

사물인터넷 환경에서 스마트 CCTV 방법 서비스

조정래¹ · 김희숙^{2*} · 채두걸³ · 임숙자⁴¹광주보건대학교 병원전산관리과^{2,3}전남대학교 공과대학 전자컴퓨터공학부⁴한국폴리텍대학 광주캠퍼스 광고디자인학과

Smart CCTV Security Service in IoT(Internet of Things) Environment

Jeong-Rae Cho¹ · Hye-Suk Kim^{2*} · Doo-Keol Chae³ · Suk-Ja Lim⁴¹Department of Hospital information Management, Gwangju Health University^{2,3}Department of Electronics and Computer Engineering, Chonnam National University, 77 Yongbong-ro, Buk-gu, Gwangju, Republic of Korea⁴Department of Advertisement Design, Gwangju Campus of Korea Polytechnic, 85 Haseo-ro, Buk-gu, Gwangju, Republic of Korea

[요 약]

본 논문에서는 사각지대의 범죄를 예방하고, 예측하지 못한 화재 또는 위험을 예방하기 위하여 IoT 기반의 스마트 CCTV 방법 서비스를 제안한다. 제안 방식에서는 라즈베리파이를 이용하여 RC(Radio Control)카를 만들고 RC카에 카메라 및 각종 모듈을 장착하였으며 방법 서비스 처리는 Raspbian O/S, Apache Web Server, Shell script, Python, PHP, HTML, CSS, Javascript를 사용하여 구현되었다. RC카는 영상, 음성 그리고 온도 등의 모듈로 현장의 위험을 판단하여 관리자에게 상황을 알려주는 방법 서비스를 제공한다. 실험 결과 영상과 음성 정보의 전달 시간이 0.1초 내에서 처리되었을 뿐 아니라 AVG, 위급 상황, 수동 모드에도 실시간 상태 전송이 가능하였다. 스마트시티 구현에 무인자동차, 드론 등에도 적용하여 제안 방식이 활용할 수 있을 것으로 기대한다.

[Abstract]

In this paper, we propose IoT based smart CCTV security service to prevent crime in blind spot and prevent unexpected fire or danger. In the proposed method, a RC (Radio Control) car is made using Raspberry pie, and a camera and various modules are installed in an RC car. It was then implemented using Raspbian O / S, Apache Web Server, Shell script, Python, PHP, HTML, CSS, Javascript. The RC car provides a security service that informs the manager of the situation by judging the risk of the scene with modules such as video, voice and temperature. Experimental results show that the transmission time of video and audio information is less than 0.1 second. In addition, real-time status transmission was possible in AVG, emergency, and manual mode. It is expected that the proposed method will be applied to the development of smart city by applying it to unmanned vehicles, drones and the like.

책임어 : 무선 조종 카, 사물인터넷, 폐쇄 회로 텔레비전, 라즈베리 파이**Key word** : Radio Control Car, IoT(Internet of Things), Closed Circuit Television, Raspberry pi<http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2017.18.6.1135>

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 25 September 2017; Revised 20 October 2017

Accepted 25 October 2017

***Corresponding Author; Hye-Suk Kim**

Tel: +82-62-530-0147

E-mail: idishskim@naver.com

I. 서론

걸어 다니면서 인터넷을 하는 시대에 도래했고 스마트폰을 선두로 IT기술은 비약적인 발전을 이루어냈으며 현재 4차 산업 혁명과 더불어 IoT(Internet of Things) 기술은 각 지방 자치단체를 중심으로 스마트시티 조성에 활용되고 있다.

IoT 개발을 위한 디바이스로 ARM Mbed 프로젝트에서는 ARM Cortex-M 계열의 저전력 MCU(Micro Controller Unit)를 이용한 사용자 친화형 개발 환경을 제공하고 있다. HDK(Hardware Development Kit)와 SDK(Software Development Kit)가 제공되어 클라우드 기반의 서버에 컴파일러, 디버거 등의 개발 소프트웨어를 제공하여 사용자는 응용 프로그램을 설치하지 않고 웹 기반에서 구현하고 실행할 수 있는 환경이 구축되었다. 그리고 아두이노 플랫폼(Arduino Platform)이 오픈소스 기반으로 마이크로 컨트롤러와 소프트웨어 IDE(Integrated Development Environment)를 제공하고 있다. 기본적으로 아트멜(Atmel)사의 AVR(Alf Vergard Risc)을 제공하고 있지만 Cortex-M을 이용한 제품도 출시되고 있으며 누구나 IDE를 통해 쉽게 IoT 기반의 어플리케이션을 개발하고 실행할 수 있게 되었다[1].

스마트시티 조성에 활용된 IoT 기술은 안전한 집과 안전한 도시를 위해서 각 도시에 CCTV(Closed Circuit Television) 통합관제센터를 운영하고 지능형 관제시스템을 도입하여 각종 범죄로부터 사회를 지키기 위해서 활용될 수 있는 방안을 제시하고 있다. 그럼에도 불구하고 경찰청 경찰범죄 통계 수치가 2011년 약 175만 2,000건에서 2016년 약 180만 6,000건으로 증가 추세에 있다[2].

본 논문에서는 스마트시티 조성의 일환으로 CCTV와 비상벨 등의 지능형 관제시스템으로부터 지키지 못한 사각지대의 범죄를 예방하고, 예측하지 못한 화재나 위험을 예방하기 위하여 IoT 기반의 스마트 CCTV 방법 서비스를 제안하고자 한다. 본 논문에서 제안된 방식을 설명하기 위하여 2장에서는 관련 연구에 대해 설명하고 3장에서는 스마트시티 조성을 위한 IoT 스마트 CCTV 방법 서비스 구현 방식을 소개한다. 4장에서는 제안된 방식을 테스트하고 평가하며 5장에서는 결론 및 향후 연구 방향에 대해 서술한다.

II. 관련 연구

2-1 방법용 CCTV에 관한 유용성

우리나라를 비롯하여 전 세계적으로 사적인 장소는 물론 공공장소에서의 CCTV설치가 증가되고 있는 이유는 CCTV가 범죄와 관련하여 긍정적인 효과를 나타내고 있기 때문이다[3].

영국의 경우 방법용 CCTV에 관한 초기의 실증연구에서는

CCTV가 가게, 버스, 주차장, 소규모 사업장 등 폐쇄된 장소에서는 범죄를 예방하는 효과를 가져왔다는 일관된 결과들과 전이효과(Displacement Effects)가 제시되었다[4]. 그런데 1990년대 중반까지 발표된 초기의 실증 연구들은 CCTV 설치를 추진해온 내무성(Home Office)의 지원으로 연구가 진행되어 연구의 중립성이 확보되지 않았고, 통제집단을 사용하지 않은 방법론상의 한계로 인해 실증 연구의 신뢰성에 의문이 제기되었다[5]. Welsh & Farrington의 연구에서는 메타 분석(meta-analysis)을 활용하여 CCTV 효과의 검증을 두 차례에 걸쳐 시도하였다. 2003년에 시도된 연구에서는 CCTV가 범죄예방의 주 수단(main intervention)으로 이용되었고, 범죄에 대한 산출지표를 사용했으며 실험적 상황 또는 통제된 상황에서 사전 및 사후 비교가 수행되어 적정수준의 방법론적인 수준을 갖추었다. 이와 같은 환경에서 실시된 9건의 연구 결과 영국의 CCTV는 범죄예방에 긍정적인 영향을 주었으며, 특히 주차장에서의 차량으로부터의 절도 등과 같은 차량범죄를 줄이는데 가장 효과적이었다. 강력범죄에 대한 효과는 23개의 실증연구 중 3개만이 긍정적인 결과를 보였으며 전체적으로 유의미한 효과를 제시하지 못하였다. 또한 CCTV는 커버리지가 넓고 조명의 개선과 경비원 배치 등 다른 조치들과 병행하여 사용되며, 차량범죄의 감소를 주목표로 할 때 효과적이었다[6-7].

국내 연구에서도 방법용 CCTV에 관한 연구가 진행되었다. E. R. Choi와 Y. S. Kim의 연구에서는 CCTV가 설치·운영 중인 강남경찰서 관할구역 내에서의 절도와 강도 범죄의 발생 추이 현상분석을 통해 CCTV가 절도범죄를 줄이는 데는 효과가 있었으나 강도 범죄를 줄이는 데는 효과가 없었고 분석했다[8]. 또한 강남구의 CCTV 설치가 보도된 2002년 10월을 전후로 한 조사결과에서는 강도 및 절도 건수는 감소하였으나 강간, 살인, 폭행 등의 범죄는 줄어들지 않았다. 하지만 강남구와 인접한 서초, 수서, 송파, 광진구 등에서도 강도와 절도가 감소하는 현상이 나타났다[9]. 광명시를 대상으로 한 연구에서는 CCTV가 설치되지 않은 지역의 범죄율은 거의 변하지 않았으나 설치 지역의 강도와 절도 범죄율이 47.4% 감소한 것으로 나타났다[10].

스코틀랜드 글래스고우 도심지역에서는 CCTV가 범죄의 두려움에 어떤 영향을 주는지를 비교 분석한 결과 CCTV 설치 이후에도 설치지역 방문자들의 범죄에 대한 두려움은 감소되지 않았다. 또한 주민들은 CCTV가 경찰관들에 비해 범죄를 더 잘 발견하지만 경찰관들이 순찰할 때 더 안전감을 느끼게 된다는 점을 발견하였다[11]. 또한 Cerezo의 연구에서는 전체적으로는 CCTV가 범죄에 대한 인식에 큰 변화를 주지는 못했으나 카메라가 설치된 사실을 아는 주민들이나 가게 주인들은 CCTV의 효능에 대해 만족하며, 특히 가게주인들은 설치 이전에 비해 훨씬 더 안전감을 느끼는 것으로 나타났다[12]. 이와 같이 현존하는 CCTV 체계는 긍정적인 측면이 크기만 보완점 또한 필요한 것으로 드러나고 있다.

2-2 IPDU 기반의 CCTV 사이트 통합관리 시스템

IPDU(Intelligent Power Distribution Unit) 기반의 CCTV 사이트의 통합관리 시스템[13]은 CCTV 사이트 장비들의 구성 및 장애관리와 지능형 전원 분배 장치를 통한 전원 관리를 통합적으로 수행한다. IPDU는 사이트 장비들에 대한 전원 공급과 모니터링을 수행하며, CT4CS(Control Tower for CCTV Sites)와는 네트워크 연결성 검사를 이용한 사이트의 실시간 장애 감지와 IPDU의 전원 포트를 다시 켜주므로 장애 장비의 자동 복구를 수행한다. CT4CS에서 수행하는 CCTV 사이트 통합관리의 주요 기능은 다음과 같이 구성된다.

- 관리자의 차등 권한 설정과 로그인/로그아웃 관리 및 CT4CS에 액세스한 로그 관리
 - 지역(시·군·구)과 기능(차량번호 인식, 불법주차 단속, 스쿨존) 단위의 사이트 구성 관리
 - CT4CS 시스템 정보(이름, 주소, 설치 위치 및 연락처, OS 버전 및 H/W 규격) 관리
 - IPDU 동작환경(온도, 습도) 및 각 전원포트의 임계치 설정과 전류 모니터링
 - 사이트의 통계 데이터(IPDU 설치, 카메라 종류 및 이벤트 통계) 처리
 - 사이트 등록정보, 로그 데이터, 전류 모니터링 정보의 일 단위 백업
 - 네트워크 연결성을 이용한 사이트의 장애 관리
 - 이벤트 로그조회(종류, 장비, 장소, 시간) 및 이벤트 필터 설정과 온라인 지도상에 발생한 이벤트의 실시간 출력
 - 구글의 GCM(Google Cloud Messaging) 서비스를 이용하여 스마트 단말기로의 실시간 이벤트 통보와 이메일을 이용하여 최근 발생한 이벤트 통보

방법용 CCTV의 설치 위치는 환경이 취약하고 위험지역을 위주로 설치하다 보니 CCTV 카메라의 장애 발생 시 유지보수 인력이 방문하여 처리하는 방식으로 장애 처리를 하고 있으며, 이로 인해 서비스의 중단 시간이 길어지고 소요되는 비용이 증가하고 있다. 2015년까지 전국의 지자체에 영상관제 시스템 및 종합상황실이 구축되어 운영되고 있으나 영상에 대한 관제만을 시행할 뿐 CCTV 카메라, 네트워크 장비에 대한 장애 발생 시에는 유지보수 회사에 연락하고 유지보수 회사는 장애를 접수하여 서비스 인원의 방문처리로 유지보수가 이루어지고 있어 장애 발생 시점부터 서비스 재개까지 많은 시간을 소요하고 있는 실정이다[14].

III. IoT 기반의 스마트 CCTV 방법 서비스

현재 방법용 CCTV는 범죄예방에 효과적인 결과를 제공하므로 그 수요는 증대될 전망이다. 이러한 관점에서 본 논문에서는 지능화되어가는 각종 범죄에 신속하게 대응하고 사고

발생 시 신속한 현장 증거물 수집이 가능한 IoT 기반의 스마트 CCTV 방법 서비스 방식을 제안하여 스마트시티 조성에 활용될 수 있도록 하고자한다.

제안된 스마트 CCTV 방법 서비스란 기존의 정적인 방법 서비스를 보완하기 위해 고안된 방식으로 라즈베리 파이(Raspberry pi)를 이용하여 RC(Radio Control)카를 만들고, RC카에 카메라 및 각종 모듈을 장착하여 수동 또는 자동으로 사각지대를 순찰하게 함으로써 현장의 위험을 자체적으로 판단하고 실시간으로 관리자에게 알려주는 시스템으로 구축한다. RC카의 실시간 정보 전송을 위해 사용 환경은 Wi-Fi 무선 통신이 가능한 곳으로 가정하고 구현한다.

3-1 위험 상황 감지 요소

인터넷 환경에서 음성이나 동영상을 실시간으로 재생하는 스트리밍 기술을 통해 제안된 RC카는 실시간으로 관리자에게 정보를 제공할 수 있도록 한다. RC카는 원격 조종이 즉각적으로 이루어지기 위해서 화질보다 중요한 것이 지연을 최소화하다. 따라서 각 모듈을 비교하여 지연 시간을 최소화하면서 편의 기능을 다수 제공하는 UV4L 스트리밍 환경을 구축한다. UV4L은 암호화된 라이브 양방향 데이터 전송, 오디오 및 비디오 스트리밍, 웹을 통한 미러링 또는 회의를 가능하게 하는 라이브러리로 HTTP 및 HTTPS 프로토콜 모두를 지원한다. 또한 표준 HTML5에서 스트리밍하고 재생하는 동안 기록 기능, MJPEG, JPEG, WebRTC와 같은 다양한 형식을 지원하는 이점을 가지고 있다. 일반적인 CCTV는 소리가 아닌 영상만으로 사고 환경을 판별해야 한다. 그러나 영상은 밝기에 따라 인식률의 차이가 있고 사각지대가 존재하기 때문에 정확한 상황인지가 어렵다. 또한 뛰어난 압축 기술을 사용하여 실시간으로 영상을 전송한다 하더라도 즉각적으로 위험을 판별하는 알고리즘을 적용하기에 어려움이 존재한다.

본 논문에서는 일반적인 소음의 유형별 주파수 대역을 기준치로 설정하고, 현재 소음 상태 대비 소음의 크기를 비교하여 특정 dB 이상의 소음이 발생할 경우 위험 알람을 출력하도록 설계한다. 이를 구현하기 위해 Fast Fourier Transform 알고리즘을 기반으로 Python의 신호처리 라이브러리인 scipy.signal과 Python의 기본 오디오 라이브러리인 pyaudio를 사용하여 그림 1과 같은 소리를 통한 위험상황 판별 알고리즘을 구현한다.

제안된 방식은 소리를 통한 위험상황 인식과 더불어 성폭력이나 방화와 같은 각종 재난 상황에 변화되는 주변 온도 및 습도를 감지하기 위하여 온도 및 습도 측정 센서를 라즈베리 파이에 탑재한다. 제안된 방식은 온도 및 습도 센서로 광범위하게 활용되고 있는 DHTxx 제품 중에서 DHT11를 사용하여 DHT11 라이브러리로 온도와 습도를 체크하고 위험 상황을 알리도록 설계한다.

```

1 Detecting Sound(wav):
2   Input : Real time sound
3     fs, data = wavefile.read(' *.wav' )
4     data = data/(2.**15)
5   Output : Sample_Frequency and data
6   FFT(second, frequency, data):
7   Input : duration_windowing..
8     sample_frequency, data
9     Window = Data[fs*s*(n-1) : fs*s*n]
10    X = scipy.fft(Window)
11    X = abs(X)/(fs*s)
12  Output : frequency
13  Compare Accident(frequency, dB):
14  input : Frequency and Decibel value from DSP
15  if fs < 1,000 & dB < 50 then
16    return number = 0
17  elif 1,000<= fs <1,500 & 50<= dB <55 then
18    return number = 1
19  elif .....
20  end
21  Output : The accident case number
22  Print Accident Case
    
```

그림 1. 소리를 통해 위험 상황을 감지하는 알고리즘
 Fig. 1. Algorithm to identify dangerous situation through sound

3-2 스마트 CCTV 방법 서비스 설계 및 구현

1) 하드웨어 설계 및 구현

본 논문에서는 RC카의 4개의 바퀴에 각각 모터를 장착하여 비교적 세밀한 조종과 회전 기능이 가능하도록 카메라 모듈에 별도로 회전 기능을 추가하지 않고 구현될 수 있도록 설계한다. RC카의 자동 순찰모드 수행을 위해 AVG(Automatic Guided Vehicle) 방식으로 설계한다. AVG는 현재 무인 방송 카, 절단기 등에 활용되고 있는 기술로 기본 원리는 바닥에 그려진 주행선을 센서로 검출하여 목적 위치까지 선을 따라 이동하는 것으로 주로 적외선 센서를 이용하여 주행선을 검출한다. IoT 스마트 CCTV 방법 서비스를 위한 RC카 구현 결과는 그림 2와 같다.

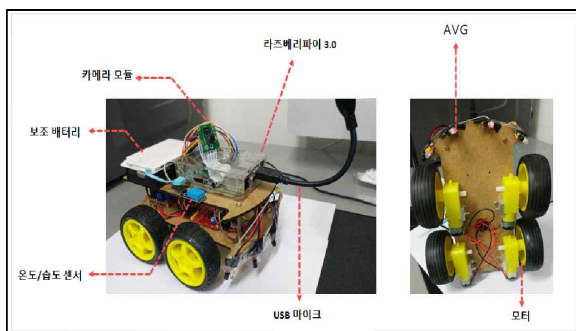


그림 2. 제안된 방식을 위한 RC카 구현
 Fig. 2. Implementation of RC car suitable for proposed method

스마트 CCTV 방법 서비스를 구현하기 위한 하드웨어 장비는 모터, 카메라, USB 마이크, 온도 및 습도 센서, 적외선 센서 등으로 구성된다.

- 모터 : 라즈베리 파이 DC 모터를 기반으로 총 4개의 바퀴로 움직이는 RC카를 구성하고, 각 바퀴의 회전수를 조절하여 RC카의 방향을 조종하기 위해 바퀴 하나에 각각의 DC모터를 사용한다. 그림 3은 모터, 전원공급, 라즈베리파이를 연결하기 위한 회로도이다.
- 카메라 : 고품질 8MP의 고품질 이미지를 제공하며, 비디오의 경우 1080p30, 72060 및 640*480p90 성능을 제공하는 라즈베리파이 전용 카메라 모듈을 사용한다.
- USB 마이크 : RC카에 부착해야하기 때문에 마이크 입력부가 쉽게 휘어지고 가벼워 소리를 통한 위험 감지를 용이하게 할 수 있는 USB 스테레오 마이크를 사용한다.
- 온도 및 습도 센서 : 화재 감지나 실내 환온 향습을 확인하기 위한 용도로 온도 및 습도 센서를 부착한다.
- 적외선 센서 : CTRT5000 센서 기반으로 AVG 제작 시 주행선 구별에 활용하기 위해 적외선 센서를 부착한다. 탐지 거리는 1mm~60cm까지이며 인접할수록 안정적인 성능을 제공할 수 있다.

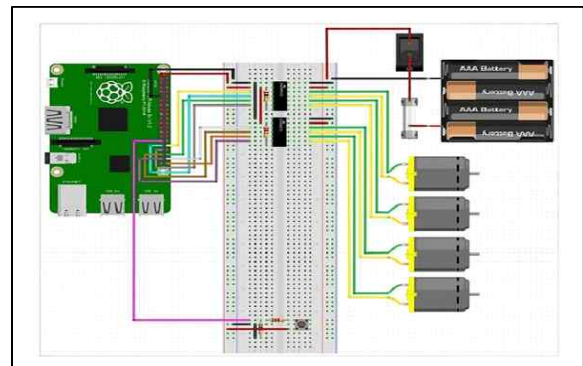


그림 3. 라즈베리 파이의 DC 모터
 Fig. 3. Raspberry Pi's DC Motor

2) 소프트웨어 설계 및 구현

제안된 스마트 CCTV 방법 서비스는 RC카의 모터 제어를 통해 다음과 같은 순차 다이어그램을 이용하여 기능을 설계한다.

- 자동 순찰 : 무선인터넷을 통해 영상 및 소리를 실시간으로 제공받는다. AVG 기능을 사용하여 자동으로 순찰하며 주행선에 색상 및 색선을 표시하여 GPS를 사용하지 않고도 해당 위치를 파악할 수 있다.

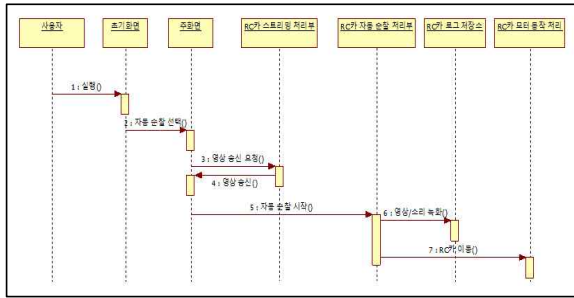


그림 4. 자동 순찰 순차 다이어그램
Fig. 4. Automatic Patrol Sequence Diagram

- 수동 순찰 : 무선인터넷을 통해 영상 및 소리를 실시간으로 제공받는다. 원격지에서 무선인터넷을 통해 RC카를 좌우전후로 제어할 수 있다.

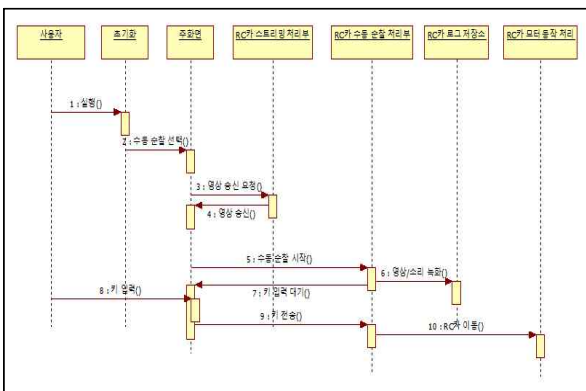


그림 5. 수동 순찰 순차 다이어그램
Fig. 5. Manual Patrol Sequence Diagram

- 로그 관찰 : 순찰 중 녹화된 영상 및 소리를 저장하고 별도로 재생할 수 있다. 순찰 중 기록한 위치를 확인할 수 있으며 위험 감지 알림이 왔던 기록을 다시 확인할 수 있다.

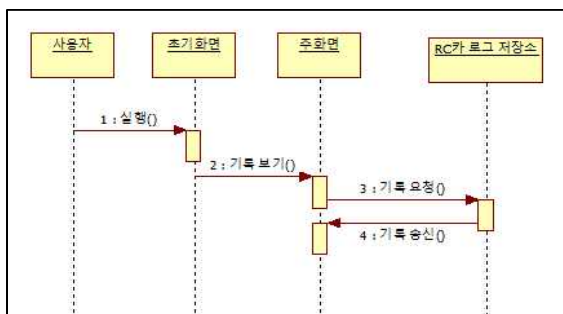


그림 6. 로그 관찰 순차 다이어그램
Fig. 6. Log Observation Sequence Diagram

- 위험 감지 알림 : 소리의 크기에 따른 위험의 판단 기준을 설정할 수 있다. 온도와 습도의 변화에 따른 위험 판단 기준을 설정할 수 있으며 위험 감지 시 알림 방법을 설정할 수 있다.

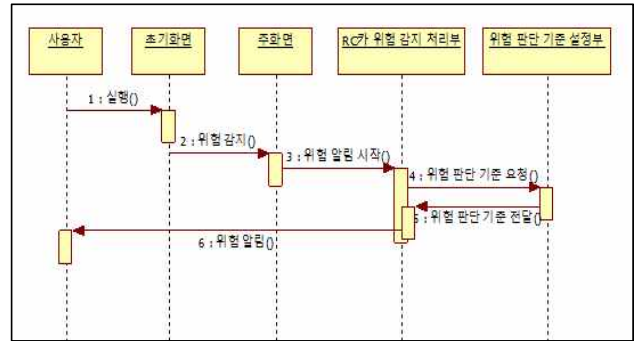


그림 7. 위험 감지 순차 다이어그램
Fig. 7. Danger Detection Sequence Diagram

- 실시간 정보 전달 : 위험에 신속히 대응하기 위해 영상과 소리는 즉각적인 출력이 가능하며 수동 조작모드로 RC카를 제어할 때 영상과 방향키 조작의 지연이 없다.

IV. 제안된 방식의 테스트 및 평가

방법용 CCTV는 범죄예방에 효과적인 결과를 제공하므로 그 수요는 계속해서 증대될 전망이다. 본 논문에서 제안된 방식은 라즈베리 파이 3 을 이용하여 Raspbian O/S, Apache Web Server, Shell script, Python, PHP, HTML, CSS, Javascript를 사용하여 구현되었다. 구현된 IoT 스마트 CCTV 방법 서비스를 이용하여 각종 사건 사고에 신속하게 대응하기 위한 테스트를 수행하고 검증하기 위하여 다음과 같은 가설을 제시한다.

- 방법에 관한 가설 : 스마트 시티 보안 직원 A씨는 새벽 4시 12분경 RC카를 관찰하던 중 비명 소리를 듣게 된다. 정확한 상황 파악을 위해 RC카를 수동 조작 모드로 교체하고 해당 지역을 세밀히 관찰한 결과 공원 주차장 구석에서 폭행 사건이 발생했음을 확인한다. A씨는 인근 경찰서에 신고한 후 경비 보안 팀을 사건이 발생한 위치로 투입하여 큰 사고를 예방할 수 있었다.

- 화재 상황에 관한 가설 : 스마트 공장 관리자 B씨는 새벽 3시 35분경 스마트 CCTV 방법 서비스 웹 화면을 관제하던 도중 온도 변화 알림 메시지를 수신한다. 정확한 상황 파악을 위해 RC카를 수동 조작 모드로 교체하고 해당 지역을 세밀히 관찰한 결과 화재가 발생했음을 확인한다. 이에 따라 인근 소방서에 연락한 후 자동 순환 모드로 주행하고 있던 RC카를 수동 조작 모드로 교체하여 이동시키고 직원을 투입하여 초기에 화재를 진압하고 큰 피해를 막을 수 있었다.

- 산업 현장 사고에 관한 가설 : 스마트 공장 관리자 C씨는 새벽 2시 56분경 스마트 CCTV 방법 서비스 웹 화면을 관제하던 도중 소음 발생 메시지를 수신한다. 기록된 녹음 파일을 확인하고 RC카를 통해 현장을 살펴본 결과 생산기기 고장으로 인한 과열음이었음을 확인한다. 이에 따라 현장에 직원을 투입하여 즉시 기기를 대체하고 물량 수급에 차질 없이 생

산을 진행할 수 있도록 제어하였다.

위의 가설을 기반으로 제안된 방식을 검증하기 위하여 영상, 음성, AVG, 위험 상황, 수동 모드의 5가지로 분류하여 테스트한 결과는 표 1. ~ 표 5. 와 같다.

표 1. 영상 송신 및 수신

Table. 1. Transmission and Reception on Video

Condition			
• Delay Time: less than 0.1 second			
Count	Transmission / Reception	Delay Time(sec)	Result
1	complete	0.08	success
2	complete	0.07	success
3	complete	0.08	success
4	complete	0.09	success
5	complete	0.07	success

표 2. 음성 송신 및 수신

Table. 2. Transmission and Reception on Audio

Condition			
• Delay Time: less than 0.1 second			
Count	Transmission / Reception	Delay Time(sec)	Result
1	complete	0.08	success
2	complete	0.08	success
3	complete	0.06	success
4	complete	0.08	success
5	complete	0.09	success

표 3. AVG 작동 테스트

Table. 3. AVG Operation Test

Condition					
• AVG: Normal Operation for 1 minute					
Count	Sensor Operation (yes/no)	Motor Operation (yes/no)	Result	Action	Results after Action
1	yes	yes	success		
2	yes	no	failure	Replacing Batteries	success
3	yes	yes	success		
4	yes	yes	success		
5	yes	yes	success		

표 4. 위험 상황에 대한 송신 및 수신

Table. 4. Transmission and Reception on Emergency Situations

Condition					
• Event Notification Time : less than 0.1 second					
Count	Transmission / Reception	Delay Time (sec)	Result	Action	Results after Action
1	complete	0.05	success		
2	complete	0.03	success		
3	failure	-	failure	reboot	success
4	complete	0.04	success		
5	complete	0.03	success		

표 5. 수동 모드 테스트

Table. 5. Manual Mode Test

Condition					
• Normal operation of RC car • Delay Time : less than 0.1 second					
Count	Direction	Delay Time (sec)	Result	Action	Results after Action
1	forward	0.04	success		
2	forward	0.03	success		
3	backwards	-	failure	replacing batteries	success
4	backwards	0.05	success		
5	turn Right	0.03	success		
6	turn Right	0.04	success		
7	turn Left	0.05	success		
8	turn Left	0.03	success		

제안된 방식의 실험에서 배터리의 잔량 확인 기능이 포함되지 않아서 테스트 시 예외 상황이 발생하였지만 영상 및 음성 정보의 지연 시간이 0.1초 내에서 처리되어 실시간 정보의 송수신이 가능하였고, AVG, 위급상황, 수동 모드 테스트에서도 모두 성공하여 제시한 가설이 입증되었다.

V. 결론

본 논문에서는 기존의 CCTV와 비상벨 등의 방법 서비스를 보완하거나 대체할 수 있는 스마트시티 조성을 위한 IoT 기반의 스마트 CCTV 방법 서비스를 제안하였다. 본 논문에

서 제안된 방식은 정부의 공공 Wi-Fi 확대 정책에 따라 도시 내 순찰에 활용하여 방법의 사각지대까지 안전하게 시민들을 보호할 수 있을 것이다. 하지만 이를 정착시키기 위해서는 다음과 같은 보완이 필요할 것이다.

첫째, 스마트 CCTV 시스템 구축에 활용된 RC카는 순찰 도중 배터리가 소모되어 정지 상태가 될 수 있는 가능성이 존재한다. 그러므로 배터리 잔량을 체크하고 충전 지점과의 거리 계산 처리를 추가하여 일정 수준 이하로 배터리가 소모되었을 경우 충전소로 자동 이동할 수 있는 보완이 필요할 것이다.

둘째, 완전한 무인 스마트 CCTV를 구현하기 위해서는 인공지능을 이용한 자율 주행이 도입되어야 한다. 그리고 실시간 위치 기록을 통해 현행 순찰 인력들이 RFID 태그 등을 이용하여 특정 위치의 순찰 기록을 시스템에 전달하여 상호 보완할 수 있도록 확장 보완이 필요할 것이다.

셋째, 현재 CCTV를 녹화하기 위해서는 사전고지 의미가 존재한다. 그러므로 방법 서비스를 CCTV 촬영을 위해서 특정 시간과 특정 위치에서 사용하도록 하는 한정된 촬영을 고지해야 하고, 사생활 침해와 같은 개발 취지에 어긋난 활용을 금해야 한다. 그리고 이를 뒷받침할 수 있는 법적인 제도로 사용자의 올바른 사용을 보완시켜주어야 할 것이다.

본 논문에서 제안된 방식은 RC카를 기반으로 설계하고 구현하였지만 상황에 따라 무인 자동차나 드론 등을 대상으로 이식하여 구현 가능할 것으로 예상되며 향후 스마트시티 조성에 이바지할 수 있을 것으로 기대한다.

감사의 글

본 연구는 2015년도 광주보건대학교 교내연구비의 지원을 받아 수행된 연구(No. 3015027)로서, 관계부처에 감사드립니다.

참고문헌

- [1] H. S. Kim, B. J. Park and Y. J. Cho, "Smart Outlet System for Single-person Household based on IoT(Internet of Things)," *Journal of Digital Contents Society*, Vol. 18, No. 5, pp. 895-904, Aug. 2017.
- [2] Digital Times, http://www.dt.co.kr/contents.html?article_no=2017010202101760041001
- [3] Y. S. Moon, "A Study on the Installation of CCTV for Crime Prevention-Focused on Busan Metropolitan City," *The Korean Association for Local Government Studies*, Vol. 20, No. 4, pp. 115-140, Feb. 2017.
- [4] Gill. M and Spriggs. A, "Assessing the Impact of CCTV," *Home Office Research Study 292*, No. 252, pp. 1-160, Feb. 2005.
- [5] Ratcliffe, Jerry H., Taniguchi, T. and Taylor Ralph. B., "The Crime Reduction Effects of Public CCTV Cameras: A Multi-Method Spatial Approach," *Justice Quarterly*, Vol. 26, No. 4, pp. 746-770, 2009.
- [6] Brandon C. Welsh and David P. Farrington, "Effects of Closed-Circuit Television on Crime," *The Annual of American Academy*, Vol. 587, No. 1, pp. 110-135, May, 2003.
- [7] Brandon C. Welsh and David P. Farrington, "Surveillance for crime prevention in public space: Results and Policy Choices in Britain and America," *Criminology & Public Policy*, Vol. 3, No. 3, pp. 497-524, July, 2004.
- [8] E. R. Choi and Y. S. Kim, "The Effectiveness of the Closed Circuit TVs (CCTVs) on the Crime Prevention," *Korean Academy of Public Safety and Criminal Justice*, Vol. 16, No. 1, pp. 144-186, 2007.
- [9] C. H. Park and S. H. Choi, "Crime Prevention Effects of Publicity of CCTV Installation at Kang-Nam Gu, Seoul: The Effects of First News," *Korean Institute of Criminology*, Vol. 20, No. 3, pp. 213-238, 2009.
- [10] H. H. Park, G. S. Oh and S. Y. Paek, "Measuring the crime displacement and diffusion of benefits effects of open-street CCTV in South Korea," *International Journal of Law, Crime and Justice*, Vol. 40, No. 3, pp. 179-191, Sep. 2012.
- [11] Ditton, Jason, "Crime and the city: attitudes towards Open-Street CCTV in Glasgow," *British Journal of Criminology*, Vol. 40, pp. 692-709, 2000
- [12] Cerezo. Ana, "CCTV and crime displacement: A quasi-experimental design," *European Journal of Criminology*, Vol. 10, No.2, pp. 222-238, 2016.
- [13] Fan, Y.W. Cha and C.H. Kim, "Definition of RESTful Web Service for CCTV Sites, and Performance Analysis and Implementation of Integrated Management System," *Journal of Korean Institute of Information Technology*, Vol. 13, No. 1, pp. 79-86, Jan. 2015.
- [14] J. H. Lee, K. R. Park, D. H. Kim and Y. Y. Lee, "Intelligent Monitoring Systems for CCTV for Crime Prevention," *Proceedings of the Korean Society of Computer Information Conference*, Vol. 24, No. 2, pp. 105-106. July, 2016.



조정래(Jeong-Rae Cho)

1994년 : 조선대학교 대학원 전산통계학과 (이학석사)
1999년 : 조선대학교 대학원 전산통계학과 (박사수료)

1997년~현재: 광주보건대학교 교수

※관심분야 : 컴퓨터교육, 멀티미디어, 사물인터넷(IoT) 등



김희숙(Hye-Suk Kim)

1999년 : 전남대학교 대학원 전산통계학과 (이학석사 - 멀티미디어)
2009년 : 전남대학교 대학원 전산학과 (이학박사 - 영상처리)

2005년~2007년: 도울정보(주) 연구원

2007년~2008년: 구슬(주) 수석연구원

1999년~2009년: 서영대학교 컴퓨터정보과 겸임교수

2003년~현재: 전남대학교 전자컴퓨터공학부 재직

※관심분야 : 영상처리, 멀티미디어, 사물인터넷(IoT), 증강현실(AR), 가상현실(VR), 빅데이터 등



채두걸(Doo-Keol Chae)

2017년 : 전남대학교 공과대학 전자컴퓨터공학부 재학 중

※관심분야 : 정보보안, 시스템보안, 웹보안 등



임숙자(Suk-Ja Lim)

1997년 : 조선대학교 대학원 (이학석사)
2005년 : 조선대학교 대학원 (박사수료)

2000년~2006년 : 전북기능대학 멀티미디어과 교수

2007년~2009년 : 한국폴리텍V대학 유비쿼터스시스템과 교수

2010년~현재 : 한국폴리텍V대학 광고디자인과 교수

※관심분야 : 증강현실(AR), 3D프린팅, 디지털저작권(DRM) 등