

GPS 이용중단을 대비한 상호보완적 PNT 시스템 구축 필요성에 관한 연구

† 박순 · 이승철* · 이덕희* · 김민섭*

*,† 국립해양측위정보원

A study on the need to build a complementary PNT system in preparation for GPS interruption

† Soon Park · Seung-Cheol Lee* · Deok-hee Lee* · Min-Seop Kim

*,† National Maritime PNT Office

요 약 : 1973년 최초로 서비스를 시작한 GPS는 전 세계 60억명 이상이 사용 중이며 거의 모든 사업에 큰 영향을 미치고 있으며, 자동차, 농업, 해양, 일반 안전, 레저활동, 지형공간정보, 항공, 금융, 통신 등 산업 전반에 걸쳐 경제적 이익이 약 1조4천억 달러에 이르는 글로벌 시스템이라 할 수 있다. 최근에는 미국의 GPS 뿐만 아니라 유럽, 러시아, 중국 등 세계 주요국들은 자국의 독자 위성항법시스템을 구축하고 있으며, PNT 정밀성 향상을 위한 위성항법보강시스템의 개발 또한 주요국 중심으로 이루어지고 있다. 4차산업기술의 발달로 인해 다양한 산업의 상용화와 대중화에 따라 PNT 정보의 고정밀, 고신뢰에 대한 수요도 급증하고 있으며, 이에 대한 응용기술 분야에 대한 시장도 급속하게 성장하고 있다. 우리나라에서도 KASS와 같은 위성항법보강시스템 구축을 추진하고 있으며, 향후 독자 위성항법시스템인 KPS의 개발도 진행중에 있다. 그러나 고도 23,000km에서 송출하는 위성신호의 전파교란·기만에 대한 취약성과, 도심지와 같은 위성신호 수신이 열악한 환경에서는 고정밀·고신뢰 PNT 정보를 제공하기가 현실적으로 어려운 실정이다. 이러한 GPS의 취약성을 보완하기 위해 지상기반의 PNT 정보제공 시스템 구축의 필요성이 증대되고 있으며, 전세계적으로 상호보완적 PNT 시스템의 구축·기술개발에 대한 연구가 다양하게 이루어지고 있다.

핵심용어 : GPS, PNT, 위성항법보강시스템, 상호보완적 PNT, 전파교란, 전파기만

1. 서론

GPS(Global Positioning system)는 1973년 처음 개발된 이후 관련 기술 및 산업이 꾸준히 발달해 왔고, 관련 시장의 지속적인 확대로 지속적인 장비의 소형화와 비용의 저하가 이루어져 왔으며, 위치 결정 성능의 향상으로 항공, 성박, 차량항법, Timing, 측량, 군사 목적 등 다양한 분야에서 널리 그리고 적극적으로 활용되어 왔다. GPS를 비롯한 위성항법시스템(GNSS)의 종류가 다양해지고, 위치 결정에 활용할 수 있는 신호가 많아짐에 따라 이를 기반으로 하는 위치결정 성능이 전반적으로 향상되어 자율주행차량 등 첨단기술에도 적극 활용되고 있으나, GPS 위성 신호의 세기가 약하다는 단점에 따라 간섭·재밍·스푸핑 등에 매우 취약하여 GPS 기반 위치 결정에 의존성이 높은 항법 관련 분야에 심각한 위협이 될 수 있다(Pakinson 2023).

또한, 자율주행에 필요한 PNT 시스템은 다양한 환경에서도 정확하고 일관된 성능을 제공할 수 있어야 하나, 도시 환경의 고층 건물로 인해 발생하는 다중경로오차(Multi-Pass

Error)는 위성항법시스템의 안정성 저하의 원인이 된다고 지적하였다.(배용환 등, 2023)

이와 같이 GPS 위성신호의 다양한 혼신으로 인한 정보 활용 불가 상황이나, 도심과 같은 열악한 위성신호 수신 환경에서도 안정적이고 신뢰성있는 PNT 정보 제공에 대한 중요성이 점차 증가되면서 GPS를 보완할 수 있는 다양한 PNT 기술 개발에 대한 노력이 전 세계적으로 이루어지고 있다.

GPS와 같이 위성시스템에 기반한 고신뢰도 확보를 위한 연구개발 분야는 주로 저궤도 위성 등을 활용하여 전파혼신 상황에 대한 신속한 탐지 및 신호의 세기를 높이거나 추가적인 위성을 설치하는 항법 또한 다양하게 연구되고 있다.

Patil 등(2023)은 우주 환경에서의 전파간섭에 대한 원점을 지상 네트워크의 신호를 분석하여 탐지하는 솔루션 개발 방법을 제시하기도 하였으며, Raghuvanshi 등(2023)은 캐나다의 특정 현장에서 수집된 GNSS 간섭 데이터를 심층 분석하여 이벤트의 빈도, 유형 및 심각도 조사 수행을 통한 GNSS 수신기 매개변수와 향후 탐지 알고리즘에 대한 기술적 방안을 제안한 바 있다. 또한 배용환 등(2023)은 자율주행을 위한 도시

† 교신저자 : park.soon@korea.kr 043)730-8042

고층건물에 따른 다중경로 오차 문제를 해결하기 위하여 시간 분할 CMC(Code-Minus-Carrier)측정을 통해 다중경로 오차를 추정하고 보정하는 방법을 제안하였다.

또한 기존 육상 전파자원을 활용한 R-mode의 적용에 관한 연구도 다양하게 추진되었다. 해양분야에서의 GNSS 대체 방법으로 활용할 수 있도록 중파와 VDES 전파자원을 활용한 발틱프로젝트의 R-Mode 실험결과 중파 R-Mode에서 10~100m의 위치정확도를 구현할 수 있음을 보여주었으며, 핵심 기능 구현은 26년까지 개발한다고 발표하였다(Gewies 등, 2023).

따라서 본 논문에서는 GPS 신호중단 및 열악한 환경에 따른 특성을 살펴보고, 전 세계의 관련 연구 동향을 분석하여 우리나라의 상호보완적 PNT 시스템의 구축 필요성과 최적 방안에 대하여 연구하였다.

2. 자료 및 방법

본 논문에서는 전세계 주요국의 GNSS 기능구현 현황 및 향후 개발 계획을 살펴보고, 고정밀 위치정보 제공을 위한 보강항법시스템과 고신뢰(무결성) 정보 제공을 위한 전 세계적인 기술개발 동향을 분석하여 우리나라 특성에 맞는 주요 기술개발 과제를 검토하였다.

3. 분석 결과

3.1 지속가능한 PNT 정보제공 구축 방안

2011년 이후 다수의 전파혼신 공격이 발생한 바 있는 우리나라에서는 전파혼신 재난 대응 기술 개발 및 보다 강건한 PNT 정보제공 체계 구축을 위한 다양한 대안 마련 방안을 검토하였다.

3.2 다중 GNSS 신호처리 기술 개발

도심과 같이 고층건물로 인한 다중경로 오차의 발생으로 신호 수신률 저하, 신호 수신 불가 상태를 대비한 최적 위성배치를 구성을 통한 다중 위성신호 처리 기술개발 및 국내 적용 방안 수립이 필요하다.

3.3 지상기반 PNT 정보제공 체계 구축

중파 및 VHF 등 기존 지상 전파자원을 이용한 R-Mode 도입 검토가 필요하며, 발틱 프로젝트 테스트 결과를 참고하여 실제 해역에서 적용가능한 방안에 대한 벤치마킹 및 전파자원 활용방법에 대한 추가적인 연구가 필요하다.

3.4 고정밀·고신뢰 PNT 서비스 연구개발 방안

고정밀 신호처리를 위한 위성신호의 전리층 교란, 다중경로

등과 같은 오차를 보정하고, 이용자 활용성 향상을 위해 기존의 수신기를 활용할 수 있는 서비스의 연구개발이 필요하다. 현재 우리나라의 KASS, POINT 및 도심형항공교통 시스템 도입 시 다양한 오차보정기술을 도입하여야 한다.

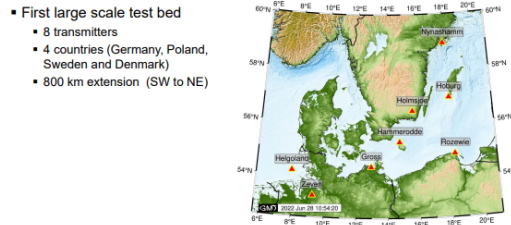


Fig. 1 MF R-Mode Baltic test bed(Gewies, 2023)

4. 결론

본 논문에서는 GPS를 포함한 GNSS의 현황과 향후 개선 계획과 다양한 위성 및 지상의 보강항법시스템의 개발계획과 주요 연구 동향에 대하여 검토하였다. 또한 GPS 중단 상황과 위성 신호수신이 열악한 환경에서도 안정적인 고정밀도 높은 PNT정보를 제공할 수 있는 연구개발 동향에 대하여 검토하였다. 뿐만 아니라 현재 우리나라에서 추진 중인 다양한 PNT 정보 제공 시스템의 향후 개발 방향 및 반영 사항 등에 대해서도 다각적인 검토를 수행하였다. 우리나라의 경우 적의 의도적인 전파혼신을 대비하여 위성과 지상 및 인터넷 등 네트워크 기반의 다양한 PNT 정보 제공 시스템을 구축할 필요가 있으며, 고정밀·고신뢰의 PNT 정보 제공 체계 구축을 통해 4차산업 기반 기술을 확보할 필요가 있다.

References

- [1] Bradford Parkinson(2023), "History of the GPS Revolution on the Occasion of the 50th Anniversary of Gaining Initial Approval in December of 1973", ION GNSS+ 2023
- [2] 배용환 등(2023), "Multipath Estimation of Dynamic Users in Urban Environment Using Time-Differenced Code-Minus-Carrier", ION GNSS+ 2023
- [3] Akshata Patil et al, (2023), "Detecting Space Based Interference on GNSS Signals", ION GNSS+ 2023
- [4] Raghuvanshi et al. (2023) "Preliminary Analysis of GNSS Radio Frequency Interference Events Detected in Canada and Impacts on GNSS Based Applications", ION GNSS+ 2023
- [4] Stefan Gewies et al. (2023) "PR-Mode - Terrestrial Navigation for Maritime Users", ION GNSS+ 2023