

## 구형체 카메라를 이용한 무선 관제 시스템

장재민\*, 신수용\*, 지용주\*\*, 채석<sup>o</sup>

## Wireless Control System Using Spherical Camera

Jae-min Jang\*, Soo Young Shin\*, Yong-ju Ji\*\*, Seog Chae<sup>o</sup>

## 요약

투척형 카메라는 사람이 진입하기 어려운 지역에 먼저 투입되어 해당 지역의 정보를 수집할 수 있다. 본 논문에서는 이러한 투척형 카메라에 IoT기술을 적용시켜 당해 연구소에서 개발된 캡슐 모양의 감시/모니터링 장치에 대해서 설명한다. 이를 위해 디바이스는 Edison 보드에 장착된 카메라를 통해 촬영되는 실시간 비디오 데이터와 GPS데이터를 서버에 전송할 수 있는 프로그램이 내장되어 있다. 전송되는 데이터는 PC상의 서버 프로그램과 스마트폰/태블릿에 설치된 안드로이드 어플리케이션에서 확인할 수 있다. 기존의 투척형 카메라가 영상 정보만을 지원하는 것에 대비하여 영상정보뿐만 아니라 각 장치의 위치를 확인할 수 있으며 센서를 통해 온/습도 데이터도 확인할 수 있다. 또한 다수의 카메라 화면을 서버프로그램에서 확인할 수 있어 여러 장소에 카메라를 설치하고 데이터를 얻을 수 있다. 접속 방식도 기존의 투척형 카메라는 단거리 무선 통신을 활용하여 스마트폰 또는 전용 단말장치와의 연동만을 고려한 것에 대비하여 원격지 서버와의 통신 연동을 추가적으로 고려하여 설계하고 구현하였다.

**Key Words** : IoT, Throw-shaped camera, Wireless Control System, Live Video Streaming, GPS

## ABSTRACT

In this paper, a capsule body shaped surveillance/monitoring device is developed. The device includes a camera and GPS module to transmit live video data and real time GPS coordinates respectively using the Intel Edison module. A control application is developed for the smart phones and tablets to wirelessly view the live video stream and location of the capsule device and also to switch between the multiple capsule devices installed at different locations. The coordination the developed device and the smart phone / tablet is done using the wireless function of the Intel Edison module.

## 1. 서론

인명구조나 군사 작전 등을 수행하는 과정에서는 위험요소가 존재하는 지역의 정찰이 필요한 상황이 발생한다. 하지만 현재 정찰이 필요한 상황에서는 인원이 직접 장소에 투입되어 수색을 수행해야 하기 때

문에 또 다른 인명피해로 이어질 위험이 있다. 이러한 위험을 줄이기 위해 투척형 카메라를 우선 투입하여 정찰지의 정보를 파악하는 것이 중요해지고 이에 대한 연구가 많이 이루어지고 있다.

기존의 많은 투척형 카메라에 대한 연구가 단순히 해당 지역에 투척 후 영상정보를 얻는 것에 중점을 두

※ 이 연구는 금오공과대학교 학술연구비에 의하여 지원된 논문입니다.

◆ First Author : Kumoh National Institute of Technology, jmjang@givet.re.kr, 학생회원

◦ Corresponding Author : Kumoh National Institute of Technology, schae@kumoh.ac.kr, 정회원

\* Kumoh National Institute of Technology, wdragon@kumoh.ac.kr, 중신회원

\*\* Kumoh National Institute of Technology, brave102@naver.com, 정회원

논문번호 : KICS2015-10-341, Received October 26, 2015; Revised March 21, 2016; Accepted March 21, 2016



#### IV. 소프트웨어

##### 4.1 원격모니터링 시스템

소프트웨어는 그림 3과 같은 흐름으로 구성되어 있다. 시스템이 시작되면 Intel Edison 프로세서가 동작하며 GPS, 실시간 비디오 전송을 위한 프로세스를 구성한다. 우선 위성으로부터 GPS 데이터를 송신 받으며 동시에 카메라가 촬영 중인 영상을 실시간으로 전송하기 위해 포트에 접속한다. 해당 데이터를 전송하기 위해 클라이언트의 접속 여부를 확인 한 후 클라이언트의 접속이 확인이 되면 GPS 프로세스를 백그라운드 프로세스로 생성하여 동시에 데이터를 보낼 수 있도록 한다. 접속이 끊어질 때까지 클라이언트에게 지속적으로 GPS데이터 및 라이브 비디오 스트리밍을 진행한다.<sup>[2,3]</sup>

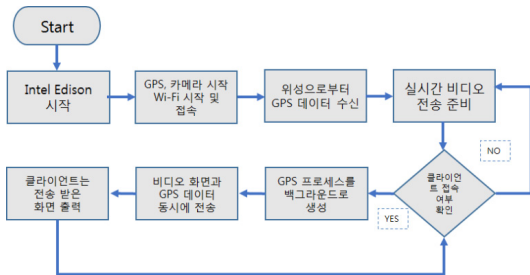


그림 3. 원격모니터링 시스템 흐름도  
Fig. 3. Remote Monitoring System flowchart

##### 4.2 실시간 영상데이터 전송

본 연구에서는 실시간 비디오 전송을 위해 비디오 인코딩에 FFMPEG 인코더를 사용한다. FFMPEG은 디지털 음성 스트림과 영상 스트림에 대해서 다양한 종류의 형태로 기록하고 변환하는 컴퓨터 프로그램이다. 해당 인코더는 H.264 보다 빠른 인코더 인데 이 인코더는 실시간 전송 중 지연을 무시할 정도로 빠르다.<sup>[4]</sup> 인코더 설 치 후 비디오 화면은 로컬 네트워크에 의해 단말기에 할당된 IP주소를 사용하는 사용자 측에 수신된다. 사용된 카메라 모듈은 20-50fps를 지원하지 않지만 성능의 최적화를 위해 30fps의 전송속도로 화면을 전송하도록 설계하였다. 이 때 프레임 레이트가 20fps 이하일 때는 카메라가 작동을 중지하고 동영상 전송하지 않도록 하였다.<sup>[5,6]</sup>

##### 4.3 GPS 데이터 전송

GPS 데이터는 NMEA메세지 형태로 출력된다. 본 프로그램에서는 필요한 위도, 경도 데이터만을 읽어오

기 위해 데이터 포맷을 변화하는 과정을 거쳤다. 그림 4는 출력되는 NMEA데이터에서 위도와 경도 데이터만 추출하는 과정을 보여주고 있다. 변경된 GPS데이터는 포트 3490을 통해 서버로 송신 된다.

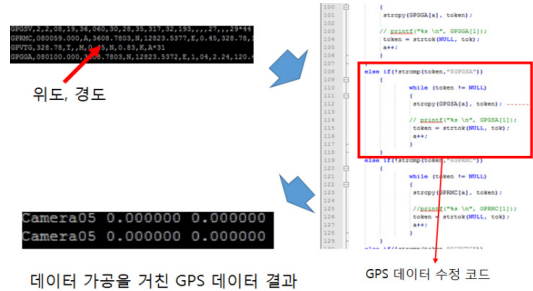


그림 4. GPS 데이터 포맷 변환  
Fig. 4. Change of GPS data format

##### 4.4 안드로이드 어플리케이션

모바일 어플리케이션은 사용자가 연결되어 있는 카메라 디바이스 목록을 확인 할 수 있으며 각 IoT 무선 카메라의 영상을 실시간으로 확인할 수 있다. 또한 그림 5와 같이 전송받은 GPS 위도 경도 데이터를 기반으로 구글맵에서 해당 카메라의 위치를 아이콘으로 출력하여 해당 아이콘을 터치하면 카메라가 촬영 중인 화면을 앱을 통해 확인할 수 있다.

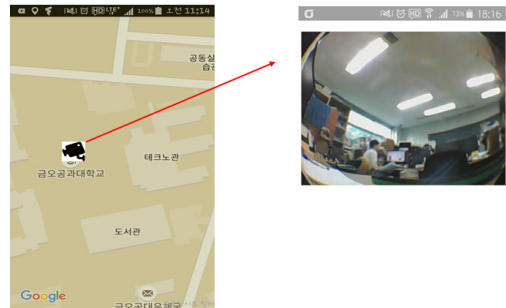


그림 5. 안드로이드 어플리케이션  
Fig. 5. Andorid Application

#### V. 성능평가

본 연구 결과의 성능을 평가하기 위해 총 5개의 항목을 선정하여 평가를 실시하였다. 선정된 항목은 표 1 과 같이 무선 전송거리, 카메라 운용 시간, 전송 화면 수, 위치 정확도, 낙하 충격이다.

표 1. 구형체 카메라 평가항목  
Table 1. Spherical camera evaluation Items

Items	unit	Development objectives	Achieving value
Distance of Wireless transmission	m	50m over	52.5m
Running time	hour	2 hour over	3hour 25min
Frame per second	fps	25 fps over	30fps
Location accuracy	m	within 30m	vithin 10m
Drop test	m	1.5m over	1.5m

5.1 무선 전송 거리 테스트

무선 전송 거리 측정을 위한 성능 테스트는 서버 노트북 1대, 무선 랜 라우터1대, IoT 무선카메라 1대로 테스트 환경을 구성하여 실시하였고 그림 6과 같다. 실내 환경에서 IoT 무선카메라와 무선 랜 라우터와의 거리는 55m로 하였고 서버 프로그램에서 IoT 무선카메라의 화면이 수신 되는지 여부를 측정하였다.

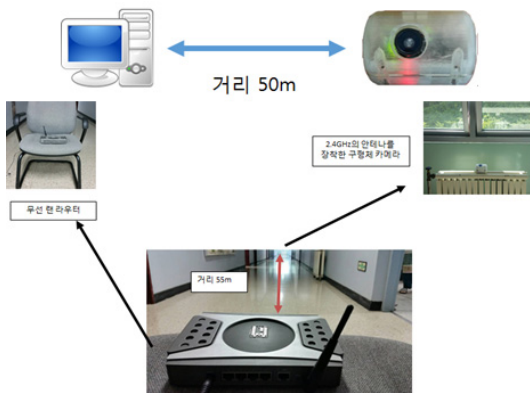


그림 6. 무선 전송 테스트  
Fig. 6. Wireless transmission Test

5.2 위치 정확도 테스트

위치 정확도 측정을 위한 성능 테스트는 서버 노트북 1대, IoT 무선카메라 1대로 테스트 환경을 구성하여 실시하였다. 실외 환경에서 10곳의 위치에서 각각 GPS 데이터를 수신 받은 뒤 해당 좌표를 구글 맵에 입력 시킨다. 구글 맵에서 표시하는 위치와 실제 위치와의 오차 거리를 측정하였다.

5.3 낙하 테스트

IoT 무선카메라를 해당 위치에 투척 후 정상 동작

하는 지를 알아보기 위해 낙하 테스트를 실시하였다. 성능 테스트 장비는 노트북 1대, IoT 무선카메라 1대로 구성되어있다. 그림 7과 같이 바닥이 철판으로 이루어진 실내 환경에서 1.5m의 높이에서 자유낙하를 실시한 후 동작 여부를 확인하였으며 모두 정상동작 하였다.



그림 7. 낙하테스트  
Fig. 7. Drop test

5.4 전송 화면 수와 운용 시간 테스트

전송 화면 수 테스트는 전송 받은 영상의 fps를 측정하여 30fps 화면이 전송되는 것을 확인하였으며, 운용 시간 테스트는 완충된 상태의 디바이스를 전원을 켜 놓은 상태로 운용 시간을 측정한 결과 최대 3시간 25분동안 운용이 가능한 것을 확인 할 수 있었다. 그림 8은 각 항목에 대해서 평가시설에서 성능평가를 통과한 성능확인서이다.



그림 8. 성능평가  
Fig. 8. Performance Evaluation



## VI. 결 론

본 논문에서는 IoT 무선카메라 및 GIS기반 원격 모니터링 시스템에 대해 설명하고 있다. IoT 무선카메라 및 GIS기반 원격 모니터링 시스템은 IoT무선 카메라 디바이스 와 작업자용 스마트폰 어플리케이션으로 구성되어 있다. IoT 무선카메라 디바이스의 경우 다른 투척형 카메라들 보다 크기가 작고 Wi-Fi를 활용한 영상 전송으로 사용자가 활용하기 쉽게 설계 되어 있다. 또한 GPS를 활용하여 카메라의 위치까지 알 수 있게 설계되어 있다. 이 전에 사용되어 왔던 고정형 카메라의 단점인 촬영지역의 한계를 완화시켜 보다 자유로운 각도의 촬영이 가능하고 휴대 또한 편리하여 사용 목적에 따른 활용도가 매우 높을 것으로 예상된다. 현재는 단순 촬영 목적으로 개발을 하였으나 추후 개발에 따라 국방군수, 경찰 및 소방에도 제한 없이 다 목적으로 사용이 되어 활용 범위가 매우 높다고 예상된다.

이 후 연구에서는 다중 카메라 모니터링이 가능한 어플리케이션을 개발하고 어플리케이션을 통해 카메라를 조작할 수 있도록 개발할 예정이다. 어플리케이션을 통한 조작이 가능해지면 IoT 무선카메라 투척 후 원하는 곳으로 이동을 하거나 원하는 방향을 촬영할 수 있기 때문에 활용 범위가 더욱 넓어질 것으로 기대된다.

## References

[1] W. S. Jung, "Stabilizing dynamic posture of sphere type throwing robot," Division of Mechanical Engineering, p. 78, 2009.

[2] P. S. Kwek, Z. W. Siew, C. H. Wong, B. L. Chua, and K. T. Kin Teo, "Development of a wireless device control based mobile robot navigation system," 2012 IEEE GHTCE, pp. 95-100, Shenzhen, China, Nov. 2012.

[3] C. Pavan and Dr. B. Sivakumar, "Wi-Fi Robot for video monitoring & surveillance system," *Int. J. Sci. & Eng. Res.*, vol. 3, no. 8, Aug. 2012.

[4] MPEG4/H264 Video Coding Standard, Nov., 13, 2015 from <http://mpeg.chiariglione.org/standards/mpeg-4>.

[5] H.-N. Ryu, J.-H. Kim, and B.-W. Choi, "Unified live streaming system for an IP

camera," *Inst. Control, Robotics and Syst. Annu. Conf.*, Daegu, Korea, pp. 234-235, 2014.

[6] G. J. Yang, B. W. Choi, and J. H. Kim, "Implementation of HTTP live streaming for an IP camera using an open source multimedia converter," *Int. J. Softw. Eng. and Its Appl.*, vol. 8, no. 6, pp. 39-50, 2014.

### 장 재 민 (Jae-min Jang)



2014년 8월 : 금오공과대학교 전  
자공학부 졸업  
2016년 2월 : 금오공과대학교 IT  
융복합학과 석사  
<관심분야> 무선통신, 실시간  
시스템, 5G, IoT

### 신 수 용 (Soo Young Shin)



1999년 2월 : 서울대학교 전기  
공학부 졸업  
2001년 2월 : 서울대학교 전기  
공학부 석사  
2006년 2월 : 서울대학교 전기  
컴퓨터공학부 박사  
2010년~현재 : 국립금오공과대  
학교 전자공학부 교수  
<관심분야> Network/communication protocol,  
MIMO and OFDM, wireless networks, etc.

### 지 용 주 (Yong-ju Ji)



1998년 8월 : 건국대학교 경영  
학과 MIS 석사  
2015년 12월~현재 : 금오공과대  
학교 전자공학과 박사과정  
<관심분야> 영상처리, 실시간  
시스템, IoT

채 석 (Seog Chae)



1978년 2월 : 서울대학교 전기공  
학과 졸업

1980년 2월 : 한국과학기술원 전  
기 및 전자공학과 석사

1989년 2월 : 한국과학기술원 전  
기 및 전자공학과 박사

1983년~현재 : 국립금오공과대  
학 전자공학부 교수

<관심분야> 지식 기반 지능 시스템, 네트워크 기반 제  
어 etc.