

기울기 센서와 카메라를 이용한 무선 보안 시스템 설계

최우혁*, 박근덕*, 김우성*

*호서대학교 컴퓨터공학과

e-mail : flyloo4@naver.com*, gdpark@hoseo.edu*, wskim@hoseo.edu*

Design of Wireless Security System using Tilt Sensors and Cameras

Woo-Hyeok Choi*, Geun-Duk Park*, Woo-Sung Kim*

*Dept of Computer Engineering, Ho-Seo University

요 약

기존의 보안장치에서 주로 사용하는 방법인 센서 또는 카메라 중 하나를 이용하는 방법이 아닌 센서와 카메라 모두를 이용한 보안 시스템을 제안한다. 센서를 사용한 방법의 단점인 현장을 확인 할 수 없다는 것을 보완하여 카메라를 이용하였으며, 사용자는 이를 서버에서 모니터링 되는 화면을 직접 확인 하거나 혹은 서버에서 보내오는 데이터를 사용자의 스마트폰에서 확인 할 수 있도록 개선하였다. 그리고 이를 구현하기 위해서 통신을 위한 노드 구성 및 이상 감지시 노드에서 서버로, 서버에서 사용자에게 상황 통보를 위한 스마트폰 알고리즘 구성에 대해 설명하고 이를 실험적으로 구현하였다.

1. 서론

현대 사회에서의 범죄 발생 건수는 점진적으로 늘어나고 있다[1]. 최근 만들어지고 있는 아파트나 빌딩의 경우 설계부터 보안 시스템을 구축 후 건축에 들어가기에 손쉽게 설계할 수 있지만, 그러한 시스템 없이 만들어진 건물의 경우 보안 시스템 구축은 가능하나 그에 대한 제반 시설부터 구축해야하기 때문에 비용 절감과 설치 방법에 대한 연구들이 필요하다. 일반적으로 보안 장치들은 센서를 이용한 방법과 CCTV 등의 카메라를 이용한 방법들이 있다. 최근에는 네트워크 카메라를 이용한 외부 출입자 감시 방법이 주를 이루고 있다[2, 3, 4].

센서를 이용한 방법의 경우 사용자가 상황을 직접 확인을 해야만 하는데, 이때 침입자에 의해 상해를 입을 수 있는 경우가 생긴다. 그렇기 때문에 사용자가 대책을 강구하기 어렵다는 단점이 있지만, 움직임이나 가스 농도 등과 같이 다양한 상황에 맞추어 측정할 수 있는 수단이 또한 여러 존재하기에 이상 상황에 대한 검출 가능성도 높고 신뢰성도 높다.

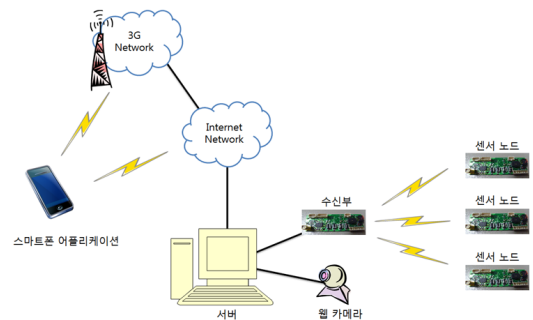
이와는 반대로 카메라를 이용한 방법은 직접 상황을 확인할 수 있기에 사용자가 현장을 확인 후 움직일 수 있어서 센서를 이용한 방법보다 직관적이라는 장점이 있다. 하지만 카메라를 이용한 방법은 영상 처리를 이용하여 물체를 검출하기 때문에 검출률이 낮은 편이다[4, 5].

따라서 본 논문에서는 센서와 카메라를 혼합하여 사용함으로써 서로의 장점은 살리고 단점을 보완하는 형태를 취하였고, 사용자의 편의성을 위해서 스마트폰으로 서버에서 보내오는 데이터를 확인할 수 있게 만들었다.

2. 시스템 설계

본 연구는 센서와 카메라가 결합된 보안 시스템을 구현하기 위해 외부 침입자의 유무를 판단하기 위한 충격 센서, 센서와 연동하여 현재 상황을 스마트폰으로 전송하는 서버 프로그램, 서버로부터 전송된 영상을 볼 수 있는 클라이언트 프로그램개발이 목적이다. 전체적인 시스템 구성은 아래의 (그림 1)과 같다.

전체 시스템은 센서부, 서버, 클라이언트로 나눌 수 있다. 센서부는 센서노드(송신기)와 리모트노드(수신기)로 구성되어 있으며 하나의 수신기에 최대 3개의 송신기가 연결될 수 있는 구조이다. 서버는 센서부의 수신기와 웹 카메라에 직접 연결되어 있다. 수신기와는 시리얼 통신으로 데이터를 송수신하며 인터럽트 방식으로 통신한다. 클라이언트는 안드로이드 어플리케이션을 기반으로 설계되었다. 클라이언트는 사용자에게 센서의 작동 상태나 현장을 보여주는 것이 주된 목적이다. 자세한 연구 내용은 아래에 파트별로 기술되어 있다[6].

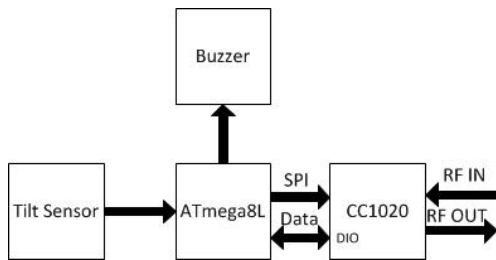


(그림 1) 전체 시스템 구성도

2.1 센서부 구성

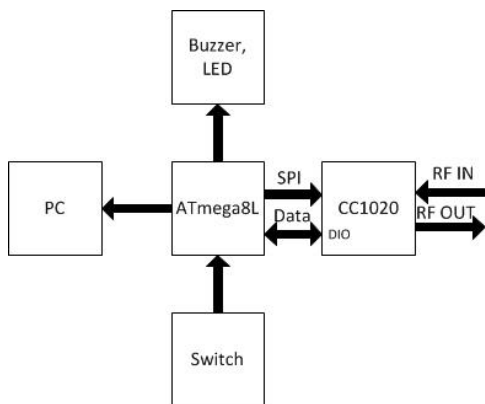
센서부는 송신기와 수신기로 이루어져 있다. 각각의 장치가 동작하는 과정은 아래의 (그림 2)와 (그림 3)의 블록 다이어그램과 일치한다.

(그림 2)는 송신기의 블록 다이어그램을 나타내는데, 송신기는 무선통신(RF)을 위하여 433MHz 대역을 사용하는 송수신(Tranceiver)용 CC1020칩과 기울기 센서(Tilt Sensor), 부저(Buzzer), MCU(ATmega8L)로 구성되어 있다. 송신기의 기울기변화에 따라 기울기 센서가 반응한 값을 MCU가 저장, 판단하여 부저를 동작시키며, 맨체스터 방식으로 데이터를 부호화(Coding) 한 후 CC1020의 DIO핀을 통해 RF 신호를 출력한다.



(그림 2) 송신기 블록 다이어그램

(그림 3)은 수신기의 블록 다이어그램을 나타낸다. 수신기는 송신기와 동일한 송수신용 CC1020칩, 3개의 LED와 스위치, 부저, MCU로 구성되어 있다. 송신기로부터 RF 신호가 들어오면 CC1020의 DIO핀을 통하여 MCU에 데이터가 전달되며, 복호화(Decoding) 과정을 거쳐 데이터를 처리하여 해당하는 아이디의 LED를 켜고 부저를 동작시킨다. 또한 MCU의 범용 동기/비동기형 송수신기(USART)를 통하여 PC로 메시지를 전송하며, 사용자에게 의해 수신기의 스위치를 누르면 MCU가 감지하여 해당 아이디의 LED가 소등되고 부저 작동을 멈춘다. 그리고 해당 아이디의 송신기에 알람해제 데이터를 RF 신호로 출력한다.



(그림 3) 수신기 블록 다이어그램

위와 같은 원리를 이용해 사용자는 송신기를 사용자

감시하길 원하는 장소에 부착하여 침입 여부 등의 정보를 수신기로 전달한다. 수신기는 사용자의 PC에 직접 연결되어 있으며, 수신기가 전달 받는 메시지는 알람 발생과 알람 해제이다. 알람 발생은 송신기에 부착된 기울기 센서가 동작하였을 경우 보내지는 메시지이다. 알람 해제는 사용자가 송신기의 알람 해제 버튼을 작동 시켰거나, 송신기가 수신기에서 전송되는 알람 해제 메시지를 수신하였을 경우 그에 대한 응답으로 전송되는 메시지이다. 알람 해제 메시지는 송신기의 아이디와 On/Off 여부로 구성되어 있다.

2.2 서버 구성

본 연구에서 서버가 수행하는 작업은 3가지이다. 첫 번째는 수신기가 송신하는 센서 데이터를 처리하는 작업이고, 두 번째는 영상 데이터를 클라이언트로 송신하는 작업이다. 마지막으로 서버는 클라이언트가 송신하는 데이터를 수신 받는다. 이 3가지 작업은 한 단계씩 진행해 것이 아니라, 스레드를 사용하여 동시에 진행한다.

서버는 센서부의 수신기가 연결되어 있다는 전제하에 클라이언트의 연결 요청을 기다리고 클라이언트와의 연결이 완료되면 수신기의 시리얼 통신 이벤트를 발생을 기다린다.

시리얼 통신 이벤트가 발생하면 서버는 메시지 버퍼에 있는 데이터를 임시로 저장하여 메시지에 따른 작업을 처리한다. 메시지의 종류는 아래의 <표 1>과 같이 3가지 메시지가 있으며 각각 센서 노드 초기화 완료, 알람 발생, 알람 해제이다.

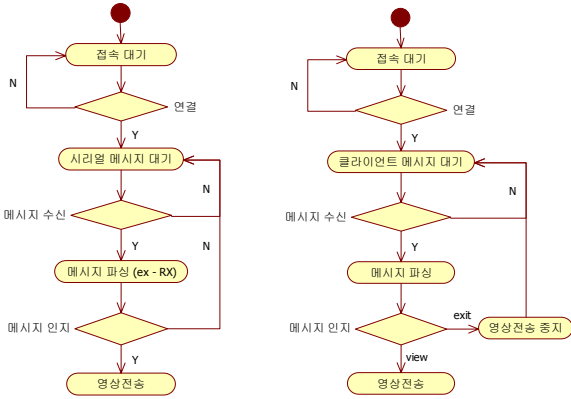
<표 1> 시리얼 통신으로 전달되는 메시지

STX	command	value	사용목적
RF	RS	OK	센서 노드의 초기화 완료
RF	RX	N	경보를 작동시킨다.
RF	TX	N	경보를 끈다

서버는 알람 발생 및 알람 해제 메시지를 수신기로부터 전달 받은 경우 클라이언트에게 알려야 하는데 그 방법은 아래의 (그림 4)와 같다. 알람 발생 메시지를 수신 받았을 때에는 해당 메시지를 파싱하여 'RX'인 경우 즉, 알람 발생을 인지하고 영상 데이터를 웹캠에서 받아 'JPG' 압축 형식으로 변환 후 시리얼포트를 통해 연결된 클라이언트에 바이트 단위로 나누어 지속적으로 전달한다.

클라이언트는 서버가 보내는 데이터를 수신하는 것뿐만 아니라 사용자의 입력에 따라 서버로 데이터를 송신한다. 때문에 서버는 (그림 5)와 같이 수신을 위한 스레드가 지속적으로 동작 중이다. 서버가 클라이언트로부터 수신 받은 메시지의 종류는 2가지이다. 문자열로 보내지는 메시지는 영상 데이터 송신 요청 메시지와 영상 데이터 전송 중지 메시지이다. 첫 번째 메시지를 받으면 서버는 센서부의

알람 발생 메시지 유무와 관계없이 지속적으로 영상 데이터를 클라이언트에게 전송한다. 두 번째 메시지를 수신 받았을 경우 서버는 영상 데이터 전송을 멈추고 클라이언트로부터 영상 데이터 송신 요청 메시지가 들어오거나 센서부로부터 알람 발생 메시지를 받을 때까지 대기하게 된다.



(그림 4) 센서부 활동 다이어그램 (좌)

(그림 5) 클라이언트부 활동 다이어그램 (우)

2.3 클라이언트 구성

본 연구에서는 사용자가 보안 시스템으로부터 멀리 떨어져 있어도 보안 시스템의 현재 상황을 알 수 있도록 센서 노드의 작동 상황이나 현장의 영상 데이터를 사용자에게 보여주는 작업을 수행한다. 클라이언트의 수행하는 작업은 사용자의 입력에 대한 반응과 TCP통신, 그리고 사용자 인터페이스의 갱신이다. 클라이언트에서 사용자의 입력을 받는 부분은 'Connect'버튼과 'Exit'버튼, 그리고 'View'버튼이 있다.

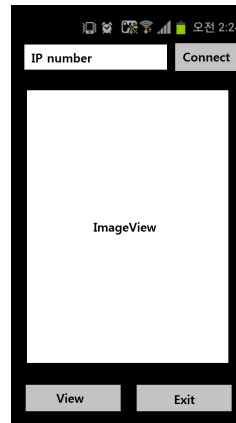
아래의 (그림 6)과 (그림 7)은 클라이언트 어플리케이션의 UI구성과 활동 다이어그램을 보여준다. 'Connect'버튼을 누르면 'EditText'에 입력한 IP 혹은 도메인 값으로 서버와 연결한 후 영상 데이터를 수신하기 위한 스레드를 생성한다.

'View'버튼을 누르면 서버로 영상 데이터 전송을 요청하기 위한 메시지 'view' 문자열을 서버로 보낸다. 메시지를 보내기 전 클라이언트가 서버와 연결 되어있지 않거나 'Exit'버튼으로 인해 영상 데이터 전송이 중지했을 경우를 감안해 기존에 있던 스레드를 멈추고 새로운 스레드를 생성한다. 이렇게 서버로 'view' 메시지가 전달이 되면 서버는 이를 처리하여 영상 데이터를 전송하게 된다.

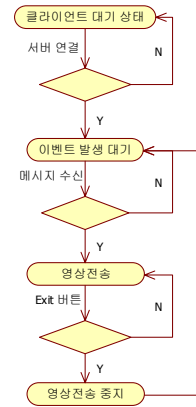
'Exit'버튼을 누르면 서버로 영상 데이터 전송 중지를 요청하기 위한 메시지 'exit' 문자열을 서버로 보낸다. 메시지를 보낸 후 서버로부터 더 이상 영상 데이터를 받지 않으므로 스레드를 중지한다.

UI 가운데 위치한 'ImageView'는 서버로부터 전송된 영상 데이터를 출력하는데 사용한다. 'ImageView'에서 출력하는 이유는 영상이란 여러 이미지의 연속된 재생이기 때문에 서버에서 웹캠으로 받은 영상을 이미지로 변환 후

버퍼 단위로 클라이언트에 전송하기 때문에 이 데이터를 출력하기 위해서는 'ImageView'를 사용해야 한다.



(그림 6) 클라이언트 UI 구성 (좌)



(그림 7) 클라이언트 이벤트 수신 관련 활동 다이어그램 (우)

영상 데이터가 수신되면 클라이언트는 이를 바이트 단위로 읽어 들여 'JPG' 압축 형식으로 변환 후 'ImageView'에 지속적으로 갱신하면서 영상을 출력하게 된다. 이때, 일반적인 ImageView만을 이용한 출력은 버퍼를 무리하게 사용하게 됨으로써 갱신 속도가 느리게 되는 영향을 미친다. 이러한 단점을 보완하기 위해 안드로이드의 '더블버퍼' 개념인 SurfaceView를 이용했다[7].

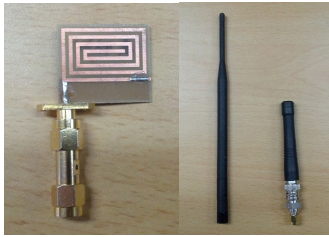
3. 실험 결과

3.1 센서부

센서부는 송신기와 수신기로 각각 이루어져 있기 때문에 433MHz 대역을 사용하는 송수신용 CC1020 칩을 이용한 양방향 통신에 대한 통신도달 거리 및 통신 품질 실험을 통해 데이터의 흐름 및 정확성을 관찰하였다. 433MHz 대역의 무선통신 시스템에서는 트랜스미터의 파워 및 리시버의 증폭도 못지않게 양측의 안테나 감도도 매우 중요하므로 안테나의 종류를 바꾸어 가면서 무선통신의 도달거리 및 통신 품질 실험을 하였다. (그림 8)은 이 실험에서 사용된 안테나를 나타낸다. (그림 8) 좌측의 안테나는 PCB 형태의 자체 제작한 온 보드(on board) 안테나이며, 우측의 안테나는 오프 보드(off board) 안테나이다.

실험 결과 먼저 온 보드 안테나를 사용한 경우는 도달거리가 20m 이내여서 사용이 실내로 제한되었다. 따라서 이 제품은 차후 제품 적용 시 실내용으로 사용하는 것이 바람직할 것이며, 실외용으로 사용을 원할 경우에는 안테나 패턴의 모양과 크기를 개선하여 안테나의 감도를 높이는 것이 바람직할 것으로 사료된다. 오프 보드 안테나를 사용한 경우는 도달거리가 20m ~ 200m 이상이며, 안테나의 종류 및 크기에 따라 많은 차이를 보였다. 그 중에서 특히 30cm급 헬리컬 안테나를 사용한 경우에는 도달거리가 500m까지도 가능한 것으로 나타났다. 따라서 안테나

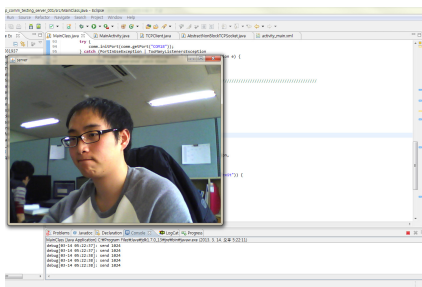
를 용도에 맞게 잘 선택한다면 가옥이나 건물 내의 보안 장치 뿐만 아니라 비닐하우스, 특수작물 재배지 등 야외의 보안 시스템이나, 자전거, 오토바이 등 운송수단의 보안 장치에도 응용 가능할 것으로 판단된다.



(그림 8) 온 보드 안테나 (좌) / 오프 보드 안테나 (우)

3.2 서버

아래의 (그림 9)는 서버 프로그램의 동작 화면을 보여준다. 윈도우 창의 영상은 서버가 수신기의 알람 메시지를 받았을 때 또는 클라이언트의 요청에 따라 출력되며 윈도우 창의 영상을 클라이언트로 전송을 한다. 콘솔 창에는 현재 서버가 받은 메시지와 클라이언트로 전송되는 데이터의 크기 및 진행 상황을 확인 할 수 있다.



(그림 9) 서버 프로그램 동작 화면

3.3 클라이언트

(그림 10)은 클라이언트 어플리케이션의 동작 화면이다. EditText에 IP 혹은 도메인을 입력 후 'Connect' 버튼을 누른 후 'View' 버튼을 누르거나 서버가 수신기에서 알람 메시지를 확인하면 영상 데이터 전송이 시작 되고 그림과 같이 'ImageView'에 출력된다.



(그림 10) 클라이언트 어플리케이션의 동작 화면

4. 결론 및 향후과제

기존의 방법 시스템들은 센서나 카메라 둘 중 하나만을 사용하여 시스템을 구성하였다. 하지만 센서만을 이용하면 현장을 확인할 수 없으며 원거리에서 조작성이 불가능하다는 단점이 있었고, 카메라를 이용한 시스템에는 영상 처리를 이용한 물체 탐지 알고리즘의 낮은 검출률이 문제였다.

본 논문에서 제안하는 시스템은 기존의 방법 시스템들의 장점만을 결합한 보다 강력한 방법 시스템으로 센서를 이용하여 침입 여부에 대한 정확성을 높이고, 카메라를 이용하여 사용자가 현장을 직접 살펴볼 수 있도록 하였으며 스마트폰과의 연동을 통해 사용자가 현장에서 멀리 떨어져 있더라도 센서의 작동 여부, 현장 영상 확인, 센서 조작성을 할 수 있도록 하였다.

향후 개선되어야 할 방향으로는 무선 통신이라는 강점을 살린 센서의 배터리를 태양광 충전을 이용하여 반영구적으로 사용할 수 있도록 연구해보고, 고정형 카메라가 아닌 유동형 카메라를 사용하여 보다 넓은 지역을 감시할 수 있도록 한다. 또한 스마트폰의 어플리케이션을 개선하여 이벤트 발생시 알람 메시지를 날려 사용자에게 알려주는 SMS 기능과 유사한 백그라운드 서비스를 구현하여 사용자가 어플리케이션을 실행하지 않아도 센서에 대한 알람을 받을 수 있도록 할 필요가 있다.

참고문헌

- [1] <http://kosis.kr>, “월별 범죄 발생 현황(2002.01 - 2009.01)”
- [2] 김대준, 이승훈, “실시간 상황인식기반의 농산물 방범 시스템”, 한국지능시스템학회 학술발표 논문집 22(1), pp.291-292, 2012.
- [3] 김지만, 김대진, “Pan/Tilt 카메라에서의 무단 방치 및 도난 물체 검출 성능 분석”, 한국HCI학회 학술대회, pp.478-480, 2012.
- [4] 김지만, 구자영, 임정은, 김대진, “감시 시스템을 위한 복잡한 환경에서의 무단 방치/도난 물체 검출”, 한국 HCI학회 학술대회, pp.170-172, 2011.
- [5] 오명재, 주영훈, 박진배, “영상을 이용한 축산물 도난 감시 시스템”, 대한전기학회 학술대회 논문집, pp.1826-1827, 2010.
- [6] 김영민, 김명환, 박길성, 김선형, “무선 영상보안시스템 구현에 관한 연구”, 한국정보기술학회 논문지 10(8), pp.61-68, 2012.
- [7] <http://openparadigm.tistory.com/49>, “SurfaceView란 무엇인가?”