# 양방향 통신 기반 침입자탐지 가정용 CCTV 시스템

이재혁*, 김석진*, 정영주*, 한윤성*, 서동만*
*대구가톨릭대학교 IT 공학부
e-mail: sarum@cu.ac.kr

# Two-way Communications-Based household CCTV System for Intruder Detection

Jae-Hyeok Lee*, SeokJin Kim*, Young Ju Jeong*, Yunsung Han*, Dongmahn Seo*
*School of information Technology, Catholic University of Daegu

요 약

최근 여성 1인 가구를 대상으로 주거침입 관련 범죄가 꾸준히 발생하고 있다. 이러한 범죄를 예방하기 위한 한 방법으로는 특정 구역, 위치를 감시하기 위한 목적으로 CCTV(Closed-circuit television)를 설치하는 방법이 있다. 하지만 일반적인 가정용 CCTV의 경우 사용자 커스터마이징이 제한되어 있다. 따라서 본 논문에서는 저비용의 커스터마이징이 가능한 양방향 통신 기반 침입자탐지 시스템을 제안한다.

## 1. 서론

2019년 여성 1인 가구는 2000년 대비 약 2배가량 증가했으며, 혼자 사는 여성이 증가함에 따라 여성 1인 가구를 겨냥한 주거침입 관련 범죄가 증가하고 있다 [1].

국내에서는 범죄예방 및 대처를 위해 CCTV를 설치하고 있으며, CCTV 유무에 따라 26.6%의 범죄 감소율을 보인다 [2-3]. 일반적인 가정용 CCTV의 경우 특정 구역을 촬영하고 녹화하는 기능으로 구성되어있으며 사용자 기능 추가 및 제거를 위한 시스템 커스터마이징이 제한적이다. 따라서 본 논문에서는 임베디드 장치를 기반으로 특정 구역의 침입자를 탐지하고 자동으로 사용자에게 알림이 가는 양방향 통신 기반 가정용 CCTV 시스템을 제안한다. 또한, 시스템 API제공을 통해 시스템 커스터마이징을 가능하게 하여 사용자 편의성을 도모하고자 한다.

본 논문의 관련 연구에서는 시스템을 구현하기 위해 사용된 API 함수인 Socket 기반 실시간 통신에 관해 설명하고, 파이썬 바인더 pyQt5와 Qt 도구인 pyQt5 Designer에 대해 설명한다. 또한 사용된 영상처리 알고리즘인 배경제거와 영상 차 기반 물체탐지 알고리즘을 설명한다. 구현에서는 프로토타입 제작을 위한 시스템 환경에 관해 설명하고 실제 동작 화면을 기반으로 구현방법을 서술한다. 마지막으로 프로토타입 시스템의 구현 결과와 결론 및 향후계획으로 논문을 끝맺는다.

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 SW중심대학지원사업의 연구결과로 수행되었음"(2019-0-01056).

## 2. 관련 연구

### 2.1 양방향 실시간 통신

소켓 통신은 IP주소와 포트 번호를 사용하여 연결을 수행하며 양방향 통신을 지원하는 실시간 통신 방식이다. HTTP 통신 방식과는 달리 서버에서 요청을 보낼 수 있다는 장점이 있으며 연결지향형 통신이기 때문에 실시간 동영상 스트리밍과 같은 실시간 통신이 필요한 경우에 사용한다 [4]. 본 논문에서는 양방향 통신을 지원하기 위해 소켓을 기반으로 양방향 통신을 구현했으며, 위협 상황에 따른 알림 기능을 통해 위험 상황을 사용자가 인지할 수 있다.

### 2.2 GUI 개발 도구

본 논문에서는 PyQt5와 PyQt5 Designer를 기반으로 GUI(Graphic User Interface)를 구성하였다. PyQt5는 Python GUI 프로그램 개발에 널리 쓰이는 파이썬 바인더로, wxPython과 같은 개발 도구와 달리 아나콘다 배포판에 기본적으로 포함되어 있어 추가적인 모듈을 설치하지 않고도 사용할 수 있다는 장점이 있다. pyQt5 Designer는 드래그 앤드 드롭 방식 지원을 통해 쉽게 UI(User Interface)를 개발할 수 있으며, uic(user interface compiler)라이브러리를 통해 XML로 출력된 결과물을 Python언어로 변환하여 사용할 수 있도록 지원한다 [5].

### 2.3 영상처리 알고리즘

CCTV 영상에서 침입자를 탐지하기 위해 본 논문에서는 배경 제거와 영상 차 기반 물체탐지 알고리즘을 사용하였다.

배경 제거 알고리즘은 감시 시스템 및 물품의 불량 검지를 목적으로 일반적으로 사용되는 알고리즘이며, 전경과 배경을 분리하거나 전경 객체를 도출하기 위해 사용된다. 본 논문에서는 배경 전경과 배경을 분리하기 위해 MOG2를 기반으로 배경 제거를 수행하였다. 배경 차 알고리즘은 객체 추출을 목적으로 배경 모델과 현재 프레임의 차를 구해 임계 값을 기반으로 객체를 탐지하는 알고리즘이다. 배경 차 알고리즘은 CCTV와 같이 고정된 장소에서 특정 구역을 지속해서 촬영하는 상황에 효과적으로 사용할 수 있다 [6].

객체를 탐지하기 위해 Background Subtraction 연산을 사용한다. 현재 프레임에서 전 프레임 차를 구해 객체를 탐지 하며, 현재 프레임에서 전 프레임을 빼는 연산을 통해 움직이는 객체 및 상태 변화를 탐지할 수 있다. 성능이 낮은 컴퓨팅 환경에서도 적용할 수 있다는 장점이 있다 [7].

## 3. 구현

본 논문의 실험 환경은 다음과 같다. 서버는 라즈베리파이3 B+, Raspbian OS를 사용하였으며, 클라이언트는 CPU i5-7300HQ, 2.50GHz, Windows 10환경의 랩탑으로 구성하였다. 카메라의 경우 MicroSoft 사의 LifeCam Studio 1080p HD 웹캠을 사용하였다.

본 논문의 시스템 구성은 라즈베리파이 서버와 클라이언트인 사용자 컴퓨터로 구성된다. 서버의 흐름도는 그림1과 같다. 클라이언트의 접속을 지원하기 위해 서버의 IP 주소와 포트 번호를 지정하여 연결을 수행하며 라즈베리파이에 연결된 웹캠을 통해 영상을 촬영 및 영상 데이터를 전송한다. 라즈베리파이의 경우 컴퓨팅 성능으로 인해 실시간 침입 탐지가 어려우므로 촬영된 실시간 영상을 클라이언트에게 전송하는 과정이 필요하다. 소켓 통신기반으로 영상을 전송하기 위해 영상 데이터를 string 타입으로 변환하여 클라이언트에게 전송한다.

클라이언트의 동작은 그림2 와 같다. 서버의 IP주소/포트 번호를 기반으로 소켓을 연결하여 촬영 데이터를 수신한다. 수신 된 영상을 기반으로 배경 제거와 영상 차 기반 물체탐지 알고리즘을 통한 객체 탐지를 수행한다. 탐지 객체를 사각형의 ROI 영역으로 표기하며, 해당 영역을 침입자로 판단하고 이미지를 반환한다. 또한 사용자의 편의를 위해 pyQt5 라이브러리 기반 UI/UX를 제공한다. 본 시스템에서는 CCTV가 촬영한 데이터를 저장 및 보관하기 위하여 1분 단위로 촬영된 영상을 저장하여 로그캣(logcat) 화면에 표기하여 사용자가 확인할 수 있도록 구현했다.

그림 1 서버 동작 흐름도

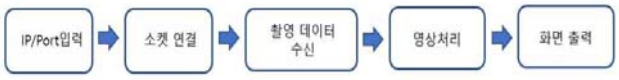


그림 2 클라이언트 동작 흐름도

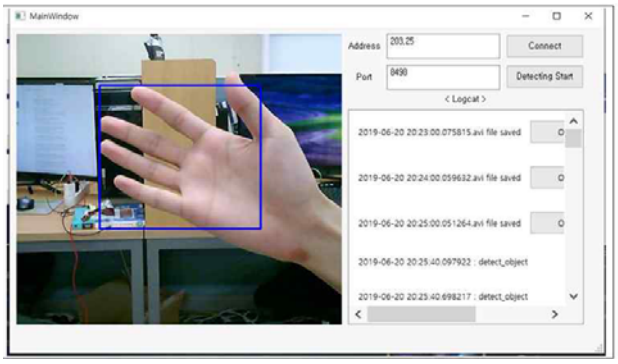


그림 3 실시간 오브젝트 탐지 구현 화면

## 4. 결과

소켓 통신을 이용하여 라즈베리 파이와 컴퓨터 간의 양방향 통신을 구현하고 실시간 촬영 데이터를 송수신하는 것을 확인하였다. 클라이언트에서 수신 된 영상 데이터를 기반으로 영상처리 알고리즘을 적용했으며, 그림3은 설정된 프레임 이외의 다른 오브젝트가 탐지될 경우 해당 위치에 ROI 영역을 그려 주는 동작 화면이다. 그림3을 통해 배경 제거 알고리즘과 객체 탐지 알고리즘을 기반으로 움직이는 객체를 탐지함을 확인할 수 있다. pyQt5와 pyQt5 Designer를 기반으로 사용자 UI를 구성하였으며, 탐지 객체를 클라이언트로 전송하여 사용자가 볼 수 있도록 구현했다. 또한, 기록된 영상을 로그캣(logcat) 화면을 통해 사용자가 차후 확인할 수 있다.

## 5. 결론 및 향후계획

본 논문에서는 양방향 통신을 기반으로 침입자탐지 목적의 사용자 CCTV 시스템을 제안한다. 제안하는 시스템은 소켓 통신을 기반으로 양방향 통신을 지원하며, 배경 차를 이용한 배경 제거와 객체 탐지 알고리즘을 통해 낮

은 컴퓨팅 성능을 가진 컴퓨터에 대해 지원할 수 있는 시스템을 구현하였다. 실험을 통해 정상적으로 데이터를 송수신함을 확인하고, 객체 탐지 시 사용자에게 이미지를 전송한다. 또한, 로그캣 화면을 통해 기록 내용을 열람할 수 있다. 그러나 IP주소 및 포트 번호 기반 접속을 통한 보안 취약점을 가진다.

향후에는 보안 문제를 해결하기 위해 소켓 기반의 통신이 아닌 HTTP 기반의 통신을 기반으로 본 시스템을 구현하여 로그인을 접근으로 인해 취약점을 보완할 예정이다.

## 참고문헌

[1] 강지현 (2017). “1인 가구의 범죄피해에 관한 연구”, 형사정책연구, 28(2), 287-320

[2] 경찰청, 경찰범죄통계 2018년 전체범죄 발생 및 검거 추세, p20 <표-1>

[3] 정부24, “CCTV 설치구역, 5대 강력범죄 26.6% 감소 효과(2015)”, http://www.korea.kr/news/pressReleaseView.do?newsId=156075735

[4] Rai, Rohit. “Socket. IO Real-time Web Application Development.”, Packt Publishing Ltd, (2013).

[5] Pyqt5, “Library for configuring the GUI in Python”, https://pypi.org/project/PyQt5/

[6] Piccardi ,“ Background subtraction techniques: a review”, IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics(2004).

[7] Nishu Singla, “Motion Detection Based on Frame Difference Method”, International Journal of Information & Computation Technology(2014).