

# 초광대역(UWB) 기반 실내 위치 추정에서 Wi-Fi 6E 간섭의 영향 분석

김도겸, 박철순\*, 나선필\*, 정용식  
광운대학교, \*국방과학연구소

[gyummine@kw.ac.kr](mailto:gyummine@kw.ac.kr)

## Analyzing Wi-Fi 6E Interference Impact on Ultra-Wideband(UWB)- Based Indoor Localization

Kim Do Gyeom, \*Park Cheol Sun, \*Nah Sun Phil, Chung Young Seek

Kwangwoon Univ, \*Agency for Defense Development

### 요 약

본 논문은 실내 환경에서 Wi-Fi 6E 간섭이 초광대역(UWB) 기반 3 차원 위치 추정 성능에 미치는 영향을 분석하기 위한 방법론을 제시한다. Wi-Fi 6E 의 6 GHz 대역과 UWB 채널 5 의 주파수 대역 중첩으로 인한 간섭 가능성이 높으며, 이는 실내 환경에서 더욱 간섭 효과가 심화될 수 있다. 이에 따라 본 연구에서는 신호 간섭 강도를 분석할 수 있도록 금속 캔 기반 수신 안테나인 캔테나(Cantenna)를 설계하고 HFSS 시뮬레이션을 통해 향후 연구에서 성능 평가 및 제작을 진행할 예정이다. 본 논문에서 제안된 방법으로 향후 캔테나 제작 및 실험을 통해 신호 간섭 영향을 정량적으로 검증하기 위한 기초 자료를 제공한다.

### I. 서 론

초광대역(Ultra-Wideband, UWB) 기술은 실내 환경에서 높은 정확도로 3 차원 위치 추정을 가능하게 한다. 그러나 IEEE 802.11ax 표준의 확장으로 Wi-Fi 6E 표준 6 GHz(5.925~7.125 GHz) 대역을 새로운 주파수 대역으로 활용하게 되면서, UWB 시스템과의 주파수 간섭을 일으킬 가능성이 존재하게 되었다. 특히 Decawave 사의 DW3000 모듈의 채널 5(중심 주파수:6489.6MHz)는 Wi-Fi 6E 의 채널과 주파수 대역이 겹쳐 간섭 영향이 클 것으로 예상된다. 또한 실내 환경에서 다중 경로(Multi-path)와 비가시선(NLOS: Non-Line of Sight) 조건이 간섭 효과를 더욱 증폭시킬 우려가 있어, UWB 기반 위치 추정 정확도에 영향을 미칠 수 있다.

본 연구는 Wi-Fi 6E 간섭이 UWB 위치 추정에 미치는 영향을 분석하기 위한 접근법을 제안한다. 주파수 중첩 특성을 분석하기 위한 HFSS(High Frequency Structure Simulator) 시뮬레이션을 통해 캔테나를 모델링하였다. 향후 실험에서 캔테나의 성능을 평가하고 간섭 영향을 검증할 계획이다.

### II. 본론

#### 2.1 실험 환경

본 연구는 9.1m × 8.8m × 2.65m 크기의 실내 환경에서 실험을 수행하였다. Wi-Fi 6E 신호는 IPtime AX5400BCM-6E 공유기를 가지고 생성하였으며, 신호 세기는 iPhone ios Wi-Fi Analyzer 애플리케이션을 활용하여 그림 2 에서와 같이 2 차원 신호 강도의 분포를 확인하였다.



그림 1. 실내 실험 환경

Fig.1. Indoor experimental setup

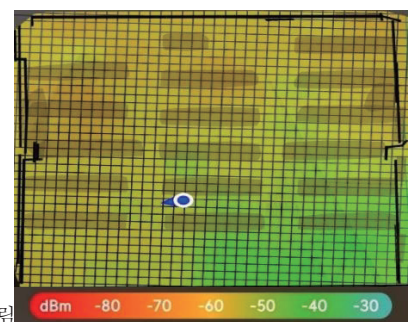


그림 2

Fig.2. 2D signal strength distribution in the test area

## 2.2 Wi-Fi 6E 간섭 분석 접근법

본 연구에서는 초광대역(UWB) 3 차원 위치 추정에서 태그의 이동 궤적과 그림 2 의 Wi-Fi 6E 신호 강도 분포를 정성적으로 비교하였다. 신호 강도가 높게 측정된 지점에서 UWB 태그의 Z 축 위치 오차가 커지는 결과를 확인하였고, Wi-Fi 6E 와 초광대역(UWB) 신호 간 간섭으로 인한 것으로 판단하였다. 이를 위해 캔테나를 활용한 신호 수신 및 시뮬레이션으로 검증하며, 향후 실험에서 Wi-Fi 6E 간섭 영향을 정량적으로 분석할 예정이다.

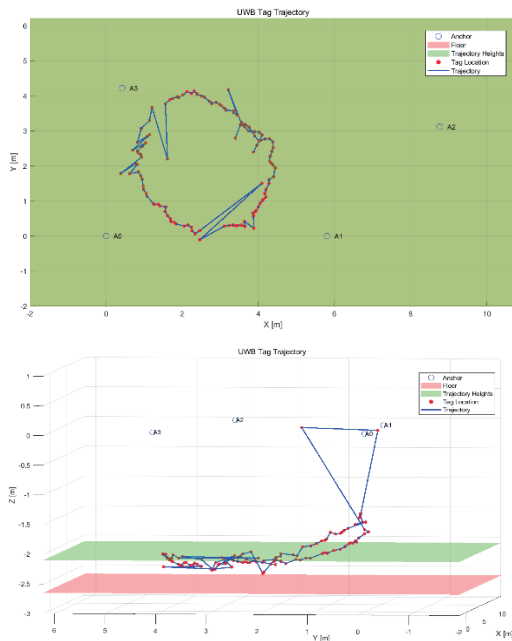


그림 3. 초광대역(UWB) 3 차원 태그 위치 추정

Fig.3. 3D tag localization using ultra-wideband(UWB)

## 2.3 캔테나 설계 및 HFSS 시뮬레이션

원형 도파관 구조의 TE<sub>11</sub> 모드 컷오프 주파수 조건을 고려하여 약 6 GHz 이상의 주파수에서 안정적으로 동작하도록 설계해야 한다. 도파관 측면에 SMA 커넥터의 중심 도체를  $\lambda/4$  지점에 삽입한 ‘프로브 급전 방식(probe feed)’으로 도파관 내 공진 모드에서 효과적인 임피던스 정합을 구현한다.

설계된 캔테나의 동작 특성을 이론적으로 검증하기 위해 Ansys HFSS(High Frequency Structure Simulator)의 파라미터 스윕 기능을 활용하여 TE<sub>11</sub> 모드에 최적화된 도파관 구조 및 급전 포인트를 탐색할 예정이다. 향후 캔테나 제작 후, 시뮬레이션 결과와의 일치 여부를 검증할 계획이다.

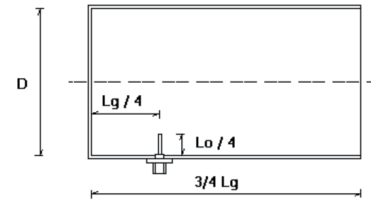


그림 4. 캔테나 치수 계산 도식

Fig.4.Cantenna dimensional design schematic

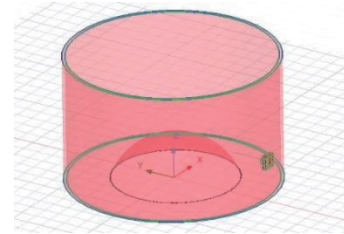


그림 5. HFSS 기반 TE<sub>11</sub> 모드 캔테나 3D 모델

Fig.5. 3D HFSS model of TE<sub>11</sub>-mode cantenna

## III. 결론

본 논문에서는 Wi-Fi 6E 간섭 분석을 위한 캔테나 구조 설계 및 HFSS 시뮬레이션을 수행하기 위한 방법론을 제안하였다. iPhone ios Wi-Fi Analyzer 를 활용한 간섭 신호 세기 분포를 확인한 결과, Wi-Fi 6E 의 채널 6 와 초광대역(UWB) 채널 5 의 주파수 중첩으로 인한 신호 간섭을 유발할 가능성이 높으며, 이는 초광대역(UWB) 기반 3 차원 위치 추정 시 수직 오차와 상관 관계가 있을 것으로 예상된다. 향후에는 캔테나 제작 및 실험을 통해 실내 환경에서 UWB 위치 추정 성능에 미치는 간섭 영향을 정량적으로 분석할 계획이다.

## ACKNOWLEDGMENT

본 논문은 정부(방위사업청)의 재원으로 미래도전국방기술과제(No.915087201)를 통해 연구가 수행되었다.

## 참 고 문 헌

- [1] H. Brunner, M. Stocker, M. Schuh, M. Schuß, C. A. Boano, and K. Römer, "Understanding and Mitigating the Impact of Wi-Fi 6E Interference on Ultra-Wideband Communications and Ranging," *Proc. of the 21st ACM/IEEE Int. Conf. on Information Processing in Sensor Networks (IPSN)*, pp. -, May 2022.
- [2] M. F. Ruzaij Al-Okby, T. Roddelkopf, S. -J. Burgdorf and K. Thurow, "Multi-Tag UWB-based Indoor Positioning System for Objects Tracking," 2024 IEEE 22nd Jubilee International Symposium on Intelligent Systems and Informatics (SISY), Pula, Croatia, 2024, pp. 000415-000422, doi: 10.1109/SISY62279.2024.10737623.