

# 위성항법 신호생성 및 수신처리 시뮬레이션 툴 상세설계

이상욱\*, 이재은\*\*, 김태희\*, 정성균\*, 박한얼\*, 김재훈\*

## A Detailed Design of Software-Based GNSS Simulation Tool

Sanguk Lee\*, Jae-Eun Lee\*\*, Tae-Hee Kim\*, Seong-Kyun Jeong\*, Hanearl Park\*,  
and Jae Hoon Kim\*

### 요 약

한국전자통신연구원은 다양한 위성항법 응용프로그램과 항법알고리즘을 시험 및 평가하기 위한 소프트웨어 레벨의 환경을 제공하는 위성항법 신호생성 및 수신처리 시뮬레이터 툴을 개발하고 있다. 본 시뮬레이션 툴은 GPS 및 갈릴레오의 디지털 신호 생성하고 이를 수신처리하는 툴을 제공하게 된다. 본 논문에서는 이러한 위성항법 신호생성 및 수신처리 시뮬레이션 툴의 상세설계 및 모듈 구현에 대하여 기술하고 있다.

**Key Words** : GNSS (Global Navigation Satellite System), Digitized IF Signal, Signal Simulator, Receiver

### ABSTRACT

Software-Based GNSS Simulation Tool is being developed by ETRI as a part of development of software-based GNSS Test & Evaluation Facility which will provide test and evaluation environment for various software level application and navigation algorithm in GNSS. The simulation tool will provide digitized GNSS signal generator and receiver including GPS and Galileo. The detailed design and module implementation for the Software GNSS signal generation and signal processing simulation tool and its modular implementation is presented in this paper

### I. 서 론

그 동안 예산문제로 일정이 지연되었던 유럽의 민용 위성항법 시스템인 갈릴레오 사업이 2007년 말 사업예산조달 방안이 확정된 이후로 2008년 7월 갈릴레오 위성 26기의 입찰이 진행되었다. 이로써 갈릴레오 시스템에 대한 불확실성이 제거되고 이제 세계는 갈릴레오 시스템의 본격운용시기인 2013년을 대비하여 관련 기술연구에 박차를 가하고 있다. 이러한 갈릴레오 시스템에 대응하여 미국의 GPS는 현대화를 러시아의 GLONASS는 정상화를 추진 중에 있다. 또한 중국의 경우 초기에는 갈릴레오 사업참여에 적극적이었으나 공공규제(PRS)서비스의 참여에 제약이 있자 지역항법시스

템으로 개발을 추진 중이던 Beidou시스템을 광역 위성항법시스템인 COMPASS로 전환하였다. 일본은 8자의 정지궤도에 GPS와 같은 위성을 3기 올려 도심에서의 항법위성을 가용도를 높이기 위한 준 천정 위성시스템구축을 추진하고 있다.

위성항법 신호생성 및 수신처리 시뮬레이션 툴은 갈릴레오 및 GPS 항법신호를 항법메시지 및 측정값으로 구성된 원시데이터와 Digitized IF Level의 데이터를 생성하는 기능, 이러한 데이터를 신호처리하여 항법메시지 및 측정값을 추출하는 신호수신처리기능, 처리된 데이터를 이용하여 항법해를 구하고 측위 알고리즘을 검증하는 기능을 포함한다. 다음 그림 1은 위성항법 신호생성 및 수신처리 환경 시뮬레이션 툴의 개념도를 나타낸다.

\* 한국전자통신연구원 방송통신융합부문 위성관제항법연구팀 (slee@etri.re.kr)

\*\* 과학기술연합대학원대학교

※본 연구는 지식경제부 및 산업기술연구회의 협동연구과제의 일환으로 수행하였음. [08AR2310, GPS/Galileo환경에서의 위성항법신호생성/수신처리 및 측위성능향상 기초연구]

논문번호 : 논0901-03, 접수일자 : 2009년 5월 25일, 최종공개논문정보일자 : 2009년 6월 18일

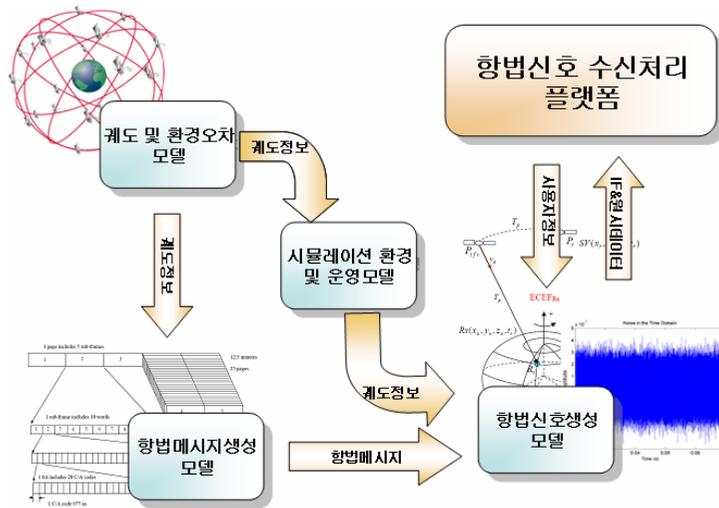


그림 1. 위성항법 신호생성 및 수신처리 환경 시뮬레이션 툴 개념도

본 논문에서는 위성항법 신호생성 및 수신처리 환경 시뮬레이션 툴 개발에 대한 상세설계 및 기능모듈 구현에 대한 내용을 기술하고자 한다.

## II. 본 론

### 1. 위성항법 신호생성 및 수신처리 환경 시뮬레이션 툴

#### 1.1 정의

위성항법 신호생성 및 수신처리 환경 시뮬레이션 툴은 갈릴레오 및 GPS의 항법메시지 및 측정값으로 구성된 원시데이터와 Digitized IF Level의 신호를 생성한다. 또한 생성된 신호 및 데이터를 신호처리 하여 항법 해를 구하고 측위 알고리즘을 검증할 수 있도록 한다.

#### 1.2 툴의 형상 및 구성

위성항법 신호생성 및 수신처리 환경 시뮬레이션 툴은 위성항법 신호생성 플랫폼과 위성항법 신호수신처리 플랫폼, 툴 운용플랫폼으로 구성된다. 그 구성도는 그림2와 같다.

#### 1.3 시스템 기능

위성항법 신호생성 플랫폼은 갈릴레오 30개 및 GPS 24개 위성의 궤도모델을 시뮬레이션 하여 항법메시지를 생성하는 기능, 항법메시지와 측정값을

생성하는 기능, 수신기 및 항법위성의 동적 정보를 이용하여 도플러를 계산하고 Digitized IF레벨의 GPS L1 C/A, L2C 신호 및 갈릴레오 E1(B&C), E5A 신호를 생성하는 기능을 갖는다.

신호수신처리 플랫폼은 추적모듈을 초기화하기 위한 PRN code offset기능과 carrier, 도플러를 제공하기 위한 신호획득 기능, 신호 획득부에서 얻은 위성 PRN, 도플러 주파수, 코드위상지연 값에 대한 정보를 이용하여 도플러 값과 코드 위상에 대한 정보를 추적하는 신호추적 기능, 신호추적결과를 통해 얻은 데이터에서 항법 비트를 추출하고 분석하는 항법메시지 처리 기능, 의사거리와 위성 위치를 이용하여 수신기의 위치계산을 위한 측위 알고리즘 기능을 제공한다.

GNSS 시뮬레이션 툴 운용플랫폼은 소프트웨어 기반 GPS/갈릴레오 통합 다목적 시뮬레이션 플랫폼을 제공하고 소프트웨어 기반 개발환경 구축을 통한 GNSS 단말 및 서비스 개발 인프라를 구축하여 사용자 단말 및 GNSS 응용분야(항공/해양 등) 시스템 주요 알고리즘 및 성능을 평가하는 기능을 제공한다. 또한 소프트웨어 기반 플랫폼으로서 사용자 요구사항에 따른 확장성 및 유연성 확보가 가능하여 GPS/갈릴레오 관련 핵심기술 확보 및 응용분야를 창출하고 GNSS 응용분야 개발자에게 개발/시험환경을 제공한다.

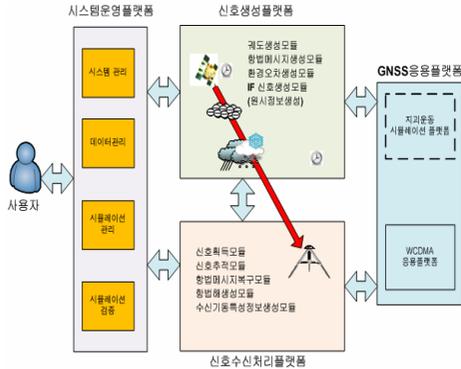


그림 2. 위성항법 신호생성 및 수신처리 환경 시물레이션 툴 구성도

### 1.4 인터페이스

위성항법 신호생성 및 수신처리 환경 시물레이션 툴은 내부적으로 GNSS 신호생성 플랫폼, GNSS 수신신호처리 플랫폼, GNSS 툴 운용 플랫폼과 외부적으로 GNSS 응용 플랫폼, 지리운동플랫폼, 사용자단말응용 등과 인터페이스를 갖는다. 다음 그림 3은 이러한 인터페이스를 나타낸다.

|                   |                               |                               |                                   |
|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| GNSS 신호생성 S/W 플랫폼 | - GNSS IF 신호<br>- GNSS 원시 데이터 | - GNSS IF 신호<br>- GNSS 원시 데이터 |                                   |
| - 수신기 운동정보        | GNSS 수신신호처리 S/W 플랫폼           |                               |                                   |
| - 수신기 운동정보        |                               | GNSS 툴 운용 플랫폼                 | - GNSS IF 신호<br>- GNSS 원시 데이터     |
|                   |                               | - 수신기 운동정보                    | GNSS 응용 플랫폼<br>지리운동플랫폼<br>사용자단말응용 |

그림 3. 위성항법 신호생성 및 수신처리 환경 시물레이션 툴 인터페이스

## 2. 위성항법 신호생성 및 수신처리 환경 시물레이션 툴의 객체지향설계

### 2.1 유스케이스 Diagram

개발된 소프트웨어는 객체지향 설계기법을 사용하여 사용자의 의도에 따라 쉽게 객체를 치환변경이 가능하도록 설계하였다.

그림 4는 소프트웨어 툴의 메인 유스케이스로 위성항법 신호생성, 신호수신처리, 시스템 및 시물

레이션관리, 데이터 관리를 수행하는 형상을 나타낸다. 그림 5와 6은 각각 위성항법 신호생성 플랫폼 및 신호수신처리 플랫폼의 유스케이스이다.

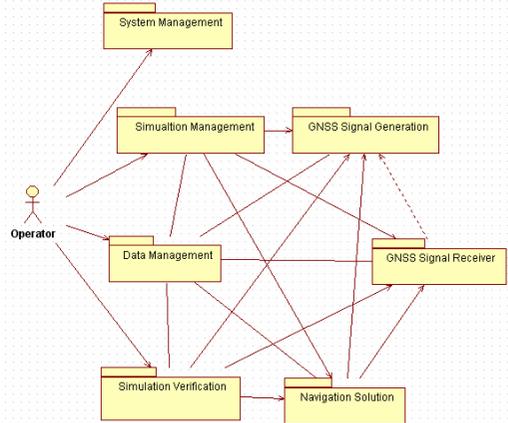


그림 4. 위성항법 신호생성 및 수신처리 환경 시물레이션 툴 메인 유스케이스

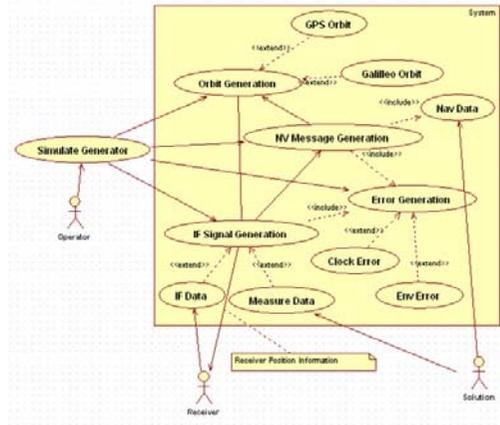


그림 5. 위성항법 신호생성 플랫폼 유스케이스

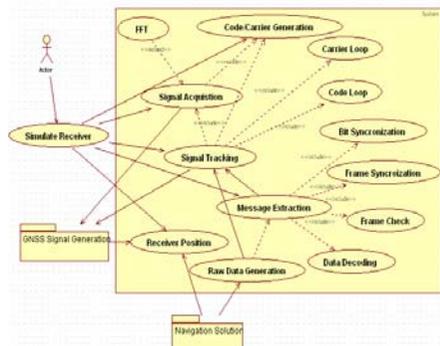


그림 6. 위성항법 신호수신처리 플랫폼 유스케이스

### 2.2 Activity Diagram

그림 7은 위성항법 신호생성 및 신호수신처리 플랫폼의 Activity Diagram을 나타낸 것이다. 신호 생성 플랫폼은 GPS 및 갈릴레오의 위성궤도를 생성하고 이온층, 대류층, 도플러 효과 등의 영향에 의한 오차를 고려하여 Digitized IF Level로 신호를 생성한다. 수신 처리 플랫폼은 저장된 GNSS 중간 주파수 샘플 신호를 처리하여 신호를 획득 및 추적하고 항법데이터를 해독하여 최종 항법해를 계산한다.

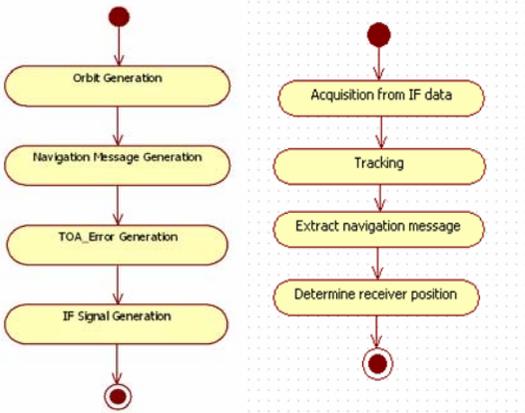


그림 7. 위성항법 신호생성 및 신호수신처리 Activity Diagram

### 2.3 Class Diagram

클래스 다이어그램은 각 모듈의 클래스를 개념적으로 나타낸 것으로 그림 8은 위성항법 신호생성 플랫폼의 클래스 다이어그램이고 그림 9는 신호수신 처리 플랫폼의 클래스 다이어그램이다.

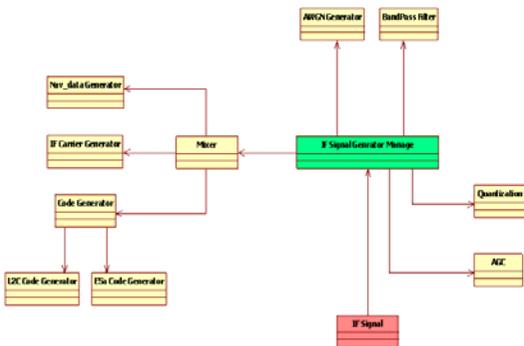


그림 8. 위성항법 신호생성 Class Diagram

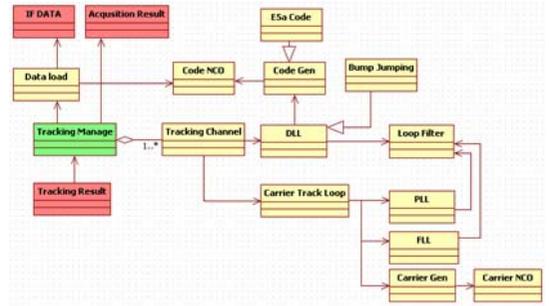


그림 9. 위성항법 신호수신처리 Class Diagram

### 2.4 Module 설계스펙

모듈설계 스펙은 각각의 클래스로 세분화된 모듈의 입출력, 각종 설정 파라미터를 일목요연하게 정리한 정형화된 서식이다. 그림 10은 수신신호처리 플랫폼에서 신호획득모듈의 모듈 설계스펙이며 그림 11은 수신신호처리를 FFT방법을 사용할 때의 알고리즘을 나타낸다.

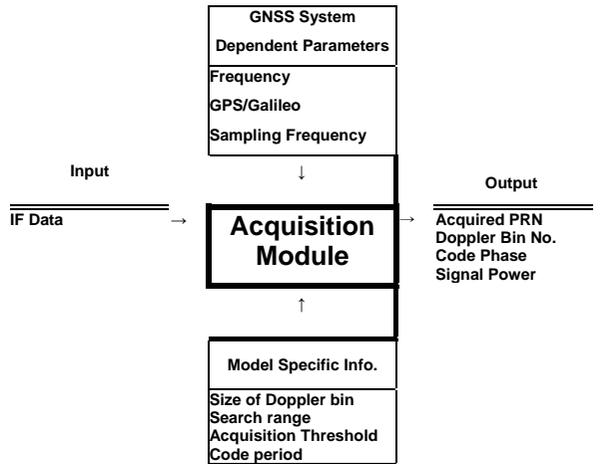


그림 10. 신호획득 모듈설계 스펙

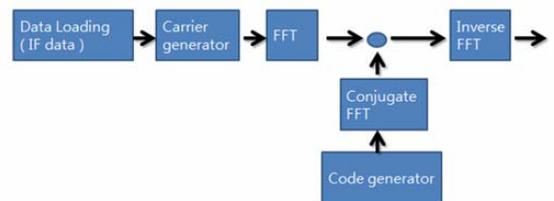


그림 11. FFT방법의 신호획득 알고리즘

### III. 결 론

본 논문에서는 위성항법 신호생성 및 수신처리 환경 시뮬레이션 툴 개발의 연구내용과 개발을 위한 상세설계내용을 소개하였다. 개발된 시뮬레이션 툴은 위성항법 응용시스템 개발과정에서 위성항법 신호의 IF레벨 및 원시항법데이터(항법메시지 및 측정값)신호를 생성하고 이 신호를 이용하여 소프트웨어 수신기 신호처리 알고리즘의 개발 및 측위 알고리즘의 검증에 유용하게 활용할 수 있도록 컴포넌트 기반으로 구성되어 있다. 컴포넌트 기반의 설계를 통해 사용자 자신이 직접 설계하고 개발한 모듈을 소개된 형태의 모듈에 치환함으로써 개발한 모듈의 시험 및 성능검증이 용이하도록 하였다.

### 참 고 문 헌

- [1] 이상욱, 주인원, 이재은, “위성항법 이산화 IF 신호 시뮬레이터 요구사항분석 및 개념설계”, 통신위성우주산업연구회논문지, Vol. 2, NO. 1, 2007.
- [2] 이재은, 주인원, 이상욱, 김재훈, “소프트웨어 위성항법 신호생성 시뮬레이터 예비설계”, 2008 한국항공우주학회 춘계학술발표회, 2008.

### 저자

이 상 욱(Sanguk Lee) 정회원



1988년 2월: 연세대학교  
천문기상학과졸업  
1991년 3월: Auburn대학교  
항공우주공학과 석사  
1994년 3월: Auburn대학교  
항공우주공학과 박사  
1993년 3월~현재: 한국전자  
통신연구원 재직

<관심분야> 위성제어 및 관제, 위성항법 및 항법 응용

이 재 은(Jae Eun Lee)



2005년 2월: 연세대학교  
천문우주학과 졸업  
2007년 8월: 연세대학교  
천문우주학과 석사  
2007년 8월~현재: 과학기술  
연합대학원대학교  
이동통신 및 디지털방  
송공학 박사과정  
2006년 8월~ 현재: 한국전자통신연구원 UST  
연구생

<관심분야> 위성항법, 위성 궤도역학

김 태 희(Tae Hee Kim)



1999년 2월: 전북대학교  
컴퓨터공학과 졸업  
2001년 2월: 전북대학교  
컴퓨터공학과 석사  
2001년 1월~현재: 한국전자  
통신연구원 재직

<관심분야> 위성관제 감시제어 및 위성항법신호 생성 및 수신처리

정 성 균(Seongkyun Jeong)



2003년 2월: 서울대학교  
기계항공공학부 졸업  
2005년 2월: 서울대학교  
기계항공공학부 석사  
2005년 3월~현재: 한국전자  
통신연구원 재직

<관심분야> 위성, 제어, 위성항법

박 한 얼 (Han-Earl Park)



2002년 2월: 연세대학교  
천문우주학과 졸업  
2007년 2월: 연세대학교  
천문우주학과 석사  
2007년 3월~현재: 연세대학교  
천문우주학과 박사과정  
2007년 10월~현재: 한국전자  
통신연구원 위촉연구원

<관심분야> 위성항법, 위성궤도역학

김 재 훈 (Jae Hoon Kim)



1983년 2월: 숭실대학교 전자  
계산학과(공학사)

1993년 2월: 숭실대학교 전자  
계산학과 (석사)

2001년 9월: 충북대학교 컴퓨  
터공학(박사)

1983년 3월~현재: 한국전자통  
신연구원, 팀장/책임연구원

<관심분야> 위성관제, 위성통신 위성항법 및  
항법응용