

GNSS기반 건물 침하감지기의 데이터를 활용한 침하 추세 정보 획득 방법

(A method of obtaining settlement trend information using data from a GNSS-based building settlement detector)

황 상 호, 김 성 호, 정 철 우, 천 승 만*
(재)경북IT융합산업기술원

(Sang-Ho Hwang, Sungho Kim, Cheol-Woo Jung and Seung-Man Chun)
(Gyeongbuk Institute of IT Convergence Industry Technology (GITC))

Abstract : In this paper, we propose a technique to obtain the trend of building settlement by using settlement information collected from existing GNSS(Global Navigation Satellite System)-based building settlement detectors. The proposed method corrects settlement data by using outlier removal and median filtering, and based on the corrected value, the trend of building settlement can be confirmed.

Keywords : GNSS, settlement detector, settlement trend, outlier, median filtering

I. 서 론

지진, 연약층, 경사지반, 지하수위 변경 등에 의해 발생할 수 있는 건물 침하는 그 위의 구조물에 대한 파괴나 변상을 일으킬 수 있다[1]. 이로 인해 막대한 재산피해 및 인명피해가 발생할 수 있으므로 건물 침하에 대한 지속적인 모니터링이 필요하다[2-3]. 이에 건물에 부착하여 실시간으로 건물 침하에 대한 감시가 가능한 GNSS(Global Navigation Satellite System)기반 침하 감지기가 개발되었다[4]. 이 침하감지기는 기지국 보정 정보를 활용하여 오차를 줄이고 있지만, 침하감지기에서 전송되는 높이 데이터의 오차는 여전히 크다.

본 논문에서는 기존 GNSS기반 건물 침하감지기에서 수집된 침하정보를 활용하여 건물 침하에 대한 추세를 얻을 수 있는 기법을 제안한다. 제안하는 기법은 이상치 제거 및 중간값 필터링을 활용하여 침하 데이터를 보정하고 있으며, 보정된 값을 기반

으로 건물 침하에 대한 추세를 확인할 수 있다.

II. 침하 추세 정보 획득 방법

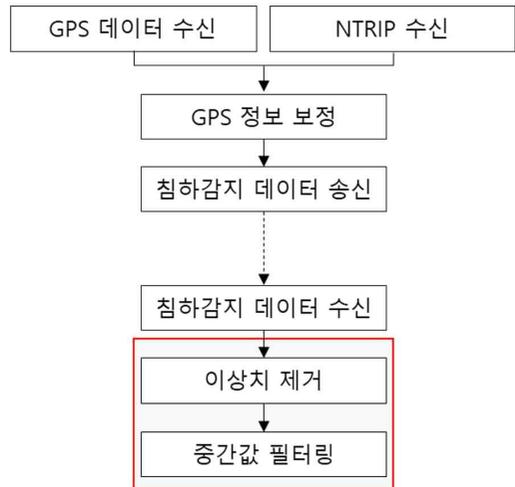


그림 1. 건물 침하 추세 정보 획득을 위한 절차
Fig. 1. Procedure for obtaining information on the trend of building settlement

저자들은 선행 연구를 통해 GNSS기반 건물침하 감지기를 개발하였고, 이 건물침하감지기는 GNSS 모듈과 NTRIP(Networked Transport of RTCM

* 교신저자(Corresponding Author)

황상호, 김성호, 정철우, 천승만: (재)경북IT융합산업기술원

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

via Internet)을 활용하여 건물에 대한 위도, 경도, 높이와 같은 정보를 실시간으로 전송한다.

침하감지기의 오차를 보정하기 위해 본 논문에서는 기존 절차에서 그림 1과 같이 이상치 제거 및 N시간 단위의 중간값 필터링을 추가로 수행한다.

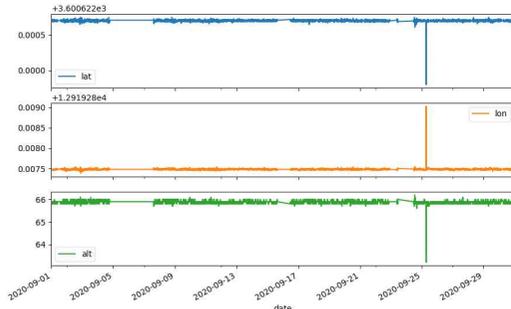


그림 2. 한 달 동안 수집된 침하감지 데이터
Fig. 2. Settlement detection data collected for 1 month

그림 2는 경상북도 포항시에서 수집된 데이터를 보여주고 있다. 수집된 데이터를 수집한 침하감지기는 4층 높이의 건물 옥상에 설치되어 있다. 데이터는 2020년 9월 1일에서 30일 사이에 수집되었으며, 그래프에서 비어있는 구간은 결측 값이다. 그림 2와 같이 침하감지기는 설치된 장소의 위도, 경도 그리고 높이 정보를 수집하고 있으며, 이 데이터는 위성들의 배치상황, 인공위성의 시간 및 위치 오차, 전리층과 대류층에서 발생될 수 있는 굴절, 기타 노이즈와 같은 이유로 발생된 오차를 가지고 있다.

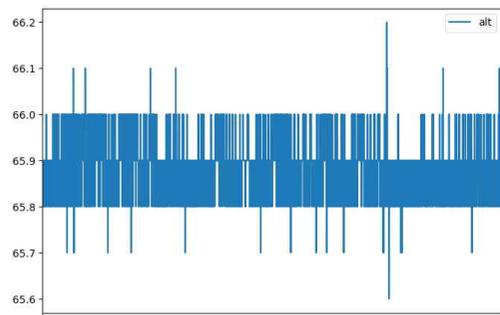


그림 3. 이상치가 제거된 데이터
Fig. 3. Data with outliers removed

그 외에도 NTRIP 보정실패, 침하감지기의 재부팅 등의 이유로 오차가 발생할 수 있다. 이렇게 발생하는 오차는 위에서 기술한 오차 범위 이상의 큰 값으로 발생되며 이러한 오차는 간단한 임계범위

설정으로 제거될 수 있다. 침하감지기는 위도, 경도, 높이 정보를 실시간으로 수집하고 있으며, 위도 1도는 모든 지역에서 111.195 Km, 1분은 1.853 Km, 1초는 30.887 m의 차이를 보인다. 경도간 거리의 경우 위도에 따라 차이가 있으며, 침하감지기가 설치된 포항의 36도의 경우 1도간 89.959 Km, 1분은 1.499 Km, 1초는 24.989m 차이가 난다. 건물 붕괴와 같은 상황을 제외하고 위도, 경도에서 0.1초 차이는 설치된 환경에서 발생되기 어려우므로 이러한 데이터는 이상치로 제거한다. 그림 3은 그림 2의 결과를 기반으로 이상치를 제거한 높이 데이터를 보여준다.

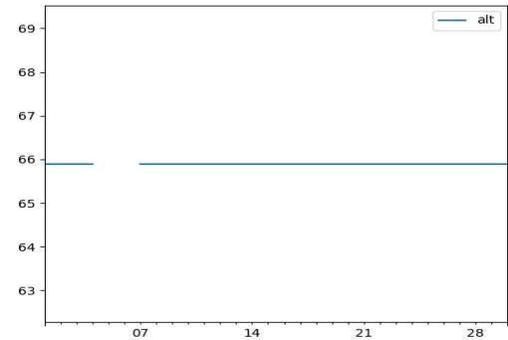


그림 4. 건물 침하 추세 데이터
Fig. 4. Building settlement trend data

이상치가 제거된 값은 건물 침하 추세를 얻기 위해 아래 수식을 활용하여 중간값 필터링 된다.

$$\text{median} = \begin{cases} \frac{(N+1)^{\text{th}}}{2} & \text{when } N \text{ is odd} \\ \frac{(\frac{n}{2})^{\text{th}} + (\frac{n}{2} + 1)^{\text{th}}}{2} & \text{when } N \text{ is even} \end{cases} \quad (1)$$

이를 위해 1초단위로 수집된 높이 정보는 N시간 단위로 묶여진다. N시간 간격으로 중간 값이 구해지며 이 값은 해당 구간에 대표 값이 된다. 그림 4는 그림 3의 결과를 바탕으로 중간값 필터링을 수행한 결과이며 본 결과의 N값은 24이다.

III. 결 론

본 논문에서는 기존 GNSS기반 건물 침하감지기에서 수집된 침하정보를 활용하여 건물 침하에 대한 추세를 얻을 수 있는 기법을 제안하였다. 제안하는 기법은 이상치 제거 및 중간값 필터링을 활용

하여 건물 침하에 대한 추세를 확인할 수 있다. 추후 높이를 정밀하게 조절할 수 있는 침하기를 활용하여 건물 침하 추세의 정확도를 분석할 예정이다.

참 고 문 헌

- [1] Lee, Byung-Joo, et al. "Ground subsidence caused by the development of underground karstic networks in limestone terrain, Taebag city Korea." *The Journal of Engineering Geology*, Vol. 26, No. 1, pp.63-70 ,2016.
- [2] Jeon, Je-Sung, Keun-Ho Lee, and Dong-Gu Yoon. "Development of Automated Monitoring System for Soft Ground Settlement Based on Hole Sensor." *Journal of the Korean Geotechnical Society*, Vol. 28, No. 6, pp.39-52, 2012.
- [3] Choi, C., Han, S., Kim, B., and Kim, Y., "Characteristics of Residual Settlement of Soft Ground Using In-situ Settlement DB on Concrete Track", *Journal of the Korean Society for Real way*, Vol. 21, No. 2, pp. 189-199, 2018.
- [4] 김성호, 이수성, 황상호, 석수영, 천승만, "건물 정밀 침하감지를 위한 GNSS 기반 침하감지기 구현", *대한설비관리학회지*, 제 25권, 제 2호, 1-11쪽, 2020.