

# 지구자기장 기반 실내측위기술의 건설현장 적용 가능성 검토

## A Review on the Applicability of Geomagnetic Field-Based Indoor Positioning in Construction Site

김현민<sup>1</sup> · 이창우<sup>2</sup> · 김형준<sup>2</sup> · 이창수<sup>3</sup> · 임바다<sup>4</sup> · 조훈희<sup>5\*</sup>

Kim, Hyeonmin<sup>1</sup> · Kim, Hyungjun<sup>2</sup> · Lee, Changwoo<sup>2</sup> · Lee, Changsu<sup>3</sup> · Lim, Bada<sup>4</sup> · Cho, Hunhee<sup>5\*</sup>

**Abstract** : Despite the accuracy, stability, and economic feasibility of geomagnetic field-based indoor positioning, its applicability in construction sites needs to be thoroughly discussed due to the issue of distortion of geomagnetic fields around ferromagnetic objects such as rebars. In this study, the possibility of applying the geomagnetic field-based indoor positioning in construction sites was reviewed through the Student's t-test after measuring the changes in geomagnetic field values depending on the presence or absence of rebars. The statistical analysis revealed that there is a high probability (over 80%) of significant changes in geomagnetic field values when measuring points are located within 60cm from the rebars. On the other hand, the probability of minimal changes in geomagnetic field values is over 90% when measuring points are located more than 60cm from the rebars. This suggests the application of geomagnetic-based indoor positioning in construction sites would be possible if the issue of distortion in geomagnetic field values near rebars within 60cm is resolved.

**키워드** : 실내측위기술, 실내위치인식, 지구자기장, 스튜던트 t-검정, 철근

**Keywords** : indoor positioning, indoor localization, geomagnetic field, student's t-test, reinforced bar

## 1. 서론

### 1.1 연구의 목적

건설현장 내 작업자의 위치정보를 파악하는 것은 공정관리, 현장관리, 안전관리 등 다양한 측면에서 매우 중요한 요소이다[1]. 건설현장에 실내측위기술을 적용하기 위해서는 정확성, 안정성, 경제성이 충족되어야 한다. 대표적인 실내측위기술인 WiFi는 정확성 측면에서, BLE(Bluetooth Low Energy)는 안정성의 측면에서, RFID(Radio Frequency Identification)와 UWB(Ultra-Wide Band)는 경제성의 측면에서 개선이 필요하다[2]. 한편, 자연적으로 발생하는 신호인 지구자기장 기반 실내측위기술은 측위 오차가 73cm(KOLAS 인증 시험성적서 기준) 수준으로 정확하고, 시간에 따른 신호 세기가 타 신호에 비해 매우 안정적이며, 스마트 기기에 내장된 IMU 센서를 이용하므로 별도의 장치가 필요없어 경제성 또한 만족한다[3]. 하지만 강자성체 주변에서 값이 왜곡되는 경향을 보이는 지구자기장의 특성상 철근과 같은 강자성체가 즐비한 건설현장에 지구자기장 기반 실내측위기술의 적용이 가능한지에 대한 논의가 선행되어야 할 필요가 있다[4].

이에 본 연구에서는 철근 배근에 따라 변화하는 지구자기장 값에 대해 스튜던트 t-검정(Student t-test)을 수행하여 지구자기장 기반 실내측위기술의 건설현장 적용 가능성을 검토해보고자 한다.

## 2. 철근에 의한 지구자기장 값의 변화에 대한 스튜던트 t-검정

### 2.1 스튜던트 t-검정 수행 개요

본 연구에서는 철근 배근에 따른 지구자기장 값의 변화를 측정하고자 180cm×1,140cm 규모의 고려대학교 로봇융합관 복도에서 높이 80cm(INPOCKET)와 120cm(ULTIMATE)에서 가로세로 60cm 간격으로 (1) 철근을 배근하지 않은 경우 (2) 오른쪽 벽면에만 철근을 배근한 경우 (3) 양쪽 벽면에 철근을 배근한 경우에 대해 각각 30회씩 자기장값을 수집하였다. 이후, 각 지점에서 철근의 배근 유무에 따른 X·Y·Z축 지구자기장 값에 대해 1% 유의수준으로 스튜던트 t-검정을 수행하여 통계적으로 유의미한 변화를 보이는지 확인하였다.

1) 고려대학교 건축사회환경공학과, 석사과정

2) 고려대학교 건축사회환경공학부, 학사과정

3) 고려대학교 건축사회환경공학과, 박사과정 수료

4) 고려대학교 전기전자공학부, 석사과정

5) 고려대학교 건축사회환경공학부, 교수, 교신저자(hhcho@korea.ac.kr)

## 2.2 스튜던트 t-검정 결과 분석

(1)과 (2) 경우의 지구자기장 값에 대한 스튜던트 t-검정 결과, 철근으로부터 60cm 이상 떨어진 120개 지점 중 114개 지점에서 유의 확률에 해당하는 P값이 0.01보다 크고, 철근으로부터 60cm 이내 위치한 40개 지점에서 32개 지점에서 P값이 0.01보다 작은 것으로 나타났다. 이는 철근으로부터 60cm 이상 떨어진 각각의 지점에서는 철근 배근에 따른 지구자기장의 평균값이 차이가 없다는 귀무가설이 채택되지만, 60cm 이내 위치한 각각의 지점에서는 철근 배근에 따른 지구자기장의 평균값이 차이가 있다는 대립가설이 채택된다고 해석할 수 있다. (1)과 (2) 경우와 유사하게, (1)과 (3) 경우에서도 철근으로부터 60cm 이상 떨어진 지점에 대해서는 귀무가설이 채택되고, 60cm 이내 위치한 지점에 대해서는 대립가설이 채택되는 것을 확인할 수 있다.

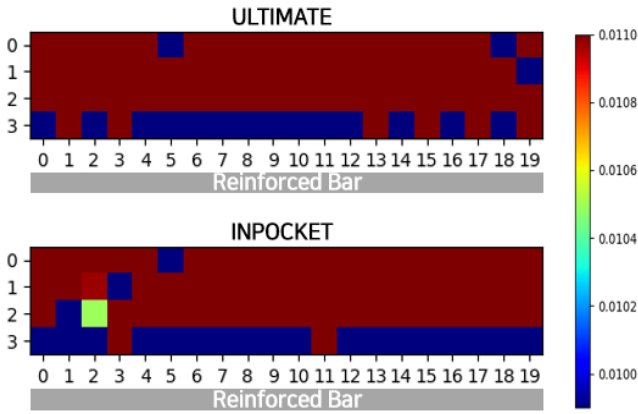


그림 1. (1)과 (2) 경우에 대한 P값 분포

표 1. (1)과 (2)에 대한 스튜던트 t-검정 결과

	총 지점	P>0.01인 지점	P<0.01인 지점
철근으로부터 60cm 이내	40	8(20.0%)	32(80.0%)
철근으로부터 60cm 이상	120	114(95.0%)	6(5.0%)

표 2. (1)과 (3)에 대한 스튜던트 t-검정 결과

	총 지점	P>0.01인 지점	P<0.01인 지점
철근으로부터 60cm 이내	80	5(6.25%)	75(93.75%)
철근으로부터 60cm 이상	80	74(92.5%)	6(7.5%)

## 3. 결론

본 연구는 철근 배근에 따른 지구자기장 값 변화에 대해 스튜던트 t-검정을 수행하여 철근으로부터 60cm 이상 떨어진 지점에서 90% 이상의 확률로 지구자기장 값의 변화가 크지 않지만, 60cm 이내 위치한 지점에서는 80% 이상의 확률로 지구자기장 값의 변화가 크다는 것을 확인하였다. 철근으로부터 60cm 이상 떨어진 위치에 대해서는 지구자기장 기반 실내측위기술의 적용이 가능할 것으로 판단되는 한편, 철근으로부터 60cm 이내 위치에 대해서는 강자성체에 의한 영향이 없는 실내측위기술과의 접목 또는 강자성체에 의한 지구자기장의 왜곡을 보정하는 기술이 필요할 것으로 사료된다.

## 감사의 글

본 연구는 국토교통부 디지털 기반 건축시공 및 안전감리 기술개발 사업의 연구비지원 (RS-2022-00143493, 과제번호:1615012983)에 의해 수행되었습니다.

## 참고문헌

1. Milad Memarzadeh, Mani Golparvar-Fard, Juan Carlos Niebles. Automated 2D detection of construction equipment and workers from. Automation in Construction 32. 2013. pp. 24-37.
2. Chun Ting Li, Jack C.P. Cheng, Keyu Chen. Top 10 technologies for indoor positioning on construction sites. Automation in Construction 118. 2020. p. 103309.
3. 최린. 딥러닝 기반 실내 지구자기장 이용 초정밀 실내 측위 기술. 한국통신학회지. 제37권 12호. 2020. pp. 51-58.
4. 김현민, 안희재, 이창수, 김하림, 고영웅, 조훈희. 건설현장 내 작업자 실내측위를 위한 지구자기장 보정 범위 도출. 한국건축시공학회 학술발표대회 논문집. 2022. 제22권 2호. pp. 93-94.