

# 노후학교 건축물 실시간 재난대응을 위한 스마트 재난정보방송 및 대피안내시스템 설계

\*안병덕 \*\*이승형 \*\*\*오정택 \*\*\*\*최세휴

\*주식회사 온폼, \*\*\*\*경북대학교

\*andy@adeng.com

## Design of Smart Emergency Alarm Broadcasting and Evacuation Guidance System for Real-Time Disaster Response of Old School Buildings

\*Ahn, Byung-Dug \*\*Lee, Seung-Hyung \*\*\*Oh, Jung-Taek \*\*\*\*Choi, Se-Hyu

\*ONPOOM Co., Ltd. \*\*\*\*Kyungpook National University

### 요약

최근 경주·포항 지역에 지진피해 등 대구·경북권의 잦은 재난 발생으로 인해 증대되고 있는 노후학교 건축물의 안전성 위협 문제에 대한 선제 대응이 필요한 상황이 요구되고 있다. 학교 건축물에 건물의 위험도를 파악할 수 있는 센서들을 부착하고, 실시간 모니터링을 통해 건물의 구조적 위험성을 판단한다. 건물의 위험도가 심각한 단계에 이르면 스마트폰(Smart Phone) 앱(Application)과 음성안내방송을 통해 건물의 재실자와 관리자에게 즉시 경보를 발령하며, 대피할 수 있도록 가이드를 제시한다.

이에 본 논문에서는 스마트 재난정보방송을 위한 스마트폰 애플리케이션(application)을 통해 재난 상황을 전파하고 대응할 수 있게 건물의 위험성 발생 위치정보를 제공하며 대피 안내 정보를 제공한다. 동시에 건물의 구내방송 시스템과 연계를 통해 음성 안내방송을 자동으로 수행하며, 두 가지 방식으로 재난 메시지를 전파하여 중복성을 가지고 경보 전파를 수행한다.

### 1. 서론

학교 건축물의 대다수는 비상시 대피소로 지정되어 건축 구조물의 안전성 확보의 필요성과 시급성이 매우 높다. 경북 소재의 학교 건축물의 내진 적용률은 약 18%[1]로 최근 대경원에서 발생하고 있는 빈번한 지진 수준을 고려할 때 개선이 시급하다 할 수 있다. 건축물 안전 진단 및 유지관리 분야의 인력 부족으로 구조진단에 투입될 자원이 부족 하여 시스템적으로 자동진단하고 관리자에게 알려주는 기술개발이 필요하다[2]. 특히, 건축 후 40여 년이 지난 노후학교 건축물은 전국적으로 1만 동을 넘는 것으로 집계되고 있어 우리나라 학교 건축물의 노후 수준이 매우 높으며, 경북지역 529개로서 전남지역(530개) [1]에 이어 전국에서 두 번째로 많은 수준으로 나타나 적절한 안전관리가 필요하며, 노후학교 건축물의 스마트 안전관리를 위해 다음과 같은 구성이 필요하다.

- 1) 건축물의 유형에 따른 안전취약점 진단
- 2) IoT(Internet of Things) 센서 구축 설계를 통한 데이터 수집
- 3) 수집된 정보의 데이터 분석을 통한 안전모니터링 시스템 설계
- 4) 시스템 알람(Alarm)을 통한 보수·보강 메시지 전파
- 5) 학교 건축물의 유형에 따른 재난대응 가이드라인 설계
- 6) 실시간 재난대응을 위한 스마트 재난정보 및 대피 안내 시스템 설계

본 논문에서는 안전취약점 진단, IoT 센서 구축 설계, 재난대응 지침 설계 분야의 연구는 제외하고 이에 기반한 정보가 추출되었을 때 실시간으로 재난경보를 발령하고 대피를 안내할 수 있는 시스템을 설계하여 건축물 붕괴 위험으로부터 재실자들을 신속히 대피할 수 있는 모델을 제시한다. 그림 1은 본 연구에서 제시하고 서비스를 구축하기 위한 시스템 전체 구성도를 나타낸다.



그림 1 시스템 구성도[3]

### 2. 본론

센서로부터 수집된 데이터는 재난 예측 알고리즘(Algorithm)을

통해 분석되며 주의 및 심각 위험단계를 구분한다. 주의 단계는 시설물 관리자에게 전파되어 건축물의 보수·보강을 위한 가이드를 제시하며, 관리자의 판단 때문에 대피 안내 전파 여부를 결정할 수 있도록 한다. 학교 건축물의 위험도가 심각 위험단계로 판단되면 관리자, 교직원과 학생들에게 즉시 대피할 수 있도록 스마트폰과 음성으로 대피 안내방송을 수행한다.

실시간 스마트 재난정보방송 시스템은 건축물의 위험단계를 받는 입력부와 상황관리, 경보방송 의사결정, 스마트폰 푸시(push) 서비스를 위한 기능을 가지며 재난 유형별 가이드라인 관리를 위한 데이터베이스(DB)와 연동되어 작동한다. 스마트폰 푸시 서비스를 위해 웹(Web)서버를 구축하며 안드로이드(Android) 용 폰과 iOS 용 스마트폰에 모두 서비스할 수 있으며 파이어베이스(Firebase)를 통해 서비스하도록 구성한다. 또한, 학교의 구내방송 시스템을 통해 음성방송 안내를 할 수 있도록 경보발령을 수행할 수 있으며 행정안전부 DMB(Digital Multimedia Broadcasting) 경보방송시스템 연계가 가능하도록 설계하였다. 그림 2는 스마트 재난정보방송 시스템 구성도를 나타낸다.



그림 2 스마트 재난정보방송 시스템 구성도

재난경보발령은 GIS(Geographic Information System) 기반 UI(User Interface)를 제공한다. 건물의 변동정보를 수신하고 운영자의 의사결정에 따라 대상 건물의 구내방송장치를 통해 재난방송을 수행할 수 있다. 기본적으로 자동 발령할 수 있으며 운영자가 취소할 수 있는 기능을 제공한다. 이력 조회는 방송수행 정보를 DB에 기록하고 기간별로 조회할 수 있다. 화면으로 제공되는 기능은 발령, 의사결정, 이력 조회, 관리(문안, 방송단말, 학교등록, 센서 관리), 방송수행, 환경설정 등을 지원한다.

재난경보발령시스템은 당사가 개발한 옥내정보방송 시스템을 통해 학교의 구내방송시스템과 연동되고 음성안내방송을 통해 재난 상황을 알릴 수 있는 구조로 설계되어 있다. 옥내방송수신기는 유선통신 및 DMB 방송망을 통한 재난경보를 수행할 수 있어 재난상황 전파에 대한 통신망 중복성을 제공하여 더욱 안정된 서비스를 제공할 수 있다. 그림 3은 옥내정보방송시스템 구성도를 나타낸다.

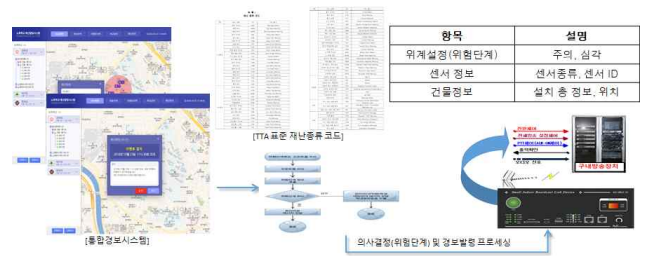


그림 3 옥내정보방송시스템 구성도

경보체계 위계설정, 의사결정 및 경보발령 프로세스 등을 설계하고 TTA(Telecommunication Technology Association) 표준 재난 코드를 활용하여 행정안전부가 발령하는 재난에 대해 DMB 망을 통해 연계할 수 있도록 설계하였다. 또한, 행정안전부와 통신망 확보 및 시스템 등록 절차를 거치면 DMB 방송망을 통해 재난경보를 수행할 수 있다. 옥내정보방송을 통한 대피 안내는 스마트폰과 병행할 수 있어 스마트폰이 없는 대상자에게 서비스할 수 있다.

웹 서버는 전자정부프레임워크 3.0 기반으로 설계하고 스프링(Spring) 프레임워크에서 검증된 컴포넌트들을 사용한다. 이는 보안성을 고려한 프레임워크이므로 시스템 보안을 위해 검증된 솔루션을 적용한다. 로그인 관리, 관리자 계정관리, 이벤트 현황, 재난 현황조회 등의 화면을 제공한다. 재난 상황 발생 시 각 대상으로 대피 안내 메시지를 전달한 후 메시지 전달의 대상, 전달 상태, 수신 상태를 모니터링할 수 있게 한다. 그림 4는 웹 서비스 구성도를 나타낸다.

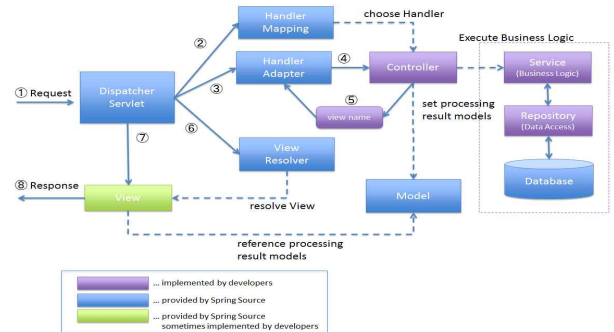


그림 4 웹 서비스 구성도

관리자, 교직원 및 학생의 현재 소속을 관리하여 재난정보 및 대피 안내 정보 생성을 위해 스마트폰 식별정보, 대피지도 정보 등과 매핑할 수 있는 기초정보로 활용한다. 스마트폰에 설치된 앱의 식별정보를 서버로부터 부여받아 관리하고 재난 상황 발생 시 학교 건물 정보를 획득할 수 있다. 재난별 가이드 정보를 코드화하여 관리자, 교직원 및 학생들에게 맞춤형 재난정보 및 대피안내가이드 정보를 제공할 수 있다. 획득한 건물의 도면을 기반으로 센서 고유의 식별자 및 층수 정보를 DB화하여 재난 발생 시 학교정보, 센서 위치정보, 스마트폰 식별정보를 기반으로 전파 대상을 추출할 수 있도록 설계하였다.



그림 5 스마트폰 앱 화면(관리자, 교직원, 학생)

대피 안내 시스템은 메시지를 전파하는 대상자 즉 사용자별로 구분하여 전파한다. 학교 건축물의 시설 관리자, 학교의 교사와 직원을 위한 교직원 및 학생으로 구분한다. 대상자 전원에게 제공되는 공통 메시지와 관리자 또는 교직원에게만 제공하는 전용 메시지로 구분한다. 사용자 특성별로 서비스하는 메시지 형태가 다르므로 재난 알림, 재난 대응가이드라인, 대피 안내 화면으로 구성된다. 그림 5는 사용자에 따른 스마트폰 앱 화면을 나타낸다.

재난의 위험단계에 따라 대응 요령을 달리할 수 있도록 주의 및 심각 단계로 구분한다. 관리자는 모든 재난 단계의 메시지를 수신하며, 재난 위험 상황을 확인하고 교직원과 학생들에게 전파할 수 있는 권한을 갖는다. 주의 단계의 메시지는 건축물의 보수·보강을 할 수 있도록 조치할 수 있으며 위험도에 따라 대피 안내 메시지를 전파할 수 있다. 교직원은 즉시 대피가 필요한 상황에서 학생들의 대피를 도울 수 있도록 가이드라인을 수신하며, 스마트폰 앱을 사용할 수 없는 학생들을 지도할 수 있다. 학생들은 대피 안내 메시지와 학교 건축물 도면에 표시되는 위험 센서의 위치를 파악하고 재난이 발생한 위치를 인지할 수 있으며 대피 동선을 결정할 수 있다. 그림 6은 스마트폰 앱으로 발령된 대피 안내 형상을 나타낸다.



그림 6 대피 안내 형상도

심각 단계의 메시지는 관리자, 교직원, 학생들에게 전파되어 즉시 대피할 수 있도록 구성한다. 스마트폰에 UI를 구성하여 재난알림, 대피 가이드 및 대피 안내 정보를 제공하며 도면으로 센서 정보를 표출하여 직관적으로 인지하고 대피할 수 있도록 정보를 제공한다. 도면에서 위험을 알리는 센서의 위치를 직관적으로 알 수 있도록 색상으로 구분하여 대피 동선을 파악할 수 있도록 설계하고 특히 교직원은 대피 안내가이드 메시지를 포함해서 학생들의 대피를 적극적으로 도울 수 있는 정보를 제공한다.

### 3. 결론

본 논문에서는 노후학교 건축물의 위험도에 따른 경보발령시스템과 대피 안내시스템 설계를 통해 학교 건축물에 재난 상황이 발생하였을 때 안전하게 대피할 수 있는 시스템을 제안하였다. 센서를 통해 학교 건축물의 위험도를 판단하여 정보를 수집하고 주의, 심각 단계로 위험도를 구분하며 관리자, 교직원 및 학생들에게 정보를 제공하도록 구성하였다.

재난경보방송시스템은 발령시스템과 웹 서버를 구성하여 옥내방송시스템 연계와 스마트폰 앱을 통해 대피 안내 메시지를 전파할 수 있다. 옥내방송시스템은 학교의 구내방송시스템과 연계하여 재난이 발생한 해당 건물 또는 여러 건물 및 야외에 방송을 통해 재난 상황을 전파할 수 있으며 웹 서버는 푸쉬 서비스를 이용하여 스마트폰 앱을 통해 대피 안내 메시지를 제공할 수 있다. 평상시에는 관리자가 건축물의 위험도 정보를 관리하여 보수·보강에 대한 자료로서 활용할 수 있다.

재난경보를 발령할 수 있는 매체를 다중화하여 정보전파의 신뢰성을 높일 수 있으며 스마트폰을 소지하지 않아도 방송을 통해 재난 메시지를 수신할 수 있다. 재난 상황에 대처하는 사용자의 유형에 따라 메시지를 구분하여 사용에 따른 최적의 메시지를 제공할 수 있다.

향후 추가 연구를 통해 본 시스템을 구현하고 학교 건물을 대상으로 테스트 베드를 구축하여 실제 학교 건물에서 대피 실험을 통해 시스템의 성능과 실용성을 검증할 것이다. 특히, 스마트폰 앱 수신율을 99% 이상으로 목표로 삼으며 재난경보방송은 5초 이내 수행함으로써 실시간 재난경보방송을 통해 신속히 대피할 수 있도록 구현할 것이다.

### [논문 사사]

본 연구는 국토교통부 국토교통기술지역특성화사업의 연구비 지원(19RDRP-B076268-06)에 의해 수행되었습니다.

### [참고문헌]

- [1] 국토교통부 국토교통과학기술진흥원, “노후 건축구조물 재난예측 실시간 안전진단 및 스마트 원격대응 시스템 개발 기획연구보고서”. 2016년
- [2] 국토교통부, “건축물 실시간 안전진단을 위한 ICT기반 핵심기술개발 기획연구”, 최종보고서, 2016년
- [3] 국토교통부 국토교통과학기술진흥원, “노후학교 건축물 재난대응 스마트 모니터링 및 대피 안내 시스템 구축” 1차년도 실적보고 발표자료. 2018년