

# GNSS 신호생성과 DR의 융합기술에 관한 연구

김현수, 이재훈\*

지피에스패밀리, \*지피에스패밀리

gpsfamily@gmail.com, \*jaffrhee@gmail.com

## A Study on the convergence technology of GNSS signal generation and DR(Dead-Reckoning)

Kim Hyun Soo, Rhee Jae Hoon\*

GPSFAMILY

### 요약

본 논문은 GNSS의 구성요소중 하나인 항법위성으로부터 지구로 상시 송출되는 항법신호가 도달하지 못하거나 방해를 받는 환경, 즉 실내나 지하에서 실제 GNSS신호와 유사한 가상 신호를 생성하는 기술에 관한 것으로, 기존에는 GNSS 신호생성기가 고정된 장소에서만 가능했던 한계를 극복하기 위해서 본 논문에서는 지하 이동체(버스, 철도차량 등)에서도 가능하게 하기 위해 추측항법인 DR 기술을 융합하는 기술을 제안하고, 이를 시뮬레이션 장치를 활용하여 시험한 결과와 상용화 가능성을 제시하였다.

### I. 서론

실내와 지하 영역에서는 GNSS 위성신호가 도달하지 않기 때문에 신호 리피터와 같은 장치를 이용할 수 있으나, 배선 문제 등으로 실현하기 어렵다. 이를 해결하기 위해서 Reverse GNSS 기술을 고안했으며, 이를 통해 알고 있는 위치 좌표로부터 GNSS 위성신호를 생성하는 기술과 장치를 개발해 왔다.[4] 하지만 지하에서 고속으로 움직이는 이동체는 생성된 위성신호를 수신하기도 전에 빨리 지나치기 때문에 생성신호를 처리하지 못하는 문제점이 있었다. 본 논문에서는 위와 같은 모빌리티 환경에서 발생한 문제를 해소하기 위한 항법부-신호생성부를 융합한 모빌리티 기술을 제안하였다. 제안된 융합기술은 상용품인 Skydel의 SDR 시뮬레이터와 RF 발생기를 이용하였으며[5], 특히 모빌리티 구현을 위해 HIL (Hardware-In-the-Loop) 기능을 활용해서 필드 시험을 수행하고 그 결과를 제시하였다.

### II. 본론

#### 1. Reverse GNSS 개요

본 기술은 기존 GNSS수신기가 GNSS 위성으로부터 RF신호를 받아 디지털 위치를 계산하는 과정을 반대로 처리하는 것으로써, 주어진 디지털 좌표와 시간, 그리고 최신 위성궤도 정보를 이용하여, GNSS 위성신호들을 RF로 생성하여 한 개의 안테나로 발신하게 하는 기술이다. GNSS 신호생성부의 시작동기를 Nano초 단위로 맞출 경우는 고정밀 GNSS 측위가 가능한 신호를 받을 수 있다.[1][2]

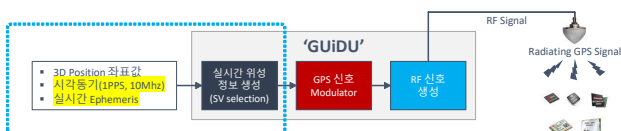


그림 1 Reverse GNSS 개념도

이 기술의 초기에는 고정된 한 개의 좌표에 대해서만 장시간동안 GNSS 위성신호를 생성하는데 그쳤고, 다수의 위치 좌표를 생성하기 위해서 여러 개의 신호생성기를 일정한 간격으로 배치하기도 했으나, 터널과 같이 차량속도가 빠른 환경에서는 신호생성기 간 핸드오버가 되지 않는 문제가

발생하였다.[4] 본 논문에서는 이 문제를 해결하기 위해 추측항법(DR)을 신호발생기와 결합하는 아이디어를 제안하였다.

#### 2. 추측항법 (Dead-Reckoning Navigation)

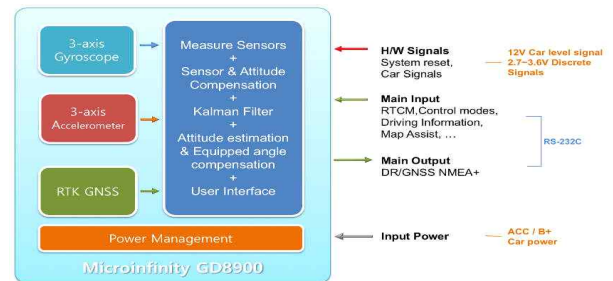


그림 2 추측항법 기본 구성요소(GD8900 제품구성도)

추측항법은 GNSS를 이용할 수 없는 환경에서 연속측위를 위한 보조항법 기술인데[3], 이 기술에 신호생성기를 실시간 융합하는 기술이 개발되면 차량의 속도에 관계없이 연속 좌표에 대한 GNSS 신호생성이 가능하다.

#### 3. GNSS 신호발생 기술과 추측항법 기술의 융합 제안

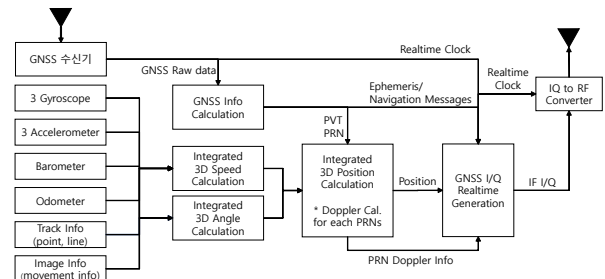


그림 3 GNSS 신호생성 기술과 추측항법의 융합 블록도

본 논문에서 제안한 GNSS 신호생성과 추측항법 융합 기술의 핵심은 GNSS I/Q에서 RF로 변환하는 시간이 500ms 이내가 되어야 실시간 시스템이 된다. 한 좌표에서 RF생성까지 시간이 이 시간보다 길 경우는 다음 좌표까지 지연되어 실시간 구현이 불가능하다.

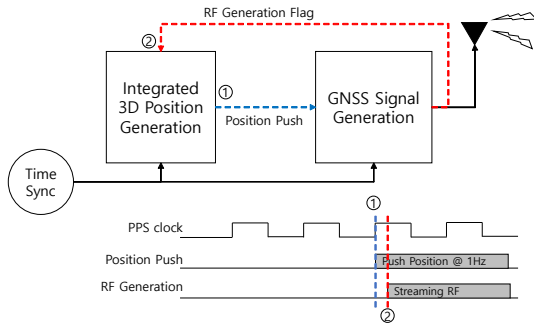


그림 4 Real-time GNSS Signal Generation with the moving position

#### 4. 융합기술의 검증을 위한 시험 방법

제안된 융합기술의 검증을 위해 Skydel의 GNSS SDR 시뮬레이션 장비를 이용하였다. 특히, 이 제품은 유일하게 HIL기능을 제공한다.

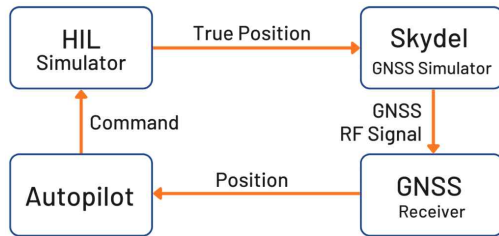


그림 5 Skydel Hardware-In-the-Loop

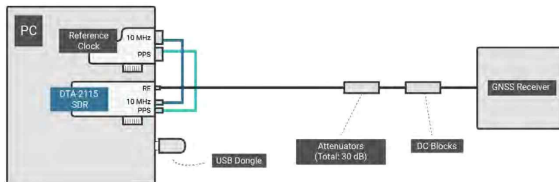


그림 6 Simulation System Structure

위 신호생성기와 융합할 DR항법 모듈은 ㈜마이크로인퍼니티의 차량용 GD8900 모듈을 사용하였으며, 위의 Skydel 시뮬레이터를 차량용으로 제작하여 DR항법 모듈과 결합하였다. 차량 주행중 생성된 GNSS RF 측위는 uBlox F9P에 방사(1차시험)해 본 뒤, 안테나를 직결하였다.(2차시험)

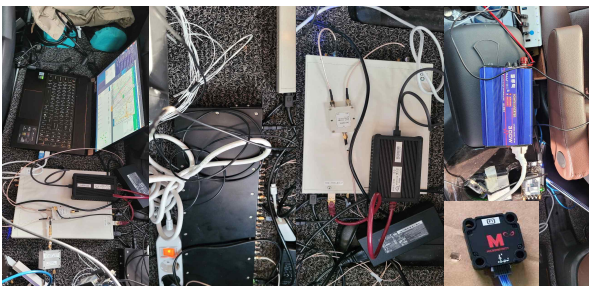


그림 7 차량용 시험 시스템(맨 오른쪽 아래가 GD8900모듈)



그림 8 GNSS신호발생기 시험시 생성신호가 DR항법모듈의 GNSS에 피드백되어 측위 오류 유발(1차시험 결과)

#### 5. 시험 절차 및 결과

본 논문에서 제안한 융합기술 검증 2차 시험을 통해 아래와 같은 결과를 얻었다. 제2경인고속도로 북의왕IC에서 터널을 거쳐 삼막사 부근 주행시, 터널과 지하도로를 통과하게 되므로, 이 시험에 적절한 장소임을 알 수 있다. DR주행좌표와 거의 동일한 궤적의 결과를 얻음으로써 제안한 융합기술이 잘 동작함을 알 수 있다.

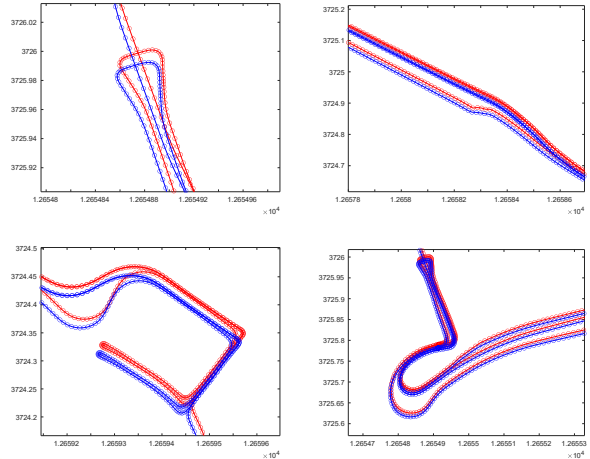


그림 9 DR항법 좌표(red) 입력 대비 융합기술 적용 결과(blue)

### III. 결론

본 논문에서는 Reverse GNSS 기술을 철도차량이나 버스 같은 이동체에 적용하기 위한 DR항법과의 융합기법을 제안하고, 이를 검증하기 위해서 상용 시뮬레이션 시스템과 DR항법 모듈을 이용하여 시험한 결과를 제시하였다. 시험 결과는 항법해와 신호발생기 사이의 실시간 처리 시간에 제약이 있으며 시험적으로 약 200ms 이내에 HIL을 수행할 수 있으면 실제로 제품화가 가능하다는 결론을 내렸다. 또한 필드 시험 중에 GNSS신호 발생기의 신호가 DR항법모듈 내부의 자체 GNSS로 유입되는 경우가 발생하였으며, 이는 심각한 성능 오류를 보임을 확인하였다. 결국 GNSS신호 발생기의 RF방사기 부분은 DR항법모듈과 완벽하게 RF 차폐되어야 성능 저하를 막을 수 있으며, 이를 통해 상용화가 가능함을 보였다.

### ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 국토교통부 산하 국토교통과학기술진흥원(KAIA)이 시행한 2022 국토교통기술사업화지원사업의 연구비 지원(과제명: 도심지용 3G급 GNSS 신호 생성 시스템 개발, 과제번호: 22TBIP-C161315-02)에 의해 수행되었습니다.

### 참 고 문 헌

- [1] Bradford W. Parkinson, James J. Spilker Jr., "Global Positioning System: Theory and Applications", Volume II, pp. 51-78, 1996
- [2] Guochang Xu, "GPS Theory, Algorithms and Applications", pp. 17-30, 2010
- [3] Paul D. Groves, "Principles of GNSS, Inertial, and Multisensor Integrated Navigation Systems", pp. 321-334, 2008
- [4] Hyunsoo Kim, et al "A Study on the Effects of GNSS Singal Generator Application using DR Solution", Journal of KICS '22-07, Vol.47 No.07, 2022
- [5] Orolia Canada Inc., "Skydel Software-Defined GNSS Simulator User Manual", Rev. 22.7.1, 2022