

정책과 기술 02

지하고속도로 위성측위 음영구간 해소방안¹⁾

이원우 | 한국도로공사 도로교통연구원 수석연구원

요약

본고는 지하고속도로 위성측위 음영구간을 해소하기 위한 방법에 관한 내용이다. 위성으로 받은 위성측위 정보는 지하고속도로 설치된 중계기로 정보가 전달되며, 가상의 위성 신호를 제공함으로써 끊김이 없는 위치정보 서비스를 이용할 수 있다. 또한 지하고속도로는 반사파 등으로 안정적인 통신 환경 구현이 어렵기 때문에 반사파 최소화, 다수의 통신 시스템 연동 등을 통한 해결 방안이 필요하다. 고속도로에 필수적 요소인 위성측위 정보 서비스의 범위를 야외뿐 아니라 지하고속도로, 국민들이 이용하는 지하공간(지하철, 실내 버스정류장) 시설에 설치하여 경제적이고 효율적인 위치기반 서비스를 제공할 수 있다.

1. 서론

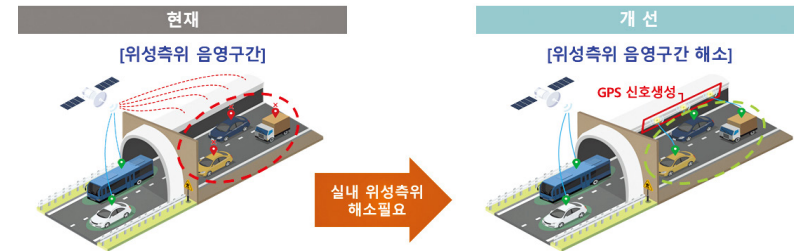
최근 지하고속도로 건설계획(도시지역 지하도로 설계계획, 국토부 2016년)으로 위성측위 음영구간이 증가할 것으로 예상되며, 지하에서 위치정보 서비스(내비게이션 등)가 필요하게 되었다. 하지만 지하 고속도로의 전자파 차폐 특성으로 위성측위 신호가 지하도로 내에 전달되지 못한다. 고속도로의 끊김 없는 위치기반의 교통 서비스를 제공하기 위해서는 위성측위 정보 제공을 위한 방안들이 필요한 상황

이다. 또한 고속도로 위성측위 해소는 지하고속도로 시설관리 자동화 및 재난관리 개선과 자율주행 서비스(V2X, Vehicle to Everything)를 현실화하는 데 필요하다.

본고에서는 지하고속도로 위성측위 음영구간을 해소하기 위한 방안 몇 가지를 소개하였다. 특히, 위성으로 받은 위성측위 정보는 지하고속도로에 설치된 중계기를 통해 정보가 전달되며 가상의 위성 신호를 제공함으로써 주행 중 끊김 없는 위치정보 서비스를 이용할 수 있을 것이다.

1) 본 기사는 한국도로공사 '모바일 기반 데이터 생산기지 고속도로 구현 연구'의 연구과제 결과를 요약하여 기고한 것임.

그림 1. 위성측위 음영구간 개념도



2. 본론

2.1 기술동향

위성측위 기술은 블루투스(Bluetooth), UWB(Ultra Wide Band), GNSS(Global Navigation Satellite System) 신호생성 시스템 등이 있다. 블루투스는 정확성의 한계(신호세기로 거리예측)가 있으며, 앱 설치 등 이용자 부담이 있다. UWB는 높은 정밀도 특성이 있으나, 아직 적용 단말기가 없다. GNSS 신호생성시스템은 높은 초기 설치비가 필요하나, 이용자 부담이 없다. <표 1>

2.2 구현방안

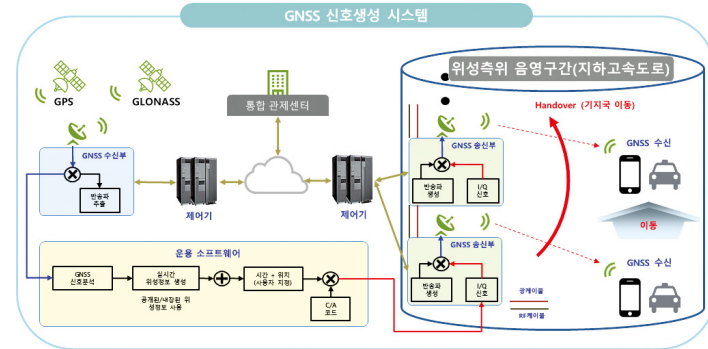
지하고속도로 내 위성측위 신호생성을 위해서 <그림 2>와 같이 시스템 구성이 필요하다. 시스템 구성은 GNSS 수신부(위성 원래의 신호를 수신함), 운영 소프트웨어(위성 신호를 복구하여 지하고속도로 내에 있는 송신부로 원신호를 전달), GNSS 송신부(위성 원래의 신호와 동일하게 지하고속도로 내에 신호 전달), 모니터링 시스템(제어기 및 클라우드, 통합 관제센터)를 통해 실시간 시스템 상태 확인 및 업데이트 진행)으로 구성된다.

<그림 3>은 위성측위 신호생성 동작 방법을 보여준

표 1. 위성측위 기술 비교

특징	블루투스	UWB	GNSS
기준	IEEE 802.15.1	IEEE 802.15.4a/z	각국 표준관리 단체 (미국 GPS 표준 포지셔닝서비스등)
주파수	2.4 ~ 2.5GHz	낮은대역: 3.5 ~ 4.5GHz 높은대역: 6.5 ~ 10GHz	L1대역 : 1.5GHz L2대역: 1.2GHz
통신범위	200 ~ 400m	70 ~ 250m	제한없음
데이터속도	24Mbps(max)	27Mbps(max)	
정확성	5 ~ 10m	cm 단위 영역	5 ~ 20m
보안	매우안전(비콘프로토콜)	매우안전(거리제한프로토콜)	해당없음
신뢰수준	노이즈(다중경로 반사파 등)에 강함	노이즈(다중경로 반사파 등)에 강함	노이즈 및 장애물에 약함
대기시간	응답시간 10ms 미만	응답시간 1ms 미만	응답시간 100ms 미만
확장성	태그 등 제한있음	태그 등 제한있음	제한없음
비고	·초기 설치비 필요 ·정확도 개선 한계 ·이용자 부담(단말, 앱설치)	·초기 설치비 필요 ·적용 단말기 없음 ·이용자 부담(단말, 앱설치)	·높은 초기 설치비 필요 ·이용자 부담(단말, 앱설치)없음

그림 2 위성측위 신호생성 시스템



다. 위성으로 받은 신호는 외부 안테나로 인해 내부로 전해지며, 지하고속도로 내에 설치된 송신기에 의해 신호가 전달된다. 이동 차량은 실제 위성파와 동일한 신호를 수신하게 되며, 고속에도 끊김이 없는 위성 신호를 수신 받게 된다.

〈그림 4〉는 데이터 전달 구현방안을 보여주고 있다. 위성으로 받은 신호 정보는 아날로그 고주파 신호와 디지털 신호로 분리하여 디지털 신호만 송신기로 전달된다. 이 신호는 다시 송신기 거리 지연에 대한 시간 보상을 하여 다시 고주파 신호를 만들어 이동 차량에 제공된다.

〈그림 5〉는 위성 시간동기 지연에 따른 문제점을 보여주고 있다. 거리지연 보상은 위성측위 신호가 전달되면서 실제 위성 신호와의 시간지연이 발생하여 이를 보정하기 위해 필요하다. 즉, 시간이 지연되면 이동 차량과 위성과의 동기화가 어렵게 된다. 안정적인 위치서비스 제공을 위해선 위성 간 100ns 이하의 시간지연 보정이 필요하다.

〈그림 6〉은 앱을 활용한 정확도 개선을 보여주고 있다. 위치의 정확도 개선을 위한 모바일(내비게이션 등) 표준이 필요하다. 즉, 속도 별 시간 보상 값 설정, RTK 등 위치보상 알고리즘과 연동 등이 있다.

〈그림 7〉은 블루투스 및 UWB 방식의 위성측위 시

스템 구조이다. 신호의 세기로 이동 거리를 추적하며, 음영구간내 높은 정밀도의 위치정보를 제공할 수 있다.

대국민 서비스를 위해선 별도의 단말기, 앱 설치 없이 GNSS 신호생성시스템 적용이 우선적으로 필요하지만, GNSS 신호생성시스템의 경우 노이즈(반사파 등)에 약한 단점이 있어 블루투스/UWB를 결합·보완한 위성측위 시스템 고려되어야 할 것이다. 즉, 블루투스/UWB/GNSS 결합 형태의 위성측위시스템 적용하여 수신 신호의 상태에 따른 선택이 가능한 위성측위 통합시스템이 되어야 할 것이다.

3. 결론

본고에서는 고속도로에 필수적 인프라인 GNSS 위치정보 서비스의 범위를 야외뿐 아니라 지하도로, 터널, 그리고 국민들이 많이 이용하는 지하공간에 설치하여 경제적이고 효율적인 위치기반 서비스를 제공할 수 있다는 것을 간략히 설명하였다. 위성측위 음영구간을 해소하기 위한 연구는 지하고속도로, 장대터널, 자율주행을 위한 필요기술로써 성능 최적화를 위한 연구가 지속 수행될 예정이다. 🇪🇺

그림 3 위성측위 신호생성 동작방법

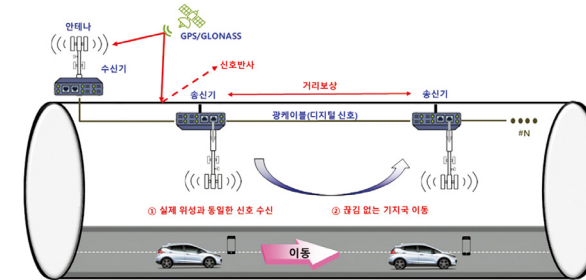


그림5. 위성 시간동기

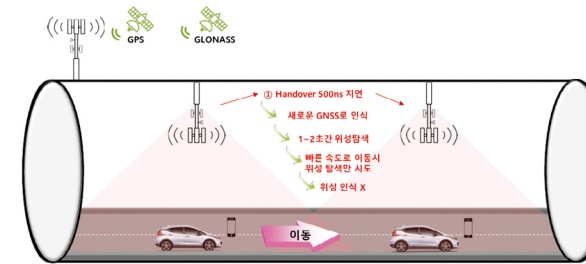


그림 7. 블루투스, UWB 위성측위 신호생성 시스템 구조

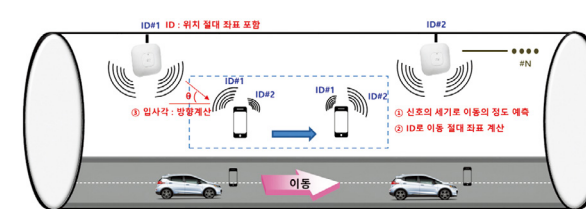


그림 4. 위성측위 신호생성 시스템 구조

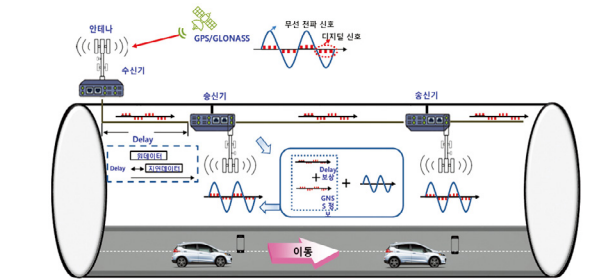


그림 6. 앱을 활용한 정확도 개선

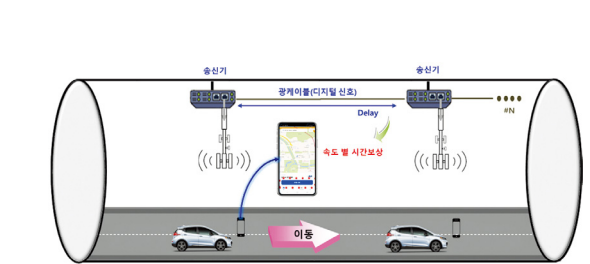
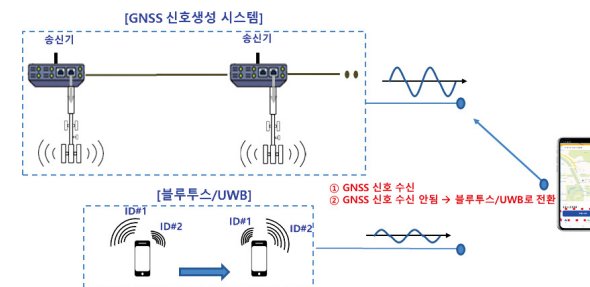


그림 8. 위성측위 통합시스템



참고문헌

- 류지훈, 김호영, "실내 GNSS 시스템 및 제공방법", 특허(1020200089), 아이디어씨티, 2020
- 정영제, 박대근, 전범준, 이성호, 최성복, "위성측위 음영지역 해소를 위한 SDR 기반의 GNSS 신호생성기술 개발 및 실증연구", 서울기술연구원, 2021
- 유재준, 조영수, "실내 위치기반 서비스 기술개발 및 표준화 동향", 한국전자통신연구원, 전자통신동향분석 29권 5호, 2014
- Waze(2019), About the Waze Transport SDK, viewed 28 June 2021 <https://developers.google.com/waze/intro-transport>.
- Beaconzone 2019, Beaconzone in United Kindom, viewed 30 June 2021 <https://www.beaconzone.co.uk/blog/category/navigation/>.
- Paul Berger (2019), Motorists Can Now Access Waze App Directions in New York Tunnels, The Wall Street Jomal in United State, viewed 29 June 2021 <https://www.wsj.com/articles/motorists-can-now-access-waze-app-directions-in-new-york-tunnels-11548777601>.
- ApoSys (2021), A FULL UNDERGROUND GOBAL POSITIONING SYSTEM, Viewed 21 June 2021, <https://www.aposystech.com/app-ugps.html>.