

실시간 스트리밍 기술을 활용한 홈 케어 방법 IoT 시스템 구축

심재훈^{1†}, 박노현^{2†}, 이남석, 손규진, 김진용, 유동호³

한남대학교 정보통신공학과

20170634@gm.hannam.ac.kr¹, 20170713@gm.hannam.ac.kr², dongho.you@hannam.ac.kr³

Implementation of Home Care Crime Prevention IoT System using Real-time Streaming Technology

Jaehoon Sim, Nohyeon Park, Namseok Lee, Gyujin Son, Jinyoung Kim, Dongho You

Hannam University

요약

본 논문은 라즈베리 파이(Raspberry Pi) 아두이노(Arduino)를 이용하여 무단 침입자를 스마트폰을 통해 실시간으로 스트리밍 되는 영상을 통해 확인하고, 즉각적으로 신고할 수 있는 홈 케어 방법 IoT 시스템 구축에 대한 내용을 다룬다. 이는 1인 가구 및 비어있는 원룸 등의 무단 침입을 방지하고 범죄를 예방하는데 큰 도움이 될 것으로 기대한다.

1. 서론

현재 사회적으로 출산을 감소와 미혼율의 증가로 인해 독거노인을 비롯하여 1인 가구의 비중이 증가하고 있다. 이에 따라 이들을 대상으로 한 빈집털이 및 강도 사건의 비율이 증가하고 있다. 과거부터 현재까지 계속해서 주거침입 범죄가 있었으며 여성가족부, 경찰청 통계자료에 따르면 주거침입 범죄가 증가하고 있는 가운데 검거율은 떨어지고 있다. 특히 여성 1인 가구에서 해당 범죄가 많이 일어나고 있으며, 서울시 여성가족재단 통계자료에 따르면 서울 청년여성 1인 가구 불안 원인이 CCTV, 출입구 보안시설, 방범창 등 안전시설 미비가 1위로 나타났다.

[1]에 따르면 CCTV가 범죄 예방효과가 있으며 어떻게 운용되는가에 따라 그 효과성에 큰 차이가 있다고 이야기한다. 또한 [2]에 따르면 단독주택 밀도가 높아질수록 주거침입 절도 발생률이 증가하며, 특히 대학가, 여성 1인 가구의 무단 침입 범죄가 빈번하게 발생되고 있다. 따라서 본 논문에서는 해당 범죄 예방에 가장 효과가 있는 CCTV, 출입 보안 및 안전에 중점을 둔 홈 케어 방법 IoT 시스템 구축 방법을 고려했다.

2. 시스템 모델

2.1. 시스템 구성 요소 및 구조

본 논문에서 고려하는 홈 케어 방법 IoT 시스템은 라즈베리 파이(Raspberry pi)와 아두이노(Arduino)를 통해 침입자를 감지하고, 사용자는 애플리케이션을 통해 스트리밍되는 영상을 실시간으로 상황을 확인하여 증거 자료를 수집할 수 있다. 또한 범죄 현장 데이터를 자동으로 서버에 저장하고, 응급상황을 대비한 응급 호출이 가능한 시스템을 추가적으로 설계하였다.

본 시스템 구현을 위한 하드웨어의 구성은 라즈베리 파이, 아두이노, 카메라 모듈, USB 웹캠, 마그네틱 센서, 적외선센서, 충격감지 센서이다. 침입 감지를 위한 센서로는 마그네틱 센서, 진동 감지 센서, 적외

선 센서를 채택했다. 그리고 본 시스템 구현을 위한 시스템 구성요소는 스트리밍 서버, 사용자 애플리케이션, 서버/보드/센서 간의 통신으로 구분된다. 카메라 모듈과 USB 웹캠을 통해 촬영된 사진과 실시간 영상 스트리밍을 위한 서버를 구축하였다. 이는 구글 파이어 베이스(Firebase)를 통해 구현되었고 사용자가 시스템을 통제할 수 있는 애플리케이션을 구성하였다^[3]. 마지막으로 서버, 보드, 센서들이 실시간 통신을 하기 위해 IP를 사용하여 동작하게 하였다.

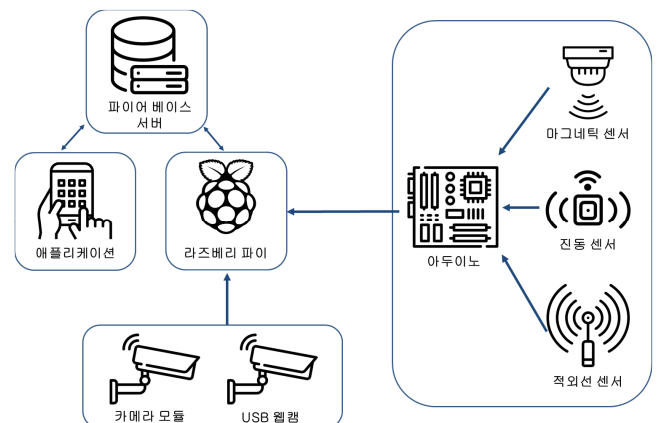


그림 1. 실시간 스트리밍 기술을 활용한 홈 케어 방법 IoT 시스템 구성도

그림 1은 본 시스템 구현을 위한 최종적인 시스템 구성도를 나타낸다. 본 논문에서 다루는 시스템의 궁극적인 목표는 무단 침입을 사전에 방지하는 것과 이미 상황이 발생한 경우를 대비하여 후속적인 조치를 취하는 것에 도움을 주는 것이다. 이를 실현하기 위해 그림 2와 같이 설계 및 동작 과정을 ① 침입자 감지, ② 카메라 제어, ③ 응급호출, 3가지의 기능을 기반으로 설계하였다.



그림 2. 홈 케어 방법 IoT 시스템 설계 및 동작 과정

2.2. 시스템 구성 요소 및 구조

그림 2는 침입이 감지되었을 때 경찰에 신고가 되는 과정을 나타낸다. 그림 2-①은 침입자가 감지된 상황이다. 침입자가 창문 등을 통해 침입을 할 경우 아두이노와 연결된 센서가 침입을 감지하며, 데이터를 수집한다. 수집된 데이터는 시리얼 통신으로 라즈베리 파이에 데이터를 전송하고, 라즈베리 파이는 사용자에게 경고 알람을 전송한다. 그림 2-① 아두이노를 통해 침입 감지 데이터가 수신된 경우 2개의 카메라가 작동된다. 우선 침입이 이루어진 당시의 침입 경로로 예상되는 경로에 카메라가 사진 촬영 후 이를 서버에 저장한다. 또한 라즈베리 파이에 연결된 USB 웹캠을 이용하여 실시간으로 현재 상황을 스트리밍 할 수 있으며, 추가적으로 원하는 장면을 캡처하여 서버에 저장할 수도 있다. 사용자는 애플리케이션과 서버를 통해 자동으로 전송된 사진과, 실시간 스트리밍 영상을 통해 현재 상황을 확인할 수 있다. ③ 침입 감지를 확인했을 경우, 저장되어 있는 번호 예를 들어 경찰 또는 보안업체에 신고 전화, 문자 등을 통해 신고할 수 있는 기능을 구현하였다.

2.3. 소프트웨어 설계 및 동작과정

전체적인 소프트웨어의 설계 및 동작 알고리즘은 그림 3과 같다. 대기 상태에 있는 센서들이 하나라도 침입 감지가 되었을 경우 무단 침입이 발생했다고 인지하고, 아두이노를 통해 라즈베리 파이에 데이터를 전송한다. 그 후 카메라를 작동하여 사진과 실시간 스트리밍으로 사용자 애플리케이션에게 데이터를 전송한다. 침입자가 발생한 경우 사용자에게 경고 알람이 발생하며, 사용자는 경고 알람을 해제할 것인지 신고를 할 것인지 선택할 수 있다. 여기서 실시간 스트리밍 MJPGStreamer를 활용하였으며, 이는 HTTP를 통해 웹 브라우저, VLC 등 IP 기반 네트워크를 통해 JPEG 파일을 스트리밍 하는데 사용이 가능하며, 빠르고 성능이 뛰어나 임베디드 장치에 특화되어있다. 또한 저장된 데이터를 전송하기 위해 구글의 파이어 베이스를 사용했으며, 파이어 베이스로 호스팅을 했을 경우 간편하게 앱의 규모를 확장할 수 있으며, 분석, 인증, 데이터베이스, 구성 설정, 파일 저장, 푸시(Push) 메시지, API 서버 등 많은 기능을 제공한다. 특히 애플리케이션과 어떤 미들웨어(Middleware)를 구축할 필요가 없기 때문에 간단하게 제작할 수 있다. 본 논문에서는 구글의 파이어 베이스를 이용해 서버를 구축 후 센서에 의해 침입자가 감지

되면 저장되는 데이터를 사용자에게 실시간으로 전송하는 서버로 이용하였다.

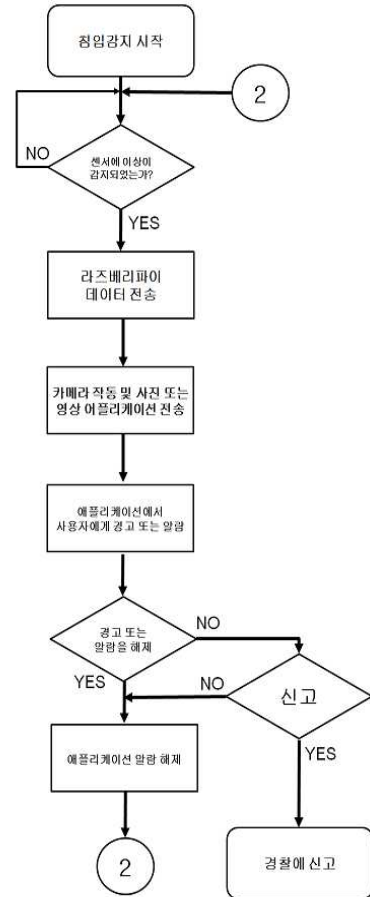


그림 3 시스템 동작 알고리즘

그림 4는 라즈베리 파이에 영상 송출을 위해 MjpgStreamer를 실행시킨 모습이다. 프로그램이 실행되면 카메라가 활성화가 되며, 실시간 스트리밍으로 영상이 송출된다⁴⁾.



그림 4. 라즈베리 파이를 통한 실시간 영상 스트리밍

그림 5은 MJPG-Streamer를 이용해 라즈베리 파이와 연결된 카메라가 작동되어 송출되는 모습이다. 침입이 감지되었을 경우 자동으로 응용프로그램 MjpgStreamer의 실행을 위해 아두이노 센서 값을 이용해 실행이 되게 하였으며, 사용자가 실시간으로 확인이 가능하게 하기 위해 실시간으로 영상을 가져와 애플리케이션에서 확인할 수 있게 하였다.



그림 5. 라즈베리 파이 영상 스트리밍 송출 확인

실시간으로 송출되는 영상을 밖에서 확인할 수 있게 애플리케이션을 구현하였으며, 사용자는 침입이 감지되었을 경우 실시간 영상을 확인할 수 있으며, 현재 상황을 바로 확인할 수 있도록 구현하였다. 또한 증거수집을 위해 실시간 영상을 캡처할 수 있는 기능을 추가하였다.

그림 6은 구글에서 제공하는 파이어 베이스를 통해 라즈베리 파이에서 저장된 사진을 전송하는 기능이다. 스트리밍으로 사용되는 카메라와는 다른 카메라를 이용한다. 침입이 감지되었을 경우, 침입자는 빠르게 카메라에서 사라질 수 있기 때문에 침입이 이루어졌을 때의 순간을 포착해서 사진을 촬영 후 구글에서 제공하는 파이어 베이스 서버를 통해 라즈베리 파이에서 저장된 사진을 사용자에게 전송하는 기능을 구현하였다. 그림 7는 라즈베리 파이에서 전송된 사진이 구글 파이어 베이스 서버에 저장된 화면이다.



그림 6. 애플리케이션 구동

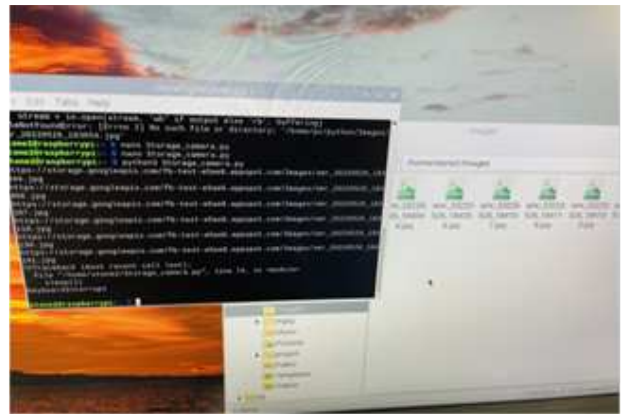


그림 7. 포착 사진 전송

서버를 통한 포착 사진 전송은 그림 8과 같다. 라즈베리 파이에서 전송된 사진을 서버에 저장하고 사용자에게 전송하는 역할을 수행한다. 침입 당시 내역 및 당시 상황을 자동으로 사진을 저장해두기 때문에 사용자가 확인을 늦게 하더라도 당시 상황을 파악할 수 있으며, 또한 침입 당시 상황을 저장해 두기 때문에 증거 자료로 활용이 가능하다.

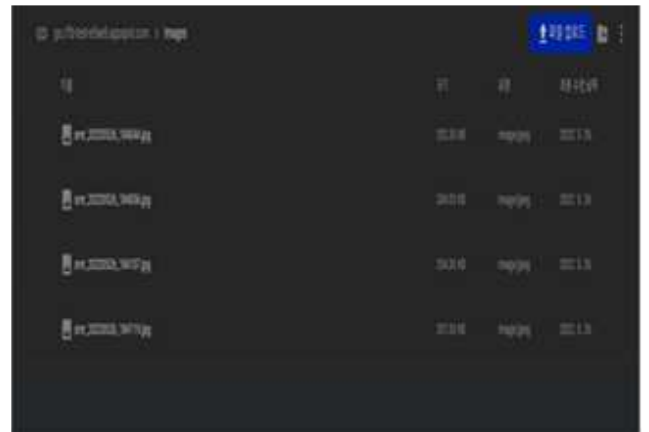


그림 8. 구글 파이어 베이스를 통한 포착 사진 전송

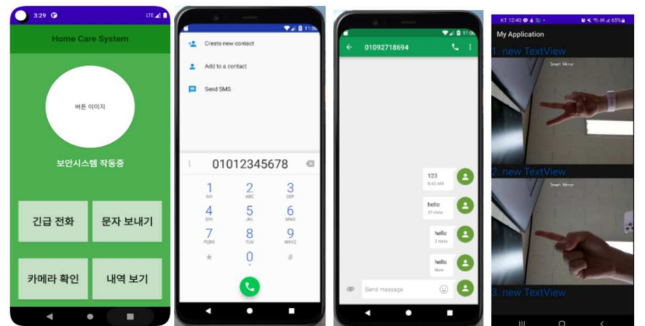


그림 9. 사용자 애플리케이션 구성

사용자 애플리케이션은 그림 9과 같이 구성된다. 긴급전화, 문자 보내기, 카메라 확인, 내역 보기의 메뉴로 구성하였다. 긴급 전화 버튼을 클릭하면 바로 경찰서 또는 보안업체에 전화를 걸게 되며, 문자 보내기 버튼을 클릭했을 경우도 경찰서 또는 보안업체에 현재 상황을 문자로 송

신할 수 있게 구현하였다. 또한 카메라 확인 버튼을 클릭했을 경우 실시간으로 전송되는 스트리밍 비디오를 확인할 수 있으며, 내역 보기를 눌렀을 경우 자동으로 캡처가 된 사진을 확인할 수 있다.

3. 결론

본 논문에서는 무단 침입 범죄를 어떻게 하면 효과적으로 처리할 수 있는지에 대한 시스템 고찰과 이를 구현하였다. 범죄의 주된 타깃인 1인 가구의 특성상 집을 비우는 상황이 잦고 또한 이런 상황을 노리고 주로 발생하는 범죄인 만큼 해당 상황을 가정하여 한정적인 설계가 이루어졌다. 라즈베리 파이와 아두이노, 센서들을 활용하여 상황을 인식하고 후속적인 조치를 취할 수 있도록 하여 최대한 안전하고 신속한 대처가 가능하게끔 하는 것을 설계목표로 두어, 이를 실현할 수 있는 구체적인 기능들을 구현하는 과정을 가졌다. 아두이노와 센서들 간 연결이 무선이 아닌 유선으로 이루어졌다는 점에서 수정하고 보완해야 할 부분이 있지만 이 부분만 해결된다면 보다 효과적인 홈 케어 방법 IoT 시스템이 구현되어 범죄율 감소에 많은 도움이 될 수 있을 것으로 기대한다.

ACKNOWLEDGEMENT

본 연구는 한국전자통신연구원 연구운영비지원사업의 일환으로 수행되었음 [22ZH1200, 초실감 입체공간 미디어·콘텐츠 원천기술 연구].

† These authors contributed equally to this work.

참고문헌

- [1] 최응렬, 김연수, “방법용 CCTV의 범죄예방효과에 관한 연구,” *한국 공간행정학회보*, 2007.
- [2] 김종윤, “주택 유형의 차이가 주거침입 절도에 미치는 영향과 방법용 CCTV의 예방 효과 연구,” *경찰학연구*, 2019.
- [3] Google, Firebase Framework [Online] Available: <https://firebase.google.com/>
- [4] Mjpg-Streamer, sourceforge.net/projects/mjpg-streamer/