

# 카메라 기반의 원격 모니터링 시스템을 위한 안드로이드 스마트폰 앱 개발

## Development of Android Smartphone App for Camera-based Remote Monitoring System

이 성 규\*      김 진 수\*\*      김 영 섭\*\*\*      최 철 웅\*\*\*\*  
Seong Kyu Lee      Jin Soo Kim      Young Seup Kim      Chul Uong Choi

**요약** 최근 모바일 사용자들은 언제 어디서나 스마트폰을 이용한 인터넷 접속이 가능하고, 이를 통한 정보 검색 및 공유가 가능하다. 또한, MEMS(micro-electro mechanical systems) 기술의 발달과 함께 첨단 기능을 가진 센서들이 초소형화, 저가격화 되면서 스마트폰의 활용도가 점점 증가하고 있다. 스마트폰은 고해상도 카메라, GPS, 자이로스코프, 자기 센서 등과 같은 다양한 센서를 탑재하고 있어 카메라를 이용한 원격 모니터링 연구에 적합한 시스템 구성을 지닌다. 원격 모니터링 시스템은 영상 촬영을 위한 카메라와 영상 전송을 위한 인터넷 망이 필요하고, 이로 인해 모니터링 장소에 많은 영향을 받는 단점이 있다. 본 연구는 스마트폰 기술을 이용하여 원격 모니터링이 가능한 모니터링 앱을 설계하고 개발하는데 그 목적을 둔다. 이를 위해 안드로이드 SDK 2.3을 기반으로 자바와 C를 이용하여 모니터링 앱을 개발하였다. 개발된 모니터링 앱은 정해진 시간에 ROI(region of interest)를 촬영하고 촬영된 영상은 자동으로 서버로 전송되도록 구현되었다. 개발된 앱은 SMS(short message service)를 이용한 원격 제어도 가능하다. 본 연구에서 제안한 모니터링은 스마트폰에 내장된 CMOS 카메라를 이용하여 고해상도 영상 촬영이 가능하며, 3G와 Wi-Fi를 이용하여 언제 어디서나 촬영된 영상과 정보를 서버에 자동으로 전송 가능하다.

**키워드** : 스마트폰, 원격 모니터링 시스템, 안드로이드

**Abstract** Recently mobile users can access to internet using smart phone at any place and any time, through which they can search and share information. In addition, as the sensors with high-tech functions become cheaper and miniaturized along with the development of MEMS (micro-electro mechanical systems) technology, the extent to utilize smart phone is increasing. Smart phone is equipped with various sensors such as high-resolution camera, GPS, gyroscope and magnetic sensor, which is an appropriate system configuration for remote monitoring research using camera. The remote monitoring system requires camera for video and internet network to send video, for which it has a limitation that it is influenced by the monitoring location. This study is aimed to design and develop the monitoring app. which can be remotely monitored using smart phone technology. The developed monitoring app was designed to take images of ROI (region of interest) within the specified time and to automatically send the images to the server. The developed app. is also possible to be remotely controlled by SMS (short message service). The monitoring proposed in this study can take high-resolution images using CMOS built in the smart phone and send the images and information to the server automatically at any place and any time using 3G and Wi-Fi networks.

**Keywords** : Smartphone, Remote Monitoring System, Android

† 이 논문은 국토해양부 공간정보 전문인력 양성사업의 지원을 받아 수행된 연구임.

\* 부경대학교 공간정보시스템공학과 박사과정 geoslegend@gmail.com

\*\* (주)ZEN21 선임연구원 pknu9680@gmail.com

\*\*\* 부경대학교 공간정보시스템공학과 정교수 kimys@pknu.ac.kr

\*\*\*\* 부경대학교 공간정보시스템공학과 정교수 cuchoi@pknu.ac.kr (교신저자)

## 1. 서론

모바일 컴퓨팅은 주요 연구 분야로써, 환경, 방재, 보안 분야 등 다양한 분야에서 연구가 활발히 진행되고 있다[1, 6]. 특히, 최근 정보통신 분야의 트렌드로 주목받는 스마트폰은 기존 모바일 폰과 PDA(personal digital assistant)에서 경험하지 못한 새로운 모바일 환경과 어플리케이션에 대한 기대를 증가시키고 있다[13].

스마트폰은 이동통신 분야의 3G(3 generation)를 통해 언제 어디서나 네트워크에 접속하여 정보 공유, 검색이 가능하다. 또한, 스마트폰은 고해상도 카메라, 자이로스코프, 가속도 센서, 조도 센서 등과 같은 MEMS(micro-electro mechanical system) 센서를 탑재하고 있으며, 이를 이용한 스마트폰의 3차원 위치 결정과 자세정보 결정 등 공간정보와 함께 고해상도 영상 획득이 가능하다. 이로 인해 스마트폰은 한정적인 공간의 정보습득과 장소에 대한 제약사항을 해결 할 수 있다[20].

반면, 기존 모바일 폰과 PDA는 별도의 외부 센서 부착을 통해서만 이용 가능하다. 하지만, 해당 기기를 지원하도록 제작되어야 하기 때문에, 보조 하드웨어 제조사의 수익성에 따라 구입 가능한 센서는 매우 한정적이다. 또한, 하드웨어에 접근 가능한 APIs와 관련된 문서와 견본자료가 부족하여, 개발자들이 이용하는데 제약이 따른다. 스마트폰의 등장 이전에는 USB 카메라, UMPC, RF 센서 등을 IEEE1394와 같은 연결 케이블로 연결하여 연구에 활용하였다[16].

원격 모니터링 시스템은 영상 촬영을 위한 카메라, 카메라 제어 컴퓨터, 영상 전송을 위한 인터넷 회선 등이 필요하다. 이는 카메라를 설치하기 위한 건물이 없거나, 인터넷 회선 이용이 불가능 할 경우

원격 모니터링을 수행 할 수 없다. 인터넷망의 부재로 원격 접속이 불가능한 모니터링 구역의 경우, 시스템 관리자가 주기적으로 방문하여 자료를 내려 받아야 되며, 실시간으로 분석하는 것이 불가능하다. 하지만 스마트폰은 인터넷 회선이나 Wi-Fi 망 없이 3G 망을 통해 인터넷 접속이 가능하므로, 모니터링 구역의 선택에 다소 자유로운 점이 있다. 또한, 이러한 장점에도 불구하고, 원격 모니터링 분야에서 스마트폰을 활용한 연구는 아직 미흡한 실정이다.

따라서, 본 연구는 스마트폰 기술을 이용하여 원격 모니터링이 가능한 모니터링 앱을 설계하고 개발하는데 그 목적을 둔다. 이를 위해, 스마트폰을 이용하여 대상 구역을 일정 시간 간격으로 모니터링하고, 획득된 정보를 3G 또는 Wi-Fi 망을 통하여 서버로 자동 전송이 가능한 스마트폰 앱을 개발하고, 기 연구된 모니터링 시스템과 비교 고찰을 통해 스마트폰의 적용 가능성 및 효율성을 살펴보고자 하였다.

## 2. 관련 연구

### 2.1 카메라 기반의 원격 모니터링 시스템

일반적으로 카메라 기반의 원격 모니터링 시스템은 그림 1과 같이 카메라, 카메라 제어 컴퓨터, 인터넷 망으로 구성된다. 그리고 원격 모니터링 시스템의 규모는 연구 지역 및 대상, 설치 장소에 따라 수대의 카메라가 필요하다. 카메라는 사람의 눈과 같은 역할을 하며, 사용자가 영상 획득이 필요한 ROI(region of interest)를 촬영하는데 이용된다.

카메라에서 획득된 영상은 이미지 프로세싱 과정을 통해 실내위치인식[15], 로봇 길 안내[8], 화산 활동 탐지[10] 등에 이용된다. 카메라 제어 컴퓨터는 카메라에서 영상을 수집, 분석하여 인터넷 망을 통해 시스템 관리 센터로 전송하는 역할을 한다. 이 시

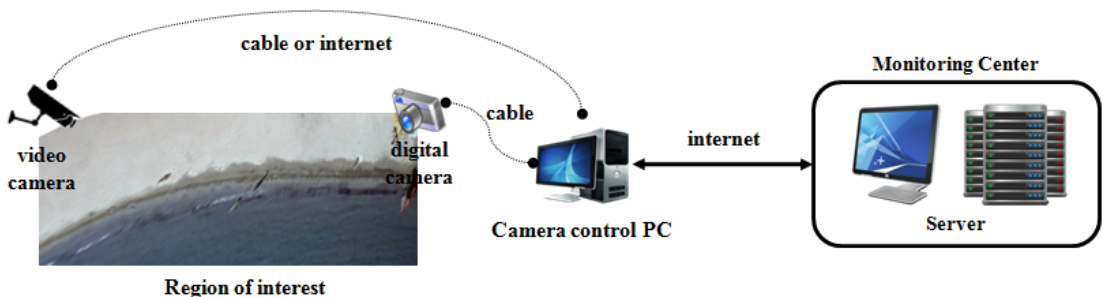


그림 1. 카메라 기반의 원격 모니터링 시스템 구성

시스템은 장비 설치를 위해 별도의 설치 장소 확보가 필요한 단점이 있다. 최근에는 CCD(charge coupled device) 카메라, 웹 서버, 네트워크 인터페이스 장치 모듈이 탑재된 IP 카메라[22]의 등장으로, 별도의 카메라 제어 컴퓨터가 필요 없게 되었다. 하지만, IP 카메라의 경우, 단순히 영상을 실시간으로 전송하는 기본 기능 이외 사용자가 원하는 기능을 추가할 수 없는 단점이 있다. 이 문제를 해결하기 위해서는 IP 카메라 외에 별도의 카메라 제어 컴퓨터가 필요하다. 이외에도 방수 기능이 탑재된 카메라와 Wi-Fi 기능이 탑재된 무선 카메라가 출시되었다.

원격 모니터링 시스템은 방재, 보안, 환경 분야 등에서 주로 활용된다. 방재 분야에서 카메라를 이용하여 해일을 감시하는 시스템 개발에 관한 연구가 수행되었고[14], 보안 분야에서 네트워크 카메라에서 무선 인터넷을 통해 서버로 영상을 전송하고 이를 이용하여 침입자를 추적하는 지능형 감시 시스템에 관한 연구가 수행되었다[17]. 환경분야에서 비디오카메라를 이용한 해안선의 변화 탐지 시스템을 구축하고 장기간의 해안선 변화 연구[4, 5], 하구 사주의 변화 모니터링 연구[18, 19]가 수행되었다. 또한, 웹캠을 이용하여 해안 쓰레기를 모니터링 하는 연구가 수행되었다[7]. 이 연구들에서 원격 모니터링 시스템은 ROI를 대상으로 특정 시간 마다 영상을 촬영하고 인터넷을 통해 서버로 전송하거나, 모니터링 센터에서 카메라에 접속하여 영상을 획득한다. 이 시스템을 구축하기 위해 카메라의 설치 장소와 인터넷 회선 설치 등이 필요하며, 모니터링 장소에 따라 시스템을 구축할 수 없는 경우도 발생한다. 이러한 문제 해결을 위해 별도의 인터넷 회선 없이도 언제 어디서나 네트워크에 접속이 가능하고, MEMS 센서를 탑재하여 협소한 장소에서도 설치, 운영이 가능한 스마트폰을 이용한 모니터링 시스템 구축에 관한 연구가 필요하다.

## 2.2 안드로이드 플랫폼

안드로이드(Android)는 운영체제, 미들웨어 및 핵심 응용프로그램을 포함하는 휴대기기용 소프트웨어 스택으로, 휴대 전화를 비롯하여 MP3 플레이어와 같은 휴대기기에도 적용된다[2]. 안드로이드 운영체제는 리눅스 기반의 개방형 운영체제로 3.2 버전까지 출시되었으며, 우리나라에서는 스마트폰에 2.3.3 버전이 주로 이용되고 있다. 또한, Android

software development kit(SDK)를 이용하여 카메라, GPS 등 하드웨어와 SMS 송수신 등의 스마트폰 기본 기능에 접근 및 제어 가능한 APIs를 제공한다[11]. 이를 이용하면, 안드로이드에서 기본으로 제공되는 응용프로그램 이외 사용자의 요구에 맞춘 응용프로그램 개발이 가능하다. 안드로이드의 아키텍처는 어플리케이션, 어플리케이션 프레임워크, 라이브러리, 안드로이드 런타임, 리눅스 커널로 구성된다. 어플리케이션은 Short Message Service(SMS) 프로그램, 지도, 웹 브라우저 등으로 구성되어 있다[3]. 어플리케이션 프레임워크는 Activity Manager, Window Manager, Content Providers, View System, Package Manager, Telephony Manager, Resource Manager, Location Manager, Notification Manager를 제공하여, 이를 이용하여 알람 등록, 위치 정보 획득, 백그라운드 서비스 실행 등을 수행할 수 있다. 라이브러리는 Media Framework, SQLite, WebKit, Surface Manager, OpenGL/ES, SGL, FreeType, libc, SSL로 구성되며, 파일 데이터베이스, 3D 그래픽 등이 이용가능하다. 안드로이드 런타임은 코어 라이브러리와 달빅 가상 머신(Dalvik Virtual Machine)으로 구성된다. 리눅스 커널은 Display driver, Camera Driver, Flash Memory Driver, Binder (IPC) Driver, Keypad Driver, Wi-Fi Driver, Audio Drivers, Power Management로 구성되며, 하드웨어 제어에 필요한 드라이버를 제공한다.

안드로이드는 오픈 플랫폼을 채택하였고, 다양한 종류의 APIs를 제공하여 응용프로그램 개발 및 테스트가 용이한 장점이 있다. 또한, 안드로이드에서 Intent 핸들러(Activity, Service, BroadcastReceiver 등)를 이용하면, 시스템에서 발생하는 메시지를 처리하거나 응용프로그램에서 다른 모듈의 기능을 호출하는 것이 가능하다. 이는 수신된 SMS를 이용하여 스마트폰 위치추적, 원격 스마트폰 초기화 등 스마트폰을 원격으로 제어하는 것이 가능하다. 스마트폰을 기반으로 한 연구는 카메라, 가속도계, 자기 센서 등 MEMS 센서를 이용한 연구가 주로 수행되었다. MEMS 센서를 이용하여 대기 투명도 모니터링(atmospheric visibility monitoring), 증강현실(AR, augmented reality) 연구가 수행되었다[9, 12]. 이외에도 스케줄, 지도 서비스 등과 같이 스마트폰의 기본 기능을 이용한 연구도 수행되었다[21].

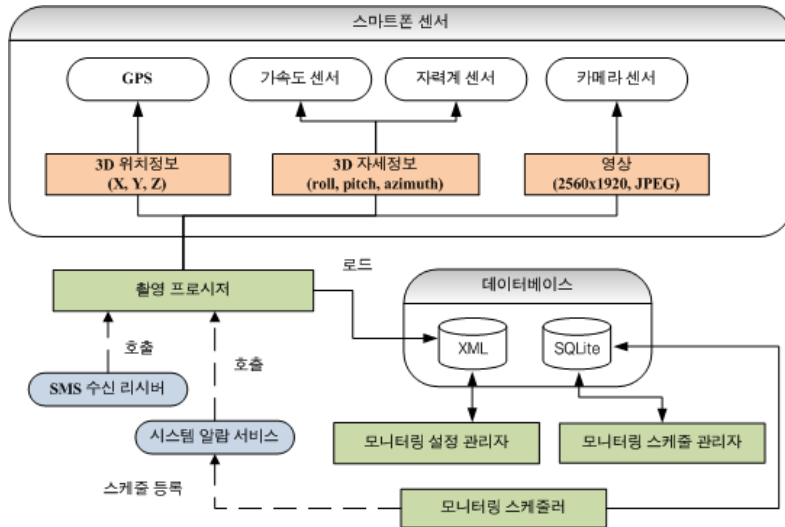


그림 2. 모니터링 앱 구성도

### 3. 스마트폰을 이용한 모니터링 앱 설계

본 연구는 스마트폰에 내장된 고해상도 카메라를 이용한 원격 모니터링을 수행하기 위한 앱 개발을 목표로 이루어졌다. 스마트폰을 이용한 원격 모니터링을 수행하기 위해서는 액티비티(Activity)의 생명 주기를 고려한 설계가 필요하다. 액티비티는 사용자가 원하는 작업을 수행할 수 있도록 화면을 제공하는 역할을 하며, 안드로이드에서 앱이 실행되면 액티비티 하나가 생성된다. 액티비티의 프로세스 우선 순위는 빈 프로세스(empty process), 백그라운드 프로세스(background process), 시작된 서비스 프로세스(started service process), 화면에 보이는 프로세스(visible process) 그리고 활성 프로세스(active process) 순으로 높다[11].

안드로이드는 응용프로그램 실행을 위한 자원 확보를 위해 우선순위가 낮은 프로세스는 사전 경고 없이 종료될 수 있다. 이는 원격 모니터링 시스템과 같이 특정 시간에 따라 운영되는 시스템은 안드로이드의 생명주기로 인해 어려움을 야기한다. 우리는 이러한 문제를 해결하기 위해 안드로이드의 Alarm-Manager를 이용하였다. AlarmManager는 CPU 시간을 이용하여 AlarmManager에 등록된 Intent를 호출한다. 그러므로, AlarmManager에 등록된 Intent는 해당 응용프로그램이 종료되더라도, 시스템에 의해 자동 호출된다. 또한, 사용자는 Broadcast-Receiver를 이용하여 시스템에서 발생하는 이벤트나

응용프로그램의 메시지에 응답하는 응용프로그램 개발이 가능하다. 예를 들어, BroadcastReceiver를 이용하면 휴대폰기기의 부팅 완료, 화면의 On/Off, SMS 수신 등에 사용자가 개발한 프로그램 수행이 가능하다.

원격 모니터링 시스템을 위한 모니터링 앱은 모니터링 설정 관리자, 모니터링 스케줄 관리자, 모니터링 스케줄러, 촬영 프로시저로 구성된다(그림 2).

모니터링 설정 관리자는 XML 파일을 이용하여 모니터링 환경설정 정보(표 1)를 관리한다. 모니터링 스케줄 관리자는 SQLite database를 이용하여 분 단위의 모니터링 스케줄을 관리한다. 모니터링 스케줄러는 SQLite database에 모니터링 스케줄을 1시간 간격으로 검사하고, 해당 시간에 모니터링이 수행 되도록 AlarmManager에 촬영 프로시저를 등록한다. 촬영 프로시저는 환경설정 정보에 따라 영상, 3차원 위치정보, 3차원 자세정보 등을 처리한다. SMS receiver는 SMS로 요청된 모니터링 정보에 따라 촬영 프로시저 호출, 스케줄 관리 등을 수행한다.

모니터링 앱은 모니터링 설정 관리자를 이용하여 모니터링 정보, 모니터링 결과, 카메라 설정, 모니터링 정보 저장 여부를 설정할 수 있다. 모니터링 정보의 영상 처리 방법은 사진 매수에 따라 촬영이 완료된 후 전체 영상에 대한 평균 영상 처리 등을 제공한다. 하지만 Java 기반의 앱은 영상 처리를 하는데 많은 시간이 소요된다. 그래서 자바와 C/C++ 모듈을 연결해주는 JNI(Java Native Interface)와

표 1. 모니터링 앱의 환경설정 정보.

모니터링 정보	모니터링 지점명
	사진 촬영 간격 (초)
	사진 매수 (장)
	영상 처리 방법
카메라 정보	카메라 포커스
	화이트 밸런스
	색상 효과 (MONO 등)
	카메라 플래쉬
모니터링 정보 저장 여부	촬영일자 저장 여부
	GPS 저장 여부
	가속도 센서 정보 저장 여부
	자기 센서 정보 저장 여부
	3차원 자세정보 저장 여부
모니터링 결과 전송	전송 여부
	전송 방식
	서버 주소
기타	자동 실행

Android NDK(native development kit)을 이용하여 별도의 C 라이브러리를 개발하였다.

모니터링 앱은 화면을 구성하는 패키지를 제외한 9개의 패키지로 구성하였고, 그 구성은 kr.SIE.Util, kr.SIE.Schedule, kr.SIE.Sensor, kr.SIE.Receiver, kr.SIE.Logger, kr.SIE.Image, kr.SIE.Values, kr.SIE.Setting, kr.SIE.TransferService이다(그림 3). kr.SIE.Util 패키지는 SQLite를 이용하기 위한 DBHelper와 DBAdapter를 제공한다. kr.SIE.Schedule은 SQLite를 이용하여 모니터링 스케줄을 관리하는 역할을 수행한다. kr.SIE.Sensor 패키지는 3차원 위치정보와 자세정보를 센서에서 획득하고 반환하

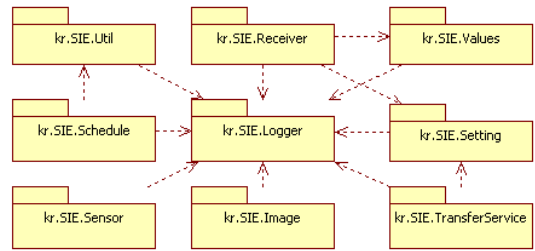


그림 3. 모니터링 앱의 패키지 다이어그램

는 역할을 한다. kr.SIE.Receiver 패키지는 스마트폰의 부팅, SMS 수신, 영상 촬영 요청 등 메시지 이벤트를 처리한다. kr.SIE.Logger 패키지는 모니터링 앱에서 발생하는 예외 메시지, 디버깅 메시지 등을 기록을 수행한다. kr.SIE.Image 패키지는 안드로이드 NDK를 이용하여 개발된 영상 처리 라이브러리 호출을 위한 함수를 제공한다. kr.SIE.Values 패키지는 스마트폰의 부팅, SMS 수신, 영상 촬영 등 이벤트 처리를 위한 키워드를 제공한다. kr.Sie.Setting 패키지는 모니터링 앱의 환경설정 정보를 반환한다. kr.SIE.TransferService 패키지는 촬영된 영상과 정보를 서버로 전송하는 역할을 수행한다.

#### 4. 스마트폰을 이용한 모니터링 앱 구현

원격 모니터링을 위한 스마트폰 앱은 정해진 스케줄에 따라 사진을 촬영하고, 고해상도 영상, 3차원 위치정보 그리고 3차원 자세정보를 서버로 전송 가능하도록 구현되었다. 모니터링 앱은 안드로이드 2.3 SDK를 이용하여 Samsung Galaxy S에서 실행되도록 개발되었다. 소프트웨어를 실행하면, 시작, 종료, 스케줄 관리, 환경설정, 자동 촬영 테스트 실행이 가

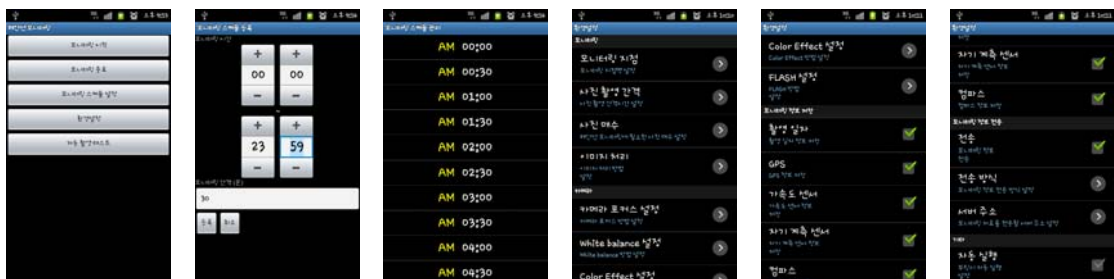


그림 4. 모니터링 소프트웨어의 구현화면 (a) 시작 화면. (b) 모니터링 스케줄 설정. (c) 모니터링 스케줄 관리. (d, e, f) 모니터링 환경설정.

식별 ID 5 bytes	제어코드 3 bytes	모니터링 지점 10 bytes	사진촬영간격 3 bytes	사진 매수 2 bytes	영상 처리 방법 1 byte
카메라 포커스 1 byte	화이트 밸런스 1 byte	색상 효과 1 byte	카메라 플래쉬 1 byte	촬영일자 저장 1 byte	GPS 저장 1 byte
가속도 센서 정보 저장 1 byte	자기 계측 센서 저장 1 byte	3차원 자세정보 저장 1 byte	모니터링 정보 전 송 1 byte	전송 방식 1 byte	서버 주소 30 bytes

그림 5. 모니터링 앱의 SMS 제어 문자열 구조

ENVAP	999	MS1	005	03	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	<a href="http://upload.mon.or.kr/upload.jsp">http://upload.mon.or.kr/upload.jsp</a>
-------	-----	-----	-----	----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

그림 6. 모니터링 앱의 SMS 제어 문자열 예제

능한 시작화면이 나타난다(그림 4a). 시작버튼은 모니터링 스케줄에 등록된 스케줄을 이용하여, 정해진 시간에 촬영이 되도록 모니터링 스케줄러를 실행하고, 종료버튼은 모니터링 스케줄러를 종료한다. 스케줄 관리에 스케줄 설정 버튼을 클릭하면 모니터링 스케줄을 분 단위로 등록하는 관리화면이 실행된다(그림 4b, c). 사용자가 환경설정 버튼을 클릭하면, 모니터링 옵션 설정이 가능한 화면이 실행된다(그림 4d, e, f). 모니터링 옵션은 모니터링 정보, 정보 전송, 카메라 촬영 정보 등의 설정을 가능하게 한다.

모니터링 앱은 SMS를 이용하여 환경설정이 가능하도록 구현하였다. SMS 제어 문자열 구조는 헤더(header) 부분과 정보 부분으로 구성된다(그림 5). 헤더 부분은 식별ID(5 bytes), 제어코드(3 bytes)로 구성된다. 정보 부분은 헤더의 제어코드에 따라 구성이 달라진다. 만약, header 부분의 제어코드가 999이면 모니터링 앱의 환경설정 정보가 변경되며, 정보 부분은 모니터링 지점(10 bytes) 사진촬영간격(3 bytes), 사진매수(2 bytes), 이미지처리(1 byte), 카메라포커스(1 byte), 화이트 밸런스(1 byte), 색상 효과(1 byte), 카메라 플래쉬(1 byte), 촬영일자저장(1 byte),

GPS저장(1 byte), 가속도 센서 정보 저장(1 byte), 자기 센서 정보 저장(1 byte), 3차원 자세정보 저장(1 byte), 모니터링 결과 전송(1 byte), 전송방식 저장(1 byte), 서버주소(30 bytes)로 구성된다(그림 6).

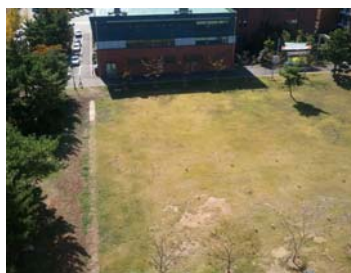
### 5. 실험 및 고찰

본 연구에서 개발된 모니터링 앱의 수행성 평가를 위한 실험은 그림 7과 같이 부산광역시에 소재한 대학교 캠퍼스 내에서 이루어졌다. 이를 위해 약 28 m 높이의 건물 옥상에서 11시 10분부터 20분 간격으로 영상을 자동 촬영하고, 서버로 자동 전송되도록 설정하였다. 그리고 스마트폰의 고정을 위해 아크릴판을 이용하여 약 60° 기울기를 가지도록 설계하고 제작하였다(그림 7a). 그림 7b와 7c는 11시 10분부터 15시 30분까지 20분 간격으로 자동 촬영된 영상에서 11시 10분과 15시 30분 영상이며, 표 2는 각 영상에서 획득된 GPS, 가속도 센서, 자기 센서, 3차원 자세 정보, 초점 거리 정보를 나타낸다.

모니터링 앱에서 획득된 정보에서 스마트폰의 3차원 위치를 결정하는 GPS 정보와 3차원 자세를 결정



(a)



(b)



(c)

그림 7. 현장사진(a)와 모니터링 앱에서 서버로 전송된 영상 (b) 11시 10분 (c) 15시 30분

표 2. 모니터링 앱에서 서버로 자동 전송된 각 영상의 정보

	11시 10분	15시 30분
날짜 (YYYYMMDD_HHMMSS)	20111025_111006	20111025_153008
위도(deg)	35.13501311	35.13501445
경도(deg)	129.10661364	129.10654491
높이(m)	82.50000000	55.50000000
가속도 X축 (m/s <sup>2</sup> )	9.270349	9.232041
가속도 Y축 (m/s <sup>2</sup> )	0.229843	0.191536
가속도 Z축(m/s <sup>2</sup> )	4.673482	4.520253
자기 센서 X축 (uT)	-108.000008	-110.800003
자기 센서 Y축 (uT)	19.600000	16.000000
자기 센서 Z축 (uT)	22.400002	22.800001
방위각 (deg)	63.000004	63.000004
피치 (deg)	-1.000000	-1.000000
롤 (deg)	73.000000	76.000000
초점거리(mm)	3.790000	3.790000

하는 센서의 정보가 변화를 보였다. GPS 정보는 GPS를 촬영하기 전 활성화하고, 촬영 완료 후에는 비활성화 상태로 변경하여 획득하였기 때문에, 촬영 때마다 값이 달라지는 현상을 보였다. 자세 정보의 변화는 센서의 민감도에 따른 미세한 변화로 볼 수 있지만, 본 실험에서 약 28m에서 스마트폰을 설치하고 촬영을 실시하였기 때문에 바람에 의한 영향으로 판단된다.

본 연구에서 제안한 스마트폰 기반의 원격 모니터링 방법의 적용 가능성과 효율성 평가를 위해 [19]이 개발한 비디오 모니터링 시스템(사례연구 1)과 연관 연구와 관리를 위해 Elshoff와 Stanley에 의해 개발된 Argus station의 최신 버전인 Argus III(사례 연

구 2)[5]와 비교하였다. 표 3은 본 연구에서 개발된 모니터링과 앞서 언급한 2가지 방법별 카메라 종류, 카메라 해상도, 영상 전송 방법, 카메라 외 설치장비, 카메라 외 센서 지원, 비용을 비교한 것이다.

모니터링에 이용된 카메라는 사례연구 1, 2에서 비디오카메라를 이용하였고, 반면 본 연구에서는 스마트폰에 내장된 CMOS 카메라를 이용하였다. 카메라 해상도는 사례연구에서 각 640×480(약 30만 화소), 1024×768(약 80만 화소)이었고, 본 연구에서는 2592×1944(약 500만 화소)를 지원하였다.

비디오카메라의 장점은 저해상도의 영상을 실시간으로 전송 가능한 장점이 있다. 그러나 저해상도의 영상은 이미지 처리를 통해 물체를 식별하거나

표 3. 본 연구에서 제안한 원격 모니터링 방법과 이전 연구와의 비교

	사례 연구 1[19]	사례 연구 2[5]	제안 방법
카메라 종류	비디오카메라	비디오카메라	CMOS 카메라
카메라 해상도	640 x 480	1024 x 768	2592 x 1944
영상 전송 방법	유선 인터넷	유선 인터넷	3G, Wi-Fi
카메라 외 설치 장비	영상 저장장치, 전송장치 설치 필요	호스트 리눅스 컴퓨터 설치 필요	스마트폰만 설치
카메라 외 센서 지원	없음	없음	GPS, 가속도 센서, 자기 센서, 조도 센서 등
장비구입비용	약 150만원 미만		약 100만원 미만*
설치비용	고가	고가	저렴
운영비용	보통	보통	저렴

\* 스마트폰의 경우 개인사용자가 통신회사와 2년 약정을 체결 할 경우 일부 스마트폰의 가격은 0원.



자연 현상을 식별하는데, 고해상도의 영상에 비해 다소 정확도가 떨어지는 결과를 보인다. 따라서 일정 시간 간격으로 모니터링 수행이 필요한 경우 비디오카메라보다 일반 카메라를 이용한 촬영이 용이하다고 판단된다.

영상 전송 방법은 사례 연구 1, 2에서 유선 인터넷을 지원하였고, 제안 방법에서는 3G와 Wi-Fi를 지원한다. 유선 인터넷은 무선 인터넷에 비해 데이터 전송 속도가 빠른 장점이 있다. 그러나 인터넷 설치가 불가능한 장소에서는 모니터링 수행이 불가능하거나 서버로의 자동 전송이 불가능하다. 반면, 제안 방법은 3G를 통해 언제 어디서나 전송이 가능하고, Wi-Fi를 지원하는 장소에서는 속도가 느린 3G 대신 Wi-Fi를 통해 데이터 전송 속도의 향상이 가능하다. 카메라 외 설치장비는 사례연구 1, 2에서 별도의 영상 저장장비나 영상 전송을 위한 컴퓨터가 필요하였다. 반면, 제안 방법은 스마트폰 한 대로 영상촬영에서 자료 저장 및 전송이 가능하다.

카메라 외 센서의 지원은 사례연구 1, 2 모두 카메라 외 센서 지원은 없었다. 제안 방법은 GPS, 가속도 센서, 자기 센서 등을 통해 카메라 영상 외 자료가 획득 가능하였다. 이는 카메라에서 획득된 영상을 이용하여 기하보정을 수행하는데 유용한 자료로 이용가능하다. GCPs(ground control points) 또는 카메라의 내·외부 파라미터를 이용하여 기하보정을 수행할 수 있다. 이 때, 스마트폰에서 GPS, 자기와 가속도 센서에서 획득한 3차원 위치정보와 회전정보를 카메라 외부 파라미터(extrinsic parameter)로 이용가능하다. 그러나 본 연구에서 이용한 Galaxy S의 경우 자이로스코프 센서가 탑재되어 있지 않아, 기본으로 제공되는 3차원 자세정보 대신 Android SDK에서 제공되는 별도의 함수를 이용하여 직접 계산하는 것이 필요하다[11].

시스템 구축 및 운영비용은 일반적인 환경(설치장소 확보, 유선 인터넷 이용 가능 등)에서 사례연구 1, 2, 제안방법 모두 비슷한 비용으로 구축 및 운영이 가능하다. 하지만 일반적인 환경이 아닌 곳(유선 인터넷 이용 불가 등)에서는 제안방법에 비해 이전 연구의 시스템들은 인터넷 선로 작업 등에 많은 비용이 발생 된다.

그리고 새빛마이크로 VIJE IP-2000HW(CMOS, 약 200만 화소), VIJE IP-420HD(CCD, 약 42만 화소), 안정정보시스템 TX32-IRS(CCD, 약 32만 화소)

등 무선 네트워크를 지원하는 비디오카메라 (이하 무선 카메라)와 비교하면, 제안 방법이 보다 고해상도의 영상 촬영이 가능하다고 판단된다. 또한, 무선 네트워크 이용이 불가능할 경우 기존 유선 비디오카메라와 같이 일부 모델은 별도의 저장장비가 필요한 경우도 있다. 그리고 무선 카메라는 사용자가 개발한 프로그램 이식이 불가능하기 때문에 영상 수집 및 이미지 처리를 위한 별도의 컴퓨터가 필요한 단점이 있다.

## 6. 결론

기존 원격 모니터링 시스템은 전력시설 및 네트워크 구축 등으로 인해 설치 장소에 많은 제약이 발생하고, 회전 설치, 운영 등에 많은 비용이 발생하는 단점이 있다. 본 연구에서는 이러한 단점을 극복하기 위해 언제 어디서나 네트워크에 접속이 가능하고, 고해상도 카메라가 탑재된 스마트폰을 이용하였다. 스마트폰 기반의 모니터링 기술은 내장된 카메라, A-GPS, 가속도계, 그리고 자기 센서에서 고해상도 영상, 카메라 3D 위치, 카메라 3D 자세 정보를 3G 네트워크 환경을 이용하여 실시간으로 제공받을 수 있는 장점이 있다. 또한, 스마트폰 하나로 원격 모니터링이 가능하므로 협소한 장소에도 설치 가능하다. 본 연구에서 제안한 스마트폰용 모니터링 앱은 앱의 환경설정 정보를 SMS를 통해 원격으로 변경하거나, 스케줄에 따른 촬영 여부를 SMS로 받아볼 수 있는 장점이 있다.

향후, 스마트폰에 내장된 MEMS 센서의 정확도 검증과 별도의 전원 공급 없이 원격 모니터링이 가능한 촬영 장비 개발을 위한 지속적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

## 참고 문헌

- [1] G. H. Froman and J. Zahorjan, 1994, "The challenges of mobile computing," Computer, vol. 27, no. 4, pp. 38-47.
- [2] Google, 2011a, "Android용 Google 프로젝트," <http://code.google.com/intl/ko/android/>.
- [3] Google, 2011b, "What is Android?," <http://developer.android.com/guide/basics/what-is-android.html>



- [4] R. A. Holman, A. H. Sallenger Jr., T. C. Lippmann, J. W. Haines, 1993, "The application of video image processing to the study of near-shore processes," *Oceanography*, vol. 6, no. 3, pp. 78-85.
- [5] R. A. Holman, J. Stanley, 2007, "The history and technical capabilities of Argus," *Coastal Engineering*, vol. 54, pp. 477-491.
- [6] A. Holzer and J. Ondrus, 2011, "Mobile application market: A developer's perspective," *Telematics and Informatics*, vol 28, pp. 22-31.
- [7] S. Kako, A. Isobe and S. Magome, 2010, Sequential monitoring of Beach litter using webcams, *Marine pollution Bulletin*, 60, pp. 775-559.
- [8] E. Kruse and F. M. Wahl, 1998, "Camera-based monitoring system for mobile robot guidance," *Proceedings of Intelligent Robots and System*,
- [9] T. Langlotz, C. Degendorfer, A. Mulloni, G. Schall, G. Reitmayr and D. Schmalstieg, 2011, "Robust detection and tracking of annotations for outdoor augmented reality browsing," *Computers & Graphics*, vol. 35, no. 4, pp. 831-840.
- [10] Y. L. Maout, T. Sentenac, J. J. Orteu and J. P. Arcens, 2007, "Fire detection: a new approach based on a low cost CCD camera in the near infrared," *Process Safety and Environmental Protection*, vol. 85, no. B3, pp. 193-206.
- [11] R. Meier, 2010, *Professional android 2 application development*, Wiley Publishing.
- [12] S. Poduri, A. Nimkar, "G. S. Sukhatme, 2010, Visibility monitoring using mobile phones," <http://robotics.usc.edu/~mobilesensing/visibility/MobileAirQualitySensing.pdf>.
- [13] 강상구, 이기원, 2010, "위성영상정보 분석을 위한 안드로이드 스마트폰 앱 개발," *대한원격탐사학회지*, 제26권, 제5호, pp. 561-570.
- [14] 김윤도, 2005, "해일 감시 및 경보 시스템의 설계 및 구현," *부산대학교 산업대학원 석사학위논문*.
- [15] 김종배, 2008, "영상인식 기반의 위치기반서비스를 위한 실내위치인식 시스템," *한국공간정보시스템학회 논문지*, 제10권, 제2호, pp. 49-62.
- [16] 김희관, 조현달, 2009, "실내 정보 가시화에 의한 u-GIS 시스템을 위한 Marketless 증강현실 방법," *한국공간정보시스템학회 논문지*, 제11권, 제1호, pp. 195-199.
- [17] 박정현, 이민영, 심귀보, 2008, "모바일 로봇 및 네트워크 카메라 기반 지능형 감시 시스템 설계, 한국지능시스템학회 논문지," 제18권, 제4호, pp. 476-481.
- [18] 박정현, 윤한삼, 유창일, 류청로, 2010, "비디오를 이용한 하구 사주 변화 모니터링 시스템(II) - 낙동강 하구역 연안사주(도요등) 동측 해안선을 중심으로-", *한국마린엔지니어링학회지*, 제32권, 제4호, pp.575-584.
- [19] 윤한삼, 류승우, 강태순, 2008, "비디오를 이용한 하구 사주 변화 모니터링 시스템(I) - Hardware System 구축을 중심으로 -," *한국마린엔지니어링학회지*, 제32권, 제4호, pp. 630-636.
- [20] 이영호, 김종훈, 김재권, 민경필, 정은영, 박동균, 2010, "스마트 폰 기반의 당뇨병 환자를 위한 개인 맞춤형 식단 관리 시스템," *한국콘텐츠학회논문지*, 제10권, 제12호, pp. 1-9.
- [21] 이하정, 이양원, 2010, 개인스케줄과 지도서비스를 결합한 안드로이드 스마트폰 앱의 구현, *한국지도학회지*, 제10권, 제2호, pp. 103-111.
- [22] 최만기, 정필화, 정호영, 박종천, 2010, "철도차량 IP 카메라 시스템 적용에 대한 고찰," *한국철도학회 2010년도 춘계학술대회논문집*, pp. 187-195.

---

논문접수 : 2011.08.09

수정일 : 2011.09.19

심사완료 : 2011.10.25



이성규

2008년 부경대학교 위성정보과학과 공학사

2011년 부경대학교 대학원 지구환경시스템과학부 위성정보과학전공 공학석사

2011년~현재 부경대학교 공간정보시스템공학과 박사과정 재학

관심분야는 공간정보서비스, 웹GIS, 원격탐사, 영상처리



김진수

2003년 부경대학교 대학원 토목공학과  
공학석사

2007년 부경대학교 대학원 토목공학과  
공학박사

2011년 前 부경대학교 측량연구실 연

구원

2011년~현재 (주)ZEN21 선임연구원

관심분야는 사진측량학, 원격탐사, GIS, GPS



최철웅

1999년 부산대학교 토목공학전공 공학  
박사

2001년 측량 및 지형공간정보기술사

2002년~현재 한국지형공간정보학회

편집위원

2001년~현재 부경대학교 공간정보시스템공학과 정교  
수

관심분야는 국토계획, 도시모델링



김영섭

1992년 일본 동경대학교 대학원 이학  
박사

2011년 前 대한원격탐사학회 회장

1992년~현재 부경대학교 공간정보시  
스템공학과 정교수

관심분야는 위성환경학