

오픈소스 기반의 농작물 유해 야생동물 퇴치 시스템의 설계 및 구현

우 종 호[†]

Design and Implementation of Farm Pest Animals Repelling System Based on Open Source

Chongho Woo[†]

ABSTRACT

The damages on the crops by the wild animals such as wild boars and water deer are serious in rural areas these days. In this paper, a low-cost and adaptive system based on open source for sensing and repelling farm pest animals is proposed. The system contains the server which is Arduino Due connected with the wireless communication modules such as RF, Zigbee, and WiFi module, speaker, and so on. It also has the sensing modules and LED blinkers which communicates with the server by wireless modules. Once a detecting signal is transmitted to the server. The server is waked up from sleep mode and the repelling subsystems such as loud speaker and LED blinker(s) are activated to scare the unwanted animal away. The total system is managed by Android smartphone easily.

Key words: Open Source, Wild Animals Sensing and Repelling System, Arduino Due, RF/Zigbee/WiFi Modules

1. 서 론

멧돼지와 고라니와 같은 야생동물에 의한 농작물의 피해가 매년 늘어나고 있으며 이에 지방 자치단체에서는 야생동물로 인한 농작물 피해를 최소화하기 위한 노력을 계속 진행하고 있다. 특히 멧돼지는 농촌지역의 농작물 피해뿐만 아니라 인명피해까지 입히고 그 개체수의 증가에 따라 먹이를 찾아 도심 인근에까지 나타나고 있다.

농작물 유해 야생동물을 퇴치하는 방법으로 사냥이나 포획을 제외한 접근을 막고 퇴치하는 방법에는 여러 가지가 있다. (1) 울타리를 설치하고 고압 전류를 흘리거나 검은 차양막으로 가려서 퇴치하는 방법이 있다. 이러한 방법은 울타리 설치 등 많은 비용이

소요된다. (2) 천적의 소리에 의한 퇴치 방법으로 호랑이나 늑대 혹은 사자의 소리를 녹음해서 접근하는 길목마다 정기적으로 스피커로 틀어준다. 또한 사람에게는 들리지 않고 유해 동물은 들을 수 있는 혐오하는 주파수인 초음파를 사용하기도 한다. (3) 불빛을 이용하는 방법으로 주기적으로 빛을 번쩍여서 겁을 줘서 접근을 퇴치한다. (4) 천적의 배설물 혹은 혐오하는 냄새를 사용하기도 한다. 이러한 다양한 방법들이 적용된 사례들이 보고되고 있으며 관련 제품이 시장에서 판매되고 있다[1-4].

유해 동물의 접근을 감지하는 센서를 사용해서 필요할 때에만 불빛이나 소리를 내어 퇴치하는 장치들이 판매되고 있지만, 농장 경계에 설치해서 접근이 감지되면 전체적으로 경광등 혹은 확성기를 사용하

* Corresponding Author: Chong Ho Woo, Address: (608-737) Youngso-ro 45, Nam-gu, Pusan, Korea, TEL : +82-51-629-6250, FAX: +82-51-629-6264, E-mail: chwoo@pknu.ac.kr

Receipt date: Jan. 22, 2016, Approval date: Feb. 3, 2016
[†] Dept. of Computer Eng., Pukyong National University
* This research was supported by a Research Grant of Pukyong National University(2015)

서 퇴치하고 있다[5]. 적외선 움직임 감지 센서와 RF 통신을 이용한 퇴치 장치가 있으나 다양한 센서와 퇴치 모듈을 사용하고 통신 기술을 적극 활용하며, 컴퓨터 기술을 이용하는 퇴치 시스템은 아직 사용되지 않고 있다[6].

오늘날 오픈소스 하드웨어 및 소프트웨어가 현재 널리 사용되고 있으며, 한편, 아두이노와 라즈베리 파이 등과 같은 컴퓨터 보드와 각종 통신 모듈과 소형 MCU 칩들이 저가로 공급되고 있다. 이들을 활용하면, 퇴치시스템의 개발이 저가의 스마트한 적응 장치로의 개발이 용이하다. 또한 아두이노 스케치 IDE 소프트웨어 개발환경에서는 프로그램의 작성과 업로드 등에 편의를 제공하므로 시스템의 개발시간을 단축시킬 수 있을 뿐만 아니라 설계의 변경 등이 용이하다[7,8].

본 논문에서는 오픈소스 하드웨어 플랫폼으로 아두이노 듀(Arduino Due)를 서버로 사용하였고 주변에 RF, 지그비, 와이파이 등의 통신 모듈과 확산기와 고휘도 LED 램프 등을 사용하는 유해 동물 퇴치 시스템을 설계 및 구현했다. 관리의 편의를 위해서 안드로이드 스마트폰을 사용했다. 대상 동물과 농장의 환경에 따라 프로그램을 수정해서 맞춤형 적응 시스템으로 운용이 가능하다.

2. 농작물 유해 야생동물 퇴치 시스템의 구성

농작물 보호를 위한 야생동물 퇴치시스템은 오픈소스 아두이노 듀를 중심으로 구성된다. 시스템은 ① 서버와 ② 유해 동물의 접근 감지 모듈, ③ 퇴치용 섬광과 불빛을 번쩍이는 LED 모듈 그리고 ④ 전체시스템의 관리를 위한 스마트폰의 4부분으로 구성된다.

2.1 전체 시스템 구성

전체 시스템의 구성은 Fig. 1과 같다. 아두이노 듀를 중심으로 통신 모듈과 소리를 저장하고 재생하는 부분으로 구성된 서버와 감지부분과 퇴치용 섬광과 불빛을 번쩍이는 발광모듈의 3부분으로 구성된다.

2.2 서버 제어장치

서버는 전체 시스템의 중심 역할을 수행하며, 관리할 농장의 중앙 혹은 주변 가까운 곳에 설치한다. 서버의 제어장치로는 오픈소스로 제공되는 아두이노 듀를 선택했다. 서버에서는 RF 송수신 통신 모듈, 지그비(ZigBee) 모듈, 와이파이 통신 모듈이 연결되어 외부장치 및 모듈과 통신해야하고, 소리를 저장하고 재생하기 위해서 SD 카드 드라이브와 스피커를 연결해야한다. 또한 서버의 간단한 관리를 위를 위한 푸시버튼과 LCD를 제어해야한다. 이러한 다양한 주변 모듈과 장치를 제어할 수 있는 성능의 아두이노를

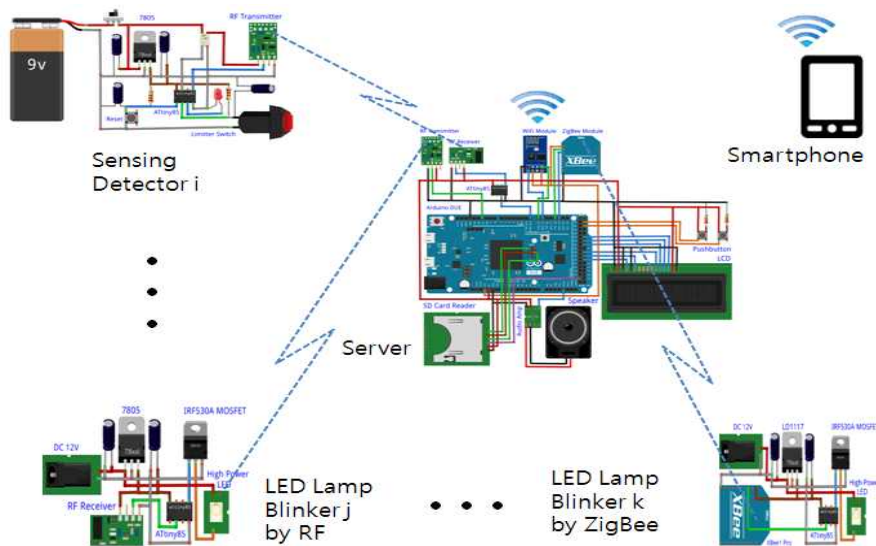


Fig. 1. System Configuration for Repelling Farm Pest Animals.

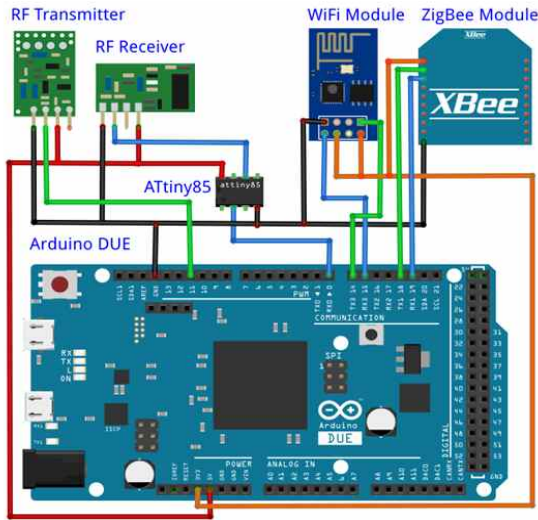


Fig. 2. Wireless communication modules connected to Arduino Due board.

선택해야한다. 현재 널리 사용되고 있는 아두이노 보드의 종류를 검토한 결과, 본 시스템에서는 앞에서 열거한 각각의 기능들, 특히 모든 통신 모듈을 연결하고 스피커 소리의 재생에 적절한 아두이노 듀를 선택했다.

2.3 통신 모듈

현재 시장에서는 각종 통신 모듈들이 저비용으로 널리 공급되고 있다. 본 서버에서 사용할 무선통신 모듈에는 Fig. 2에서와 같이 RF 송수신 모듈 지그비 모듈, 와이파이 모듈을 연결해서 사용했다.

본 응용 시스템에서 사용한 각각의 통신 모듈에 대한 비교 사양은 Table 1과 같다. 3가지 방식에 대한

다양한 모듈들이 시장에 공급되므로 가격과 성능을 고려해서 선택해서 편리하게 사용할 수 있다.

2.3.1 RF 송신 및 수신 모듈

사용한 RF 송신 모듈은 현재 저가로 널리 공급되고 있는 433MHz 전송주파수를 갖는 송수신이 분리된 모듈을 사용했다.

① RF 수신 모듈: 접근 감지 모듈에서 전송되어오는 데이터를 수신한다. 본 시스템에서는 데이터의 크기를 1바이트로 설정했지만 필요에 따라 2바이트 이상으로 확장할 수 있다. 수신되는 1 바이트에서 상위 4 비트는 모듈의 id로서 접근 감지 모듈의 식별자로 인코딩한다. 수신되는 id에 따라 여러 곳에 설치된 퇴치 LED 램프 모듈 중에서 선택하고 선택한 램프의 번쩍이는 패턴, 소리의 선택 등을 아두이노 듀의 프로그램에서 결정한다. RF 수신 모듈에서 아두이노에 외부인터럽트로 직접 연결할 수 없고, ATtiny85를 사용해서 먼저 수신을 확인한 뒤에 인터럽트를 발생 시켰다.

② RF 송신 모듈: 선택된 퇴치 램프 모듈에서도 1바이트의 데이터를 전송한다. 상위 4비트는 퇴치 램프 모듈의 id로 인코딩되고, 나머지 하위 4비트는 번쩍이는 패턴으로 인코딩했다. 본 시스템에서 사용한 모듈은 동작전압 3.5-12V에 따라 전송거리 20-200 미터를 갖는 모듈을 사용했다. 5V로 설정했지만 전송거리 더 늘리기 위해서는 동작전압을 9V 혹은 12V로 높일 수 있다.

2.3.2 지그비(ZigBee) 모듈

시스템 특성상 센서네트워크 기반의 지그비 통신

Table 1. The comparison of 3 communication modules used

Comparison item	RF Module	ZigBee	WiFi
	XD-FST(TX), XD-RF-5V(RX)	XBee Series 1 Pro	ESP8266 ESP01
Operating voltage(V)	TX: 3-12, RX: 5	3.3	3.3
Launch distance(meter)	20-200	1600	50
Transfer rate(kbps)	32	250	115.2
Transmitting frequency(Hz)	433M	2.4G	2.4G
Protocol	ASK/OOK	802.15.4	802.11. b/g/n
Power dissipation(mA) (sleep mode)	TX<9, RX<5.5	< 0.05	< 0.01
Cost(\$)	1 or less	10-40	about 3

이 가장 적절한 방식으로 판단된다. 그러나 환경에 맞추고 성능과 구현 비용 등을 고려해서 일부에서만 적용했다. 서버에서 지그비 모듈을 사용해서 접근 감지 모듈과 퇴치 LED 램프에 데이터를 송수신했다. 전송되는 데이터의 내용은 RF 송신과 수신 모듈의 기능은 같다. 지그비 모듈을 사용하기 위해서는 먼저 초기 설정을 업로드해야 한다.

2.3.3 와이파이 모듈

스마트폰을 사용해서 전체 시스템을 편리하고 효율적으로 관리할 수 있다. 특히 서버의 현재 상태를 확인하고, 저장하고 있는 과거의 동작 과정(history)을 체크하며, 새로운 동작 모드로 변경하거나 정확한 시간을 다시 설정하는 등 다양한 처리를 스마트폰의 와이파이 통신기능을 이용해서 수행한다. 이러한 기능을 수행하기 위해서 서버에는 와이파이 모듈이 필요하다. 현재 와이파이 모듈이 저가로 시장에 공급되고 있다. 예를 들면 ESP8266 ESP01 모듈은 1MB 내장 플래시 메모리를 갖는 자체의 처리 기능을 갖고 있으며, 와이파이 프로토콜 지원으로 스마트폰이나 PC와의 소켓통신에 사용될 수 있다.

2.4 SD 카드와 스피커

SD카드에는 서버의 과거의 동작을 기록 관리하며, 유해동물을 퇴치할 때 스피커로 출력하는 사운드 소스들을 저장한다.

2.4.1 서버 동작의 기록

접근탐지모듈에서 서버로 데이터가 전송되면 어느 접근탐지모듈의 id와 동작 시간을 텍스트 파일 형식으로 저장한다. 각 탐지의 구분은 >기호를 사용했다. 예를 들어 1번 접근탐지모듈이 2015년 10월 30일 23시 16분에 탐지되어 LED 램프 3, 4, 7번이 패턴 3으로 번쩍였고 소리 2번으로 순차 패턴 3으로 스피커로 출력되었다면 "01,15.10.30.23:16.L3.4.7.P3.S2.P3"로 33개의 문자 스트링으로 저장한다. 그 뒤에 3번과 2번 접근탐지모듈이 2015년 11월 15일 01시 22분과 2015년 12월 11일 22시 35분에 각각 접근이 탐지되었다면, 그 데이터는 "...4.7.P3.S2.P3> 3,15.11.15.01:22. L1.2. P5.S3.P2> 2,15.12.11.22.:35.L4.5.6.P1.S5.P1>"의 형식으로 저장한다. 이때 사용하는 날짜와 시간은 사용자의 스마트폰이 서버와 연결될 때

스마트폰의 날짜와 시간 정보를 전송받아 갱신해서 가능한 정확한 시간을 유지하도록 했다. 각각의 접근에 따른 동작하는 LED 램프의 선택과 번쩍이는 패턴, 스피커를 통해서 출력하는 소리의 선택과 순서 등은 각각 2차원 배열 구조로 설정해서 사용했다.

2.4.1 SD 카드 모듈과 소리 재생

유해야생동물 멧돼지와 고라니가 혐오하는 소리들을 SD카드에 저장해서 프로그램으로 선택해서 Fig. 3과 같이 사운드 앰프를 통해서 스피커로 재생했다. 소리파일은 wav 포맷으로 저장했으며, 아두이노 듀에서 제공되는 12-비트 DAC 포트를 사용했다. 이 아날로그 출력을 오디오 증폭기 모듈로 신호를 증폭해서 스피커로 출력했다.

프로그램 제어에서 setup() 내부에 SD.begin() 함수로 Chip Select(CS) 핀을 설정해서 아두이노 듀와 SD카드 모듈 간에 SPI 프로토콜로 통신했다. 전송속도와 버퍼의 크기를 설정하고 원하는 파일을 열고(open), 설정한 크기의 1 블록의 데이터를 읽어 버퍼에 저장해서 DA변환해서 출력하는 과정을 파일의 끝까지 반복한다. 소리 재생에는 44,100Hz의 표준 주파수를 사용했으며, 샘플링 비율은 보통 소리파일 주파수의 2배로 했다.

2.4.3 LCD와 조작 버튼

서버와의 간단한 인터페이스를 위해서 16 × 2 문자 LCD와 두 개의 푸시버튼을 사용했다. 스마트폰이나 SD카드 리더기가 없는 상황에서도 서버의 동작

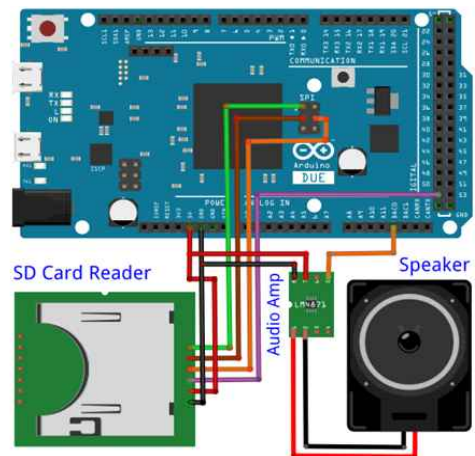


Fig. 3. Sound subsystem for repelling farm pest animals.

과 접근기록을 확인할 수 있는 간단한 기능을 제공한다. LCD는 현재의 상태나 SD 카드에 저장된 데이터를 문자로 표시해준다. 2개의 푸시버튼은 모두 각각 아두이노의 외부 인터럽트로 연결되어 처리되는데 과거의 기록을 전후로 옮길 때 사용한다.

2.4.4 서버 프로그램의 구조

서버에 업로드되는 프로그램은 아두이노 IDE에서 스케치로 프로그래밍했다. 헤더파일로는 통신을 위한 <VirtualWire.h>, SD 카드의 사용을 위한 <SD.h>와 <SPI.h>, 소리재생을 위한 <Audio.h>, LCD를 위한 <LiquidCrystal.h> 등을 포함했다. 그 다음으로 시간 관리, 파일변수와 각종 통신에 필요한 변수를 선언한다.

setup() 함수에서는 아두이노 듀의 핀들을 용도에 맞게 할당하고 각종 시리얼통신 전송속도를 설정한다. 또한 LCD, 와이파이 모듈, 2개의 푸시 버튼, SD 카드의 초기화와 상태확인, 외부 인터럽트를 설정하고 내부 타이머를 설정하고 출발시킨다. 설정과정에서 필요한 작업과정은 함수로 처리했다. loop() 함수는 설정한 외부 인터럽트 처리와 관련된 작업과정으로 구성된다. 각 인터럽트가 처리가 완료되면 다음 인터럽트가 발생될 때까지의 대부분의 시간동안 sleep 모드에 머물게 된다. 전체적인 서버의 프로그램 구조는 다음과 같다.

```
#include <VirtualWire.h> // for Serial Communication
...
volatile int itt = 0; // identifier for interrupts
File writeFile; // SD card File
...
char Receiving[2048]; // Buffer for WiFi
...
void setup()
{
    ...
    Serial3.begin(9600); // Speed(bps) for ZigBee module
    ...
    vw_set_tx_pin(11); // Assign pin 11 to RF TX
    vw_setup(250); // Receiving bit rate per second
    init_WIFI();
    ...
    attachInterrupt(8, wake1, RISING); // Setting external interrupt
    ...
}
```

```
}
void loop()
{
    if(itt == 1) { // interrupt by push button 1 and 2
        !! procedure to do push button 1 and 2
    }
    if(itt == 2) { // interrupt by approach sensing module
        !! recognize id and send the order to blink LED lamp(s)
        !! playing the sound stored in SD card according to the predefined pattern
    }
    if(itt == 3) { // WiFi 모듈에 의한 인터럽트
        !! server management by smartphone
    }
    itt = 0;
    sleep();
}
inline void sleep() { // sleep mode for low power
{
    ...
    __WFI(); //wait for interrupt
}
}
inline void up() {
    ...
}
void wake1() {
    up();
    itt = 1;
}
...
}
```

3. 접근탐지모듈

3.1 리미터스위치를 이용한 접근탐지모듈

멧돼지 혹은 고라니와 같은 유해 야생 동물이 접근할 때 이를 탐지해서 서버로 해당 id를 서버로 전송해서 가까운 거리에 사운드를 동작시키고 적절한 퇴치 단말기인 LED 램프를 번쩍이게 한다. Fig. 4는 물리적인 접촉을 이용하는 리미터스위치 S2을 사용한 회로이다.

스위치의 동작은 스프링 구조의 발판 형태로 구성해서 눌러지면 인터럽트를 발생시킨다. 마이크로컨트롤러 ATtiny85는 이 인터럽트에 의해서 슬립모드에서 깨어나(wakeup) 접근 상황을 감지하고 RF 전

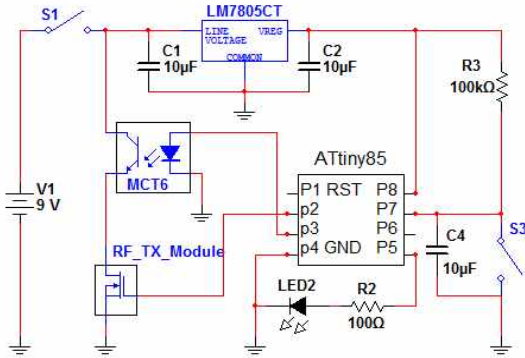


Fig. 4. The circuit for sensing the animal approaching

송 모듈을 통해서 자신의 ID를 전송한 후 다시 슬립 모드가 된다. 본 연구에서는 모듈의 ID는 전송되는 1 바이트(8 비트) 중 상위 4 비트로 표시했다.

한편 발판 구조 대신 간단하게 가늘고 투명한 줄을 스위치의 끝에 연결해서 지나가는 통로에 걸쳐두어 유해동물이 지나가다가 걸리면 스위치가 동작되도록 할 수도 있다.

접근 탐지 모듈은 유해 야생동물이 지나갈 가능성이 있는 여러 곳에 다수를 설치한다. 한번 설치하면 장시간(6-12개월) 동안 소형 배터리에 의해서 동작되어야 하므로 저전력으로서 동작되도록 설계했다 [9]. ATtiny85 마이크로컨트롤러(MCU)는 평상시에는 power-down 슬립 모드 상태로 5V 동작 전원에서 약 0.3 µA의 전력을 소모하므로 배터리의 수명을 크게 늘일 수 있다. 또한 슬립 모드 상태에 있을 때 RF 전송 모듈에서의 전력소모를 줄이기 위해서 광연결기(photocoupler)를 통해 전원을 공급되지 않게 했다. 인터럽트가 발생해서 전송동작이 수행되는 짧은 시간에만 전원을 공급한다. 또한 서버의 수신에 신뢰성을 높이기 위해서 0.5초의 시차로 3회 반복 전송했다.

물리적인 접촉에 의해서 동작하는 스위치를 제외한 다양한 전기전자 센서를 사용한 접근탐지모듈에 활용할 수도 있다. 소비전력, 비용, 사용 환경 등을 고려해서 PIR 센서 모듈과 같은 다양한 센서를 사용할 수 있다. 시장에는 레이더, 적외선, 열감지, 초음파, 레이저 등의 센서들이 사용하기에 편리한 모듈 형태로 판매되고 있다.

3.2 433MHz RF 송신 모듈

본 접근 감지 모듈에서 서버에 전송하는 송신 모듈은 433MHz RF 송신 모듈을 사용했다. 동작 전압 2.5-12V에 따라 20-200미터 전송 거리로 동작하며 저가로 공급되는 모듈을 사용했다. 한편 RF 송수신이 가능하며 1000m까지 전송이 가능한 RF 통신 모듈을 사용하거나 지그비(ZigBee) 모듈을 사용해서 감지 데이터를 원거리로 전송할 수도 있었다. 지그비 모듈은 본 응용에 적합한 통신 방식이지만, 저가의 저전력 모듈이 아니라 고비용의 XBee Pro 모듈을 원거리(1.6Km) 전송에 시범적으로 사용해 보았다.

4. 퇴치 램프 모듈

접근 감지 모듈에서 유해동물의 접근이 감지되면, 즉시 그 모듈의 고유 번호가 서버로 전송되고, 서버는 각 접근 감지 모듈의 위치정보를 저장하고 있으므로 위치에 따른 반응할 지정된 고강도의 LED 램프를 번쩍이도록 해당 램프 모듈 번호와 동작 패턴을 RF 송신기 혹은 원거리 ZigBee 모듈을 통해서 전송한다. 퇴치 램프 모듈의 수신 모듈에서는 수신한 모듈의 번호와 자신의 모듈 번호와 일치하면 함께 전송된 동작 패턴 정보에 따라 동작한다. 경광 패턴은 4-비트로 구성되며 해당 동물을 효과적으로 퇴치할 수 있도록 프로그램에서 적절하게 선택한다.

퇴치 램프 모듈의 구성 회로는 Fig. 5와 같다. 전원으로는 재충전 가능한 12V 배터리를 사용했다. 실제의 현장에서 솔라셀 모듈을 사용하면 더 좋은 대안이 될 수 있다. 제어 MCU와 RF 수신 모듈의 전원은 5V 정전압 레귤레이터를 사용했다.

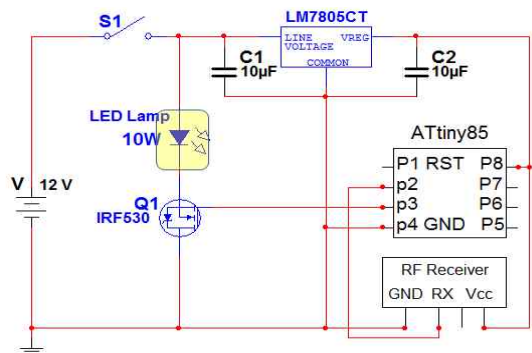


Fig. 5. The circuit for blinking the LED lamp.



Fig. 6. (a) Approaching sensing module and (b) LED blinkers using RF receiver module.

LED 램프는 10W 900LM의 LED를 사용했다. 이것은 야간에 섬광형태로 번쩍이면 멧돼지나 고라니와 같은 야생동물을 퇴치하기에 충분할 것으로 판단되었다. LED 램프에 전류의 ON/OFF 제어를 위해서 IRF530 MOSFET를 사용했다. 프로그램된 시간으로 게이트에 펄스를 인가해서 원하는 형태의 경광을 만들 수 있다.

RF 통신 모듈 대신에 지그비 모듈을 사용하면 다양한 형태의 네트워크에 적용이 가능한 양방향 무선 통신방식으로 사물통신 및 무선 센서 네트워크에 적합하다. 따라서 저속의 데이터 전송과 배터리의 수명등을 고려해야하는 본 응용에 적합하다. 지그비로 설계 구현한 원거리 램프부에서는 12V 전원에서 3.3V 전압 레귤레이터를 사용해서 Zigbee 모듈의 전원으로 공급했다.

원거리 통신 모듈로 지그비를 사용하기 위해서 자신의 ID, 송수신할 상대방의 ID를 설정해야 한다. 사용한 모듈의 제작사에서 제공하는 프로그램을 실행해서 해당 ZigBee 모듈과 상대방의 통신 ID를 설정했다. 아두이노 스케치 소스코드에서 ZigBee 모듈과 연결된 포트를 열고 데이터를 쓰는 것만으로 상대방 ZigBee 모듈에 데이터가 송신된다.

5. 시스템 관리를 위한 안드로이드 프로그래밍

안드로이드 스마트폰은 현재 널리 사용되고 있는 휴대용 통신단말기로써 본 시스템의 관리기로 편리하게 사용한다. 안드로이드는 모바일 운영 체제 기반으로 자바 언어로 프로그래밍하며 소프트웨어 개발 키트(SDK)에서 제공하는 각종 도구들과 API를 활용한다. 본 시스템에서는 구글맵 API를 이용해서

발판부를 관리하고 WiFi를 이용한 소켓통신을 통해서 서버를 편리하게 관리한다.

5.1 사용자 인터페이스(User Interface) 설계

프로그래밍 개발 툴로 안드로이드 스튜디오를 사용했다. 본 어플리케이션에서는 메인 화면, 접근 탐지 모듈 관리 화면, 서버 관리 화면 등 3개의 파일로 구성했다.

접근감지모듈 관리화면은 내부의 GPS를 이용해서 현재의 위치를 확인하고, 구글맵에 접근감지 모듈을 설치하거나 제거할 때 위치와 상태를 구글맵 지도에 표시하고, 해당 정보를 파일로 저장해서 관리한다.

서버 관리화면에서는 현재 시간 갱신, 서버로 탐지모듈의 설치에 따른 위치파일 전송, 그리고 서버로부터 탐지모듈의 위치파일 및 탐지모듈의 접근기록을 수신 기능을 갖는다.

5.2 안드로이드 프로그램

안드로이드의 자바 프로그램 코드는 이전에 설계한 UI의 위젯들과 연동하여 어플리케이션이 작동하도록 한다.

5.2.1 메인화면

메인화면에서는 버튼을 클릭하면 새 액티비티가 나타나며, 버튼이 동작하도록 소스코드를 작성한다.

5.2.2 접근 감지 모듈 관리화면

접근탐지모듈 관리 화면에서는 GPS를 이용한 현재 위치 확인과 구글맵을 이용한 접근탐지모듈의 설치 및 제거, 위치와 상태를 확인할 수 있게 한다. 우선

구글 사이트에서 사용권한을 획득한 후, xml파일에 fragment를 추가해서 화면에 구글맵을 표시한다. 모듈의 설치와 제거 버튼을 눌렀을 때는 다이얼로그(대화상자)를 이용해 xml파일을 출력하고 거기서 데이터를 받아와 해당 위치에 마커를 설치 또는 제거하고 파일에 기록 또는 삭제 한다.

파일의 기록 또는 삭제는 안드로이드의 파일입출력기능을 사용했다. 파일이 존재하지 않을 경우에는 자동으로 생성된다.

5.2.3 서버 관리 화면

서버 관리화면에서는 서버 현재시간 갱신 및 서버로 위치파일 전송, 그리고 위치파일 및 발판 접근기록을 수신하는 기능으로, 우선 WiFi를 통해 서버의 WiFi 모듈과 연결을 해야 한다.

안드로이드와 서버간의 통신은 WiFi를 이용하는데 서버에서 WiFi 모듈을 사용할 때 WiFi명, 비밀번호, 암호화타입, IP주소와 포트번호 등을 WiFi 초기화 과정으로 미리 설정해두어야 한다. 마찬가지로 안드로이드에서도 서버와 같은 WiFi 초기화 과정으로 IP와 포트번호를 이용하여 WiFi로 연결해서 소켓으로 통신이 가능하게 한다.

안드로이드에서 소켓을 사용할 때에는 스레드를 선언하고, PrintWriter와 BufferedReader의 메서드를 이용하여 데이터를 송수신한다.

현재시간 갱신 버튼은 GregorianCalendar 함수를 이용하여 현재날짜와 시간을 받아와 서버로 값을 전송해서 정확한 시간을 유지하도록 한다.

위치파일 전송 버튼은 파일입출력과 소켓을 사용하여 위치파일을 읽어와 소켓으로 데이터를 전송한다. 위치파일 및 접근탐지모듈에 대한 접근기록의 수신도 서버 측에 파일수신을 요청하는 메시지를 보내어 서버에서 데이터를 보내주면 소켓으로 데이터를 받아 파일에 저장한다. 메시지가 정상적으로 전달되어 서버 측에서 데이터를 보내면 기존 파일을 삭제하고 받은 파일로 저장한다.

4. 결과 및 고찰

4.1 서버의 동작과 관리

설계 및 구현한 시스템의 실제 동작 과정 확인했다. 아두이노 듀가 Sleep 모드에서 접근감지 모듈로

부터 메시지가 전송될 때마다 깨어나서 소리를 재생하고 무선으로 램프모듈에 경광 램프가 번쩍이는 것을 확인했다.

소리의 재생은 DA0 포트로 출력해서 오디오 앰프(PAM8403)를 통해서 스피커로 출력했다. 음원으로 는 호랑이 우는 소리, 총소리와 사냥개 짖는 소리, 사람들의 고함치는 소리 등 6종류의 음원을 사용했다. 소리의 선택과 순서의 배치는 프로그램 로직에서 결정한다. 설계된 소리의 출력이 정확하게 동작함을 확인했다.

푸시 버튼의 동작도 정확하게 동작했으며, 서버의 와이파이 모듈 간에 연결과 동작이 의도한대로 잘 동작되었으며, 스마트폰을 통한 관리도 안드로이드 프로그램에 따라 정확하게 동작됨을 확인 했다. 접근 탐지 모듈의 설치와 위치 확인, 서버에서의 시간 갱신, 과거 동작 검색과 관리 등이 정상적으로 동작함을 확인했다.

4.2 접근 감지 모듈과 경광용 램프 모듈

접근 감지 모듈은 Fig. 6의 (a)와 같이 제작했다. 위에서 눌러지면 그 아래에 있는 리미트스위치가 작동해서 ATtiny85 MCU 외부 인터럽트에 의해서 power-down 모드에서 깨어나 1바이트의 데이터가 서버로 전송되었다.

경광용 LED 램프 모듈은 Fig. 6의 (b)와 같이 제작했으며, 서버와 연동되어 정확하게 동작함을 확인했다. 우측상단에 보이는 충전용 12V 배터리(12V 7.2 Ah/20hr)를 전원으로 사용했지만, 실제 현장의 시스템에서는 태양열 충전기를 활용할 수 있다.

4.3 전체 시스템에 대한 고찰

본 시스템을 이용하면 다음과 같은 장점이 있을 것으로 판단된다.

- ① 전자 센서 모듈을 여러 개를 예상 접근경로에 설치하므로 접근 감지의 정확성을 높일 수 있다.
- ② 경광의 형태와 소리를 조합해서 접근이 예상되는 야생 동물을 효과적으로 퇴치할 수 있다.
- ③ 저가의 시스템 제작비용과 동작 전력소모가 적다.
- ④ 스마트폰을 활용함으로써 설치와 관리가 쉽다.
- ⑤ 시스템의 과거 동작 이력을 분석해서 계절적인 변화와 시간대를 잘 활용할 수 있다.

본 시스템은 실험실에서 설계하고 구현해서 동작을 확인했지만, 실제 현장에서의 효과를 높이기 위해서 다양한 적용 실험이 요구된다. 효과적인 센서와 통신 방식의 선택 그리고 설치요령과 시스템의 관리 방법 등 많은 현장 노하우가 필요하다. 또한 실제 상황에서 해당 동물에 대한 효과적인 설치 방법과 개수 그리고 경광 패턴과 혐오 소리의 선택과 길이에 대한 연구가 요구된다.

5. 결 론

본 논문에서는 멧돼지와 고라니와 같은 야생동물에 의한 농작물의 피해를 방지하기 위해서 이들의 농장접근을 감지해서 경광 램프의 빛과 소리로 퇴치하는 시스템을 설계 및 구현했다. 시스템의 구성은 오픈소스 기반의 아두이노 듀를 중심으로 구성된 서버, 야생동물들의 접근을 감지해서 무선으로 서버로 접근 감지를 전송하는 접근 감지 모듈, 접근하는 위치에 따라 서버로부터 무선으로 지시받아 동작하는 LED 경광 램프, 전체 시스템을 관리하는 안드로이드 스마트폰 등으로 구성된다. 또한 서버가 설치되는 농장 근처에 확산기를 두어 야생 동물이 싫어하거나 놀라게 하는 소리를 방출한다. 사용되는 아두이노 보드, MCU, 스마트폰 등 대부분의 모듈들이 프로그램 가능하므로 적응형 저가의 시스템 구성이 가능하며, 사용의 편의성을 제공한다.

본 시스템은 실험실에서 동작을 확인했지만 실제 현장에서의 효과적인 사용을 위해서 센서와 통신 방식의 선택, 그리고 설치와 관리방법 등에 대한 더 많은 연구가 필요하다.

REFERENCE

[1] K.K. Wagner and D.L. Nolte, "Comparison of Active Ingredients and Delivery Systems Indeer Repellents," *Wildlife Society Bulletin*, Vol. 29, No. 1, pp. 322-330, 2001.

[2] C. Malloy, Using Sound to Keep Crops Safe, <http://modernfarmer.com/2013/11/fake-bird-calls-pneumatic-cannons-keeps-crops-safe/> (accessed Dec., 12, 2015).

[3] B.C. West, A.L. Cooper, and J.B. Armstrong, Managing Wild Pigs: A technical guide, https://www.aphis.usda.gov/wildlife_damage/feral_swine/pdfs/managing-feral-pigs.pdf (accessed Nov., 23, 2015).

[4] Lion Lights, https://en.wikipedia.org/wiki/Lion_lights (accessed Dec., 10, 2015).

[5] K.L. Morris Ultrasonic Sound Wave Generating Device for Repelling Animals, US 4658386 A, USA, 1985.

[6] G.B. Houck, *Animal sensing and repelling system*, US 5603287A, USA, 1997.

[7] J. P. Ryu, "Trend and Prospect of Open Source Hardware Platform," *Internet & Security Focus*, Vol. 1, No. 8, pp. 24-50, 2013.

[8] J. Blum, *MultimediaExploring Arduino*, John Wiley & Sons, Inc., Indianapolis, Indiana, 2013.

[9] H.Y. Kim, S.C. Kim, J.H. Jeon, and J.J. Traffic, "Adaptive Wakeup Control Mechanism in Wireless Sensor Networks," *Journal of Korea Multimedia Society*, Vol. 17, No. 6, pp. 681-686, 2014.



우 종 호

1978년 2월 경북대학교 컴퓨터공학과 학사
 1981년 2월 경북대학교 전자공학과 컴퓨터공학전공 석사
 1990년 2월 경북대학교 전자공학과 컴퓨터공학전공 박사

1981년 3월~현재 부경대학교 컴퓨터공학과 교수
 관심분야 : Embedded System, Image Processing, IoT, Machine Learning System