

## Location Detection and Visualization for Buried Victims Using Wireless Communication Technology in Disaster Area

Woo Sik Lee<sup>+</sup>, Hyoun Seok Moon

ICT Convergence and Integration Research Institute, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology, 283, Goyangdae-ro, Ilsanseo-gu, Goyang-si, Gyeonggi-do, Korea

### Abstract

The aim of this study is to suggest methodologies of location detection and information provision for buried victims in the collapsed area. Since the collapse accidents in urban areas can occur in diverse disaster environments such as earthquake, terrors and fire, it is essential to identify the location of buried victims for rapid and safe rescue. For this purpose, this study presented the following methodologies: First, we developed a wireless communication module that can acquire location information by using WiFi in smartphones possessed by a majority of urban residents in Korea and then built an operation program that can implement a detection system for buried victims. Second, the location information of buried victims was visualized on the two-dimensional map and tested for verification on fields. Based on the suggested methodologies, if a packaged equipment is developed along with the algorithm, it is expected that these technologies will be helpful in rescuing buried victims rapidly.

**Key words:** Collapse accident, Buried victims, Location information, Unmanned Aerial Vehicle(drone), Wireless Communication

### 1. 서론

최근 크고 작은 재난 발생으로 인하여 국민의 재난 발생에 대한 우려와 사회적 불안감이 커지고 있다. 이를 해소하기 위해 정부 차원에서의 구체적이고 신속한 대책 마련이 시급한 실정이다. 최근 산업화, 도시과밀화를 통해 시설물이 점점 대형화, 고층화되고 있으며, 붕괴사고 발생 시, 엄청난 피해가 발생할 수 있다. 또한, 도심지 지하시설물의 노후화와 대심도화로 인하여

대규모 붕괴 위험이 점차 높아지고 있다(KICT, 2014). 과거의 주된 재난이었던 태풍이나 폭설 등 단순재해에 의한 피해는 예측기술의 발달과 그동안의 수많은 노력으로 점차 감소하는 추세이지만, 최근 발생하는 대규모 인적 재난에 대한 구호활동에는 체계적 시스템이 마련되어 있지 못한 실정이다. <Table 1>에서 보는 바와 같이 대형 건축물 붕괴사고는 세계 곳곳에서 발생되고 있다(Citizens' Coalition for Economic Justice, 2015). 도심지 시설물 붕괴와 같은 대규모 인적, 물적 재난사

<sup>+</sup> Corresponding author: Woo Sik Lee, Tel. +82-31-910-0566, Fax. +82-31-910-0562, e-mail. [wslee@kict.re.kr](mailto:wslee@kict.re.kr)

Table 1. Current status of the large-scale collapsed accidents for buildings in the world

| Priority | Year of occurrence | Building name                  | Place of accident        | Damage status |       |
|----------|--------------------|--------------------------------|--------------------------|---------------|-------|
|          |                    |                                |                          | injured       | dead  |
| 1        | 2001               | World Trade Center             | NY, USA                  | 0             | 2,763 |
| 2        | 2013               | Rana Plaza                     | Savar, Dhaka, Bangladesh | 2,500         | 1,100 |
| 3        | 1995               | Sampoong Dept Store            | Seoul, Korea             | 937           | 502   |
| 4        | 2011               | Canterbury Television Building | Canterbury, New Zealand  | 0             | 115   |
| 5        | 2010               | Lalita Park Building           | New Delhi, India         | 73            | 67    |
| 6        | 2006               | Katowice Trade Hall            | Katowice, Poland         | 170           | 65    |
| 7        | 2013               | Residential Building           | Mumbai, India            | 32            | 61    |
| 8        | 2013               | Maxima Superstore              | Riga, Latvia             | 0             | 54    |
| 9        | 1993               | Highland Towers                | Kuala Lumpur, Malaysia   | 0             | 48    |
| 10       | 2013               | Building                       | Thane, Mumbai, India     | 50            | 45    |

고가 발생 시, 매몰자가 어디에 매몰되어 있는지를 찾는 데에 많은 시간이 소요된다. 인명구조를 위해 위치 정보는 가장 중요한 작업 중 하나이다. 구조자 입장에서도 보다 안전하고 손쉬운 방법으로 위치정보를 인지할 수 있다면, 요구조자를 골든타임 내에 보다 신속하게 구조할 수 있을 것이다. 이와 같이 매몰자의 신속, 정확한 위치탐지와 가시화 기술은 긴급한 상황에서의 인명구조활동을 지원하기 위해 반드시 필요한 기술이다. 현재까지 인명탐지방법으로는 구조건을 이용한 방식과 함께 재래식 탐지기를 활용하여 왔다. 이는 인명구조에 장시간이 소요될 뿐 아니라 구조자가 붕괴지형 상부에서 탐지기기를 이용하여 탐지하는 방식으로 상당히 위험한 상황에서 구조작업을 진행하게 된다. 또한, 붕괴된 지형의 상세한 정보를 획득하는데 상당한 시간이 걸려 구조자가 상황 판단을 하거나 구조경로를 계획하는데 애로사항으로 작용하고 있다. 따라서 본 연구에서는 이와 같은 문제점들을 해결하기 위한 다양한 방법들을 제시하고자 한다.

## II. 붕괴사고 현장의 애로사항과 개선방안

### 1. 붕괴사고 현장의 애로사항

시설물 붕괴와 같은 재난상황 발생 시, 재난현장 상황정보 및 매몰자 위치 파악에 많은 시간이 소요됨으로 인하여 구조작업에 지장을 초래할 뿐 아니라 상당한 물적, 인적 피해를 야기시킨다. 따라서 신속하고 정확한 재난현장 상황정보 제공은 물론 안전한 구조작업 지원을 위한 매몰지점의 위치와 매몰자의 상태 정보를 탐지할 수 있는 초기 대응기술의 확보가 반드시 필요하다. 실제 도심지에서 재난사고가 발생하게 되면, 굉음과 함께 먼지, 콘크리트 파편 등으로 사고현장 및 주변 상황이 매우 혼란스러우며 소방공무원을 비롯한 경찰, 군 등 총동원 인원들이 현장에 도착하지만, 사고현장 도착 즉시 무엇을 해야 하는지 난감한 상황들이 펼쳐진다 (Lee, 2007). 이와 같이 사고 직후 발생할 수 있는 재난현장의 문제점을 요약하면 다음과 같다.

첫째, 재난 현장 접근이 용이하지 않다는 점이다. 이는 도심지에서 붕괴사고가 발생한 직후 사고 지역은 물



Figure 1. Preliminary survey for current disaster occurrence status

론 주변 교통상황이 마비되어 구조대가 신속히 진입하기가 어려운 점이다. 둘째, 재난상황 및 주변정보를 획득하는 데 어려움이 있다. 재난이 발생하게 되면 곧바로 상공에서 붕괴된 곳과 인근 상황을 신속히 파악하고 대책을 세워야 하나, 이 과정이 이루어지기까지는 상당한 시간이 소요된다는 점이다. 셋째, 매몰자의 위치정보 취득에 장시간이 소요된다(EBS, 2010). 현행 매몰자 탐지를 위한 영상장비, 음향장비, 전파장비 등이 활용되고 있으나, 재난 현장 상부를 구조자가 곧바로 투입되는 것은 2차 붕괴사고 등 안전상 어려울 뿐 아니라 구조자가 해당 장비를 메고 움직여야 함으로 많은 시간이 소요된다. 넷째, 생존자 상태정보의 취득이 어렵다. 즉 매몰자의 상태가 생존자인지 아닌지에 대한 판단이 어렵다는 것이다. 다섯째, 구조자에게 구조활동을 지원할 수 있는 양방향 통신 시스템이 갖추어져 있지 않아 어려움을 겪고 있다. 즉, 컨트롤 센터와 구조자 간 상호 정보교류가 이루어져 매몰자의 위치와 진입경로 등을 지시할 수 있는 일련의 시스템이 부재하다는 것이다.

## 2. 붕괴사고 현장의 개선방안

이와 같은 문제점들은 해결하기 위하여 본 연구에서는 현재 부각되고 있는 최신기술들을 조사 및 분석하여 재난현장에 맞도록 업그레이드하고 이를 패키지화하여 재난현장 맞춤형으로 개발하고자 한다. 특히, 최근 여러

분야에서 화두가 되고 있는 무인비행장치(Unmanned Aerial Vehicle) 즉, 드론(Drone)을 본 연구에 적극적으로 활용하고자 한다.

드론을 재난현장에 활용함으로써 얻게 되는 가장 큰 장점은 재난현장의 접근이 용이하고 현장 상황과 주변 상황의 영상정보를 거의 실시간으로 제공 받을 수 있다는 점이다. 또한, 취득한 영상정보를 바탕으로 3차원 붕괴지형정보 모델링을 구축함으로써 매몰자 구호 경로를 계획하고 피해 규모를 산정할 수 있다. 또한, 매몰자 위치정보 취득을 위해서는 무선통신기술과 센서기술을 활용함으로써, 매몰자의 위치정보와 상태정보까지 획득하는 것이 가능하게 된다.

## 3. 적용기술 구현 가능성 논의

붕괴사고 현장에서의 제반 문제점들을 개선하고자 적용하는 기술들이 구현 가능한가에 대하여 그동안 진행된 국내외 연구사례와 본 연구에서 분석한 자료를 바탕으로 논하고자 한다. 우선, 기존의 매몰자 탐지방법에는 크게 영상탐지장비를 활용한 방법, 음향탐지장비를 활용한 방법 및 전파탐지장비를 활용한 방법들이 있으며 각각의 특징을 살펴보면 다음과 같다. 영상탐지장비는 내시경카메라를 이용하며, 2m 이내의 물체를 식별할 수 있다는 특징을 가진다. 음향탐지장비는 주로 진동, 음향을 탐지하며, 30m의 탐지영역을 가진다. 전파탐지장비는 매몰자의 손가락, 흉부 등 움직임을 탐지

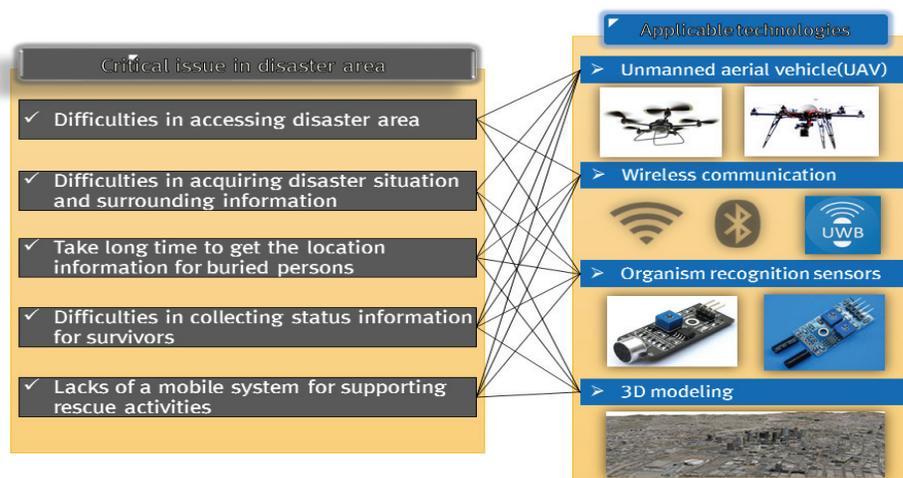


Figure 2. Application technologies for solving critical issues in disaster areas

하며, 움직임은 최대 30m, 호흡은 10m 이내에서 탐지할 수 있다. 즉, 기존 탐지방식들은 구조원이 직접 장비를 메고 이동하는 방식으로 탐지범위가 좁고, 탐지속도 또한 느리며, 붕괴지형 상부에 직접 투입되기 때문에 위험성을 내포하고 있어서 소형건물, 소수인명구조용으로 적합하다. 따라서 본 연구에서는 기존의 방식의 한계점을 극복하고자 다음과 같은 기술 및 장비를 사용하여 매몰자 위치 탐지에 활용하고자 한다. 무인비행장치의 경우, 건설 및 재난 현장에서 다양한 형태로 활용되고 있다. 일본에서는 태풍으로 인한 제방피해 복구를 위해 무인비행장치에서 취득된 영상을 바탕으로 3차원 제방 붕괴 모델을 구축하여 제방의 복구를 위해 필요한 자재와 인력을 파악하는데 활용하였다(Yamamoto, *et. al.*, 2014). 교량의 구조적 안정성 점검과정에서도 무인비행장치를 활용하여 교량 구조물의 영상을 획득하고 이를 분석하여 교량 유지관리 업무에 활용하였으며(Menti & Hamel, 2007), 도로 손상에 따른 3차원 변위 또한 무인비행장치를 활용하여 측정하기도 하였다(Zhang & Elaksher, 2012). 국내에서는 무인비행장치를 이용하여 저수지 피해규모 및 상황을 모니터링하고 파악하는 데 활용되었으며(Park & Park, 2015), 무인항공 사진측량을 이용하여 고해상도 공간정보를 취득하는데 활용되었다(Cho, *et. al.*, 2014). 그 외에 무인비행장치를 활용하여 공사 진행 현황을 모니터링하고 안전관리를 위한 도구로 활용되었다. 본 연구에서는 매몰자의 위치정보 획득을 위해 스마트폰을 활용하고자 한다. 스마트폰을 활용하는 이유는 크게 두 가지로 첫째, 도시민 거의 대다수가 스마트폰을 소지하고 있다. 2016년 한국의 스마트폰 보급률은 91%(2016년 3월 기준)로 세계 1위이며(Digital Times, 2016), 도시민의 경우 거의 대다수가 스마트폰을 소지하고 있다. 둘째, 스마트폰에는 다양한 종류의 센서들이 내장되어 있다. 즉, 제스처센서, RGB센서, 홀센서, 기압센서, 근접센서, 자이로센서, 가속도센서, 지자기센서, 온습도센서, 그 외에도 중력, 터치, 조도 등 다양한 센서들이 내장되어 있다. 이와 같은 센서들을 최대한 활용한다면 매몰

자의 위치측위 정확도를 높일 수 있을 것이다. 이와 같은 이유로 본 연구에서는 매몰자의 위치정보 획득을 위해 스마트폰에 이미 내장되어 있는 무선통신 및 센서 기술을 적극적으로 활용하고자 한다.

### III. 무선통신기반 매몰자 위치탐지 및 가시화 방법

#### 1. 매몰자 탐지 모듈의 메카니즘

일반적으로 위치인식을 위해 사용하는 전지구 위치항법시스템(GNSS, Global Navigation Satellite System), 특히 GPS의 경우 실외에서는 비교적 정확하게 작동하나, 실내에서는 그 신호를 받지 못해 위치를 특정하는 것조차 어렵게 된다. 도심지 붕괴사고와 같은 지하 공간 즉 실내와 유사한 공간에서의 위치탐지를 위해서는 GPS를 대신하여 무선통신기술을 활용하고자 한다. 본 연구의 대상이 일반 건물이 아니라 붕괴된 건물이라는 점을 감안하여 건물 잔해 속에서의 매몰자를 찾는 상황을 염두해 두고 최적의 무선통신기술을 찾아내고자 하였다. 실내 측위에 사용되는 무선 신호로는 Wi-Fi, 블루투스, LED, 초음파, 적외선 등이 있으며, 이들을 활용한 실내 측위 연구는 현재까지 활발하게 진행 중이다. 붕괴현장의 특성상 건축물 잔해는 대부분 철근콘크리트 벽체로 구성될 것이다. 따라서 매몰된 저층부에 위치한 매몰자를 찾아내기 위해서는 벽을 투과하는 특성을 지닌 무선 신호가 가장 적합할 것이다(Moon, *et. al.*, 2015). LED, 초음파, 적외선 등은 벽을 투과하지 못함으로 본 연구의 대상에서 제외되었다. 블루투스는 무선 AP(Access Point)가 없기 때문에 현장에 수많은 블루투스 비콘을 별도로 설치해야 하는 단점이 있다. UWB(Ultra Wide Band)는 넓은 대역폭 사용으로 타 주파수와 혼선을 일으킬 수 있어서 최소의 세기로 신호를 방출해야 한다. 벽 투과성은 좋으나, 송수신기 등 인프라를 별도로 구축해야 한다. 따라서 본 연구에서는 벽을 투과하는 특성을 가지고 현재 가장 널리 사용되는 기술이며, 인프라 설치에 추가비용이 소요

되지 않는 Wi-Fi를 매몰자 위치탐지 기술로 적용하고자 한다. 즉, 매몰자 위치탐지를 위한 Wi-Fi 무선통신 모듈을 제작하여 무인비행장치 내에 탑재하여 붕괴현장 상부에서 매몰자의 위치정보를 획득할 수 있는 일련의 기술을 개발하고자 한다. 이렇게 획득한 매몰자 위치정보는 무인비행장치에서 취득한 영상정보로 구축한 3차원 붕괴형상 모델링 상에 가시화하여 보여준다. 본 연구에서 개발하고자 하는 매몰자 위치탐지 및 가시화의 전체적인 개요는 다음 <Figure 3>과 같다.

## 2. 매몰자 탐지 회로 설계

매몰자 탐지 모듈 회로의 구성은 크게 네 부분으로 나누어진다. 매몰자 탐지 모듈의 위치 인식을 위한 GPS부, 휴대폰 감지를 위한 AP 모듈, 감지된 휴대폰 위치와 감도를 GPS 값과 매칭하는 MCU부, 매칭된 데이터를 통신사를 통해 서버에 송출하는 WCDMA 모듈로 나누어진다. 매몰자 탐지 모듈에 내장된 AP에는 임의로 부여한 SSID(Service Set Identifier)를 가지고 있다. 스마트폰의 Wi-Fi 설정에서 주변에 있는 AP들의 SSID

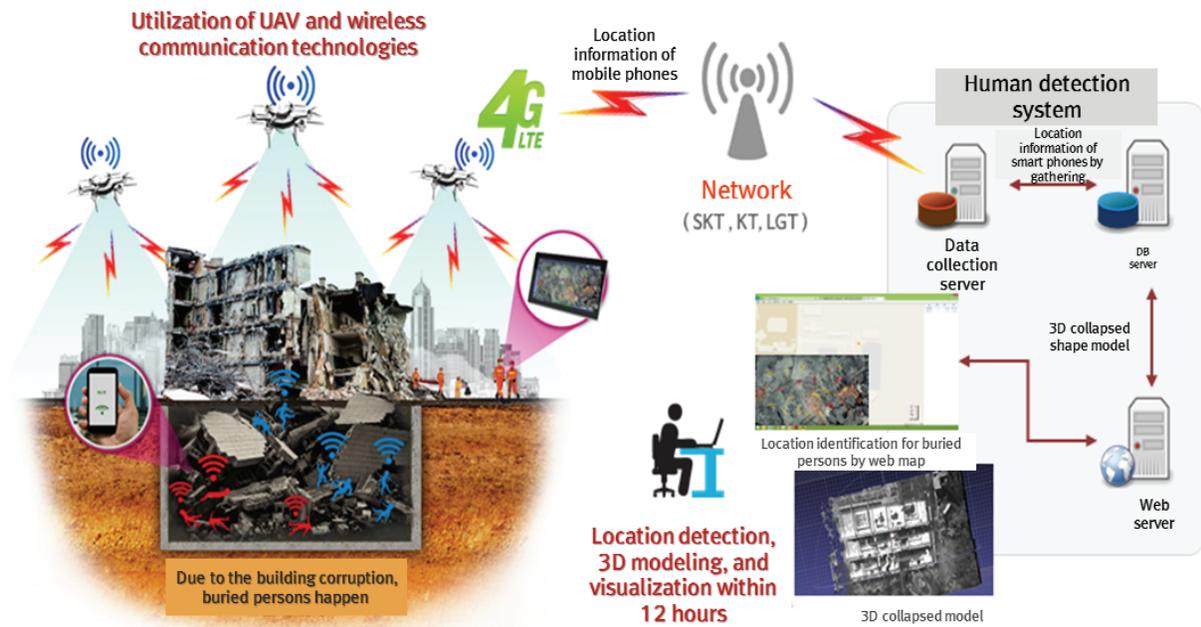


Figure 3. Overall framework of a detection process for buried victims with UAV

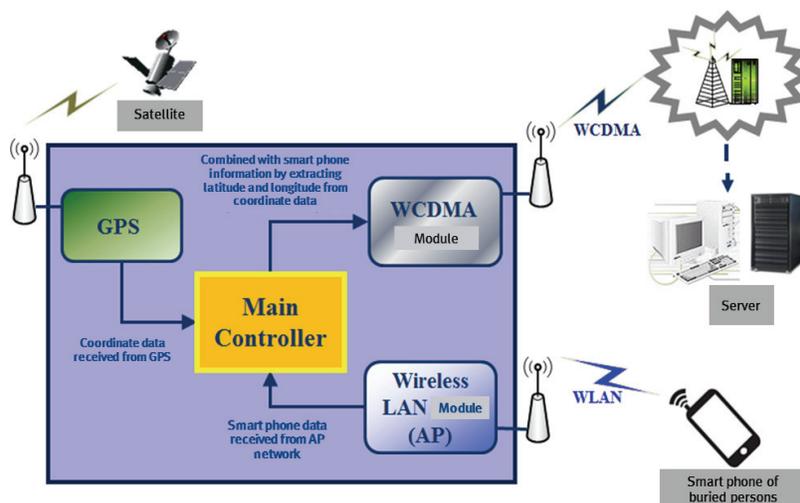


Figure 4. Block diagram of a detection module for buried victims

를 확인할 수 있는지 없는지를 알아내기 위해 자동으로 AP 탐색을 하게 된다. 매몰자 탐지 모듈에서 사용한 GPS 서비스는 표준측위서비스(SPS : Standard Position Service)로서 일반인이 사용 가능한 서비스이다.

표준측위 서비스의 특징은 삼각측량법으로서 최소 3대의 위성신호를 이용한 위치 측위법이다. 매몰자 탐지 모듈에서 찾아낸 휴대폰 위치정보를 통신사에 가입된 WCDMA용 USIM Chip을 사용하여 기지국을 통해 서버까지 데이터를 전송하는 방식을 사용하고 있다. WCDMA의 특징으로서는 데이터 통신을 위한 세션의 설정 후 데이터가 없을 경우 일시적으로 무선 자원을 해제하고 데이터 발생 시에 빠르게 재접속이 가능하다. 이에 언제 어디서든 특정한 방해전파가 발생되지 않는 지역에서는 데이터 전송의 이슈가 발생 시 딜레이 타임을 최소화하여 전송할 수 있다.

### 3. 매몰자탐지 PCB 제작

매몰자탐지 시작품 설계도면을 바탕으로 한 Main Board Artwork을 진행하였다. 다음 <Figure 5>는 Artwork을 수행한 그림이다.

인덕턴스(Inductance)는 배선의 길이에 비례하기 때문에 최대한 짧은 코스로 배선하도록 하였고 노이즈(Noise)가 발생하지 않도록 분리하였다. 솔더링(Soldering) 작업성을 높이기 위해 입력 패턴은 짧고 두껍게 배선하였으며, 전체적으로 분리하도록 하였다. 노이즈 방사를 적게 하기 위해 일반적인 프린트 기판의 회로에서 실시할 수 있는 유일한 방법으로 신호 전류의 루프(Loop) 단면적을 최소화 하였다. 상호 관계가 깊은 부품들의 배치를 밀집화하여 전체의 신호선 길이를 짧게 함으로써, 회로로부터의 노이즈 방사를 줄이고자 하였다. 고밀도 실장과 균일하고 낮은 임피던스(Impedance)의 기준 전위를 얻기 위해 양면 기판 구조로 제작하였다.

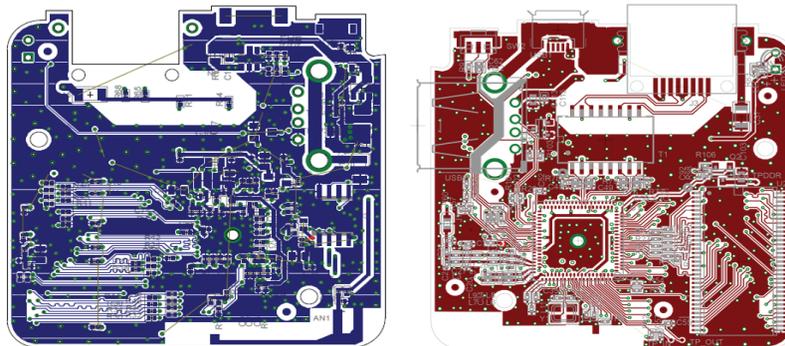


Figure 5. Artwork image of bottom and top

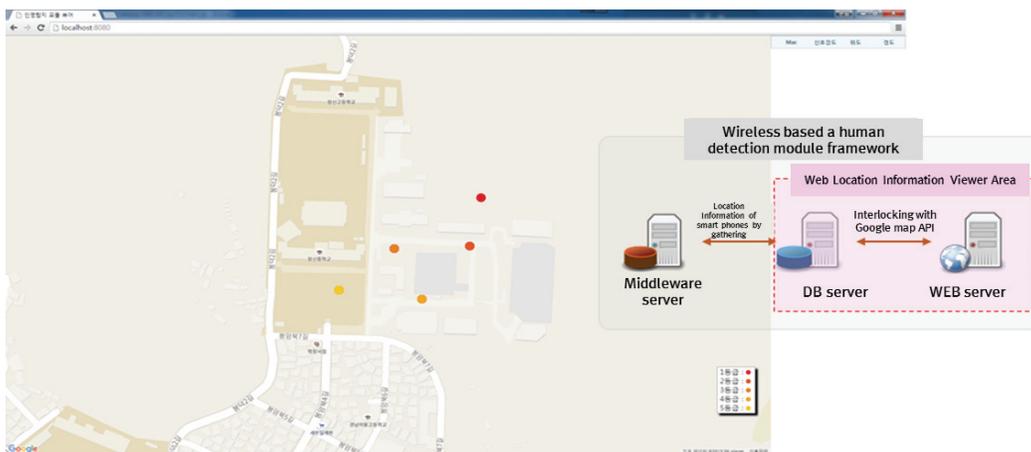


Figure 6. Web viewer program for visualizing the location for buried victims

#### 4. 위치 시각화 프로그램 개발

붕괴현장에 무선센서기술기반 매몰자 위치탐지 모듈을 탑재한 무인비행장치에서 획득된 매몰자들의 위치정보는 오픈 API 연동을 통한 구글맵에 위치 값과 신호강도를 표출하도록 하는 시스템을 개발하였다. 무선 모듈을 통해 신호가 측위되면 내부 메모리나 3G/4G 통신을 통해 높은 신호강도의 위치 값을 기록하게 된다.

구글맵에 휴대폰별 위치와 감도만을 보여 주고 Database와 엑셀 다운로드 기능을 추가하여 위치 데이터를 다른 용도로 활용할 수 있도록 개발하였다. 또한 매몰자 탐지 모듈 펌웨어 수정을 위한 PC 연결부에서는 매몰자 탐지 모듈 상에 있는 J-Tag Port를 이용하여 USB 컨버터를 아래 사진과 같이 연결하여 통신을 하도록 제작하였다.



Figure 7. Location detection module for buried victims

### IV. 실증테스트 및 결과

#### 1. 실증테스트

붕괴 현장에서의 매몰자 위치탐지 및 붕괴현장 3차원 형상 모델링 기술에 대한 검증 및 현장 적용 가능성



Figure 8. Field test in real site

을 테스트하기 위하여 경기도 남양주시 소재 수도권119 특수구조대 붕괴건물훈련장에서 실증 테스트를 수행하였다.

#### 2. 테스트 방법

건물 붕괴지역 주변에 스마트폰을 배치 후 매몰자 탐지 모듈에 GPS 연결 및 전원 공급 후 노트북에 테더링을 통한 웹 프로그램에 접근하여 스마트폰의 위치가 노트북 상의 현장 맵에 표출되는지 여부를 확인하였다. 외부 전원의 문제로 붕괴지형 상부의 탐지 성능을 확인하는 데에는 한계가 있었다.



Figure 9. GPS connection and power test



Figure 10. Positioning of mobile phones

본 테스트 환경에서 현장에 설치된 스마트폰 Wi-Fi 접속 후, 웹 프로그램 확인용 노트북에 테더링을 통한 휴대폰 위치 및 감도 확인 테스트를 진행하였다.

#### 3. 스마트폰 위치정보 획득

스마트폰 위치정보 취득을 위해 스마트폰 Wi-Fi 신호를 매몰자 탐지 모듈이 감지하여 현재 매몰자 탐지 모듈의 GPS 좌표와 함께 3G 통신망을 통하여 매몰자 탐지 시스템 에이전트 서버로 전송한다. 에이전트 서버

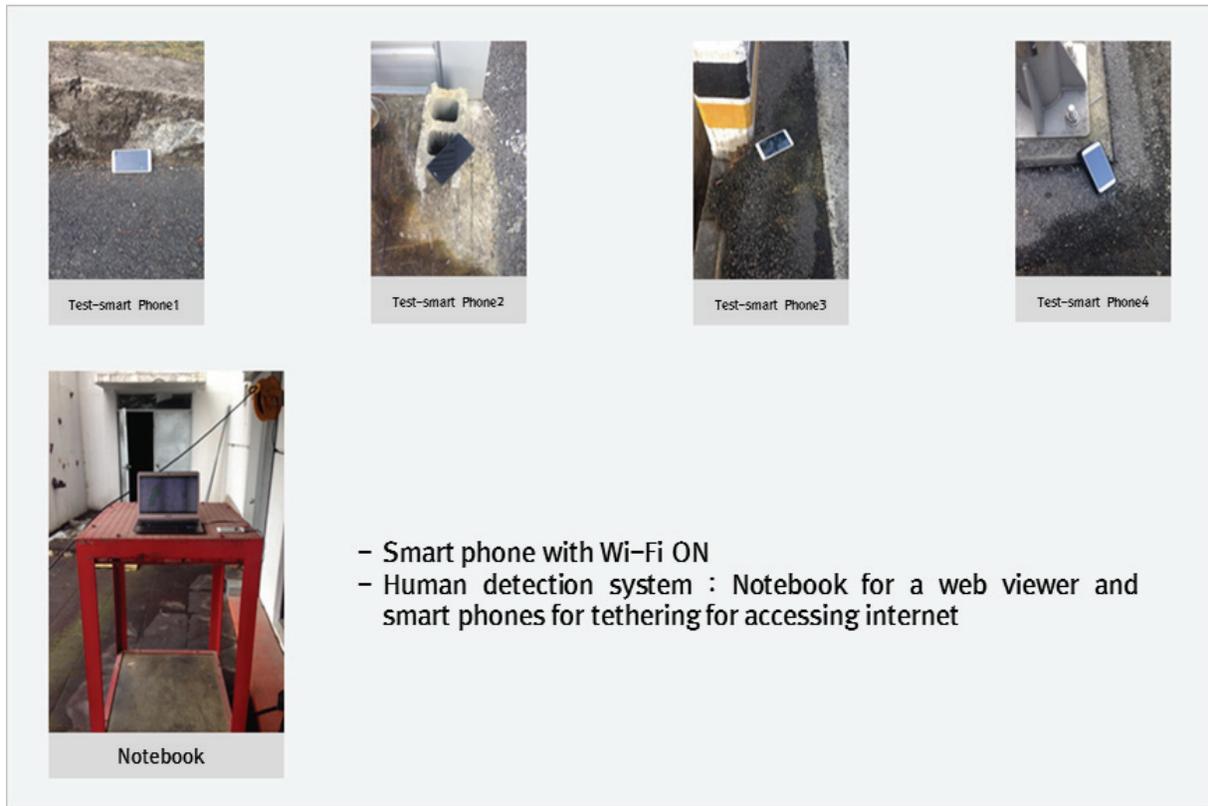


Figure 11. Detection test of mobile phones

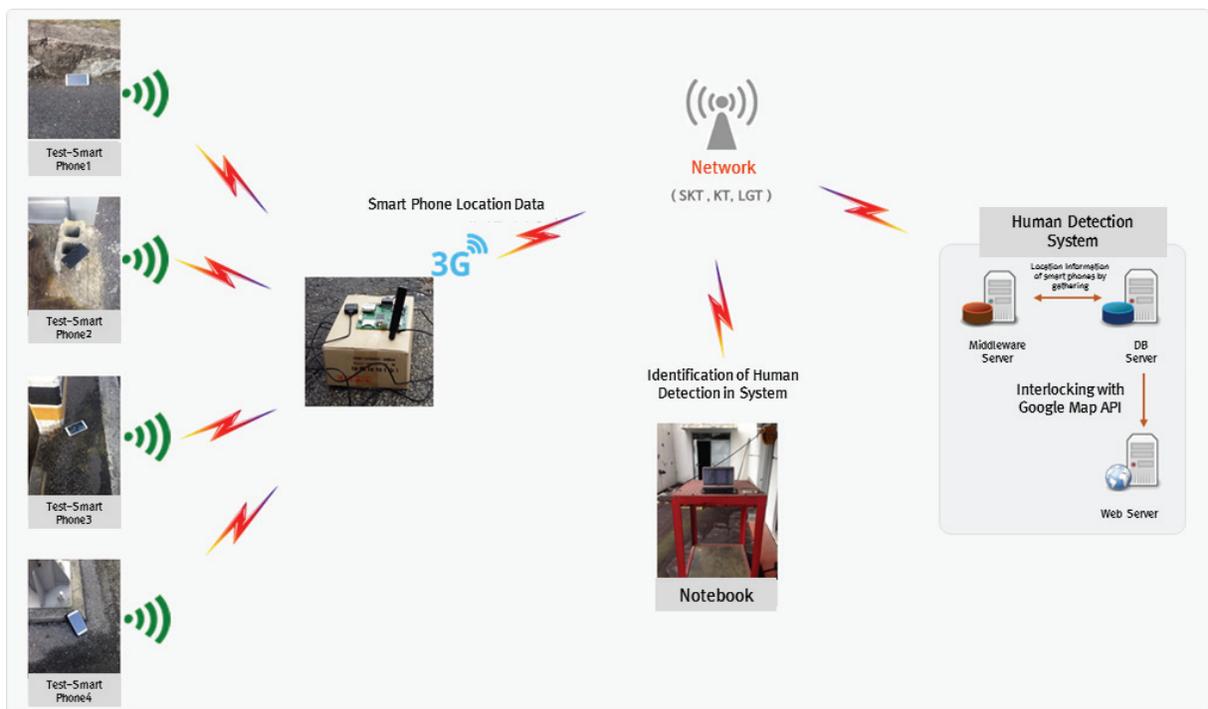


Figure 12. Field test diagram

에서 Database 서버로 전송 후 계더링 단계를 거쳐 웹 프로그램이 구글맵과 연동되어 스마트폰 위치 및 신호 감도를 웹 접근을 통해 확인할 수 있다.

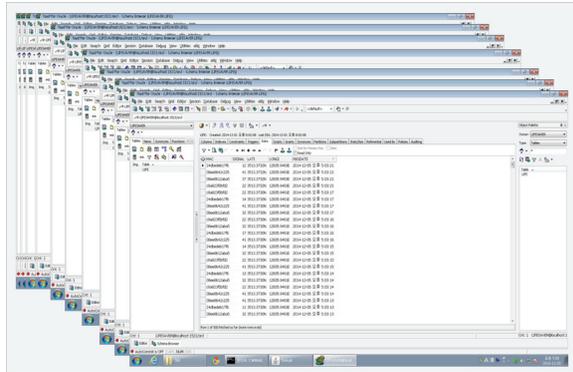


Figure 13. Location and sensibility of mobile phones

웹 프로그램 실행결과 테스트 현장에서의 조건상 한번 감지되어 휴대폰 수신 감도가 가장 강한 위치 좌표를 확인 후, 위치 변화가 관측되지 않으므로 실제 붕괴 현장에서 무인비행장치에 탑재되어 무인비행장치가 붕괴 지역 상공에서 멀어지더라도 매몰자의 위치는 계속 표출됨을 확인할 수 있다.

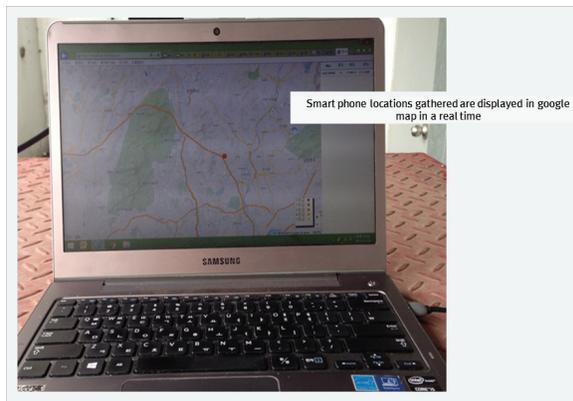


Figure 14. Web program outcome

## V. 결론 및 정책적 제언

본 연구에서는 도심지 시설물 붕괴사고 발생 시, 매몰자의 신속한 구조를 위한 위치정보 탐지 및 가시화 방법론에 대하여 논하였다. 첫째, 기존 매몰자 탐지방

식인 영상, 음향, 전파를 이용한 탐지방식이 갖고 있는 문제점을 분석하였다. 즉, 구조자가 붕괴지 상부에 장비를 메고 이동하면서 매몰자를 찾는 다소 위험하며 장시간의 탐지시간이 소요되는 문제점을 해결하고자 무인비행장치를 활용하고자 하였다. 둘째, 도시민 대다수가 소지하고 있는 스마트폰의 Wi-Fi를 활용하여 위치 정보를 취득할 수 있도록 무선통신모듈을 개발하였다. 즉, 매몰자 위치탐지 데이터를 스마트폰 맥 어드레스, GPS 정보, 수신 감도 정보들을 감지하는 무선기반 스마트폰 감지 모듈을 개발하였다. 셋째, 무선기반 스마트폰 감지 모듈과 연동되는 매몰자 탐지 시스템을 구현할 수 있는 운용프로그램을 개발하였다. 넷째, 개발된 장비 및 시스템에 대하여 현장검증 테스트를 실시하였다. 본 연구에서 제시한 매몰자 탐지 모듈을 활용하여 대형 건물 붕괴사고나 구조물 붕괴 현장에 신속하고 정확한 인명 구조에 기여 할 수 있을 것으로 판단된다. 또한, 붕괴사고 지역 매몰인원 규모 및 위치 파악으로 효율적인 구조 계획 수립 효과를 얻을 수 있으며, 개인 정보보호법으로 인한 스마트폰 위치정보의 소극적인 서비스 활용에서 다각적인 활용 가치 확대를 기대해 볼 수 있다. 향후 본 연구에서 개발된 매몰자 탐지 모듈의 실용화 가능성 및 현장 적용성 그리고 시스템의 활용성을 배가하기 위하여 스마트폰 감지 오차 수정과 프로그램 운용 중 발생하는 버그 수정을 통하여 장비의 성능을 개선하여 높은 수준의 완성도를 갖는 모듈을 개발할 예정이다. 또한 본 모듈의 슬림화와 매몰자 상태정보를 파악할 수 있는 센서의 추가 탑재를 통해 매몰자의 생존 여부도 확인할 수 있는 모듈로 확장해 나갈 계획이다. 최근 이동통신사는 긴급상황 발생시, 경찰이 신속히 출동할 수 있도록 개인 휴대폰의 Wi-Fi를 강제로 활성화하여 위치정보를 확인할 수 있도록 기술을 개발한 바 있다. 최근에는 방송통신위원회에서도 화재, 구급, 납치 등 긴급상황 발생시, Wi-Fi 액세스 포인트 Database 정보를 활용하는 실내외 Wi-Fi 정보 활용 플랫폼을 구축하였다. 이와 같은 기술을 유사시에 적극적으로 활용할 수 있게 하기 위해서는 현재 국회에서 계류 중인 “위

치정보의 보호 및 이용 등에 관한 법률 일부 개정안”이 조속히 통과되어야 할 것이다.

### 감사의 글

이 논문은 한국건설기술연구원의 주요사업인 “(16주요-대2-지하붕괴3)재난지역 붕괴 형상정보 취득 및 매몰자 탐지 기술 개발” 연구의 일환으로 수행되었음.

### References

Cho, Young Sun, Hyeong Min Lim, Surk Geun Choi, and Sung Heuk Jung. 2014. High Resolution Spatial Information Acquisition Using UAV Photogrammetry. *Korean Review of Crises & Emergency Management*. 10(2): 273-287.

Citizens' Coalition for Economic Justice. 2015. *Seminar Material "The 20th of the Sampoong Department Store Accident-Diagnosis and Challenges of Disaster and Safety in Our Society"*. Citizens' Coalition for Economic Justice Urban Reform Center.

Digital Times. 2016.07.01.

EBS. 2010. Life-Saving, Life-Saving Science. 2010.04.11.

KICT(Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology). 2014. Development of Technology for Life Detection and Rapid Rescue in Disaster Area of Urban Underground Collapse. Planning Study. *KICT 2014-209*.

Kim, Chang Yoon and Woo Sik Lee. 2016. Developing Stereo-vision Based Drone for 3D Model Reconstruction of Collapsed Structures in Disaster Sites. *Journal of Academia-industrial Technology*. 17(6): 33-38.

Lee, Il. 2007. The Command System at the Disaster Site Management Case of Sampoong Department. Master's thesis. University of Seoul.

Menti, N. and T. Hamel. 2007. A UAV for Bridge Inspection: Visual Servoing Control Law with Orientation Limits. *Automation in Construction*. 17(1): 3-10.

Moon, Hyoun Seok, Chang Yoon Kim, and Woo Sik Lee. 2015. Wireless Communication-based Buried Person Detection Considering Characteristics of Collapsed Surface in Disaster

Area. *KSCE 2015 Convention*. 135-136.

Moon, Hyoun Seok, Woo Sik Lee, Gun Woo Lee, and Dong Soo Han. 2015. A 2-D Location Determination Model of Buried Persons in Collapsed Shape Using Optimal Wireless Communication Technology. *Journal of Academia-industrial Technology*. 16(12): 8879-8888.

Park, Jin Ki and Jong Hwa Park. 2015. Reservoir Failure Monitoring and Identified by the UAV Aerial Images. *Korean Review of Crises & Emergency Management*. 11(4): 155-167.

Yamamoto, T., K. Kusumoto, and Banjo. 2014. Data Collection System for a Rapid Recovery Work: Using a Digital Photogrammetry and a Small Unmanned Aerial Vehicle(UAV). *Computing in Civil and Building Engineering*. 875-882.

Zhang, C. and A. Elaksher. 2012. An Unmanned Aerial Vehicle-Based Imaging System for 3D Measurement of Unpaved Road Surface Distresses. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*. 27(2): 118-129.

### Korean References Translated from the English

EBS. 2010. 인명구조, 생명을 구하는 과학. 2010년 4월 11일자.

경실연. 2015. 삼풍백화점 사고 20주년 우리사회의 재난안전 진단과 과제. 경실연 도시개혁센터 세미나 자료. 2015년 6월 25일자.

김창윤, 이우식. 2016. 재난지역의 붕괴지형 3차원 형상 모델링을 위한 스테레오 비전 카메라 기반 드론 개발. 한국산학기술학회 논문집. 17(6): 33-38.

문현석, 김창윤, 이우식. 2015. 붕괴매몰지형 특성을 고려한 무선통신기반 매몰자 탐지 방법론 구성에 관한 연구. 2015 대한토목학회 정기학술대회 논문집. 135-136.

문현석, 이우식, 이진우, 한동수. 2015. 최적 무선통신 기술을 활용한 붕괴지형 매몰자의 2차원 매몰위치 결정 모델. 한국산학기술학회 논문집. 16(12): 8879-8888.

박진기, 박종화. 2015. UAV 항공영상을 이용한 저수지 피해 모니터링 및 파악. 한국위기관리논집. 11(4): 155-167.

이일. 2007. 삼풍백화점 붕괴사례로 살펴본 대형재난 현장지휘 체계에 관한 연구. 서울시립대학교 석사학위논문.

조영선, 임형민, 최석근, 정성혁. 2014. 무인항공 사진측량을

이용한 고해상도 공간정보 취득. 한국위기관리논집.  
10(2): 273-287.

한국건설기술연구원. 2014. 도심지 지하붕괴 매몰지역 인명탐  
지 및 긴급구호 기술 개발 기획. 한국건설기술연구원

기획보고서. 건기연 2014-209.

---

Received: Oct. 18, 2016 / Revised: Dec. 1, 2016 / Accepted: Dec. 6, 2016

## 무선통신기술을 활용한 재난지역 매몰자 위치탐지 및 가시화 방법

국문초록 이 연구는 도심지 시설물 붕괴현장에서의 매몰자의 위치정보 탐지 및 제공 방법론을 제시하는데 목적이 있다. 도심지 붕괴사고는 지진, 테러, 화재 등 다양한 상황에서 발생가능하기 때문에 사고발생 시 매몰된 사람들을 구조하기 위해 매몰자의 위치를 확인하는 노력들이 반드시 필요하다. 따라서 이 연구에서는 재난발생 이후에 신속하고 안전한 매몰자 구호를 위해 다음과 같은 방법론을 제시하였다. 첫째, 기존 매몰자 탐지방식이 갖고 있는 문제점을 분석하고 구조자의 2차 붕괴사고로부터 안전 확보와 신속한 탐지를 위해 무인비행장치(드론)를 제안하였다. 둘째, 도시민 대다수가 소지하고 있는 스마트폰의 Wi-Fi를 활용하여 위치정보를 취득할 수 있도록 무선통신모듈을 개발하였다. 셋째, 무선통신기반 스마트폰 감지 모듈과 연동되는 매몰자 탐지 시스템을 구현할 수 있는 운용프로그램을 개발하였다. 넷째, 매몰자의 위치정보를 2차원 맵 상에 가시화하였으며, 개발된 장비 및 시스템에 대하여 현장검증 테스트를 실시하였다. 이와 같은 방법론을 토대로 알고리즘 개발과 함께 패키징화된 장비 개발을 통해 실제 현장에 적용 시, 인명구호작업에 큰 도움이 될 것으로 판단된다.

주제어 : 붕괴사고, 매몰자, 위치정보, 무인비행장치(드론), 무선통신

- 
- Profiles **Woo Sik Lee** : He received his B.A., M.A., Ph.D. from Gyeongsang National University, Korea in 2002. He is a research fellow of the ICT Convergence and Integration Research Institute at Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology. His interesting subject and area of research is IT & Construction Technology(wslee@kict.re.kr).
- Hyoun Seok Moon** : He received his B.A., M.A., Ph.D. from Gyeongsang National University, Korea in 2009. He is a senior researcher of the ICT Convergence and Integration Research Institute at Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology. His interesting subjects and areas is about BIM (Building Information Modeling) for Infrastructure, UAV, Artificial Intelligence, Optimization(hsmoon@kict.re.kr).