

# 지진 지역에서 건물 침하를 감지하기 위한 GNSS 기반 침하감지기 설계 및 분석

(Design and Analysis of GNSS-based Building Settlement  
Sensing for detecting Building Settlement on Seismic Zones)

이 수 성, 김 성 호, 천 승 만, 석 수 영\*  
(재)경북IT융합산업기술원

(Soosung Lee, Sungho Kim, Seung-Man Chun, Soo-Young Suk)  
(Gyeongbuk Institute of IT Convergence Industry Technology (GITC))

Abstract : This paper proposes a design of GNSS-based settlement sensing for detecting a building settlement on seismic zones. First of all, we compare the characteristics of GNSS and analyze various factors for detecting building settlements on seismic zones. Our design consists of three factors such as an LTE module, a GNSS module, and a microcontroller unit (MCU) for a proposed building settlement sensing. Moreover, we also analyze two risks that may arise from the proposed building settlement sensing on seismic zones.

Keywords : building settlement, seismic zone, GNSS

## I. 서 론

2016년도부터 우리나라는 경주 및 포항지역을 중심으로 국가적 재난인 중소 규모의 지진이 자주 발생하고 있다. 2016년도 9월에는 우리나라 지진 관측 이래 최대 지진인 진도 5.8 규모의 피해를 보았으며, 2017년도 11월에서는 포항에서 진도 5.4 규모의 연이은 지진이 발생했다[1]. 이러한 추세로 보았을 때 우리나라도 더는 지진에 대한 안전지대라고 볼 수 없는 단계에 이르렀으며, 지진에 대한 국민적 관심도 크게 증대되고 있다.

그러나 우리나라에서는 2016년도 이전에 지진에 대한 발생 횟수가 적었기 때문에 지진 발생 시 조기에 관측할 수 있는 관측 장비에 대한 이해가 부족하다. 일례로 2017년도 발생한 포항지진에서 약

31,644개소가 피해를 보았으며, 그에 따른 100여 명의 인명피해도 발생하였다. 이는 우리나라에서도 경주 및 포항과 같은 지진 지역에서 지진이 발생하였을 경우 피해를 최소화하기 위한 단기/장기적인 지진 관측에 대한 측정 기기가 요구된다.

본 논문에서는 지진 지역에서 건물에서 지진 침하가 발생할 수 있는 상황을 단기/장기적인 관측을 위한 GNSS(Global Navigation Satellite System, 글로벌항법위성시스템) 기반 침하감지기에 관한 연구 및 분석을 진행하고자 한다[2]. GNSS는 대표적인 인공위성인 GPS, GLONASS 등에서 발신하는 전파를 활용하여 측량, 항공기, 선박, 자동차 등 항법장치로 많이 활용하고 있다. 특히 GNSS는 지구상에 위도(x), 경도(y), 고도(z) 등의 정보를 가지고 있기 때문에 지진 지역에서 건물 침하가 발생할 경우 고도 정보를 활용하여 침하에 대한 정보를 관측할 수 있다.

## II. 배경 지식

GNSS는 지구를 중심으로 우주 궤도를 돌고 있는 인공위성의 파장을 이용하여 지구 전역에서 움직이는 물체의 위치/고도치/속도를 계산하는 시스템

\* 교신저자(Corresponding Author)

이수성, 천승만, 김성호, 석수영 : (재)경북IT융합  
산업기술원

※ 본 논문(또는 저서)는 과학기술정보통신부의 재원으로 2019년 과학기술기반 지역수요맞춤형 R&D지원사업의 지원을 받아 수행된 연구임 (CN19100GB001).

이다. 현재 유도 미사일과 같은 군사적 용도로도 활용되지만, 항공기, 측량, 선박, 자동차 등 다양한 민간 산업 분야에서도 많이 활용되고 있다. 그림 1은 GNSS의 개요를 보여주고 있다.



그림 1. GNSS 개요

Fig. 1. GNSS overview

GNSS는 미국의 GPS, 러시아의 GLONASS, 유럽의 Galileo, 중국의 Beidou, 일본의 QZSS가 대표적이다. 그중에서도 우리나라에서는 정상 가동되어 활발하게 서비스를 제공하는 GNSS인 GPS와 GLONASS가 있다. 다음 표 1은 시스템별 비교 분석에 관한 내용이다[3].

표 1. GNSS 비교

Table 1. Comparison of GNSS

시스템 명칭	운영국	위성 수(개)	비고
GPS	미국	32	시스템 유지에 최소 24개 위성 필요
GLONASS	러시아	24	-
Galileo	EU	30	한국 참여
beidou	중국	35	베이징 올림픽 기간 중 시범운용
QZSS	일본	3개이상	일본 내 우선 서비스

GNSS의 측위 원리는 지상에서 관측한 최소 4개 이상의 위성에서 송신되는 시각 신호를 이용하여 거리 정보를 산출할 수 있으며, 이를 통해 지상 수신기의 3차원 좌표인 위도(x), 경도(y), 고도(z) 및 GPS 시각과의 차이를 추정하는 것이 기본 측위 원

리이다.

### III. GNSS 기반 침하감지기 설계 및 분석

앞서 2장에서 언급한 바와 같이 GNSS에서는 지상 수신기의 3차원 좌표 정보 등 다양한 정보를 받을 수 있다. 이를 활용하여 본 논문에서는 GNSS 기반 침하감지기에 대한 기초 설계를 진행할 것이며, 침하감지기에 대한 설계는 그림 2와 같다.

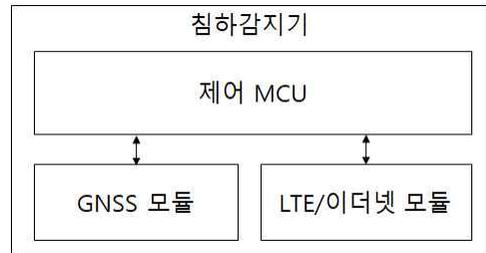


그림 2. 침하감지기 설계

Fig. 2. Design of building settlement sensing

그림 2에서 제안 침하감지기 설계에서는 세 가지 구성 요소를 지닌다. 첫 번째 LTE/이더넷 모듈은 기존 위성 3차원 좌표 정보의 정확도를 향상하기 위해 국토부 보정 데이터를 수신하고 활용하기 위한 역할을 수행한다. 이는 그림 3에 예시를 통해 확인할 수 있다.

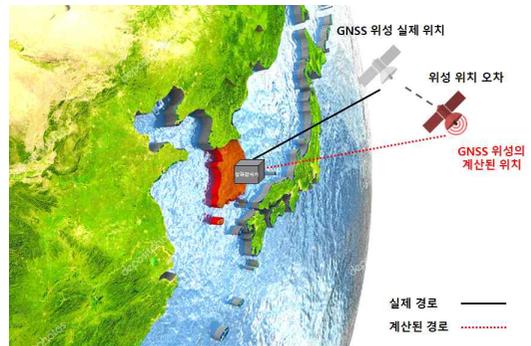


그림 3. GNSS 보정 예시

Fig. 3. Example of GNSS correction

그림 3에서 GNSS는 국토부 보정 데이터가 존재하지 않을 시 실제 거리 위치와 오차 범위가 클 수 있으며, 국토부 보정 데이터를 통해서 이러한 오차 범위를 수정할 수 있으며, 이를 위해서 LTE/이더넷 모듈을 활용한다. 두 번째, GNSS 모듈은 건물 침하

를 감지하기 위해 3차원 좌표 정보를 수신하고 수신 정보 중 고도 정보를 기반으로 침하 정보에 대한 경향을 판단한다. 마지막 제어 MCU보드에서는 GNSS 모듈과 LTE/이더넷 모듈 등 기타 정보에 대한 국토부 데이터 기반 GNSS 좌표 정보 보정, 침하 데이터 수집 및 관리, 기타 제어 등의 역할을 수행한다.

이러한 세 가지 요소를 기반으로 그림 4는 지진 지역에 건물 침하에 대한 설계 분석에 대한 예이다.

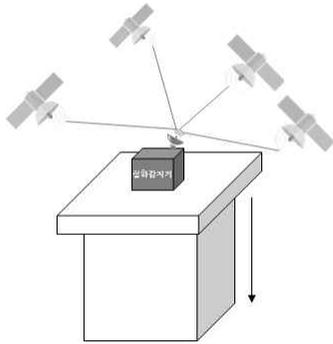


그림 4. 제안 침하감지기에 대한 설계 분석

Fig. 4. Analysis of design about the proposed building settlement sensing

그림 4의 지진 지역에 건물에 대해 제안 침하감지기는 GNSS 3차원 좌표 정보 중 고도 정보를 활용하여 건물의 침하에 대한 정보를 수집할 수 있을 것이며, 이는 건물 침하뿐만 아니라 지반과 같은 각종 침하에 대한 활용성을 높일 수 있을 것이라고 기대한다.

#### IV. 결론

본 논문에서는 지진 지역에서 건물 침하를 감지하기 위한 GNSS 기반 침하감지기 설계 및 분석을 진행했다. 제안 침하감지기 설계에서는 GNSS를 활용하여 지진 지역에 침하 정보를 수집할 수 있을 것이며, 이를 통해 건물 침하뿐만 아니라 지반 침하와 같은 다양한 침하 분야 설계에도 긍정적인 영향을 줄 수 있을 것이라고 기대한다. 향후 연구에서는 본 논문에서 제시한 설계와 분석을 기반으로 침하감지기에 대한 구현과 침하 정보에 대한 객관적인 지표들을 제공할 것이다.

#### 참고 문헌

- [1] J.S. Lee, and J.D. Kim, "포항지진 재난 사례를 통한 공공기관의 안전책임체계 구축 및 역할", Construction Engineering and Management, 제 19권, 제 2호, 30-34쪽, 2018.
- [2] D. Gebre-Egziabher, and S. Gleason, "GNSS applications and methods", Artech House, 2009.
- [3] 명수정, 김재훈, 유현석, 이현우, 이현정, "우리나라 국토환경 지리정보의 활용성 제고 방안", 기본연구보고서, 1-127쪽, 2018.
- [4] 이용욱, "GNSS 자료처리 S/W 에 따른 정확도 분석", 한국산학기술학회 논문지, 제 19권, 제 6호, 628-633쪽, 2018.