

위성항법 디지털화 IF 신호 시뮬레이터 개념설계

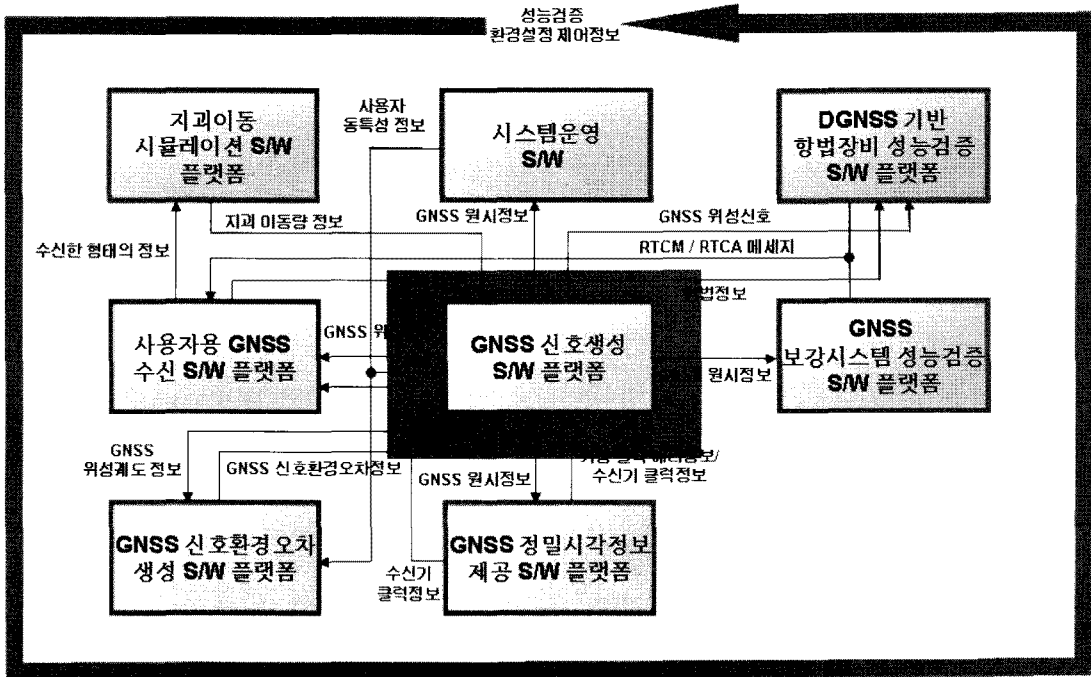
Conceptual Design of GNSS Digitized IF Signal Simulator

이상욱*, 주인원, 이재은(한국전자통신연구원)

1. 서 론

예로부터 인간은 자신의 위치를 파악하기 위해 지형지물을 이용했으나 망망한 바다에서는 해, 달, 별과 정밀한 시계를 이용하기도 했다. 그러나 이러한 방법은 정밀도가 낮고 시간이 흐름에 따라 그 정밀도가 나빠지게 마련이었다. 이러한 문제를 해결하고자 인간이 1957년 처음으로 인공위성을 우주에 궤도진입 시킨 이후 그동안 지상에서 이루어졌던 전파에 의한 2차원적인 위치측정에서 위성을 이용한 3차원 측위를 할 수 있는 발판을 마련했다. GPS는 이러한 3차원 정밀측위와 시각정보를 제공하는 위성항법시스템을 맨 처음 군용으로 사용되다 1983 KAL기 격추를 계기로 GPS의 민간사용이 허용되었다. 그 이후 GPS의 민간 활용은 비약적인 발전을 이루게 되었다. 1990년대말 EU에서는 독점적인 GPS에 대응하기 위해 새로운 위성항법시스템인 갈릴레오 프로젝트를 추진하게 되었으며 이는 군용인 미국의 GPS시스템과는 달리 민용 서비스를 기반으로 추진되고 있다. 이를 계기로 미국에서는 민용 서비스부분에 인위적으로 오차를 주었던 SA(Selective Availability)를 풀게 되었다. 우리나라도 이러한 EU의 갈릴레오 프로젝트참여를 검토하여 2005년 2월 정식 참여를 결정하고 협상과정을 거쳐 2006년 9월 한-EU 갈릴레오 기본협정에 서명하였고 현재는 상세협정을 위한 준비 및 협상을 추진하고 있다. 이를 계기로 우리나라에서는 향후 전개될 다원화된 위성항법 시스템(GPS, 갈릴레오,

GLONASS, COMPASS 등)에 따라 갈릴레오 프로젝트의 참여를 계기로 국가위성항법 인프라 및 핵심 기술개발과 관련 산업의 활성화를 위한 각종 응용기술개발 및 인프라 구축을 추진 중에 있다. 이러한 노력의 일환으로 과기부에서 주관하는 연구기관 간 협동연구 사업으로 “소프트웨어 기반 GNSS 공공활용기술통합검증시스템 개발” 과제를 수행하고 있다. 이 과제를 통하여 GPS/갈릴레오 관련 핵심기술 확보 및 GNSS 응용분야 주요 알고리즘 기능 및 성능평가와 소프트웨어 기반 플랫폼으로 각종 사용자 요구사항에 따른 시험 및 검증을 위한 확장성 및 유연성 확보를 추구하고 있다. GNSS 시뮬레이션과 관련하여 독일의 VEGA사의 경우에는 위성항법 시뮬레이션을 항법 원시정보생성레벨에서 구현하였고, NORDNAV사에서는 IF 신호레벨의 실시간 시뮬레이션 툴을 상용으로 개발 및 판매를 했으며 뮌헨대학, 쾰거리대학 및 국내 몇몇 대학에서도 단 채널 GNSS IF 신호생성 시뮬레이션에 대한 연구를 수행한바 있다. 본 연구를 통하여 갈릴레오 및 GPS신호를 동시에 여러채널을 시뮬레이션하여 소프트웨어 기반 GNSS 공공활용기술통합검증시스템을 위한 신호 생성을 하는 시뮬레이션 툴을 개발하고자 한다. (그림1)은 소프트웨어 기반 GNSS 공공활용기술통합검증시스템의 구성을 나타내고 있다. 본 논문에서 시스템의 구성요소의 하나인 GNSS 신호생성 플랫폼의 요구사항 및 개념설계에 대한 내용을 기술한다.



시스템 및 플랫폼 제어신호 버스
(그림 1) 소프트웨어 기반 GNSS 공공활용기술통합검증시스템 구성

2. 본 론

2.1 GNSS 공공활용기술 통합검증 시스템의 주요 기능

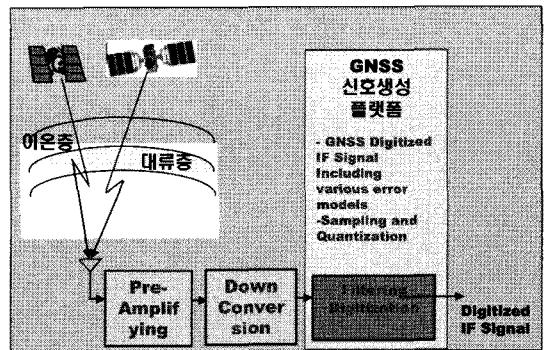
GNSS 공공활용기술 통합검증 시스템의 주요 기능은 다음과 같다

- 소프트웨어 기반 GPS/갈릴레오 통합 다목적 시뮬레이션 플랫폼 개발
- GNSS 소프트웨어 기반 개발환경 구축을 통한 GNSS 단말 및 서비스 개발 인프라 구축
- 사용자 단말 및 GNSS 응용분야(항공/해양 등) 시스템 주요 알고리즘 및 성능평가
- GPS/갈릴레오 관련 핵심기술 확보 및 응용 분야 창출
- 소프트웨어 기반 플랫폼으로 사용자 요구사항에 따른 확장성 및 유연성 확보
- 향후 상용화를 통한 GNSS 응용분야 개발자에게 알고리즘 및 응용프로그램 개발/시험환경 제공

2.2 GNSS 신호생성 S/W 정의

소프트웨어 기반 GNSS 공공활용기술 통합검증시스템의 하나의 구성요소로서 GNSS 신호를 원시 항법데이터(항법메시지 및 이온층오차, 대

류층오차, 도플러효과 및 다중경로 등의 환경오차요인 포함) 형태 및 Digitized된 IF Level로 각종 오차요인을 반영하여 GNSS 신호환경을 고려하여 실제와 근사하게 생성하는 소프트웨어 시스템으로 (그림 2)는 플랫폼의 정의 개념도이다.



(그림 1) GNSS 신호생성 S/W 정의

2.3 GNSS 신호생성 S/W 주요기능

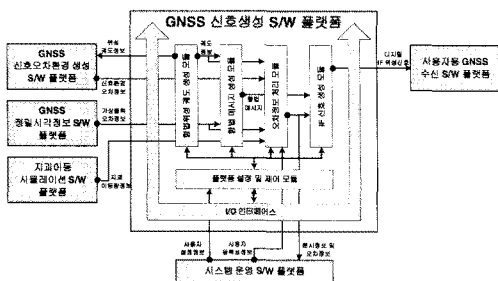
소프트웨어 기반으로 여러 가지 목적의 항법 수신기의 성능을 검증할 수 있도록 갈릴레오 및 GPS의 신호를 실제와 유사하게 이온층, 대기권, 및 도플러효과 등의 영향에 의한 오차를 고려하

여 Digitized IF Level로 생성하는 기능을 제공하는 GNSS 신호생성 소프트웨어 플랫폼의 구성 요소는 (그림 3)에 나타나 있다.

GNSS 신호생성 소프트웨어 플랫폼의 주요 기능은 갈릴레오 30개 및 GPS 24개 위성의 궤도모델을 포함하여 시뮬레이션하고 항법메시지 생성에 필요한 궤도정보를 생성하는 항법위성 궤도생성 기능, 시계보정정보, 위성상태정보, Ephemeris, 이온층, UTC보정정보, Almanac을 포함하여 GPS 및 Galileo 항법메시지를 생성하는 항법 메시지 생성 기능, 위성궤도 및 사용자 동특성정보를 이용하여 도플러 주파수 생성하고 도플러정보, 신호환경오차정보(이온층, 대기권, 멀티패스)정보, 클럭오차 정보, 및 지피 이동량 정보를 처리하여 원시정보 생성 및 오차정보 전송을 하는 원시 및 오차정보 생성기능, 갈릴레오의 E1(B&C)와 E5A 신호와 GPS의 L1 C/A, L2C 신호에 대하여 Digitized IF 신호를 생성하는 항법 IF 신호 생성 기능, 이득 조절 및 노이즈 생성, 플랫폼 설정/제어 갈릴레오 및 GPS의 항법메시지 및 신호 크기를 조절할 수 있는 플랫폼 설정 및 제어 기능 등으로 이루어져 있다.

또한 GNSS 신호생성 소프트웨어 플랫폼과 GNSS 공공활용기술 통합검증 시스템의 다른 구성요소 플랫폼과의 인터페이스를 관리 및 제어하는 I/O 인터페이스가 있어 GNSS 신호오차환경 S/W 플랫폼과 항법위성궤도정보를 송신하고 신호환경오차정보를 수신하고, GNSS 정밀시각 정보 S/W플랫폼으로부터 가상클럭오차정보를 수신하며 지피이동 시뮬레이션 S/W플랫폼으로부터 지피이동량정보를 수신하여 처리하여 사용자용 GNSS 수신 S/W 플랫폼에 Digitized IF Level 항법신호를 생성하여 전송한다.

이러한 GNSS 신호생성 소프트웨어 플랫폼 제어 및 설정을 위해서 자체적인 사용자 인터페이스와 시스템 운영 S/W플랫폼과 사용자 설정 정보, 사용자동특성 및 원시정보 및 오차정보를 위한 인터페이스를 갖는다.



(그림 3) GNSS 신호생성 소프트웨어 플랫폼의 기능 구성도

2.4 GNSS 신호생성 S/W의 개발환경

GNSS 신호생성 S/W의 하드웨어적인 개발환경은 다음과 같다.

- 컴퓨터: Workstation
- CPU : Dual Core 3GHz이상
- RAM : 2GB이상
- HDD : 1TB HDD
- Monitor : 21 인치이상 LCD모니터

GNSS 신호생성 S/W의 소프트웨어적인 개발환경은 다음과 같다.

- 운영체제(OS) : Window XP
- 프로그래밍 언어: C++

2.5 GNSS 신호생성 S/W의 모듈별 요구사항 및 개념설계

플랫폼 사양 및 요구사항

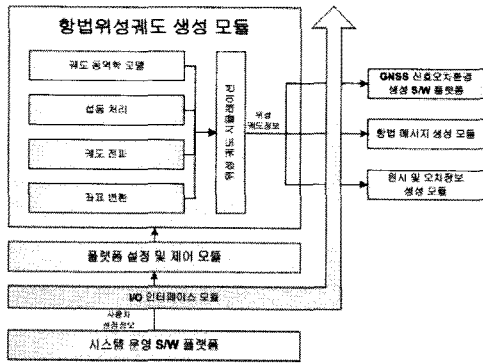
항목	내용	사양	비고
1 GNSS signal	GPS L1 C/A, L2C Galileo E1(B&C), E5(A)	GPS 12 channels Galileo 14 channels	
2 Sampling Frequency	■ 샘플링에서 1초당 처리해야 하는 샘플개수 - GPS L1 C/A, L2C, Galileo E1(B&C) - Band Width는 8MHz - Galileo E5(A) : Band Width는 24MHz	16MHz 이상 (TBC) 48MHz 이상 (TBC)	
3 IF Frequency	■ 샘플링에서 처리해야 하는 기저신호의 주파수 - GPS L1 C/A, L2C, Galileo E1(B&C) - Galileo E5(A)	5MHz 내외 (TBC) 13MHz 내외 (TBC)	
4 Sampling Bit Number	샘플링시 사용하는 Bit 수	2 bit (TBC)	
5 Chip rate	생성하는 code의 chip rate -GPS L1 C/A -GPS L2C -Galileo E1(B&C) -Galileo E5(A)	1.023Mcps 0.511Mcps(CM),0.511Mcps(CL) 1.023Mcps 10.23Mcps	
6 Modulation	임의신호의 Data Modulation 방식 -GPS L1 C/A -GPS L2C -Galileo E1(B&C) -Galileo E5(A)	BPSK BPSK(CM) BOC(1,1) AltBOC(15,10)	

Digitized IF Signal 요구사항

항목	내용	사양	비고
1 GNSS signal	GPS L1 C/A, L2C Galileo E1(B&C), E5(A)	GPS 12 channels Galileo 14 channels	
2 Sampling Frequency	■ 샘플링에서 1초당 처리해야 하는 샘플개수 - GPS L1 C/A, L2C, Galileo E1(B&C) - Band Width는 8MHz - Galileo E5(A) : Band Width는 24MHz	16MHz 이상 (TBC) 48MHz 이상 (TBC)	
3 IF Frequency	■ 샘플링에서 처리해야 하는 기저신호의 주파수 - GPS L1 C/A, L2C, Galileo E1(B&C) - Galileo E5(A)	5MHz 내외 (TBC) 13MHz 내외 (TBC)	
4 Sampling Bit Number	샘플링시 사용하는 Bit 수	2 bit (TBC)	
5 Chip rate	생성하는 code의 chip rate -GPS L1 C/A -GPS L2C -Galileo E1(B&C) -Galileo E5(A)	1.023Mcps 0.511Mcps(CM),0.511Mcps(CL) 1.023Mcps 10.23Mcps	
6 Modulation	임의신호의 Data Modulation 방식 -GPS L1 C/A -GPS L2C -Galileo E1(B&C) -Galileo E5(A)	BPSK BPSK(CM) BOC(1,1) AltBOC(15,10)	

항법위성궤도 생성모듈

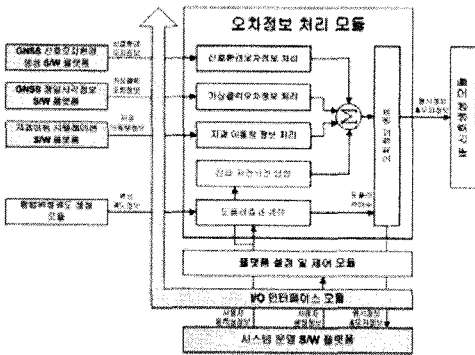
항법위성궤도 생성 모듈은 GPS 24개 위성궤도 및 갈릴레오 30개 위성궤도를 포함하여 시뮬레이션하고 궤도정보를 생성한다.



(그림 4) 항법위성계도 생성모듈 구성도

오차정보 처리모듈

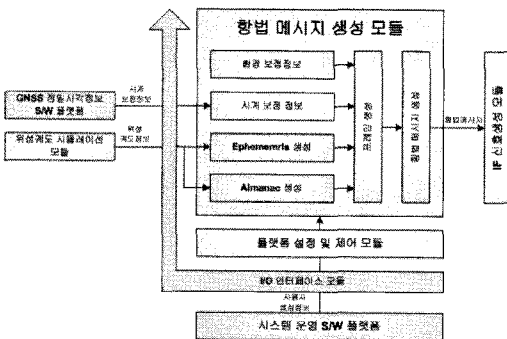
도플러정보, 신호환경오차정보(이온층, 대기권, 멀티패스)정보, 클럭오차정보, 및 지표이동량 정보 처리하여 오차정보를 생성한다.



(그림 6) 오차정보 처리모듈 구성도

항법메시지 생성모듈

시계보정정보, 위성상태정보, Ephemeris, 이온층, UTC보정정보, Almanac을 포함하여 메시지를 생성한다.

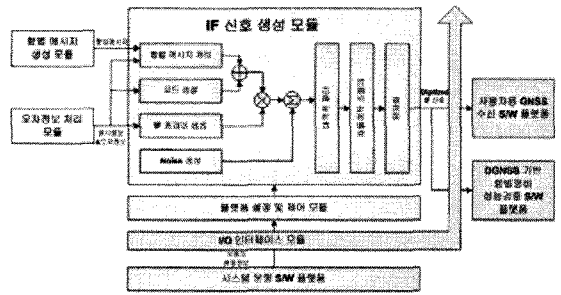


(그림 5) 항법메시지 생성모듈 구성도

IF신호 생성모듈

GPS L1 C/A & L2C 및 Galileo E1(B&C) &

E5(A) Digitized IF 신호를 파일 혹은 연동으로 생성 및 전송한다.



(그림 7) IF 신호 생성모듈 구성도

3. 결 론

본 논문에서는 소프트웨어 기반으로 여러 가지 목적의 항법수신기의 성능을 검증할 수 있도록 갈릴레오 및 GPS의 신호를 실제와 유사하게 이온층, 대기권, 및 도플러효과 등의 영향에 의한 오차를 고려하여 Digitized IF Level로 생성하는 기능을 제공하는 GNSS 신호생성 소프트웨어 시스템을 개발하기 위한 요구사항 및 개념설계에 대해 기술했다. 이를 바탕으로 상세설계가 이루어질 예정이다.

Acknowledgement

본 논문에서 제시된 결과물은 과학기술부 출연 협동연구사업인 "소프트웨어 기반 GNSS 공공활용기술통합검증시스템 개발" 사업의 세부과제인 GNSS 신호생성 S/W 시스템개발 (06AD1120)의 일환으로 수행된 결과물임

참 고 문 헌

- 1) Lei Dong, et. al., "Implementation and verification of a Software-based IF GPS Signal Simulator", National Technical Meeting, Institute of Nav., 26~28, Jan. 2004, San Diego
- 2) Kai Borre, et. al., A Software-defined GPS and Galileo Receiver, Birkhauser, 2007.