

# 다중해상도 GNSS 다중경로 지도 적용을 위한 재귀벡터 기반 위성 가시성 판별 기법

이용준, 박병운\*  
세종대학교

[byungwoon@sejong.ac.kr](mailto:byungwoon@sejong.ac.kr)

제현승, 윤영선, 박해성

SK 텔레콤

## A Study on the recursive vector-based satellite visibility determination technique for applying multi-resolution GNSS multipath maps

Lee Yongjun, Park Byungwoon\*  
Sejong University

Jei Hyunseung, Yun Youngsun, Park Haesung  
SK Telecom

### 요 약

본 논문에서는 선행 연구의 GNSS 다중경로 지도를 효율적으로 적용하기 위하여 재귀벡터 기반 위성 가시성 판별 알고리즘을 제안하였다.

#### I. 서 론

GNSS 신호는 고층 건물이 밀집한 도심지 환경에서 반사되기 수신되기 쉬우며 반사된 신호의 수신은 다중경로오차라는 거리 오차를 유발한다. 다중경로 오차는 도심지에서 GNSS 위치 오차를 수 백 m 이상에 이르게 하는 도심지 GNSS 측위의 가장 큰 오차 요인이며, 사용자 수신 환경에 따라 달라지는 오차로 모델링하거나 예측하는 것이 매우 어려운 것으로 알려져 있다. 선행 연구에서는 기계학습 기반 GNSS 다중경로 추정 모델과 3D 빌딩 모델을 이용하여 다중해상도 다중경로 지도를 생성하여 도심지 사용자에게 적용하는 기법을 제안한 바 있다 [1][2][3]. 하지만 선행 연구의 다중경로 지도의 적용을 위해서는 도심지 사용자 위치 불확실성으로 인하여 대략적인 사용자 위치 인근의 다중경로 지도들을 적용하여 다수의 후보 위치들을 계산하고, 각 후보 위치마다 유효성 검사를 수행해야 하였다. 본 논문에서는 선행 연구에서 제안한 다중경로 지도의 효율적인 적용을 위하여 재귀벡터 기반 위성 가시성 판별 알고리즘을 제안하였다.

#### II. 본론

선행 연구에서 제안한 다중해상도 다중경로 지도는 기계학습 기반 다중경로 추정 모델로 생성한 저해상도 다중경로 지도와 3D 빌딩 모델을 이용하여 생성한 고해상도 다중경로 지도로 이루어져 있다. 다중해상도 다중경로 지도 적용 시에는 먼저 기계학습 기반 저해상도 다중경로 지도 적용을 통하여 초기 사용자 위치를 계산한 후 계산된 위치 인근의 3D 빌딩 모델 기반 고해상도 다중경로 지도들을 적용하여 후보 위치들을 생성한다. 생성된 각 후보 위치들은 사용된 고해상도 지도 생성 위치까지의 거리에 기반한 유효성 검사를 통해 유효 후보 위치들을 계산하는데 사용되며, 선별된 유효 후보 위치들 중 최소 측정치 잔차 합을 갖는 후보 위치가 최종 위치로 선정된다. 본 논문에서는 재귀벡터 기반 위성 가시성 검사를 통하여 수신한 위성 측정치들의 다중경로오차를 추정하고, 추정된 각 위성들의 다중경로오차를 계산한 초기 사용자 위치 인근의 고해상도 다중경로오차 지도와 비교하여 최종적으로 사용자에게 적용할 고해상도 다중경로 지도를 선별하는 기법을 제안하였다. 고해상도로 생성된 다중경로지도 생성 위치에 사용자가 위치한다고

가정하면, 고해상도 다중경로 지도가 생성된 위치와 다중경로오차 추정을 위해 선별한 위성 조합으로 계산한 위치와의 차이를 각 위성의 가시벡터에 투영해 각 위성의 다중경로오차를 추정할 수 있다. 계산된 위성들의 다중경로오차 값들은 초기 사용자 위치 인근의 고해상도 다중경로 지도와의 비교하여 사용자에게 적용할 최종 고해상도 위치를 선별하는데 사용된다.

### III. 결론

본 논문에서는 선형 연구의 다중해상도 다중경로 지도를 효율적으로 적용하기 위하여 재귀벡터 기반 위성 가시성 판별 알고리즘을 제안하였다. 제안한 기법은 서울시 강남구 일대에서 취득한 GNSS 데이터에 적용되어 그 적용성이 확인되었다.

### ACKNOWLEDGMENT

본 논문은 과학기술정보통신부의 재원으로 한국연구재단 미래우주교육센터(2022M1A3C2074404, 미래우주항법 및 위성기술 연구센터)의 지원을 받아 수행된 연구입니다.

### 참 고 문 헌

- [1] Lee, Yongjun, and Byungwoon Park. "Nonlinear regression-based GNSS multipath modelling in deep urban area." *Mathematics*, 2022.
- [2] Lee, Yongjun, Pai Wang, and Byungwoon Park. "Nonlinear Regression-Based GNSS Multipath Dynamic Map Construction and Its Application in Deep Urban Areas." *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 2023.
- [3] Lee, Yongjun, and Byungwoon Park. "Generation and Application of Urban Multi-Resolution GNSS Multipath Error Maps Using Machine Learning-based Multipath Estimation Model and 3D Building Model", *IPNT Conference proceedings 2023*, 2023.