 축소시킨다. 축사에서 침입 감지시 [그림 14]와 같이 스마트폰으로 침입감지 SMS를 전송한다. SMS에는 즉시 축사를 확인하라는 경고와 감지 발생 시간을 알려준다.

그림 13. 스마트 폰 CCTV 구동화면

그림 14. 침입감지 SMS

3. 테스트베드

본 장에서는 구현한 실시간 축사 관리 시스템의 유효성을 검증하기 위하여 테스트베드를 수행하였다. 테스트베드 수행에 사용된 장비는 [표 3]과 같다.

표 3. 테스트베드를 위한 H/W

종류	제품 및 성능
서버PC	Intel Core 2 CPU 2.4Ghz, 2GB Memory, 160G HDD
무인 감시카메라	Honeywell HDC-505N
적외선 센서	Kmote-PIR (2.4G IEEE 802.15.4, 250kbps, Pyroelectric Infrared Detectors)
온도센서	TelosB (2.4G IEEE 802.15.4, 250kbps, USB light, temperature, humidity sensors)

[그림 15]는 무인감시카메라, 적외선 센서, 온도 센서를 설치한 축사 내부 사진을 나타낸다.

그림 15. 축사 내부 전경

[그림 16]은 축사 내부에 설치한 카메라의 모습이다. 축사 내부에 1대, 축사 외부에 1대, 총 2대의 무인감시카메라를 설치하였다. 설치한 무인감시카메라의 IP 할당은 인터넷 공유기를 이용하여 사설IP를 할당하였다. 또한 DDNS(Dynamic Domain Name Server) 서비스 및 port 번호를 다르게 설정하여 외부에서 접속할 수 있다. [그림 17]은 축사 내부에 설치한 카메라로 확인한 영상의 모습이다. PTZ제어를 통해 축사 내부와 소의 모습을 고해상도로 자세히 살필 수 있다. [그림 18]은

축사 내부 입구에 설치한 적외선센서의 모습과 온도센서의 모습이다. 적외선 센서는 축사 내부에 2대, 축사 농민이 거주하는 컨테이너 박스에 1대, 총 3대의 적외선 센서를 설치하였다. 온도센서는 축사 내부에 1대 설치하였다.

그림 16. 무인감시카메라 설치

그림 17. 무인감시카메라 영상

그림 18. 적외선센서 및 온도센서 설치

4. 성능분석

본 장에서는 구현한 실시간 측사 관리 시스템의 각 기능별 반응속도를 측정하고 기존 연구의 시스템과의 특징을 비교한다. 한편, 제안하는 시스템을 객관적으로 평가하기 위해 다음과 같은 시나리오로 수행한다. 첫째, 무인 감시 카메라를 통해 내부 서버로 영상 정보를 전송하며, 내부 서버는 해당 영상 정보를 스마트폰 앱으로 전송한다. 둘째, 특정 측사, 전력실과 같은 위험 지역에 적외선 센서를 설치하여, 외부인의 침입 감지 시 해당 정보를 내부 서버에게 전송하고, 이를 SMS의 메시지 형태로 관리자에게 전송한다. 셋째, 관리자가 내부 서버나 스마트폰 앱을 통해 측사 온도를 변경하면, 시스템은 이를 감지하여 전기 기기 제어를 수행한다. [표 4]은 개발한 측사 관리 시스템의 각 기능별 반응속도를 측정된 것이다. 각 기능별로 총 10번을 수행하여 평균 속도를 측정하였다. 스마트폰 앱을 통한 상시 측사 모니터링의 경우 내부 네트워크와 외부 네트워크로 나누어 반응 속도를 측정하였다. 내부 네트워크는 측사 관리 시스템이 설치된 곳의 네트워크를 이용하였고, 외부 네트워크는 측사에서 멀리 떨어진 지역의 네트워크를 이용하였다. 스마트폰 앱을 통한 상시 측사 모니터링은 네트워크의 속도에 따라 반응속도가 차이를 보였다. 내부 네트워크는 3초 정도의 지연시간이 있었으며, 외부 네트워크는 5초 정도의 지연시간을 보인다. 침입감지 반응속도는 적외선 센서로 침입감지 시 SMS 경고 문자를 스마트폰 앱이 수신하는 시간까지를 측정하였다.

평균 2초 정도의 반응속도를 보였다. 전기기기 자동제어의 반응속도는 내부 네트워크에서 환풍기 동작 명령 내린 후에 환풍기가 동작하기까지의 시간을 측정하였다. 동작 명령이 시작됨과 거의 동시에 환풍기가 동작하는 것을 확인할 수 있다. 한편, 영상 모니터링의 경우, 모든 영상 정보를 내부 서버 및 스마트폰으로 전송해야 하기 때문에 침입감지나 전기기기 자동제어 시스템에 비해 많은 시간이 소요된다. 특히 외부 네트워크의 경우, 영상 정보가 내부 서버로 전송된 뒤 다시 외부 네트워크로 전송되기 때문에, 상대적으로 많은 시간이 소요됨을 알 수 있다.

표 4. 측사 관리 시스템 기능 반응속도

기능	영상 모니터링 (내부 네트워크)	영상 모니터링 (외부 네트워크)	침입감지 (SMS)	전기기기자 동제어 (환풍기)
반응속도 (단위: 초)	3.1	5.1	2	0.5

[표 5]는 기존 연구의 시스템과 본 연구에서 제안한 시스템을 비교한 표이다. 비교 대상은 2장에서의 관련 연구이다. 비교 항목은 상시 측사 모니터링, 침입감지, 상황모니터링, 전기기기 자동제어, GUI 서비스, 웹 서비스, 모바일 원격제어이다. 기존 시스템들은 상시 측사 모니터링, 침입감지, GUI 서비스가 구현되지 않았다. 그러나 본 연구에서 제안한 측사 관리 시스템은 이러한 항목들이 모두 구현되었다. 이를 통해 측사 농민의 불

표 5. 기존연구와의 특징 비교

시스템 항목	G. Qiang et al. 연구[7]	M. Murad et al. 연구[8]	K.H.Kwong et al. 연구[9]	J.H Hhang etal.연구[10]	J.H Hhang et al. 연구[11]	제안하는 측사 관리 시스템
상시 측사 모니터링	×	×	×	○	○	○
침입 감지	×	×	×	×	×	○
상황 모니터링	○	○	○	○	○	○
전기기기 자동제어	○	×	×	○	○	○
GUI 서비스	×	×	×	○	○	○
웹 서비스	○	○	○	×	○	○
모바일 원격제어	×	×	×	×	○	○

편함과 어려움을 해소하고 축사 농가의 실질적인 생산성 향상에 기여할 것으로 기대된다.

V. 결론 및 향후연구

최근 센서 네트워크 기술에 대한 연구가 지속적인 진행에 따라, 다양한 산업으로의 센서 네트워크 기술 적용이 활발히 이루어지고 있다. 특히, 농축산업으로의 센서 네트워크 기술에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 하지만, 기존 연구를 실제 축사 관리 시스템에 적용하기에는 많은 문제점이 존재한다. 이를 해결하기 위하여 적외선 무선 센서 노드 및 무인감시카메라를 이용한 선진화된 축사 관리 시스템을 설계 및 구현하였다. 제안하는 축사 관리 시스템은 상시 축사 모니터링, 침입 감지, 전기기기 자동제어 기능을 제공한다. 이를 통해 축사 농민이 축사에 부재한 경우에도 원격지에서 실시간으로 스마트폰 앱을 통해 축사를 관리하고 제어할 수 있다. 이에 대한 효용성을 검증하기 위해, 제안하는 시스템을 실제 축사 에 테스트베드를 구축하였다. 이를 통해 축사 농민이 겪고 있는 불편함과 어려움을 해소하고 축사 농가의 실질적인 생산성 향상에 기여할 것으로 기대된다.

향후연구로는 구현한 축사 관리 시스템을 안드로이드OS 기반의 스마트폰을 이용한 통합뿐만 아니라, 아이폰OS 및 윈도우모바일로 확장하여 구현하는 것이다. 아울러, 해당 시스템을 축사 관리뿐만 아니라 가축의 생육 상태 및 이력 관리를 제공하는 시스템으로 확장하는 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 표철식, “차세대 RFID/USN 기술 발전 전망”, 한국통신학회지, 제24권, 제8호, pp.7-13, 2007.
- [2] 류성렬, “유비쿼터스 컴퓨팅 서비스 모델 분석”, 한국콘텐츠학회논문지, 제9권, 제1호, pp.312-322, 2009.
- [3] M. Lee, “Design and Implementation of Wireless Sensor Network for Ubiquitous Blass Houses,” ICIS08. Seventh IEEE/ACIS International Conference, pp.397-400, 2008.
- [4] 이용웅, “유비쿼터스 기술을 활용한 영농일지 관리 시스템 구축”, 한국인터넷정보학회 제19차 춘계학술발표대회, pp.301-305, 2009.
- [5] 이은진, “통합 센서 모듈을 이용한 농업 환경 모니터링 시스템 개발”, 한국콘텐츠학회논문지, 제10권, 제2호, pp.63-71, 2010.
- [6] J. Hwang, “Design and Implementation of Wireless Sensor Networks Based Stable Management System,” ICIS, pp.51-54, 2010.
- [7] G. Qiang, “Research and Design of Web-based Wireless Sensor Network Management System for Greenhouse,” ICCEE, pp.657-661, 2008.
- [8] M. Murad, “Web Based Poultry Farm Monitoring System Using Wireless Sensor Network,” FIT09, 2009.
- [9] K. H. Kwong, “Adaptation of wireless sensor network for farming industries,” INSS, pp.1-4, 2009.
- [10] 황정환, “유비쿼터스 농업환경에서의 돈사 통합 관리 시스템 구현”, 한국통신학회논문지, 제35권, 제2호, pp.252-262, 2010.
- [11] 황정환, “유비쿼터스 축사 구현을 위한 스마트폰 어플리케이션 개발”, 한국스마트미디어학회 스마트미디어저널, pp.53-57, 2012.
- [12] 김대준, “실시간 상황인식기반의 농산물 방법시스템”, 한국지능시스템학회 논문집, 제22권, 제1호, pp.291-292, 2012.
- [13] http://ipvm.com/report/h264_mjpeg_bandwidth_quality_test
- [14] B. Brown, “CCTV in town centres: Three case studies”, ISBN 1-85893-4737, 1995.
- [15] J. M. Kahn, “Next century challenges: Mobile networking for ‘smart dust’,” MOBICOM, pp.271-278, 1999.

- [16] J. Hill, "System architecture directions for networked sensors," ASPLOS-IX 2000, pp.93-104, 2000.
- [17] ATmega128 Data Sheet, "http://www.atmel.kr/dyn/resources/prod_documents/doc2467.pdf
- [18] The Standard Widget Toolkit, "<http://www.eclipse.org/swt/>"
- [19] Android, "<http://www.android.com/>"
- [20] AndroidSDK, "<http://developer.android.com/sdk/>"

저 자 소 개

윤 민(Min Yoon)

정회원

- 2008년 : 전북대학교 컴퓨터공학과(공학사)
- 2010년 : 전북대학교 컴퓨터공학과(공학석사)
- 2011년 ~ 현재 : 전북대학교 대학원 컴퓨터공학과 박사과정

<관심분야> : 센서 네트워크, Cloud Computing, 데이터베이스 아웃소싱, 빅데이터

장 재 우(Jae-Woo Chang)

정회원

- 1984년 : 서울대학교 전자계산기공학과(공학사)
- 1986년 : 한국과학기술원 전산학과(공학석사)
- 1991년 : 한국과학기술원 전산학과(공학박사)

- 1996년 ~ 1997년 : Univ. of Minnesota, Visiting Scholar
- 2003년 ~ 2004년 : Penn State Univ., Visiting Scholar.
- 1991년 ~ 현재 : 전북대학교 컴퓨터공학과 교수

<관심분야> : 센서 네트워크, 공간 네트워크 데이터베이스, 데이터베이스 아웃소싱