

# GNSS 의사거리 생성 시뮬레이터 설계 및 구현

## A Design and Implementation of GNSS Pseudo Range Generation Simulator

유 동 희\*  
Dong-Hui Yu\*

### 요 약

유비쿼터스 시대의 핵심 기술인 위치기반기술은 GNSS(Global Navigation Satellite System)를 활용한 기술이다. GNSS는 미국의 GPS, 유럽의 Galileo, 일본의 QZSS, 중국의 Compass, 인도 IRNSS 등을 일컬으며, 국내에서도 다각도의 연구가 계속되고 있다. 이러한 위성항법시스템은 우주 상공에 설치가 되고 나면 위성을 다시 내릴 수 없기 때문에 기능에 대한 수정 및 검증 등의 관리적 측면에서 어려움이 있다. 이에 위성을 올리기 전에 정확하고 구체적인 성능 검증 및 동작 검증 등이 반드시 필요하다. 이를 위해 하드웨어 테스트베드가 구축되기도 하지만 소프트웨어로 성능 및 동작에 대한 시뮬레이션이 수행된다면 비용 및 유연성 부분에서 더 많은 장점을 가질 수 있다. 이런 시뮬레이터들의 가장 핵심은 이론적 위성 신호의 전달과정에 신호가 지상의 수신기에 도달하는 동안 다양한 오류 요소들을 적용해야 하는 것이다. 이에 본 논문에서는 여러 위성군을 대상으로 위성으로부터 지상의 수신기까지 위성 신호가 전파되면서 적용될 수 있는 다양한 오류 요소들을 모델링하여 적용한 결과를 윈도우 기반의 시뮬레이터 설계와 구현 결과로 제시한다.

### Abstract

LBS(Location Based System) is the essential technology of ubiquitous market and utilizes the GNSS(Global Navigation Satellite). GNSS includes GPS of USA, Galileo of Europe Union, QZSS of Japan, Compass of China, and IRNSS of India. Related researches have recently been conducted. Once the satellite is launched, the maintenance such as modification and verification of its function is difficult. Therefore, before the launch of satellites, more precise and concrete verification of performance and operations are needed. In order to do this, hardware testbed may be developed. but software simulators can provide more flexible and cost effective simulation results. These simulators should provide the essential function handling all kinds of error features experienced upon propagation of the GNSS signal. In this paper, we present a design and implementation results of a window-based simulator applying the modeling of various error features for several GNSS.

**Keywords** : Simulation, GPS, GNSS, Pseudo Range

### I. 서 론

유비쿼터스 시대의 핵심 서비스인 위치 기반 서비스, 정밀시각(Precise Timing) 서비스는 위성측위 시스템인 광역위성항법시스템(GNSS-Global Navigation Satellite System)을 이용한다[1][2].

광역위성항법시스템은 미국의 GPS, 유럽의 Galileo, 중국의 COMPASS 등을 들 수 있고 일본, 인도는 지역적인 자국의 항법 위성 시스템을 개발 또는 운영 중이다. 이런 다양한 항법 위성시스템간의 연동을 통해 지상 사용자들은 보다 정확한 위치 및 시각 서비스를 제공받을 수 있다. 이는 이동통신, 전자상거래, 차량·선박·항공 항법, 토목 공사, GIS(Geographic Information System), 텔레매틱스, 위치기반서비스 등에서 단순한 측위 시스템의 기능이

아닌 사회 기반 시설의 역할을 담당 하고 있다.

이러한 위성항법 시스템의 구축은 위성을 우주로 올리기 전에 필요한 기능을 시뮬레이션을 통해 시험, 검증하는 것이 좀 더 효율적이며 실제 GPS의 신호를 받아 시험을 하는 하드웨어 기반의 GSTB(Galileo System Test Bed)가 구축되어 운영 중이다. 이런 테스트베드는 실물 구현이 필요한데, 하드웨어 구축에 앞서 설계 개념 검증을 위해 소프트웨어 시스템으로 먼저 설계 검증을 한다면 보다 경제적이고 효율적인 하드웨어 테스트베드를 구축할 수 있다[3].

- 위성항법시스템 소프트웨어 시스템을 구축하기 위해서
- 위성군 모델링 기술(위성모델, 위성신호생성, 위성궤도),
  - 전파 모델링 기술(전리층, 대류층, 다중 경로 오차 등),
  - 수신기 기술,
  - 보강시스템 기술(보정정보의 생성 및 전파, 무결성 기법) 등 다양한 기술들이 필요하다.

GNSS 의사거리(Pseudo Range) 생성 시뮬레이터 소프트웨어 시스템을 구현함으로써 시스템의 무결성 시험 및 검증을 수행하고 다양한 성능시험결과를 수행할 수 있다.

\* 부산가톨릭대학교

투고 일자 : 2011. 9. 19 수정완료일자 : 2011. 10. 27

게재확정일자 : 2011. 11. 1

이에 본 논문에서는 정밀한 위성의 신호에 적용되는 다양한 오차 요인 등을 처리할 수 있는 의사거리 생성 시뮬레이터를 윈도우 환경의 GUI 프로그램으로 개발하기 위한 설계 내용과 그 개발 결과를 제시한다. 2장에서는 관련연구로 국외의 위성항법시스템의 의사거리 생성 소프트웨어 시뮬레이션 시스템인 GSSF를 소개하고 국내 현황을 소개한다. 3장에서는 본 논문에서 소개하는 시뮬레이터의 설계 내용을 제안한다. 4장에서는 구현결과를 제시하고 5장에서 결론을 맺는다.

II. 관련 연구

국외 관련연구로는 유럽 연합에서 Galileo의 효과적인 개발을 위해 독일 VEGA사에서 개발한 GSSF(Galileo System Simulation Facility) 시스템이 있다. GSSF는 GPS, Galileo 등 위성 시스템의 통합, 검증, 동작단계 등을 지원하기 위해 그 기능과 성능 동작을 생성하기 위한 소프트웨어 시뮬레이터로 현재 버전 2.1.11이 나와 있다. 하드웨어 및 소프트웨어 구성은 윈도우즈 2000 또는 윈도우즈 XP 운영체제에 .NET 프레임워크 기반으로 구현되었다. 다양한 맵 표현을 위해 IDL을 사용하였으며 IDL이 설치되어 있지 않은 경우 제한된 결과를 제공할 수 있다[3]. GSSF는 GPS, Galileo 위성궤도, 전리층 지연, 대류권 지연, 수신기 잡음 등에 대한 다양한 모델을 적용하여 반송파 위상, 의사거리, 도플러 및 신호 세기를 선택된 채널과 채널 특성에 따라 생성하고 이를 RINEX 형태로 출력한다. GSSF의 초기 화면은 그림 1과 같고 그림 2는 시뮬레이션 결과 화면이다.

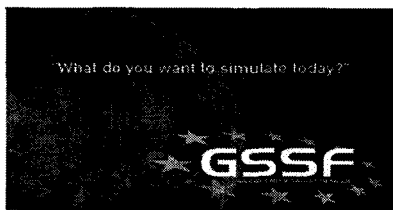


그림 148. GSSF 초기 화면  
Fig. 1. GSSF Splash Screen

GSSF는 그림 2에 보이는 것과 같이 Galileo 위성군, GPS 위성군, EGNOS 위성군과 사용자 정의 위성 등을 대상으로 하며 선택가능한 지상국, 사용자 수신기 설정 등에 따른 신호의 의사거리를 시뮬레이션 한다. 그 결과는 RINEX 파일로 저장된다. GSSF는 위성시스템의 신호 시뮬레이션 기능 외에 다양한 분석 방법도 제공한다. 위성의 가시성 분석, 커버리지 분석, 기하학적 분석, 정확도 분석, 전파방해 분석, 무결성 분석 등을 제공하고 있다. 국내 위성항법 시스템은 주로 수신기 분야가 활발한데, 일부 국내 회사에서 자체 칩셋도 확보할 정도로 수신기 분야에서는 경쟁력을 확보해가고 있다. 그러나 이들 제품들은 일반 사용자를 위한 기본 기능의 수신기이며 DGPS 기준국용 수신기 혹은 정밀 측위용 수신기에 대한 국내 개발은 초보 상태이며 GPS 현대화와 Galileo 시스템에 대한 준비는 미흡한 상태이다.

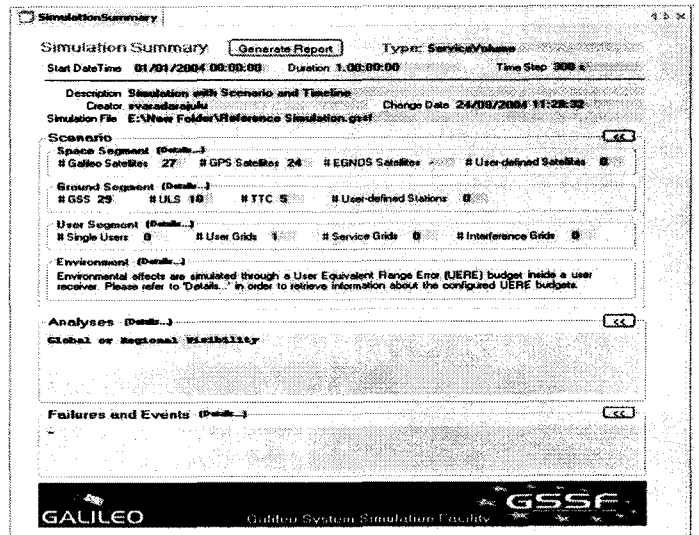


그림 149. GSSF 결과 화면  
Fig. 2. GSSF Summary

위성항법시스템 소프트웨어 플랫폼은 주로 소프트웨어 수신기 개발을 중심으로 국내 몇 개 대학에서 개발하였고 이외에 대학 및 연구소를 중심으로 위성궤도, 원자시계, 전리층, 다중경로 등의 모델링 및 구현에 대해 연구가 진행되기는 하나 아직 만족할 만한 수준은 아닌 상태이다. 의사거리에서 위성 궤도오차, 원자시계 오차, 전리층 지연, 대류권 지연, 다중경로, 수신기 측정 잡음 등의 영향 해석은 많은 연구가 이루어져 있으나 역으로 각각의 오차 값들을 생성하고 이를 이용해서 예측값을 생성하는 연구는 아직 알려지지 않았다. 본 논문에서 제안하는 시뮬레이터는 상용 시뮬레이터인 GSSF의 기능 중 의사거리 생성 기능 부분만을 설계, 구현하였다.

III. 윈도우 기반 GNSS 의사거리 생성 시뮬레이터 설계

위성의 실제 위치를 (X,Y,Z), 사용자 실제 위치를 (Xu,Yu,Zu)라 할 때, 위성과 수신기 사이의 실제거리 r은 식(1)과 같다.

$$r = \sqrt{(X - X_u)^2 + (Y - Y_u)^2 + (Z - Z_u)^2} \quad (1)$$

그러나 수신기에서는 위성에서 생성한 신호가 수신기에 도달하는 시간을 추출하여 실제거리가 아닌 의사거리를 측정하는 것으로 코드 신호를 이용하는 방법과 반송파 위상을 이용하는 방법이 있다. 코드 신호를 이용한 의사거리는 위성에서 송출된 코드 신호와 수신기에서 생성한 코드 신호를 비교하여 신호의 전파시간을 측정하여 구해지는데, 신호가 전파되는 동안 위성 오차 성분, 전달 매체 오차 성분, 수신기 오차 성분 등의 오차 요인이 포함된다.

식(2)는 위성의 코드를 측정하여 구한 의사거리로써, 오차 요인을 고려한 식이다.

$$\Psi(t) = r + cB + \delta_E + \delta_I + \delta_T + \delta_M + v \quad (2)$$

r은 위성과 수신기 사이의 실제거리, B는 시계오차, δE는 위성 궤도오차에 의한 의사거리 측정오차, δI는 전리층 지연에 의한 의

사거리 측정오차,  $\delta_r$ 는 대류권 지연에 의한 의사거리 측정오차,  $\delta_M$ 은 다중경로에 의한 의사거리 측정오차,  $v$ 는 수신기 측정 잡음을 나타낸다. 반송파 위상을 이용하여 측정되는 의사거리는 반송파 추적루프를 이용해 위성으로부터 수신된 반송파 신호와 수신기에서 생성한 반송파 신호를 비교하여 구한다. 처음 신호가 추적되기 시작할 때의 위상에는 파장의 정수배에 해당하는 오차가 포함되며 이 정수를 미지정수라고 부른다. 미지정수는 반송파 위상 측정치를 이용하는 경우 반드시 구해야하는 새로운 미지수이다. 오차 요인을 고려하여 반송파 측정치를 이용한 의사거리는 식(3)과 같다.

$$\Phi(t) = r + cB + \lambda N + \delta_E - \delta_I + \delta_T + \delta_m + w \quad (3)$$

다중경로 측정오차인  $\delta_m$ 과 수신기 측정 잡음  $w$ 를 제외한 오차는 식(2)의 오차와 같은 크기를 가지며, 전리층 지연오차의 부호는 반대이고 미지정수  $N$ 을 고려해야 한다. GNSS 의사거리 생성 시 물레이터는 위성신호가 위성으로부터 지구상의 사용자까지 신호가 전파되면서 발생할 수 있는 잡음을 적용하여 정밀한 의사거리를 시뮬레이션 한다

### 3.1 GNSS 의사거리 생성 관련 오차

잡음 및 오류 요소로 작용할 수 있는 오차는 크게 위성에 의한 오차, 전달매체에 의한 오차, 수신기에 의한 오차 등으로 구분된다 [4][5]. 이 각각의 오차를 처리하기 위한 시뮬레이터의 소프트웨어 적 구조는 오차가 적용되는 단계에 따라 순차적이며 직렬적으로 적용할 수 있다. 이에 위성항법 시스템의 각종 오차 요인들을 소개한다.

#### 3.1.1 위성에 의한 오차

위성에 의한 오차는 크게 위성 궤도 오차와 위성 시계 오차로 구분된다. 위성 궤도 오차는 시간  $t$ 에서의 실제 위성 위치와 항법 데이터의 위성 위치로부터 예측한 시간  $t$ 에서의 위성 위치 사이의 차이를 말한다. 궤도 모델은 달, 태양의 영향, 태양풍의 영향 등은 무시하고 지구 자전 등 필수적 부분만 포함하여 구성하였으며, 무시한 부분은 랜덤 오차로 처리하였다. 위성시계오차는 크게 deterministic 오차와 stochastic 오차로 구성되며, 위성별 탑재 원자시계의 타입과 사용기간에 따라 특성이 결정된다. 본 시스템에서는 백색잡음 오차, 위성별 원자시계 오차특성을 반영한 stochastic 오차, stochastic 오차와 deterministic 오차를 선택할 수 있게 설계하였다.

#### 3.1.2 전달 매체에 의한 오차

전달매체에 의한 오차는 전리층 오차, 대류권 오차, 다중경로 오차 등으로 크게 구분된다. 전리층은 시간과 장소에 따라 전자 밀도가 변하며 통신 및 항법 시스템에 미치는 전리층의 중요 변수는 이온화 분포 값인데 이것은 송신기에서 수신기까지의 경로에 따른 총전자 함유량(TEC)이다. 전파의 굴절, 분산, 군지연과 같은 영향은 TEC에 비례하여 발생한다. 즉, 굴절은 전파가 전리층을 경사지게 통과할 때 전자밀도의 변화에 의해 일어나며, 이는 전파원의 양각을 증가시켜 결과적으로 위치에 따른 오차를 초래한다.

전리층 지연오차는 사용자 위치에서 구해진 위성의 양각과 시

간에 따라 오차를 모델링하는 Klobuchar 모델과 Nequick 모델을 선택할 수 있도록 하였다. 양각에 따라 같은 값으로 고정되는 특성이 있으므로 랜덤 오차를 추가하여 실제에 가까운 오차를 생성하게 하였다. 각 모델에 대해서는 각각의 변수에 특정값을 지정하여 모델링하였다. 대류권에서 중성대기는 신호 전파 속도를 지연시키거나 굴곡시켜 위성신호의 전파에 영향을 준다. 대류층 지연 오차는 고도에 따른 Dry층의 굴절성 관계를 모델링하는 것으로 수정된 Hopfield 모델과 Saastamoinen 모델 중 하나를 선택하여 적용할 수 있도록 설계하였다. 특정값으로 적용한 후 두 모델의 비교에서는 지연오차가 거의 비슷한 것을 확인하였고 대류권 모델에도 랜덤 오차를 추가하여 실제에 가깝게 오차를 생성하도록 하였다. 다중경로 오차는 위성신호가 최단경로가 아닌 기타 경로를 통해 수신기에 도달하여 발생하는 오차를 말한다. 다중 경로 신호를 발생시키는 주요 원인은 수신기 주변의 높은 건물이나 지면 등의 반사체이므로 다중경로 신호는 신호가 반사되는 반사체의 표면에 의해 많은 영향을 받는다. 다중경로 오차 모델링은 대표적인 1차 Markov process를 모델링하여 코드와 반송파에 각각 적용하였다.

#### 3.1.3 수신기에 의한 오차

수신기에 의한 오차는 수신기 시계 오차와 수신기 구조에 따른 측정 잡음 오차로 구분한다. 수신기 시계 오차와 관련하여, 수신기에서 일반적으로 사용하는 수정 발진기의 오차 특성을 반영하여 stochastic 오차를 추가하여 실제에 가깝게 오차 인가가 가능하도록 하였다[6]. 수신기 구조에 따른 측정 잡음은 위성의 코드와 반송파 의사거리가 수신기 구조에 따른 내부의 랜덤한 측정 잡음에 의해 영향을 받기 때문에 Positioning, Surveying, User Setting 등으로 구분하여 적용하였으며 사용자가 선택할 수 있게 설계하였다.

### 3.2 소프트웨어 시뮬레이터 기본 구조

의사거리 생성 시뮬레이터의 기본 구조는 그림 3과 같이 크게 위성 궤도 생성 블록, 사용자 위치 선정 블록, 오차 인가 블록, 출력 블록으로 구성하였다. 위성은 GPS, GNSS, GEO(정지궤도 위성)을 고려하며, 궤도 생성은 초기 위성 궤도 관련 파라미터를 인가한 후 Kepler 법칙을 사용하여 위성 위치를 생성하는 구조이다.

의사거리 측정 시나리오에서 사용자는 한 지점에서의 의사거리를 생성하거나 정해진 범위 내에서 다수의 지점에서의 의사거리를 생성하도록 소프트웨어 구조를 설계하였다. 한 지점에서의 의사거리를 생성할 때는 사용자가 정적인 상태뿐 만 아니라 동적인 상태에 대해서도 의사거리 생성이 가능하다.

출력은 RINEX 데이터 포맷을 기반으로 한다.

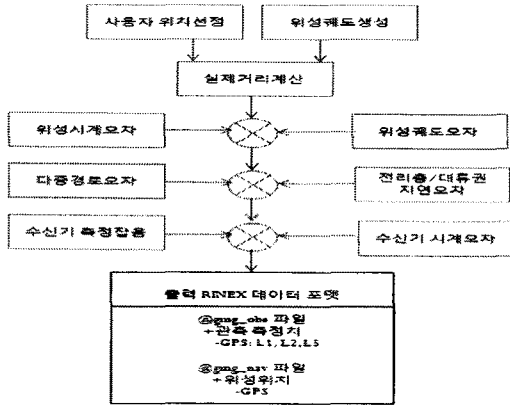


그림 3. 위성항법 의사거리 생성 시뮬레이터 설계 구조  
Fig. 3. Pseudo range generation simulator design architecture

IV. 윈도우 기반 의사거리 생성 시뮬레이터 구현

윈도우 기반 의사거리 생성 시뮬레이터는 Window XP 환경에서 개발하였고 개발언어는 MFC를 사용하였다. 설치버전으로 작성하여 별도의 플랫폼 설치 및 컴파일 과정 없이 Setup파일을 실행하여 사용자가 윈도우 기반 정밀위성신호 생성을 위한 위성과의 정밀한 의사거리를 생성하도록 하였다.

4.1 사용자 인터페이스

그림 4는 시뮬레이터의 사용자 인터페이스이다. 그림 5와 같이 GPS, GNSS, GEO를 다중으로 선택하여 적용하도록 구현 하였다.

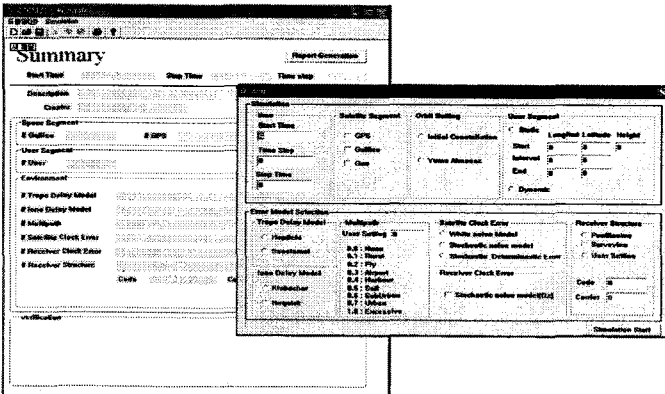


그림 4. 시뮬레이터 화면  
Fig. 4. User Interface of Simulator

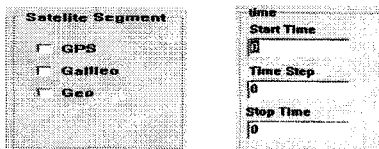


그림 5. 선택기능  
Fig. 5. Selection function

그림 5는 시뮬레이션을 위한 선택 인터페이스들로 시뮬레이션할 위성들과 시뮬레이션 수행 시간 범위를 설정하는 예이다.

그림 6은 사용자의 위치를 설정하는 부분이다. 동적 사용자와 정적 사용자를 선택 할 수 있으며, 정적 사용자를 선택 했을 때 프로그램을 사용하는 사용자는 한 지점 또는 여러 지점을 GRID형식으로 설정할 수 있으며 그에 따른 사용자의 수도 유동적일 수

있다.

User Segment			
<input checked="" type="radio"/> Static	Longitude	Latitude	Height
Start	130.51	37.51	100
Interval	0.01	0.01	
End	130.52	37.52	

그림 6. User segment 설정  
Fig. 6. User segment setup

윈도우 기반의 시뮬레이터는 매트랩과는 달리 미리 자료구조나 사이즈를 지정해야 하므로 데이터의 사이즈는 제한을 받는다. 동적 사용자는 일정 시간 간격으로 저장된 사용자 궤적정보를 포함한 텍스트 파일을 가져와 사용자의 위치를 구성한다. 이때, 시뮬레이션 시간이 동적 사용자의 궤적 수를 초과할 수도 있으며 이 경우는 마지막 위치로 계속해서 시뮬레이션을 하도록 하였다.

그림 7에 나와 있는 Error Model selection 그룹 안에서는 위성의 시계 오차(Satellite Clock Error), 대류층 지연(Tropo Delay Model), 이온층 지연( Iono Delay Model), 다중경로 지연(Multipath Region), 수신기 오차(Receiver Structure)와 수신기 시계 오차(Receiver Clock Error) 항목에 대해 적용할 모델을 각각 선택한다.

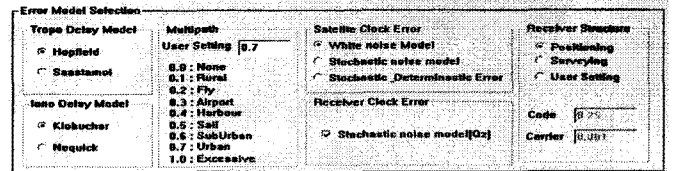


그림 7. 에러 모델 설정  
Fig. 7. Error model setup

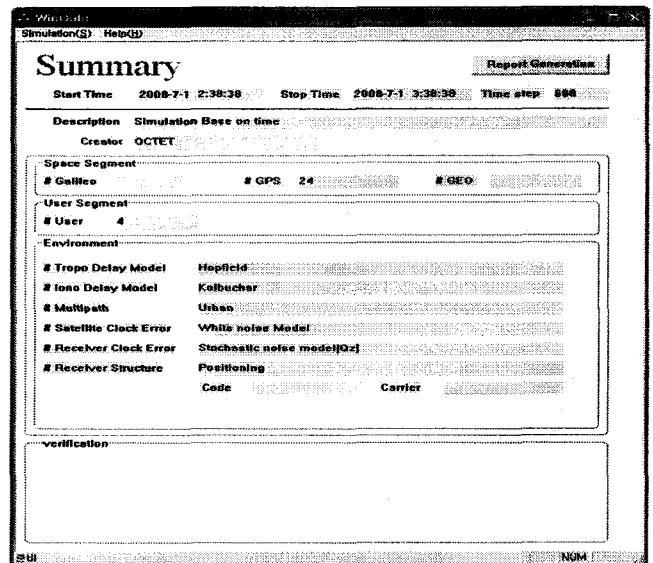


그림 8. 시뮬레이션 결과화면  
Fig. 8. User interface of simulation result

그림 8과 같이 해당 시뮬레이션에 사용된 위성군, 에러모델 등을 나타내는 화면을 구현하여 사용자가 설정한 시간대와 사용자가 선택한 위성군, 사용자의 수, 선택한 오차 대한 에러모델 등의 정보를 요약하여 한눈에 알아 볼 수 있게 항목별로 정리하여 나타내었다.

4.2 출력결과 및 검증

시뮬레이션 동작이 완료되면 Summary 창 우측 상단의 Report Generation 버튼을 이용하여 RINEX Format 형태로 위성 위치를 출력하는 nav파일과 관측 의사거리를 출력하는 obs파일을 생성한다. 생성된 파일은 시뮬레이션 동작 시간으로 구분된 폴더 안에서 obs파일과 nav파일을 확인 할 수 있다. 윈도우 기반 시뮬레이터의 성능을 검증하기 위해 실제 의사거리 시뮬레이션에 사용되는 매트랩 기반 의사거리 시뮬레이터와 비교하였다. 두 어플리케이션 시뮬레이터에서 도출한 의사거리를 비교하였고 표 1은 몇 개 예를 랜덤하게 추출하여 제시한 것으로 소수점 5자리 위에서는 동일하게 설정된 것을 확인하였다.

표 1. 두 어플리케이션 시뮬레이터의 의사거리 비교 검증  
Table 1. Comparison & verification of measurements of both application simulators

매트랩	윈도우
26744742.22114887	26744742.22114909
23608654.51528093	23608654.51527013
24733933.60927896	24733933.60927844
32666337.36985804	32666337.36985893
32411691.28300077	32411691.28300050
21412040.87723023	21412040.87723000

의사거리 도출을 위해 사용한 위성궤도, 사용자위치설정, 전리층과 대류권 지연 모델의 결과가 매트랩과 거의 동일하며 차이가 있다하더라도 어플리케이션에 따른 유효자리수 차이일 뿐 큰 영향을 주지 않는 것을 확인하였다. 모든 시뮬레이션을 수행한 후 Report Generation 버튼을 클릭 했을 때 생성한 의사거리는 RINEX 데이터 포맷에 맞추어 텍스트형식으로 출력한다. 그림 9와 10은 각각 observation 파일과 navigation 파일이다.

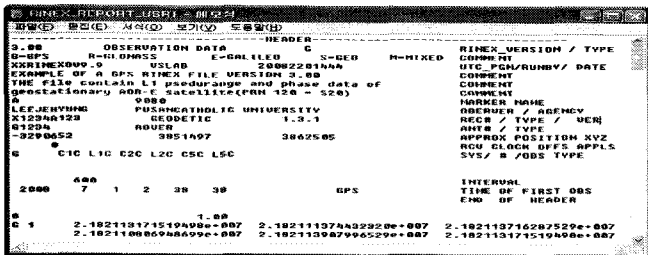


그림 9. RINEX 관측 데이터(obs)

Fig. 9. RINEX observation data display(obs)

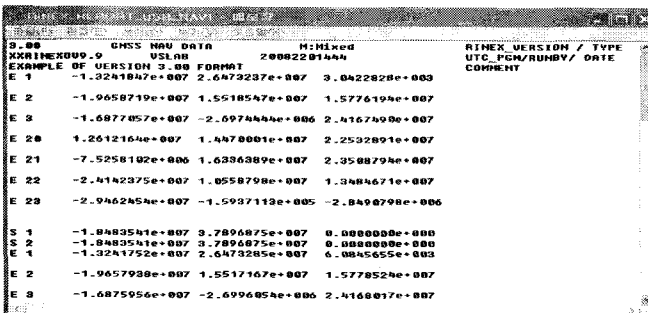


그림 10. RINEX 위성위치 데이터(.nav)

Fig. 10. RINEX navigation data display(nav)

V. 결론

위성항법시스템 소프트웨어 플랫폼은 관련 제품의 설계검증을 위해 필요한 기술로써, 본 논문에서는 정밀위성신호 생성을 위해 다양한 에러 모델들을 선택하여 위성과 수신기 사이의 보다 정밀한 의사거리를 구하는 윈도우 기반 시뮬레이션의 설계와 그 개발 결과를 제시하였다. 위성 시스템을 구축함에 있어 검증용으로 많은 활용이 되고 있는 매트랩 기반 시뮬레이터의 결과 값과 비교를 통해 성능을 검증하였고 매트랩에 비해 윈도우 기반의 프로그램으로 사용자 인터페이스면에서 사용하기에 편리한 이점을 제공하였다. 또한 시뮬레이터가 동작하는 시간과 사용자의 수 그리고 사용자의 위치를 사용자가 원하는 것으로 손쉽게 설정 할 수 있어 알고리즘 검증용, 시스템 확장 및 설계 개념 검증용 플랫폼 등의 활용이 가능하다.

참고 문헌

- [1] Bradford W. Parkinson, James J. Spilker, Jr., The Global positioning System : Theory and Applications. Vol. II, pp. 275-279, AIAA Washington DC, 1996
- [2] Bradford W. Parkinson, James J. Spilker, Jr., The Global Positioning System: Theory and Applications, Vol. II, pp. 483-500, AIAA, Washington, DC, 1996
- [3] GSSF V2.1.11 SVS - Operations Manual, pp.1-7, VEGA Informations Technologieng GmbH, 2007
- [4] El-Arini, M.B., Klobuchar, J.A., and Doherty, P.H., "Evaluation of the GPS WASS Ionospheric Grid Algorithm During the Peak of the Current Solar Cycle," Proceedings of the Institute of Navigation, National Technical Meeting, pp.961-968. 1994
- [5] Kee, C., Walter, T., Chao, Y-C., Tsai, Y-J., Enge, P., Parkinson, B. W., "Comparison of Master Station and User Algorithms for Wide Area Augmentation System," Journal of Guidance, Control and Dynamics, Volume 20, No.1, pp.170-176, 1997
- [6] 충남대학교, "GNSS 위성시계 오차 모델링 기법 연구 결과 보고서", 표준과학연구원, 2007



유 동 희 (Dong-Hui Yu)

正會員

1992년 2월 부산대 전자계산학과(이학사)

1994년 2월 부산대 전자계산학과(이학석사)

2001년 2월 부산대 전자계산학과(이학박사)

1994년 3월 ~ 1997년 7월 한국전자통신연구원 연구원

2001년 3월 ~ 2002년 2월 (주)이김부설연구소 소장

2002년 3월 ~ 현재 부산가톨릭대학교 멀티미디어공학과 교수

※주관심분야 : GPS, 시각동기, 통신시스템, e-Navigation