

MEMS 가속도 센서를 활용한 지진동 정보기의 개발과 운영

김상준*, 권영우

경북대학교

todayof@knu.ac.kr, ywkwon@knu.ac.kr

Development and operation of earthquake motion detection device using a MEMS acceleration sensor

Kim Sang Jun*, Kwon Young Woo

Kyungpook National University

요약

2016년 경주, 2017년 포항 지진 발생 후 지진으로 인한 피해를 줄이기 위한 다양한 접근법이 필요한 실정 속에서 MEMS 센서를 활용한 지진동 경보기 제작이 진행되었다. 본 논문에서는 비교적 운영 사례가 부족한 지진동 경보기의 설치 장소 선정과 설치 당시의 고려된 사항을 공유하고 경보기의 데이터 수집방법을 소개한다. 또한 경보기에서 수집된 데이터를 분석하였으며 그 과정에서 환경에 따른 데이터의 정량적 차이와 향후 개선점을 발견하였고 경보기의 실제 지진 감지 사례 또한 확인할 수 있었다.

I. 서론

한국에서의 지진 관측 이래의 가장 큰 규모에 속하였던 2016년 경주 지진에 이어 2017년 포항 지진으로 인하여 많은 피해가 발생하였다. 이는 더 이상 한반도가 지진에 안전하지 않은 지역임을 재확인시켜주었으며, 앞으로 지진으로 인한 피해를 줄이기 위하여 좀 더 적극적이고 다양한 방식의 접근이 필요한 실정이다.

기존의 지진 관측망에서는 높은 수준의 정밀도를 가진 가속도 센서를 사용하였다. 하지만 해당 가속도 센서는 고가의 장비이며 설치 및 관리의 어려움으로 관측망을 고밀도로 구성하는데 어려움이 있었다. 이런 문제점을 해결하기 위해 관련 연구[1][2]에서는 MEMS 가속도 센서를 활용한 지진 감지 연구 사례가 있었으며, 그 결과 비교적 저가의 MEMS 센서를 활용하여 지진 감지가 가능하다는 것이 밝혀졌다. 본 논문에서는 위와 같은 현황 속에서 지진으로 인한 인명피해를 줄이기 위해 제작한 MEMS 가속도 센서를 활용한 지진동 경보기에 대해 설치 및 운영에 대해 논하고자 한다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2.1장에서는 지진동 경보기의 하드웨어 개발에 대한 내용을 기술한다. 2.2장에서는 지진동 경보기 설치에 대해 소개하며, 2.3장에서는 지진동 경보기의 데이터 저장 형식과 수집 방법을 기술한다. 2.4장에서는 지진동 경보기의 데이터 수집 결과를 평가하며, 2.5장에서는 설치된 지진동 경보기의 지진 감지 사례를 소개하며 본 논문을 마친다.

II. 본론

2.1 지진동 경보기 하드웨어 개발

사전 연구[3]에서는 MEMS 가속도 센서를 활용하여 지진동 경보기를 제작하였다. 해당 경보기의 사양은 다음 표 1과 같다.

구분	사양
CPU	1Ghz, 싱글코어 CPU
Memory	512 MB
Network	WiFi 802.11 b/g/n
SD Card	16GB
가속도센서	3-axis, ± 2.5 g full-scale
기타 기능 및 부품	On-Board Bluetooth, video port RTC(DS3231), LED(5mm, 3색), Buzzer(3v)

표 1. 지진동경보기의 세부 사양 표

경보기의 사양은 현재의 지진동 감지 알고리즘의 권장 사양과 확장성을 고려하였으며 가속도 센서의 경우 사전 연구[4]와 추가적인 진동대 실험을 통하여 채택하였다. 또한, 추후 대량 시범 운영 테스트를 위해 부품들의 단가도 최종 세부사양 도출에 반영되었다. 지진동 경보기의 하드웨어 예시는 다음 그림 1과 같다.



그림1. (좌) H/W 구성도, (우)완성된 경보기 하드웨어 예시

2.2 지진동 경보기 설치

본 연구에서는 개발된 지진동 경보기의 설치에 앞서 설치될 건물의 건축 구조를 고려하였다. 설치 예정 지역이었던 경북 지역의 경우 일반 목구조와 벽돌 구조, 철근 콘크리트 구조가 가장 많은 비중을 차지하고 있었으며, 이 중 벽돌구조와 철근콘크리트구조의 건물을 설치 장소로 지정하였다.

지역	설치 기관명
포항	행정복지센터 2곳, 노인정3곳, 생활근린시설 1곳 (6곳)
경주	행정복지센터 13곳
울산	행정복지센터 7곳, 생활근린시설 3곳 (10곳)

표 2. 설치 장소 구분

그 결과 최종 설치 장소는 위의 표 2와 같다. 설치 기관들의 구조적 특징으로는 포항의 노인정 3곳은 벽돌 구조의 건물이었으며, 그 외의 모든 건물들은 철근 콘크리트 구조를 가지는 건물이었다. 또한 울산 지역의 생활근린시설은 체육관, 근로자복지센터, 워터파크건물 등으로 다른 건물들의 주요 용도와는 구분이 되었다.

추가로 설치 당시의 가이드라인으로 고려된 사항은 다음과 같다.

첫째는 건물의 진동 요소를 줄이기 위해 건물의 가벽이 아닌 콘크리트 벽이어야 하며, 선택할 수 있다면 건물의 메인 기둥이 되는 곳에 설치를 하였다. 둘째는 냉방, 난방 장치의 가동에 영향을 작게 받는 위치에 우선순위를 두었으며, 셋째는 사람의 이동 빈번도가 가능한 낮고 직접적인 접촉 가능성이 낮은 곳 등이 이에 해당한다. 하지만 가이드라인을 준수하면서 기관의 관리자의 요구 사항을 반영하여 설치를 진행하다보니 동일 목적으로 사용되는 건물에 설치를 하였을 때 설치가능층수, 사무실 내부, 민원실 내부, 부착되는 단면의 재질 등의 차이가 존재하였다. 이를 향후 데이터 분석에 반영하기 위하여 세부 정보 항목을 분류하여서 모든 설치 장소의 건축물 구조, 설치 위치, 설치 층, 시간당 평균 유동 인구, 인접한 도로의 최소 거리(M), 특이사항 등을 기록하며 3개의 지역에 29곳의 설치를 완료하였다.

2.3 지진동 경보기 데이터 저장 형식과 수집 방법

경보기를 통해 수집되는 데이터는 X축, Y축, Z축, 시간 순으로 3축 가속도 데이터가 시계열 데이터 형태로 저장되며, 계측주기는 1초당 50개이다. 상시 데이터를 수집하는 것은 용량 관리 측면에서 문제가 있으므로, 이벤트 발생의 경우에 설정된 시간 동안의 데이터를 기록하게 된다. 해당 데이터는 SD카드의 내부저장소에 저장되며, 저장 공간이 부족할 경우 향후 발생할 지진 데이터 기록을 위하여 기록된 지 가장 오래된 데이터부터 다시쓰기 작업을 진행한다. 데이터의 수집 방식은 인터넷이 안 되는 환경의 경우 SD카드에서 직접 추출하는 방식과 전용 어플리케이션을 통해 스마트폰 내부저장소에 BLE 통신으로 데이터를 전송하는 방식이 있다. 인터넷 연결이 가능한 환경의 경우 전용 데이터 관리 서버로 직접 전송이 가능하게 설계되었다.

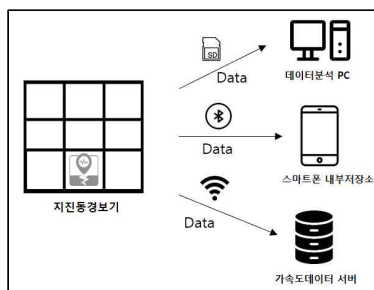


그림 2. 지진동 경보기 데이터 수집 구조도

2.4 지진동 경보기 데이터 수집 결과 및 평가

본 장에서는 포항 지역의 동일한 날짜에 설치된 3곳의 3개월 동안의 데이터를 비교 및 분석하고자 한다. 수집된 데이터는 표 3 과 같다.

포항	데이터개수 평균값 (시간당)	데이터개수 총합값 (5일)
행정복지센터1	75.12	5,906개
행정복지센터2	45.70	4,562개
생활근린시설1	9.5	978개

표 3. 포항 지역 설치 장소 데이터 개수 비교표

위의 표3의 내용처럼 동일 기간에 설치 된 3곳의 수집된 데이터 개수의 시간당 평균값, 5일 동안의 데이터를 각각 비교해본 결과 이벤트에 의해 누적된 데이터의 수치는 시간당 평균 값 기준으로는 최대 65.62 가량 차이가 존재하였으며, 5일 기준으로는 4,928개의 차이를 확인할 수 있었다. 또한 행정복지센터 두 곳의 경우 기록 가능 용량이 초과되어 기존에 기록된 파일들을 다시쓰기가 되고 있는 상태였다. 반면 생활근린시설1의 경우 9,841개의 데이터가 3달간 기록되고 있었다. 이는 설치 장소의 환경의 차이로 인하여 지진동 경보기의 이벤트를 발생시키는 횟수와 데이터의 양에 많은 차이가 있음을 보여주었고 각각의 지진동경보기의 이벤트 발생 임계값의 설정에 있어서 설치 장소의 특성을 경험적으로 반영해야 된다는 것을 발견할 수 있었다.

2.5 지진동 경보기 실제 지진 감지 사례

본 장에서는 수집 된 경보기의 데이터 중에서 실제로 일어난 지진의 감지 사례를 소개하고자 한다. 2019년 12월 30일 00시경 경남 밀양시 동북동쪽 15KM 지점에서 규모 3.5의 지진이 발생하였다. 아래의 그림 3는 지진동 경보기로부터 지진 발생 당시에 수집된 가속도데이터를 시각화한 자료이며, 지진 당시의 가속도 값의 최댓값을 그래프 상에서 발견할 수 있다.

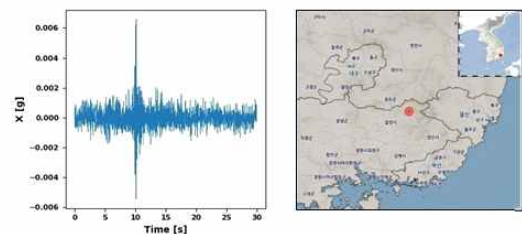


그림 3. 경남 밀양의 실제 지진 감지 파형

III. 결론

본 논문에서는 MEMS 가속도 센서를 활용한 지진동 경보기의 설치 및 운영 과정에서 고려되어진 요소들을 논한다. 또한 수집된 데이터에서 환경에 따른 데이터의 정량적 차이를 발견하였으며, 이를 반영한 경보기의 임계값 설정의 필요성을 제시한다. 또한 지진동 경보기의 실제 지진감지 사례를 소개하였다. 향후 연구에서는 수집된 데이터의 추가적 분석을 통하여 설치 장소별 데이터의 특징 구분과 그에 따른 임계값 설정을 구체화하고 현재 경보기가 설치 된 장소의 관리자들과의 추가적 요구사항과 시범 운영 중에 발견 된 문제점들을 반영하여 기능적, 구조적으로 개선된 경보기를 제작하고자 한다.

참 고 문 헌

- [1] Q.Kong, R. M. Allen, L. Schreier, and Y-W. Kwon.
- [2] 이장수, 김재선, 최선화, 권영우, “저가형 가속도 센서를 사용한 단독형 지진 감지 장치,” 한국통신학회 학술대회 논문집, 2018. 11.
- [3] 김상준, 이장수, 최선화, 권영우 “저가형 가속도 센서를 사용한 보급형 지진동 경보기 개발 및 시범운영” UCWIT 논문집, 2019, 11
- [4] 이원길, 김재용, 권용진, 신동길, 권영우 “다양한 스마트 장치들을 위한 무선 통신 기반의 지진 대응 플랫폼 구현.” 한국정보과학회 학술발표논문집, 2018 6.