

유럽의 Galileo 시스템을 이용한 GNSS 측위 성능 향상 Performance Enhancement of GNSS Positioning using European Galileo System

배경호¹⁾ · 허민²⁾ · 이용욱³⁾ · 이재원⁴⁾

Bae, Kyoung-Ho · Heo, Min · Lee, Yong-Wook · Lee, Jae-One

¹⁾ 정회원, 대한측량협회 측량정보기술연구원, 동아대학교 토목공학부 강사, (E-mail : khbae@kasm.or.kr)

²⁾ 정회원, 대한측량협회 측량정보기술연구원, (E-mail : heomin@korea.com)

³⁾ 정회원, 대한측량협회 측량정보기술연구원, (E-mail : ywlee@kasm.or.kr)

⁴⁾ 정회원, 동아대학교 토목공학부 교수, (E-mail:leejo@dau.ac.kr)

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.

1. 유럽의 Galileo System

미국의 GPS로 대표되는 광역위성항법시스템(GNSS : Global Navigation Satellite System)은 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 한계가 있다.(이홍식 등, 2005; Kachmar, 1995)

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

1.1 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 있다. (Guenter 등, 2002)

1.2 Galileo 위성궤도 및 서비스

많은 수의 궤도들이 적용범위, 정확성, 가능성과 비용을 고려한 모의실험 수단에 의해 평가되었으며, 그 중 56° 경사각을 가진 3개의 궤도에 30개의 궤도위성(MEO : Middle Earth Orbit)으로 구성될 것이라 예측되고 있다. 위성의 높이는 지구에서 23,616km이고 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)

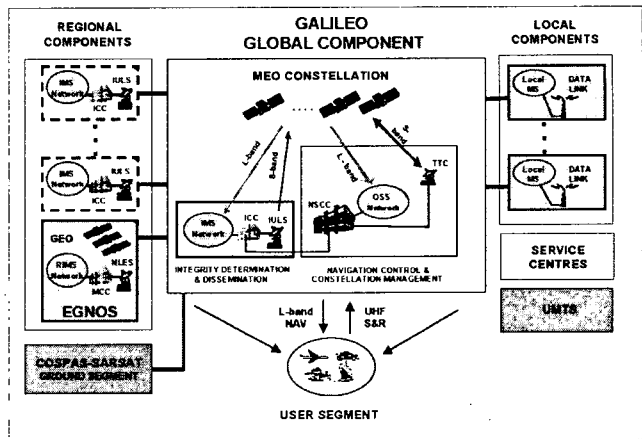


그림 1. Galileo 시스템의 구성

2. 단독측위

본 장에서는 차세대 GNSS인 Galileo의 실질적인 영향을 분석하기 위해 측위기법별 처리를 수행하였으며 향후 GNSS에 미칠 영향을 분석하였다. GPS 신호와 Galileo 신호를 가상으로 생성하여 수평, 수직 정확도를 평가하였으며 단독측위(SPP : Single Point Positioning)와 의사거리를 이용한 차분측위(DGNSS)별로 분석하였다. Galileo 위성배치는 1.2절에서 설명한 바와 같은 배치로 구성하였다.

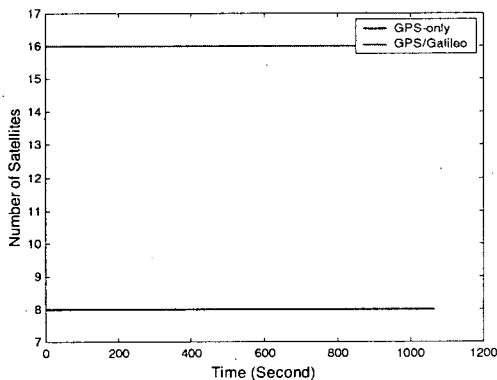


그림 2. 동적단독측위 시 가시위성수 변화

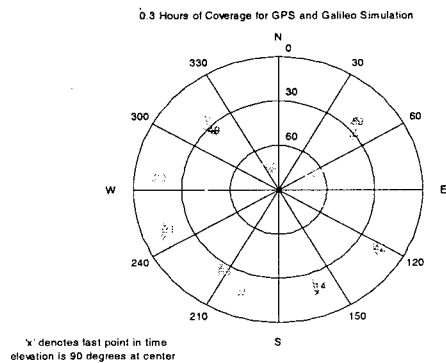


그림 3. 동적단독측위 시 위성 궤도 변화

기지점의 성과를 사용하지 않는 단독측위의 성과를 도시한 것이다. 관측시간은 18분, 즉 1,080초로 설정하였으며 약 4,000m에 대한 궤적을 생성하였다. 이 궤적에 대해 이동체가 약 3.7m/sec의 속도로 움직인다고 가정하여 시스템별 단독측위 성과를 획득하였다. 먼저 그림 2.는 위성수신 고도각이 10°일 때 단

동측위에 대한 가시위성수를 도식한 것이다. GPS 단독처리 시에는 8개의 가시위성을 관측하였지만 결합 시스템에서는 두 배인 16개의 가시위성을 확보할 수 있었다. 그림 3은 연구대상지에서 관측한 위성을 skyplot 형태로 도식한 것이다.

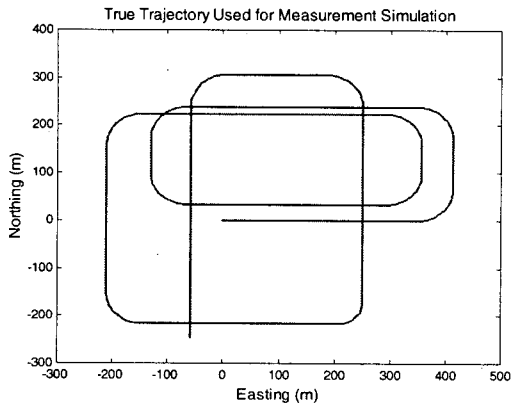


그림 4. 이동체의 순궤적

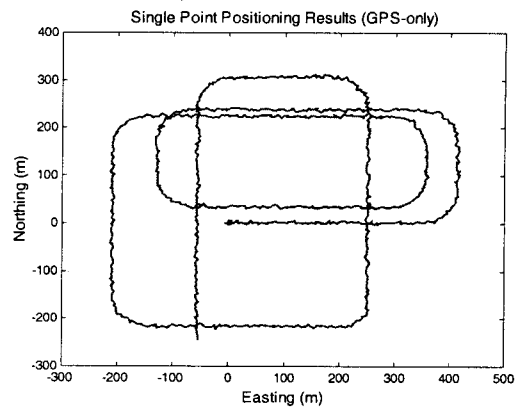


그림 5. GPS 단독처리에 의한 궤적

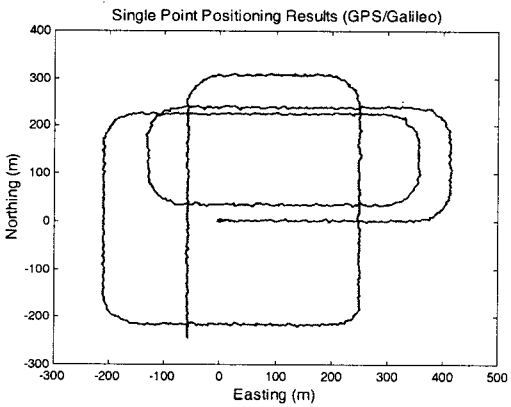


그림 6. GPS/Galileo 결합 처리에 의한 궤적

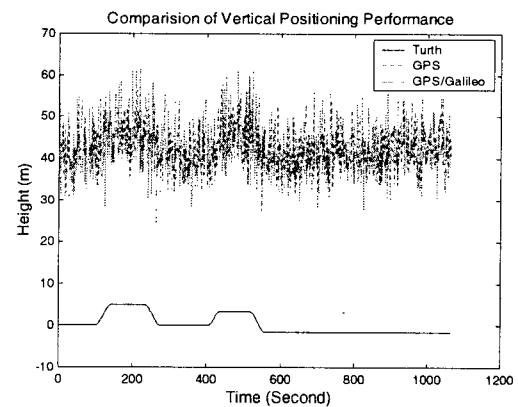


그림 7. 동적단독처리 시 수직 변화량

그림 4.는 이동체의 순 이동궤적으로 동적측위를 위한 참값으로 사용하였다. 그림 5.는 GPS 단독에 의한 이동궤적, 그림 6.은 GPS/Galileo 결합에 의한 이동궤적을 도식한 것이며, 그림 7.은 이동궤적에서 고도값의 변화를 나타내고 있다. 그림에서 알 수 있듯이 GPS 단독처리 시보다 GPS/Galileo 결합처리 시 안정적인 성과값이 획득되었음을 알 수 있었다.

단독측위에서 위성수신 고도각 10° 일 때 X축 정확도를 살펴보면 GPS 단독처리 시에는 평균오차가 -22.358m 이었지만, GPS/Galileo 결합 시에는 -20.743m 임을 알 수 있었다. 표준편차는 GPS 단독처리의 3.001m 에서 1.821m 로 감소되었다.

Y축 정확도를 살펴보면, GPS/Galileo 결합 시에는 GPS 단독처리에 비해 평균오차에서 0.71m 감소하였지만, 표준편차는 2.210m 감소함을 알 수 있었다.

Z축 정확도는 결합 관측 시에 평균오차는 1.004m 감소하였지만 표준편차는 1.180m 감소하였다.

3. 차분측위

단독측위와 동일한 조건하에서 위성수신 고도각 10° 일 때의 차분측위 성과에 대해 분석하였다. 18분 즉 $1,080\text{초}$ 동안 약 $4,000\text{m}$ 이동한 궤적에 대한 연구를 수행하였다. 가시위성수와 관측시간 동안의 위성 궤적은 단독측위와 동일한 조건에서 처리하였으므로 그림 1.과 그림 2.와 동일하다.

앞서 보여준 그림 4의 순계적 역시 동적차분측위의 참값으로 사용된다.

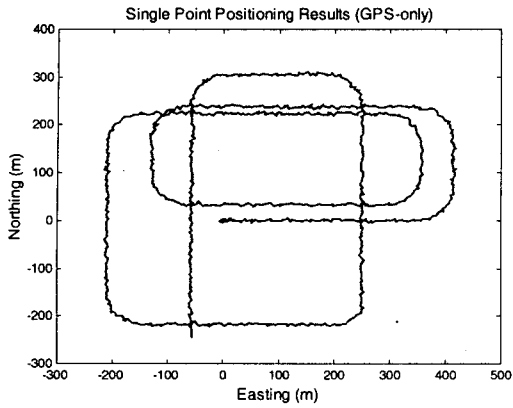


그림 8. GPS 단독 처리에 의한 궤적

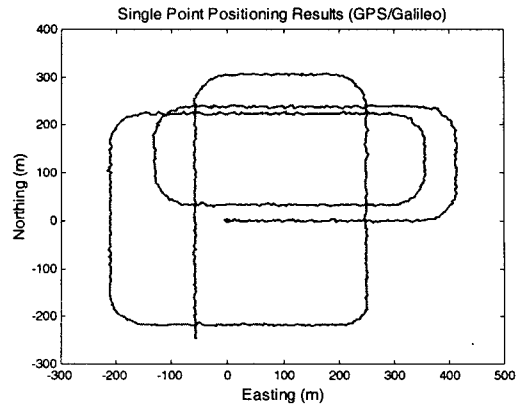


그림 9. GPS/Galileo 결합 처리에 의한 궤적

그림 8은 GPS 단독처리에 의한 궤적을 나타내고 있으며 그림 9는 GPS/Galileo 결합처리에 의한 이동체의 궤적을 도시한 것이다. 그림에서 알 수 있듯이 결합 시스템의 안정적인 결과를 나타냄을 알 수 있었다. 그림 10은 이동궤적에서 고도값의 변화를 나타내고 있다.

위성수신고도각 10°의 차분측위에 대한 X축 정확도를 살펴보면, GPS 단독처리 시에는 평균오차가 0.141m이었으며 GPS/Galileo 결합 시에는 0.029m임을 알 수 있었다. 표준편차는 GPS 단독처리의 2.941m에서 1.788m값으로 저감되었다. Y축 정확도는 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.

Z축 정확도는 GPS/Galileo 결합 관측 시에 평균오차는 0.085m이었으며 표준편차는 1.204m 감소한 1.847m가 됨을 알 수 있었다.

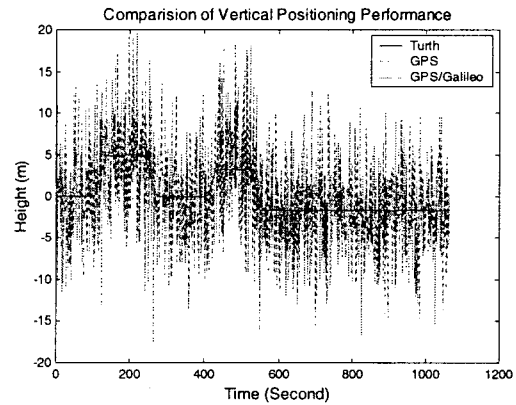


그림 10. 동적차분처리 시 수직 변화량

표 1은 단독측위와 차분측위에 따른 측위기법 별 GPS 단독처리와 GPS/Galileo 결합처리의 평균오차와 표준편차를 나타내고 있다.

표 1. 동적측위 시 각축의 정확도

		단독측위		차분측위	
		GPS Only	GPS/Galileo	GPS Only	GPS/Galileo
X	평균오차	-22.358	-20.743	0.141	0.029
	표준편차	3.001	1.821	2.941	1.788
Y	평균오차	26.074	25.364	-0.172	0.004
	표준편차	4.934	2.724	4.879	2.608
Z	평균오차	25.669	24.665	0.013	0.085
	표준편차	3.122	1.942	3.051	1.847

4. 결 론

본 연구에서는 GPS 단독처리의 한계성을 향상시키기 위하여 향후 제공될 차세대 GNSS인 Galileo의 이론적 분석을 통해 GIMS2005로 명명된 해석 소프트웨어를 개발하였으며, 이를 적용하여 GPS 단독처리와 GPS/Galileo 결합처리에 대한 측위기법 별 비교분석을 수행하여 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. 단독측위와 차분측위의 측위 기법에 따른 정확도 분석을 수행하였다. 표준편차에서 최대 2.271m가 발생함을 알 수 있었으며, 전체적인 측위 결과가 GPS 단독처리에 비해 GPS/Galileo 결합처리가 우수함을 알 수 있었다.

3. 측위 기법별 시뮬레이션 결과 GPS 단독 처리 시보다 GPS/Galileo 결합 처리 시 안정적이고 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

- 이홍식, 박준구, 임삼성(2005), 무선인터넷기반이 DGPS를 이용한 동체의 자세결정 성능평가, 한국측량학회지 제23권 제2호, pp. 101~108
- 조규전, 공종덕, 최일훈(2002), 위성항법 측위에서 GLONASS가 미치는 영향에 대한 연구, 한국측량학회 제20권 제4호, pp. 359~366
- Dellago R., Pieplu JM, 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., 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