

# GPS/Galileo 결합 시스템의 측위 성능 분석

## Performance Analysis of Positioning Using Combined GPS/Galileo System

이동락<sup>1)</sup> · 이흥규<sup>2)</sup> · 배경호<sup>3)</sup>

Lee, Dong-Rag · Lee, Hung-Kyu · Bae, Kyoung-Ho

### Abstract

After USA removed the Selective Availability (SA), Global Positioning System (GPS) has monopolized the world market and other countries have been depended on GPS, absolutely. So the other countries, Russia, European Community (EC) and Japan, which apprehend to monopolize in technical and strategic parts, are developing the next generation GNSS including GLONASS Galileo and JRANS. And the countries are planning to provide the another GNSS. This research has focused on the next generation GNSS system based on GPS and Galileo system with developing a GNSS simulation software, named as GIMS2005, which generates and analyzes satellite constellation and measurements. Based on the software, a variety of simulation tests have been carried out to recognize limits of GPS-only system and potential benefits of integrated GPS/Galileo positioning in terms of satellite geometry strength and solution accuracy.

Keywords : GNSS, GPS, Galileo, Satellite geometry

### 요 지

미국에서 GPS 신호의 고의적 잡음을 해제한 후, GPS는 세계 시장을 독점하고 있으며 다른 나라에서는 GPS 사용에 있어 미국에 절대적으로 의존할 수 밖에 없게 되었다. 이에 기술적 전략적 종속을 우려한 러시아, EC 그리고 일본에서는 GLONASS, Galileo, JRANS의 차세대 GNSS 개발에 박차를 가하고 있다. 본 연구에서는 향후 제공될 유럽의 Galileo 위성의 영향을 사전에 분석하기 위해 GNSS 분석 소프트웨어인 GIMS2005를 개발하였으며 시뮬레이션에 기초한 GPS/Galileo 위성의 궤도, 가시위성수, 정밀도 저하율 그리고 측위기법별 정확도를 분석할 수 있었다. 이를 통해 기존 GPS의 한계와 GPS/Galileo 결합의 잠재적인 이점을 도출할 수 있었다. 기하구조 분석에서는 GPS 단독과 비교하여 GPS/Galileo 결합의 경우 가시위성수는 205.50%, 정밀도 저하율에서는 59.96% 향상됨을 보여준다. 이는 통합 시스템이 측위 정확도를 향상시킴을 의미한다.

핵심용어 : 광역위성항법시스템, GPS, Galileo, 위성의 기하구조

## 1. 서 론

미국의 GPS로 대표되는 광역위성항법시스템(GNSS : Global Navigation Satellite System)의 우월성은 다른 측위시스템에 비해 사용자에게 언제, 어느 곳에서나 저렴한 가격으로 비교적 정확한 3차원 위치정보를 제공할 수 있다. 다른 측위시스템인 자이로(Gyroscope), 지자기 센서

(Magnetic), 가속도계(Accelerometer) 그리고 주행기록계(Odometer) 등의 관성/비관성 측위시스템은 시간에 따른 오차 누적이 발생하여 고정밀 측위를 위해서는 더 많은 연구가 요청된다(이흥식 등, 2005; Kachmar, 1995).

미국 정부가 GPS에 대한 고의적 잡음(SA : Selective Availability)을 해제한 이후로 GPS는 항공, 해상, 차량항법 뿐만 아니라, 토목건설분야 등 민간부분에서 폭넓게 사용되

1) 정희원 · 창신대학 건설환경과 교수, 공학박사(E-mail:drlee@csc.ac.kr)

2) 정희원 · 창원대학교 토목공학과 교수, 공학박사(E-mail:hkyulee@changwon.ac.kr)

3) 연결저자 · 정희원 · 동아대학교 토목공학과 박사과정 수료(E-mail:qpandora@hanmail.net)

고 있으며, 특히 최근에는 텔레매틱스, 위치기반서비스(LBS : Location Based Service) 등의 이동통신과 결합한 실시간 이동체의 위치정보가 새로운 산업으로 각광받고 있다.

미국 주도의 GPS를 견제하기 위해 러시아는 이미 GLONASS(GLObal Navigation Satellite System)를 구축하였으며, 후속 주자인 유럽연합도 Galileo로 명명된 새로운 GNSS를 추진하고 있으며 2008년부터 본격적인 서비스를 제공할 계획에 있다. 또한 일본에서도 준천정위성시스템을 준비하고 있다. 이처럼 각국에서 새로운 GNSS를 준비하는 이유는 과거 고의적 잡음과 같은 미국 주도의 GPS에 종속되지 않고 기술적, 전략적으로 독자적인 GNSS를 구축하기 위함이다. 우리나라도 2005년 2월 제4차 과학기술장관회의에서 국가적 차원에서 Galileo 프로젝트의 추진 주체인 EU의 정부와 유럽우주청(ESA)이 참여하는 GJU (Galileo Joint Undertaking)에 참여키로 결정하였다(과학기술장관회의, 2005; 조규전 등, 2002; Hideto, 2004).

## 2. Galileo System

Galileo 계획은 유럽을 중심으로 추진 중인 중진 차세대 위성항법시스템으로 GNSS-2로도 알려져 있다. 유럽의 위성항법시스템 계획은 EGNOS(European Geostationary Navigation Overlay Service)로 알려진 GNSS-1로부터 시작되었다. EGNOS의 운용은 GPS와 GLONASS의 상황에 종속될 수 밖에 없으므로 신호의 유용성과 신뢰성을 보장할 수 없어 GNSS 서비스에 한계가 있다고 판단하여 1999년 7월 유럽연합은 EGNOS과 아울러 유럽 독자 위성항법시스템 구축계획을 시작하였다. 2003년 3월 시스템의 형태가 구체화되었으며, 2005년까지의 발전 및 확장 단계를 거쳐, 2006~2007년 사이에 위성궤도를 완성하고, 2008년부터 FOC(Full Operational Capacity)를 제공할 예정이다(Hein 등, 2001; Dellago 등, 2003).

### 2.1 Galileo 시스템

Galileo 시스템을 구성하고 있는 전체 시스템의 구성은 우주부(Global component), 지상부(Local components), 그리고 사용자부(User receiver and terminals)로 크게 세 부분으로 구성되어 있으며, 유럽우주청과 Galileo 시스템과 연계된 외부구성을 추가하기도 한다(Guenter 등, 2002).

### 2.2 Galileo 위성궤도 및 서비스

많은 수의 궤도들이 적용범위, 정확성, 기능성과 비용

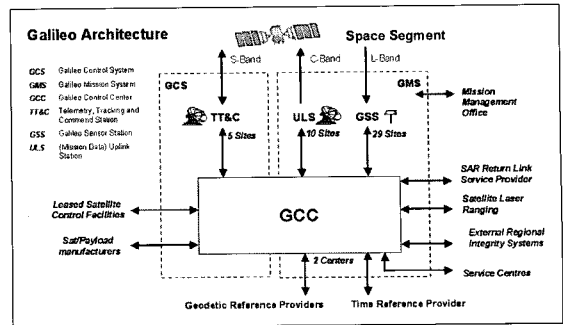


그림 1. Galileo 시스템

을 고려한 모의실험 수단에 의해 평가되었으며, 약 56° 기울어진 3개의 궤도에 30개의 궤도위성(MEO : Middle Earth Orbit)으로 구성될 것이라는 예측이 많은 학자들에 의해 제기되고 있다. 위성의 높이는 지구에서 23,616km 이고 궤도 주기는 14시간 21분 6초 정도로 예상된다.

Galileo의 서비스는 기본적으로 개방 서비스를 할 예정이며, 또한 결합 서비스 형태로 다른 GNSS 시스템과 서로 호환될 수 있도록 설계될 것이다. Galileo 서비스의 최종목적은 개방 서비스, 상업용 서비스 그리고 결합 서비스를 통해 다른 차원의 질 높은 서비스를 제공하는데 그 목적이 있다(Zandbergen, 2004; Duttin 등, 2002; Hewitson 등, 2004).

## 3. GIMS2005 개발 및 기하구조 분석

본 논문에서는 먼저 GNSS 위성의 기하학적 분석을 위해 상업용 소프트웨어가 아닌 MATLAB(MATrix LABORatory)을 이용한 분석 소프트웨어를 제작하였다. 개발한 소프트웨어의 명칭은 GIMS2005(GNSS Integrity Monitoring Software 2005)로 명명하였으며 수치해석, 선형대수를 이용한 알고리즘 개발에 적합할 뿐만 아니라, 모델링을 통한 그래픽 처리에 가장 적합한 소프트웨어이다.

먼저 MATLAB에서 제작한 m-file들을 활성화 시킨 다음, 변수값들을 설정하여 준다. 변수값은 측점에 관한 변수와 위성에 관한 변수로 구분된다. 먼저 측점의 관측일시를 지정하고, 관측지점의 고도를 지정하며 또한 위성수신 고도각을 지정하여 준다. GPS almanac과 생성한 Galileo almanac를 지정 후 위성과 측점의 좌표를 산출할 수 있었으며, 그에 따른 의사거리, 가시위성수, DOP, 내부신뢰도 및 외부신뢰도를 생성할 수 있었다.

### 3.1 GIMS2005 검증

본 연구에서 개발한 분석 소프트웨어를 검증하기 위해 상업용 프로그램은 Topcon사의 Pinnacle 소프트웨어를 사용하였으며, 검증의 신뢰성을 제공하기 위해 현재 추적 가능한 GPS almanac을 이용하였다.

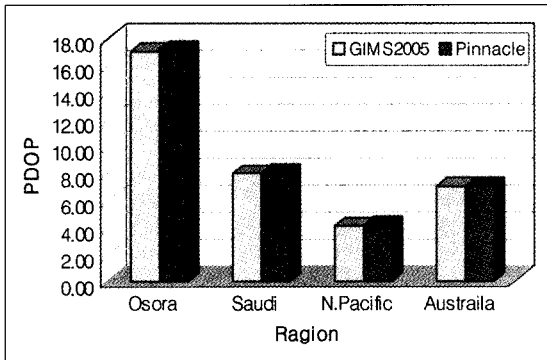


그림 2. 정밀도저하율을 이용한 GIMS2005 검증

전세계에 걸쳐 경도, 위도 1°에 걸쳐 PDOP을 생성하였으며, 관측 지점의 고도는 동일하게 50m로 지정하였으며, 위성수신고도각은 10°로 지정하여 비교 분석하였다. 이 중 대표적인 네 곳의 PDOP 값을 그림 2에서 표기 하였다.

### 3.2 GPS/Galileo 위성 기하구조 분석

위성의 기하구조를 분석하기 위해 측점에서 먼저 위성 측량이 가능하도록 할 수 있는 가시위성수를 분석하고 이를 바탕으로 각 지점에서 생성한 DOP을 분석하였다.

Galileo 위성배치는 3개의 원형궤도에 30개의 궤도위성으로 구성하였으며 적도면과 54° 경사각과 고도 23,000km, 그리고 위성의 궤도주기는 14시간 21분 6초로 계획하였다.

그림 3과 그림 4는 경, 위도 1°간격으로 총 64,800점에 대하여 가시위성수를 생성하였으며 모든 지역에서 GPS 단독처리보다 GPS/Galileo 결합 형태가 두 배의 높은 값을 보임을 알 수 있다. 특히 고도각 30°일 때 GPS 단독처리 시에는 최소 4개의 위성을 가지지 못하는 위성측량이

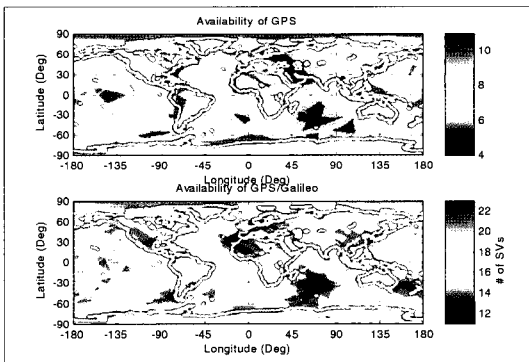


그림 3. 가시위성수 비교(고도각 10°)

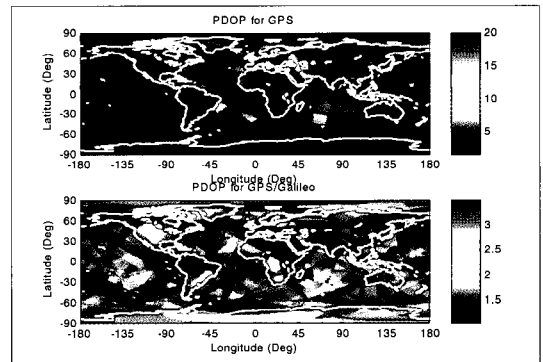


그림 5. 정밀도 저하율 비교(고도각 10°)

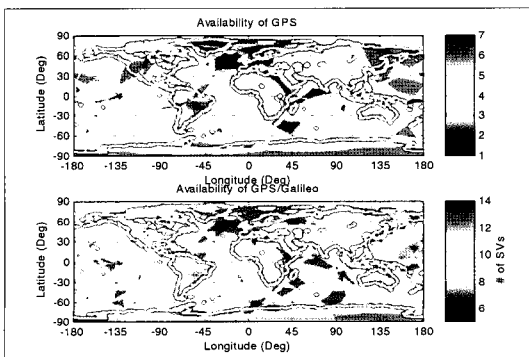


그림 4. 가시위성수 비교(고도각 30°)

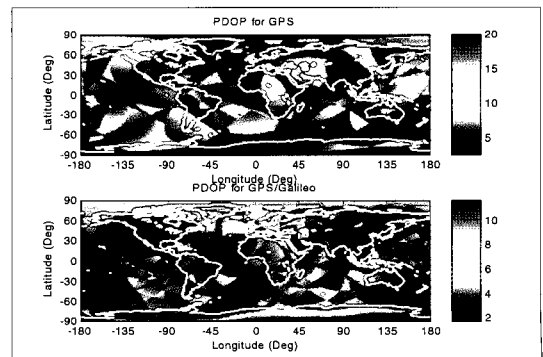


그림 6. 정밀도 저하율 비교(고도각 30°)

불가능한 지역이 상당 지역에서 발생함을 알 수 있었다.

그림 5와 그림 6은 고도각이 10°, 30°일 때의 정밀도 저하율 생성값을 채색도 형식으로 도시하였다. 특히 위성수 신고도각이 30°일 때 정밀도 저하율 수치를 보면 GPS 단독처리 시에는 6.0 이상의 값을 가지는 지역이 총 50,962 지점으로 약 78% 지역에서 불량한 정밀도 저하율을 가지는 반면 GPS/Galileo 결합 시에는 총 3,203 지점으로 약 5%지역만이 불량한 정밀도 저하율을 가짐을 알 수 있었다. 이상의 결과값으로 GPS 단독처리 시에는 일부 지역에서는 불량한 정밀도 저하율 값을 가지는 반면, 두 시스템의 결합 형태에서는 전 세계 어느 곳에서든 위성측량이 가능한 양호한 정밀도 저하율 값을 가짐을 알 수 있었다.

#### 4. GPS와 Galileo 측위 성능 분석

본 장에서는 차세대 GNSS인 Galileo의 실질적인 영향을 분석하기 위해 측위기법별 처리를 수행하였으며 향후 제공될 차세대 GNSS의 영향을 분석하였다. GPS 신호와 Galileo 신호를 가상으로 생성하여 수평, 수직정확도를 평가하였으며 단독측위(SPP : Single Point Positioning)와 의사거리를 이용한 상대측위(DGNSS) 별로 분석하였다. 실험 대상지역은 부산시 강서구 일대로 하였으며 관측시기는 2004년 8월 1일로 설정하였다.

Galileo 위성배치는 3.2절에서 설명한 바와 같은 배치로 구성하였다.

##### 4.1 단독측위 성능 분석

단독측위를 수행하기 위해 먼저 기지점의 성과를 이용하지 않는 정적단독측위(SSPP : Static Single Point Positioning)와 동적단독측위(KSPP : Kinematic Single Point Positioning)로 구분하여 분석을 수행하였다. 실험 조건으로는 정적측위의 경우 관측시간을 2시간으로 설정하였으며 동적측위의 경우 관측시간을 18분으로 설정하였다. 특히 동적측위의 경우 소프트웨어 상에서 생성한 가상의 순궤적을 이용하여 위성시스템별로 획득한 성과값과 비교 분석하였다.

##### 4.1.1 정적단독측위

그림 7은 2시간 동안에 걸친 연구 대상지의 가시위성수를 나타내고 있다. GPS 위성은 최소 5개의 가시위성을 확보하지만, GPS/Galileo 결합 시스템에서는 최소 12개

이상의 위성을 관측할 수 있었다.

그림 8에서는 관측기간 동안의 위성궤적을 도시한 것이다. 1-31까지의 숫자는 GPS 위성을 나타내고, 40-70까지의 숫자는 Galileo 위성을 나타내고 있다.

그림 9는 정적단독측위에서 X축의 정확도를 나타내고 있으며 X축 오차의 평균은 GPS 단독처리 시에는 -3.961m 이며 표준편차는 4.594m임을 알 수 있었다. 하지만 결합 시스템에서는 평균오차가 1.740m 감소한 -2.221m이며 표준편차는 1.833m 감소한 2.761m임을 알 수 있었다.

그림 10은 Y축 정확도를 도시한 것으로 GPS/Galileo 결합 시에 평균오차가 4.336m 감소하였으며 표준편차는 1.634m 감소하였다.

그림 11은 Z축 정확도를 표현하였으며 GPS/Galileo 결합 시에 평균오차 감소는 0.517m이지만 표준편차에서는 2.898m 감소하였다. 이는 위성측량의 특성인 수평정확도

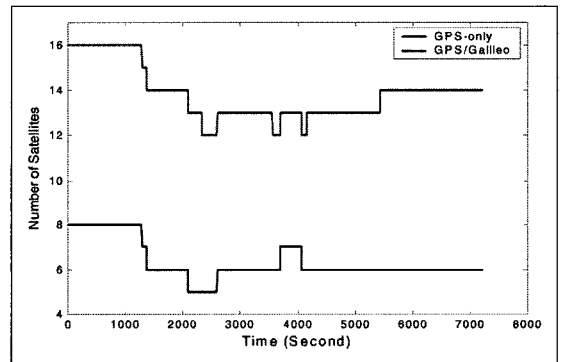


그림 7. 정적단독측위 시 가시위성수 변화

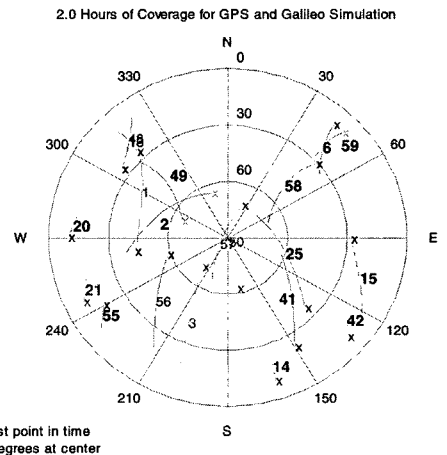


그림 8. 정적단독측위 시 위성 궤도 변화

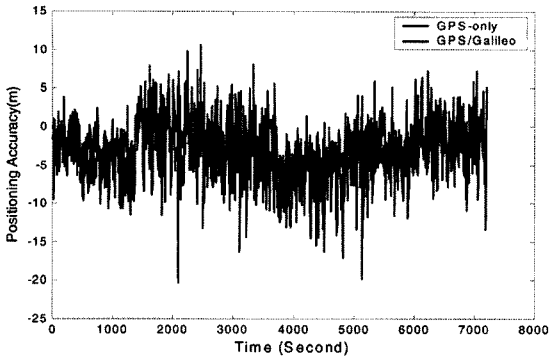


그림 9. 정적단독측위 시 X축 정확도

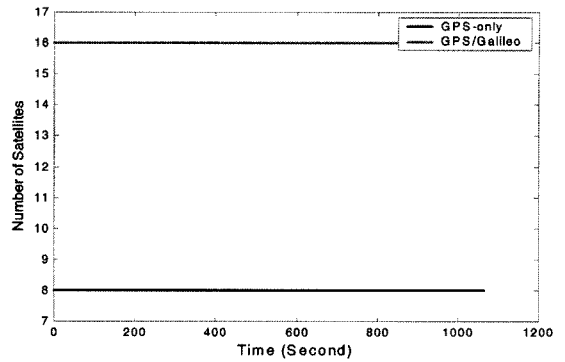


그림 12. 동적단독측위 시 가시위성수 변화

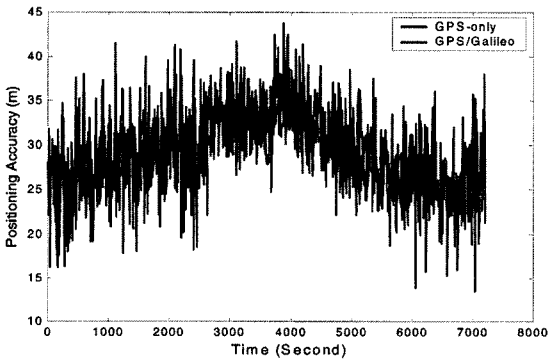
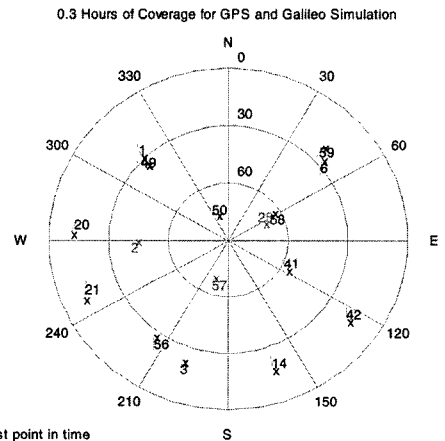


그림 10. 정적단독측위 시 Y축 정확도



'x' denotes last point in time  
elevation is 90 degrees at center

그림 13. 동적단독측위 시 위성 궤도 변화

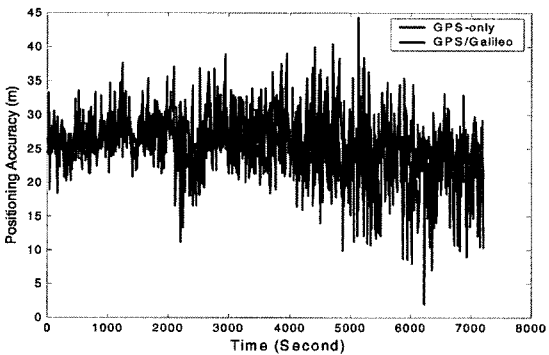


그림 11. 정적단독측위 시 Z축 정확도

에 비해 수직정확도가 떨어지는 단점을 GPS/Galileo 결합 시스템이 보완 할 수 있음을 나타내고 있다.

#### 4.1.2 동적단독측위

기지점의 성과를 사용하지 않는 동적단독측위의 성과를 도시한 것이다. 관측시간은 18분, 즉 1,080초로 설정하였으며 약 4,000m에 대한 궤적을 생성하였다. 이 궤적

에 대해 이동체가 약 3.7m/sec의 속도로 움직인다고 가정하여 시스템별 동적단독측위 성과를 획득하였다. 먼저 그림 12는 위성수신 고도각이 10°일 때 동적단독측위에 대한 가시위성수를 도시한 것이다. GPS 단독처리 시에는 8개의 가시위성을 관측하였지만 결합 시스템에서는 두 배인 16개의 가시위성을 확보할 수 있었다. 그림 13은 연구 대상지에서 관측한 위성을 skyplot 형태로 도시한 것이다. 그림 14는 이동체의 순 이동궤적으로 동적측위를 위한 참값으로 사용하였다. 그림 15는 GPS 단독에 의한 이동궤적, 그림 16은 GPS/Galileo 결합에 의한 이동궤적을 도시한 것이며, 그림 17은 이동궤적에서 고도값의 변화를 나타내고 있다. 그림에서 알 수 있듯이 GPS 단독처리 시 보다 GPS/Galileo 결합처리 시 안정적인 성과값이 획득되었음을 알 수 있었다.

그림 18은 위성수신 고도각 10°의 동적단독측위에 의

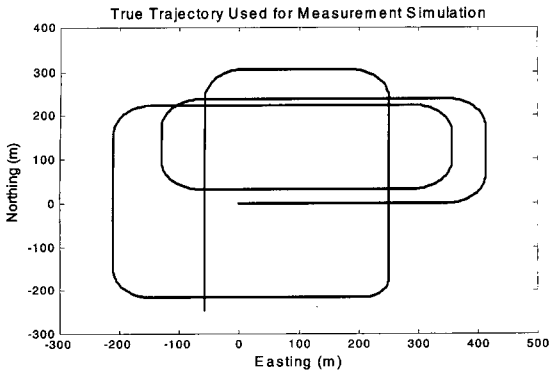


그림 14. 이동체의 순궤적

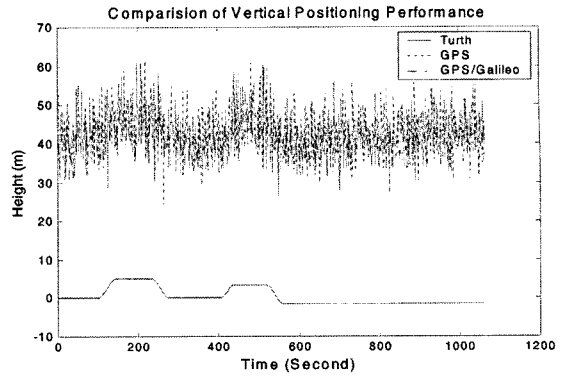


그림 17. 동적단독처리 시 수직 변화량

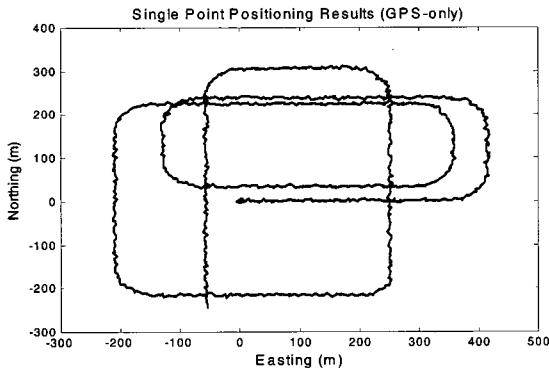


그림 15. GPS 단독처리에 의한 궤적

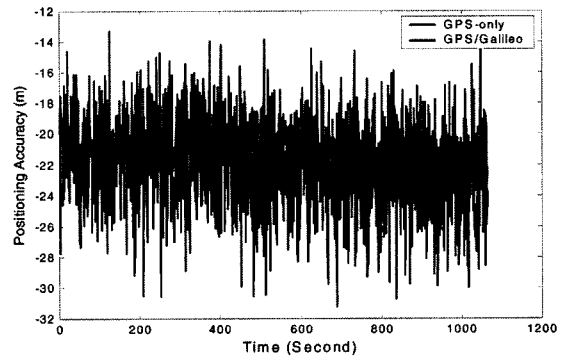


그림 18. 동적단독처리 시 X축 정확도

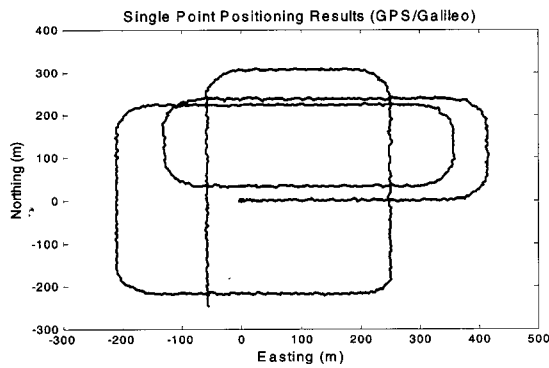


그림 16. GPS/Galileo 결합 처리에 의한 궤적

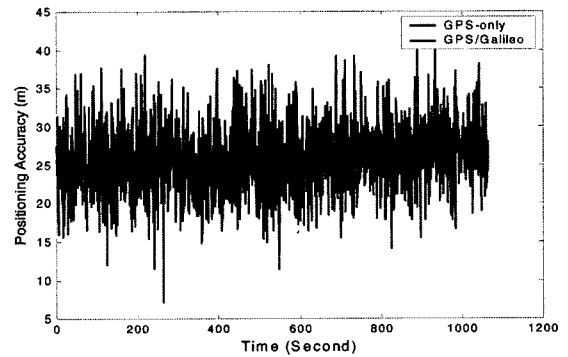


그림 19. 동적단독처리 시 Y축 정확도

한 X축 정확도를 도기한 것으로 GPS 단독처리 시에는 평균오차가 -22.358m이었지만, GPS/Galileo 결합 시에는 -20.743m임을 알 수 있었다. 표준편차는 GPS 단독처리의 3.001m에서 감소된 1.821m값을 획득하였다.

그림 19는 Y축에 대한 정확도를 도기한 것으로 GPS/Galileo 결합 시는 GPS 단독처리에 비해 평균오차에서

0.71m 감소하였지만, 표준편차는 2.210m 감소함을 알 수 있었다.

그림 20에서는 Z축에 대한 정확도를 나타내었으며, 결합 관측 시에 평균오차는 1.004m 감소하였지만 표준편차는 1.180m 감소하였다.

표 1에서는 단독측위의 경우 순궤적과 비교한 정확도와 표준편차를 나타내고 있다.

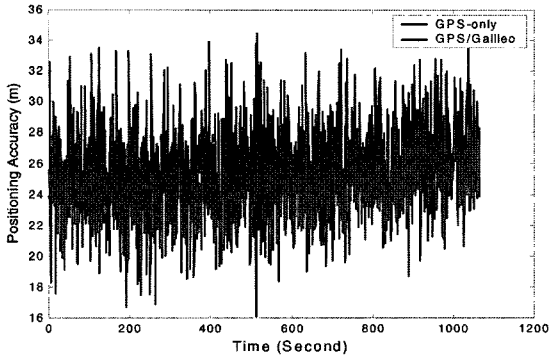


그림 20. 동적단독처리 시 Z축 정확도

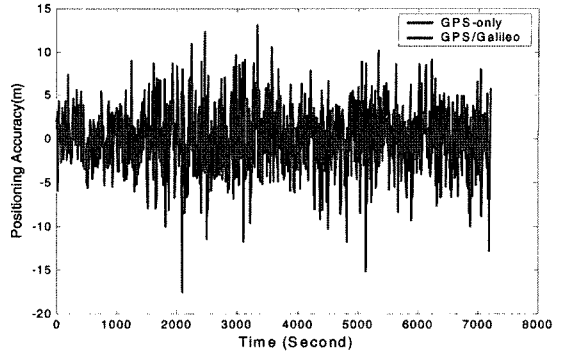


그림 21. 정적차분측위 시 X축 정확도

표 1. 단독측위 시 각축에 따른 정확도

		정적측위		동적측위	
		GPS Only	GPS/Galileo	GPS Only	GPS/Galileo
X	평균오차	-3.961	-2.221	-22.358	-20.743
	표준편차	4.594	2.761	3.001	1.821
Y	평균오차	29.621	25.285	26.074	25.364
	표준편차	5.299	3.665	4.934	2.724
Z	평균오차	25.473	24.956	25.669	24.665
	표준편차	5.908	3.010	3.122	1.942

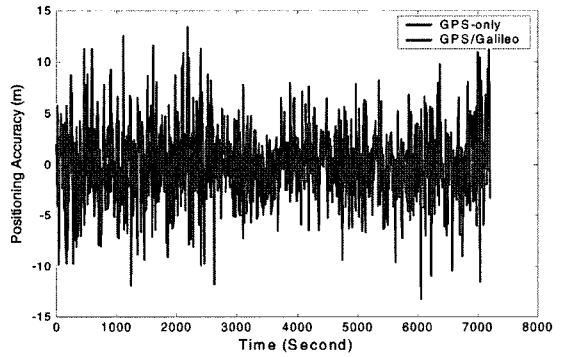


그림 22. 정적차분측위 시 Y축 정확도

## 4.2 차분측위 성능 분석

의사거리를 이용한 차분측위를 분석하기 위해 먼저 사용자 수신기(User Receiver)에서 약 1.0km 떨어진 곳에 기준 수신기(Reference Receiver)를 설치하였으며 전리권 대류권 및 다중경로의 오차는 무시하였다. 단일 차분 원리에 근거하여 수행하였으며 이를 위해서는 두 대의 수신기로부터 동일한 위성을 동시에 추적하여야 한다.

단독측위와 동일하게 정적차분측위(Static DGNSS)와 동적차분측위(Kinematic DGNSS)로 구분하여 분석을 수행하였다.

### 4.2.1 정적차분측위

위성수신 고도각 10°일 때의 정적 차분측위와 동적 차분측위의 성과를 도출하기 위해 먼저 실험시간의 위성수를 먼저 분석하였다. 그림 7과 동일한 가시위성수를 가지며 위성 궤도 역시 동일하다. GPS 단독처리 시에는 평균 6개의 위성을 확보하였지만, 결합형태에서는 두 배인 평균 13개의 위성을 확보하였다.

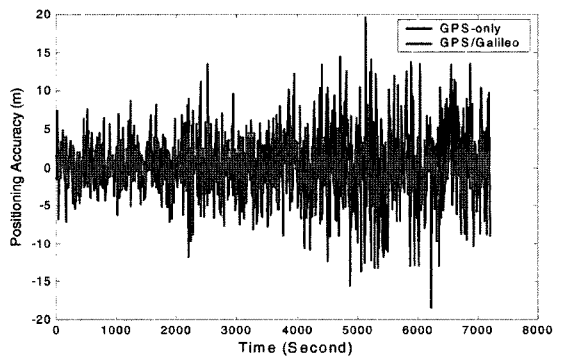


그림 23. 정적차분측위 시 Z축 정확도

그림 21은 위성수신 고도각 10° 일 때의 정적 차분측위의 X축 정확도를 도시한 것이다. GPS 단독처리 시에는 평균오차는 0.025m이었으며 표준편차는 4.173m임을 알 수 있었다. 하지만 GPS/Galileo 결합 시에는 평균오차는 0.055m이고 표준편차는 1.834m 감소한 2.339m임을 알 수 있었다.

그림 22는 Y축 정확도를 도시한 것으로 GPS 단독처리

시 평균오차는 -0.018m, 표준편차는 1.171m이었다. GPS/Galileo 결합 시에는 평균오차가 -0.069m이고 표준편차는 2.587m로 나타났다.

그림 23은 Z축 정확도를 도시한 것으로 GPS 단독처리 시에는 평균오차는 0.289m, 표준편차는 5.229m이었다. GPS/Galileo 결합 시에는 평균오차가 -0.048m이고 표준편차는 2.647m 감소한 2.582m로 나타났다.

#### 4.2.2 동적차분측위

위성수신 고도각 10°일 때의 동적 차분측위 성과에 대해 분석하였다. 18분 즉 1,080초 동안 약 4,000m 이동한 궤적에 대한 연구를 수행하였다. 그림 24와 그림 25는 가시위성수와 관측시간 동안의 위성궤적을 도시한 것이다.

앞서 보여준 그림 14를 동적측위에서 이동체의 순 이동궤적으로 설정하였으며 참값의 기준으로 사용되었다. 그림 24는 GPS 단독에 의한 궤적을 나타내고 있으며 그

림 25는 GPS/Galileo 결합에 의한 이동체의 궤적을 도시한 것이다. 그림에서 알 수 있듯이 결합 시스템의 안정적인 결과를 나타냄을 알 수 있었다. 그림 26은 이동궤적에서 고도값의 변화를 나타내고 있다.

그림 27은 고도각 10°의 동적 차분측위에 의한 X축 정확도를 도시한 것으로 GPS 단독처리 시에는 평균오차가

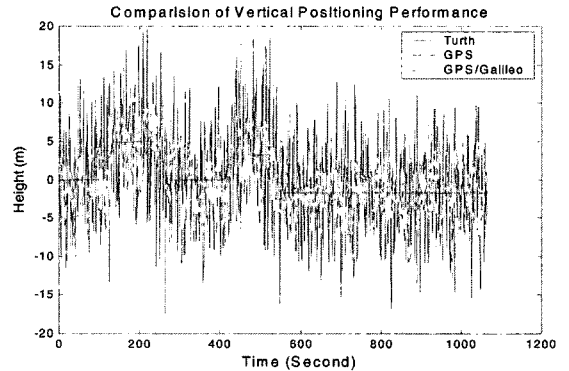


그림 26. 동적차분처리 시 수직 변화량

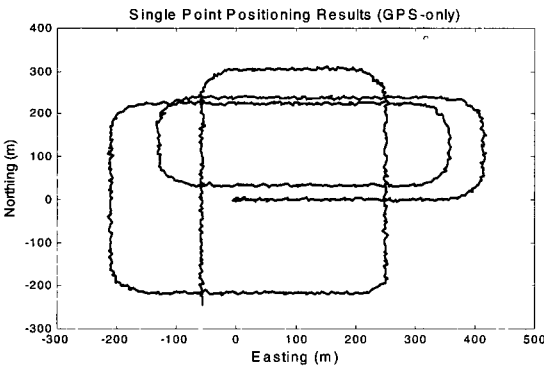


그림 24. GPS 단독 처리에 의한 궤적

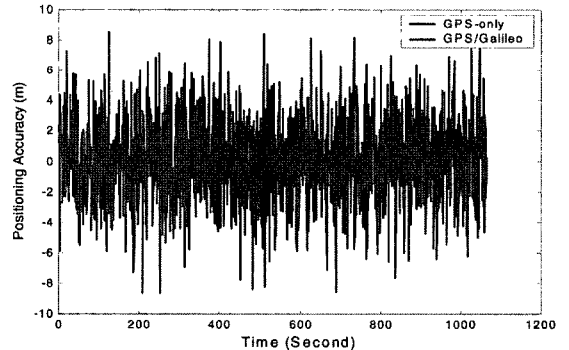


그림 27. 동적차분처리 시 X축 정확도

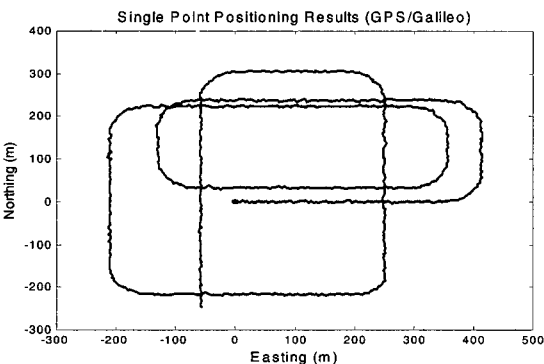


그림 25. GPS/Galileo 결합 처리에 의한 궤적

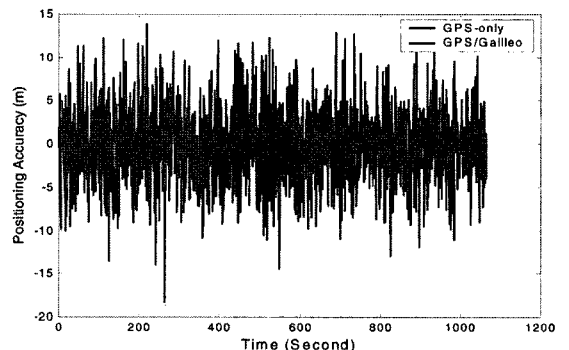


그림 28. 동적차분처리 시 Y축 정확도



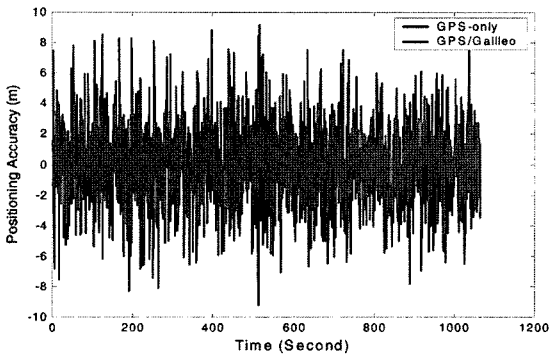


그림 29. 동적차분처리 시 Z축 정확도

표 2. 차분측위 시 각축에 따른 정확도

		정적측위		동적측위	
		GPS Only	GPS/Galileo	GPS Only	GPS/Galileo
X	평균오차	0.025	0.055	0.141	0.029
	표준편차	4.173	2.339	2.941	1.788
Y	평균오차	-0.018	-0.069	-0.172	0.004
	표준편차	1.171	2.587	4.879	2.608
Z	평균오차	0.289	-0.048	0.013	0.085
	표준편차	5.229	2.582	3.051	1.847

0.141m이었으며 GPS/Galileo 결합 시에는 0.029m임을 알 수 있었다. 표준편차는 GPS 단독처리의 2.941m에서 1.788m값으로 저감되었다.

그림 28은 Y축에 대한 정확도를 도시한 것으로 GPS 단독처리 시에는 평균오차가 -0.172m이었으며 GPS/Galileo 결합 시에는 0.004m임을 알 수 있었다. 표준편차는 GPS 단독처리에서는 4.879m이었으며, 결합 관측 시에는 2.271m 감소한 2.608m임을 알 수 있었다.

그림 29에서는 Z축에 대한 정확도를 도시하였으며, GPS/Galileo 결합 관측 시에 평균오차는 0.085m이었으며 표준편차는 1.204m 감소한 1.847m가 됨을 알 수 있었다.

표 2는 차분측위 시 각축에 따른 정확도를 정리한 것이다.

## 5. 결 론

본 연구에서는 GPS 단독처리의 한계성을 향상시키기 위하여 향후 제공될 차세대 GNSS인 Galileo의 이

론적 분석을 통해 GIMS2005로 명명된 해석 소프트웨어를 개발하였으며, 이를 적용하여 GPS 단독처리와 GPS/Galileo 조합에 의한 처리 방법에 대한 비교분석을 수행하였으며 측위기법별 분석을 통해 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 본 연구를 위하여 자체 개발한 GIMS2005와 상업용 프로그램을 비교 분석한 결과 범지구적 분석과 국부지역의 24시간 분석을 통해 자체 개발한 GIMS2005 분석 소프트웨어의 활용가능성을 입증하였다.

2. 범세계적 기하구조 분석을 위해 가시위성수, 정밀도 저하율 분석한 결과 동일 시간에 대한 위성수신 고도각이 30°일 때 GPS/Galileo 결합 시스템은 GPS 단독보다 두 배의 가시위성을 확보하였으며 모든 지역에서 4개 이상의 위성을 확보하였다. 정밀도 저하율에서는 6.0이상의 높은 값을 가지는 지역이 GPS 단독 처리 시에는 전세계의 78%까지 차지하였지만, GPS/Galileo 결합 처리 시에는 5%만을 가짐을 알 수 있었다.

3. 측위 기법별 시뮬레이션 결과 GPS 단독 처리보다 GPS/Galileo 결합 처리 시 안정적인고 우수한 성과값을 가짐을 알 수 있었다.

이상의 결론으로 향후 제공될 유럽의 Galileo 시스템이 안정적인 측위 서비스 제공뿐만 아니라 측위정확도를 향상시킬 수 있을 것이라 사료된다. 특히 도심지 협곡 같은 차폐 환경에서도 양호한 측위를 가능하게 할 것이다.

## 참고문헌

- 과학기술장관회의, 2005년 2월 24일.
- 이홍식, 박준구, 임삼성 (2005), 무선인터넷기반이 DGPS를 이용한 동체의 자세결정 성능평가, 한국측량학회지, 제 23권, 제 2호, pp. 101-108.
- 유럽우주청 홈페이지 (<http://www.esa.int>).
- 조규전, 공중덕, 최일훈 (2002), 위성항법 측위에서 GLONASS가 미치는 영향에 대한 연구, 한국측량학회지, 제 20권, 제 4호, pp. 359-366.
- Dellago R., Pieplu JM and Stalford R., Galileo Industries (2003), The Galileo System Architecture at the End of the Design Phase, *ION GPS/GNSS 2003*, Portland, OR, pp. 978-990.
- Duttin L., Rumens D., Zandbergen R., Forrest W. and Ruiz L. (2002), Galileo's SERVICES, ION GPS.
- Guenter W. Hein and Thomas Pany (2002), Architecture and Signal Design of the European Satellite Navigation System Galileo-Status Dec.2002, *Journal of Global Positioning System*, Vol. 1, No. 2, pp. 73-84.

- Hein G., Godet J., Issler J., Martin J., Lucas-Rodriguez R. and Pratt T. (2001), The Galileo Frequency and Signal Design, *Pro. of ION GPS 2001*, pp. 1273-1282.
- Hewitson S., Lee H.K. and Wang J. (2004), Localizability Analysis for GPS/Galileo Receiver Autonomous Integrity Monitoring, *Journal of the Institute of Navigation*, Vol. 57, No. 2, pp. 245-259.
- Hideto (Duke) T. (2004), Japanese Regional Navigation Satellite System The JRANS Concept, *The 2004 International Symposium on GNSS/GPS*, Sydney.
- Kachmar, P. M. and L. Wood. (1995), Space Navigation Application, *Journal of the Institute of Navigation*, Vol. 42, No. 1, pp. 187-234.
- Zandbergen R. (2004), *Galileo Orbit Selection*, *ION GNSS 17th International Meeting of the Satellite Division*, 21-24 Sept. pp. 616-623.

---

(접수일 2005. 8. 20, 심사일 2005. 9. 3, 심사완료일 2005. 9. 12)