

# Galileo 위성 신호 수신기의 개발에 대한 고찰

Consideration for development of a Galileo satellite signal receiver

최 광 주  
(LG전자 책임연구원)

최 상 훈  
(LG전자 책임연구원)

하 창 훈  
(LG전자 연구원)

Key Words : GPS, Galileo, 통합위성측위, GNSS

## 목 차

- I. 서론
  - II. Galileo의 필요성
    - 1. GPS 성능 보완적 관점
      - (1) 전리층 지연오차 감소
      - (2) 위성 수 증가에 따른 오차감소 효과
    - 2. 경제적 측면
  - III. Galileo 수신기 개발방안
    - 1. GPS 현대화 계획과 갈릴레오
    - 2. 통합위성측위 수신기 개발방안
  - IV. 결론
- 참고문헌

## I. 서론

현재 측위기술은 군사/민간의 여러 분야에서 사용되어지고 있다. 군사적 목적으로는 항공기 및 미사일의 항법 및 위치추적을 위한 센서로서의 역할을 수행하고 있으며, 민간용으로는 차량 및 선박과 같은 운송수단의 항법에 널리 사용되어지고 있다. 측위기술로는 크게 추측항법(DR-Dead Reckoning)과 위성항법이 있다.

각 속도계, 가속도계 등을 이용하여 이동거리를 계산하는 추측항법의 경우 센서의 출력을 적분하여 이동거리를 계산하기 때문에 오차가 누적되는 단점이 있다. 누적되는 오차를 줄이기 위해서는 잡음이 적은 고성능 센서를 사용하여야하며, 그럴 경우 성능향상에 대한 기회비용인 센서 가격은 기하급수적으로 증가한다는 단점이 있다. 이러한 이유로 과거의 항법은 주로 군사적인 목적으로만 사용되어왔으나 위성항법시스템의 개발로 민간항법이 자리 잡게 되었다.

위성항법시스템의 수신기는 위성의 위치와 위성과 수신기 사이의 거리를 이용하여 이용자의 위치를 계산한다. 위성항법시스템은 위성을 만들고 유지·보수하는 비용이 많이 드는 대신에 수신기의 가격은 저렴하기 때문에 군수뿐만 아니라 민수에도 널리 자리 잡을 수 있었다. 이미 개발된 위성항법시스템으로는 미국의 GPS와 구소련의 GLONASS가 있다. 그러나 GLONASS는 구소련의 붕괴 이후 재정적인 이유로 운영에 어려움을 겪고 있어, GPS가 사실상 독점적인 위치를 점유해왔다.

현재 GPS는 민·군용의 여러 분야에서 유용하게 사용되고 있으나 미국에서 개발한 시스템이기 때문에 미국을 제외한 국가에서는 GPS의 안정성을 우려하는 상황이다. 과거 GPS에는 S/A라는 고의적 오차 성분이 있었다. GPS가 타국의 군사적 목적으로 사용되기를 우려한 미국의 방침이었다. 현재에는

S/A가 사라져서 GPS의 정확도가 크게 향상되었지만, 향후 GPS의 향로가 불투명하기 때문에 미국을 제외한 타국에서는 군사용으로 사용을 꺼리고 있다. 또한 GPS는 가시위성의 개수와 배치에 따라 그 정확도의 차이가 있으며 일반적으로 민간용으로 쓰이는 L1시그널의 C/A코드를 사용하는 경우 약 20m의 오차를 갖는다. 차량항법의 경우에는 충분한 정확도라고 생각할 수 있으나, GPS의 적용 분야가 다양해짐에 따라 측위 성능 향상에 대한 요구는 커져가고 있다. 이러한 문제의식 때문에 유럽연합(EU)은 자체적인 위성측위시스템을 보유하기 위하여 갈릴레오 프로젝트를 시작하였으며, 2008년 이후에는 정상적인 운영이 이루어질 것으로 기대된다. 현재 개발 중인 갈릴레오 시스템은 향후 GPS와 함께 사용될 경우, 측위정확도가 향상될 것으로 기대되고 있으며, 미국의 독점적 위성측위시스템 구도에서 미국·유럽연합의 양분된 시스템 구도가 됨으로써 안정적 장치를 마련하게 될 것이다.

## II. Galileo의 필요성

기존의 GPS에 갈릴레오 시스템을 추가하였을 경우에는 여러 가지 장점이 있다. 성능적인 측면에서 보았을 때, 가용 위성의 개수가 증가함에 따라 위성측위의 성능 향상 및 안정성이 부가된다. 또한 다중주파수를 사용하기 때문에 위성측위의 주요 오차요인중 하나인 전리층 지연오차를 상쇄시킬 수 있다.

GPS·갈릴레오 통합 수신기 개발은 국가적으로 경제적인 성과를 기대할 수 있다. 우리나라는 GPS 후발주자로 기존의 GPS 수신기 시장에 진출할 수 있는 기회가 없었다. 그러나 갈릴레오의 개발로 GPS·갈릴레오 통합 측위수신기라는 새로운 시장이 열리게 됨에 따라 우리나라에도 통합측위 수신기 수출의 기회가 열릴 것이다. 본 논문에서는 기존 갈릴레오 시스템의 측위성능향상과 갈릴레오의 경제적 필요성 등을 알아보기

로 한다.

### 1. GPS 성능 보완적 관점

서론에서 언급한바와 같이 갈릴레오는 GPS의 보완 및 독립을 목적으로 개발되기 시작했다. 기존의 GPS는 미국의 독자적 시스템이기 때문에 EU에서는 자체 위성측위시스템인 갈릴레오를 개발하고 있으며, 우리나라를 포함한 여러 국가적 관점에서 반가운 일이 아닐 수 없다. 이러한 안정적 측면뿐만 아니라 기존 GPS의 성능향상적 측면에서도 갈릴레오는 유용하다. 본 절에서는 갈릴레오의 필요성을 GPS의 성능 향상적 관점에서 기술하겠다. 또한 GPS·갈릴레오 통합 측위 수신기의 개발 방안에 대하여 간략히 살펴보겠다.

#### 1) 전리층 지연오차 감소

위성측위시스템은 위성과 사용자 사이의 거리와 위성의 위치를 이용한 삼각측량술로 계산되어진다. 전리층은 위성으로부터 송신된 신호를 반사·굴절시켜 결과적으로 위성과 사용자 사이의 거리오차를 유발하며, 결과적으로 사용자의 위치오차로 나타나게 된다. 전리층지연오차는 위성항법에서 큰 오차 요인 중 하나이며 이중주파수 신호를 사용할 경우 전리층 지연오차를 효과적으로 제거할 수 있다. 현재 GPS는 L1(1.575GHz)만을 사용할 수 있기 때문에 전리층 지연을 효과적으로 제거할 수 없다. 그러나 갈릴레오의 경우 Open Service 신호가 두 개의 다른 주파수를 갖는 신호로 구성되기 때문에 전리층 지연오차를 효과적으로 감소시킬 수 있다. 이중주파수 신호를 이용한 전리층지연오차 계산식은 다음과 같이 반송파 주파수에 관한 식으로 나타낼 수 있다.

$$PR = \frac{PR_2 - \gamma PR_1}{1 - \gamma}$$

$$\gamma = (f_1/f_2)^2$$

여기서,

$PR$  : 전리층 효과에 의한 보정 의사거리

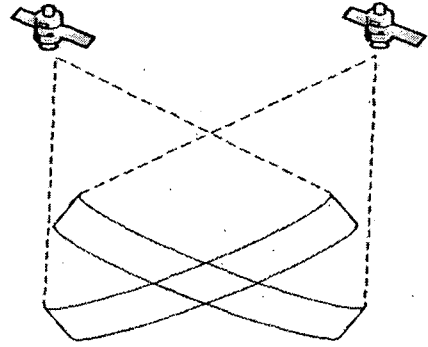
$PR_i$  : 이중주파수에서의 측정의사거리

$f_i$  : 이중주파수의 반송파 주파수

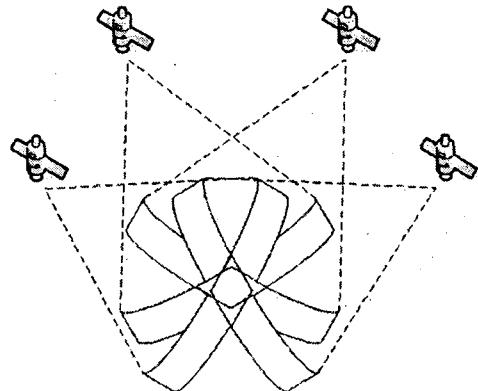
이다.

#### 2) 위성 수 증가에 따른 오차감소 효과

위성측위시스템은 위성 수 및 위성의 기하학적 배치에 따라 측위오차의 차이를 보인다. 앞에서 언급한 바와 같이 위성측위시스템의 측위오차는 위성과 사용자사이의 거리인 의사거리 오차로부터 나타나게 된다. 아래의 그림1, 2는 위성측위시스템의 위성개수에 따른 측위오차범위를 간략하게 설명한 그림이다.



<그림 1> 측위오차 개략도(위성 2개)



<그림 2> 측위오차 개략도(위성 4개)

그림에서 백색 띠 부분은 위성과 사용자 사이의 의사거리 오차영역을 나타낸다. 각 위성의 의사거리오차영역이 같다고 가정한다면 그림처럼 위성의 개수가 많을수록 공통오차 영역이 감소하여 결과적으로 측위 오차범위가 감소하게 되는 것을 알 수 있다.

갈릴레오 시스템은 지상으로부터 약 23,200km 상공에서 3개의 MEO(Medium Earth Orbit)에 각각 9개씩의 항법위성을 포함하며, 각 궤도는 항법위성의 고장 발생시, 이를 대체하기 위한 여분의 위성을 1개씩 포함하고 있다. 향후 갈릴레오 시스템이 완성되어 GPS-Galileo 통합 측위수신기를 구성할 경우 가용위성이 현재의 2배 수준으로 증가하여 측위정밀도 향상이 기대된다. 표 1은 일반적인 GPS 및 예상 갈릴레오 측위오차를 나타낸다.

표1에서 확인할 수 있듯이, 기존의 GPS의 정확도에 비해 Galileo의 정확도가 높을 것으로 기대되며, 두 개의 시스템을 함께 사용할 경우 매우 높은 측위정확도가 기대된다.

<표 1> GPS/Galileo 측위오차

	Galileo OS (Dual)	GPS L1 (C/A)	Combined (GPS & Galileo)
평면성분 오차	4.37m	6.17m	2.15m
수직성분 오차	8.74m	12.34m	4.29m
3차원 위치오차	9.83m	13.88m	4.89m

## 2. 경제적 측면

위성측위용 수신기는 크게 RF 파트와 Baseband/CPU 파트로 구성되어있다. RF 파트는 위성으로부터 수신된 미약한 고주파 신호를 Baseband에서 디지털 신호처리를 할 수 있도록 증폭·변조·양자화를 수행한다. Baseband/CPU 파트는 일반적으로 SoC(System on Chip) 형태로 구성되는데 RF로부터 받은 양자화 데이터를 신호처리 하여 원시 데이터를 추출하고, 추출된 원시 데이터는 CPU에서 측위 알고리즘 통하여 수신기의 위치로 계산된다.

GPS의 경우 위에서 언급한 RF 및 Baseband/CPU칩을 전량 수입하여 사용하고 있다. 우리나라는 GPS 후발주자로 국내 기술력은 보유하고 있지만 국제적으로 선점 시장의 규모가 크기 때문에 기존의 GPS 분야에 발을 들여놓기 힘들었다. 하지만 갈릴레오 프로젝트로 현재 위성측위의 판도가 바뀔 가능성이 크다. 따라서 새로운 기술에 발 빠르게 대처하여 새롭게 구성될 GNSS(Global Navigation Satellite System) 시장에 진출을 할 수 있다.

위성측위분야는 항법, 텔레메틱스, 측지 등의 여러 분야에서 사용되어지며, 특히 텔레메틱스는 세계적으로 시장의 규모가 커지고 있기 때문에 칩 개발로 인한 경제적 효과가 클 것으로 기대된다.

## III. 갈릴레오 수신기 개발방안

앞에서 언급한 바와 같이 갈릴레오 수신기의 국내 개발은 기존 GPS의 성능 향상뿐만 아니라 경제적인 효과 또한 고려할 수 있다. 본 단원에서는 앞에서 언급한 갈릴레오 측위 시스템의 개발 방향과 통합위성측위 수신기 개발방안에 관하여 간략히 기술하겠다.

### 1. GPS 현대화 계획과 갈릴레오

유럽의 갈릴레오 프로젝트 계획에 대응하여 GPS 역시 현대화 계획을 진행하고 있다. 민간용으로 사용 가능한 기존 GPS 시그널은 L1 시그널만을 사용할 수 있었으나, 현대화 계획으로 인하여 L2와 L5 시그널이 추가되어 GPS 성능향상을 고려하고 있다. GPS 현대화 계획은 2005년 10월 L2C 시그널을 서비스하는 첫 발사를 시작으로 지속적으로 업그레이드 될 계획이다.

갈릴레오 위성의 궤도는 적도로부터 56도의 기울기를 갖고, 약 14시간의 주기로 지구를 선회하도록 구성된다. 갈릴레오 역시 GPS처럼 지구 대부분의 영역에서 관측됨으로 갈릴레오 시스템의 수신기는 GPS·갈릴레오 통합 수신기의 형태가 되어야 할 것이다. 이를 위해서 수신기를 구성하는 RF 칩은 GPS와 갈릴레오의 다중주파수를 처리할 수 있어야하며, Baseband 칩은 다중 데이터를 동시에 처리할 수 있도록 병렬 설계가 되어야 한다. 또한 항법 알고리즘 역시 갈릴레오와 GPS를 모두 수용할 수 있도록 설계되어야 한다.

### 2. 통합위성측위 수신기 개발방안

현재 우리나라의 위성측위 기술은 세계적인 수준이다. 그러나 수신 칩셋을 설계할 수 있는 기술력을 보유한 전문 인력이 많지 않기 때문에 현재 그 개발 능력이 소수의 업체에 국한되어 있다. 현재 우리나라에서는 GPS 현대화 계획에 대응하기 위하여 정보통신연구진흥원에서 주관하고, LG전자가 주관연구기관으로 하여 “고정밀 포지셔닝 부품개발” 과제를 수행중이다. 이 과제는 국내 전문업체가 함께 참여하고 있으며 2007년 개발완료로 목표로 텔레메틱스용 핵심부품 개발을 진행하고 있다. 2005년 말 샘플 칩이 제작될 예정이며 이것은 현대화된 GPS 신호를 수신할 수 있는 국내 최초이자 세계에서 몇 안되는 GPS제조사들 중에서도 시장을 선도할 수 있는 발판을 마련하는 계기가 될 것이다.

GNSS용 측위모듈 개발방법은 크게 3단계 개발로 구분하였다. 1단계로는 Galileo RF 부와 GPS RF 부를 SoC화 하고, Galileo Baseband 와 GPS Baseband를 하나의 ARM Core에서 SoC화 하는 것이고, 2단계로는 이들 2개 chip을 하나로 통합하여 SoC 개발하는 것이다. 3단계로는 2단계에서 개발된 칩과 MEMS Gyro, MEMS Accelerometer, cdma, Zigbee 또는 RFID 등 음영지역에서의 보조센서와 결합하여 실내에서도 고정밀측위가 가능하도록 SIP화 하는 것이다.

갈릴레오의 위성신호는 GPS 위성신호와 유사한 구조를 갖는다. 따라서 향후 개발해야 할 GPS·갈릴레오 통합 수신 칩 및 수신기 개발은 현재 과제 수행 중에 있는 고정밀포지셔닝 부품개발 과정에서의 결과물인 Dual-band GPS Baseband chip, Dual-band RF chip, MEMS Gyro, MEMS Accelerometer 및 DR(Dead Reckoning) 알고리즘 기술 및 통합측위단말기술 등 기 확보된 기술을 토대로 개발 착수될 때 개발일정 단축, 개발비용 절감 등 상당한 시너지효과가 나타날 수 있을 것을 기대된다.

## IV. 결 론

지금까지 갈릴레오 측위시스템의 필요성 및 장점, 국내의 갈릴레오 수신기 개발방안 등에 관하여 살펴보았다. 그동안 미국의 GPS에만 의존하였던 위성측위는 최근에 들어 유럽의 갈릴레오 개발뿐만 아니라 러시아의 GLONASS 재가동, 일본과 중국의 독자적 측위위성 인프라 구축 계획 등으로 다변화하고 있다. 이러한 주변국들의 정세에 대해 우리 정부도 신속히 대응할 수 있는 정책수립이 요구되는 시점이라 생각된다. 그동안 우리 정부가 디지털시대 도래에 대한 적극적인 정책수립과 강력한 추진을 통해 오늘날 아나로그 시대에서 디지털시대로 전환되면서 세계 최고의 디지털 강국이 되었듯이, 1세대 GPS 시대에서 2세대 GNSS시대로 전환되는 이 시점에 정부는 세계시장규모 수천억달러인 2세대 GPS시장을 맞이하기 위한 적합한 정책을 산.학.연구소 등 관련분야 전문가들의 고견을 참고하여 차세대를 준비하는 정책을 시급히 수립하고 이를 강력히 추진하기 위한 체계 구축 등 다가올 GPS 2세대 시장에서 우리 산업체가 세계시장을 선도할 수 있도록 전략적인 정책수립이 시급한 시점이라 사료된다.

## 참고문헌

1. 최광주, “연구개발과제 수행계획서(고정밀 Positioning 부품 개발)”, LG전자. 2004년 12월
2. “에너지, ITS 응용분야서비스 시장, 기술 예측보고서”, 전략 기술경영연구원
3. G. Hein and Jose Angel Avila Rodriguez, “*Accuracy Performance Analysis of Galileo and GPS*”, 11th GNSS Workshop 2004, 4-5 November 2004, Seoul
4. E. D. Kaplan, *Understanding GPS : Principles and Applications*, Artech House, 2001