

eLoran/GNSS 통합 수신기 개발 및 성능시험 결과

김정빈 · 유제현 · 박일규 · 손석보 · 김영백

넵코어스(주)

Development of Integrated eLoran/GNSS Receiver and Performance Test Result

Jeong-been Kim · Je Hyun Yu · Il Kyu Park · Seok Bo Son · Young-Baeck Kim

Navcours Co., LTD., Daejeon, 34014, Korea

요약 : eLoran과 GNSS를 통합하여 항법을 수행하는 수신기를 개발하고 있다. 현재 Loran-C 단독 항법의 경우 LORADD 수신기와 유사한 성능을 보이고 있고, GNSS 항법의 경우 GPS만 사용하는 LORADD 수신기에 비해 GPS+GLONASS 또는 GPS+BDS를 사용하기 때문에 더 높은 GNSS 항법 성능을 갖는다. 추후 시각이 동기화되고 TOA를 구할 수 있는 eLoran/GNSS 통합 항법에서 LORADD 수신기에 비해 우수한 성능을 기대할 수 있고, 이를 위해 현재 Loran 데이터 채널 복호화 기능과 간섭 등 오차 요인을 제거하는 기능을 구현 중이다.

핵심용어 : eLoran, 전지구 항법 위성 시스템(GNSS), 통합 항법, 통합 수신기

Abstract : We are developing a receiver that integrates eLoran and GNSS for navigation. The receiver shows similar performance to LORADD receiver in single navigation using Loran-C. In the case of GNSS navigation, the receiver uses GPS and GLONASS or GPS and BDS, so it has better navigation performance than the LORADD receiver using only GPS. Therefore, it is possible to expect better performance than the LORADD receiver in the integrated navigation which can complete the time synchronization between the chains later and obtain the TOA. Loran data channel decoding function is implemented for eLoran navigation and the function of eliminating error factors such as interference is being implemented.

Key words : eLoran, GNSS(Global Navigation Satellite System), Integrated Navigation, Integrated Receiver

1. 서 론

넵코어스(주)는 한국해양과학기술원 부설 선박해양플랜트 연구소(KRISO)와 함께 2016년부터 eLoran/GNSS 통합 수신기를 개발하고 있다. GPS(Global Positioning System)로 대표되는 GNSS(Global Navigation Satellite System)는 미국이 서비스를 시작한 이래 현재까지 그 역할과 중요성이 증가하고 있다. 하지만 기술의 종속성 문제와 간섭 등 외부 영향에 대한 취약성을 가지고 있어 GNSS를 보조할 수 있는 백업 시스템의 필요성이 제기되고 있다. 이에 eLoran과 GNSS를 통합하여 서로 장단점을 보완할 수 있는 통합 수신기를 개발하여, 보다 신뢰성 있는 위치정보를 제공할 필요가 있다. 현재 넵코어스는 선진국 상용 eLoran/GNSS 통합 수신기(reelektronika 社 LORADD: 이하 LORADD)에 비해 동일하거나 그 이상의 위치정확도, 안정성, 내구성 등을 확보하기 위한 연구개발을 진행 중이다. 특히 GNSS 항법에 GPS만 사용하는 LORADD에 [1]에 비해 GPS+BDS 또는 GPS+GLONASS 조합으로 GNSS 항법을 수행하는 개발 중인 통합 수신기는 통합 항법을 수행하는 경우 보다 높은 위치정확도를 확보할 수 있을 것으로 기대한다.

2. 개발 현황과 내용

통합 항법(Integrated Navigation)은 크게 두 가지 단계에서 항법을 계산할 수 있다. 첫 번째는 위치해 단계(Position level) 항법으로 각각의 항법 시스템에서 추정한 위치를 기반으로 가중 합(Weight sum)을 적용하여 위치를 추정한다. 두 번째는 측정치 단계(Measurement level) 항법으로 각각의 항법 시스템에서 측정한 거리(Pseudo-range)를 통합하여 위치를 추정한다. 현재 Loran-C와 GNSS 통합 항법의 경우 Station과 위성들 간의 시각 동기 등의 문제로 TOA(Time of Arrival)를 직접 구할 수 없기 때문에 추가적인 시각정보 처리를 통해 측정치 단계 항법을 수행하거나 위치해 단계 항법을 사용해야 한다. 또한 GNSS의 위치 정확도(GPS : 95% 기준 5m[2])에 비해 Loran-C 시스템 자체의 위치 정확도가 매우 낮아 (95% 기준 460m[3]) 통합 위치 추정 성능은 GNSS에 의존하게 된다. 이는 eLoran 시스템 성능 요구사항인 위치 정확도(95% 기준 20m[4])에서도 위치 공분산이 GNSS에 비해 크게 나타나게 되므로 GNSS 기반 항법의 정확도가 높을수록 통합 항법 위치추정 정확도가 올라간다. LORAAD 수신기는 GNSS 소스로 GPS를 이용하여 eLoran 시스템과 통합 항법을

수행한다. 정확한 처리 방식은 공개되지 않았지만 공개된 매뉴얼[1]을 검토한 결과 GPS 모드의 경우 Eurofix LDC(Loran Data Channel)를 통해 DGPS 정보를 수신하여 보정을 수행하는 방식을 사용하는 것으로 추정된다. 또한 eLoran 모드의 경우 GPS의 측정치를 활용하여 eLoran의 bias를 보정함으로써 정확도를 높이는 것으로 추정된다. 이에 비해 현재 네코어스에서 개발 중인 eLoran/GNSS 통합 수신기는 Loran-C 기반으로 추정한 위치 정보와 GNSS 기반으로 추정한 위치 정보를 위치해 단계 항법으로 통합하는 방식을 선택하고 있다. 여기서 Loran-C 기반 위치 정보에는 가중치를 낮춰 가중합을 취해 위치를 추정한다. 이 경우 위치 추정 성능은 GNSS 성능에 의존하게 되고, Loran-C의 위치 추정 기능은 재밍/간섭 등에 의해 GNSS 신호가 수신이 어려워지는 경우에만 의존하게 된다. 하지만 reelektronica 수신기와 비교해서 네코어스에서 개발 중인 수신기의 경우 U-Blox M8 GNSS 수신기를 탑재하여 GPS 뿐만 아니라 BDS 또는 GLONASS를 함께 활용하기 때문에 위성의 공간적 배치상태가 좋아져 DOP(Dilution Of Precision)이 감소하고, 결과적으로 위치추정 성능이 향상된다. 따라서 GPS와 Loran 신호만 사용하는 수신기에 비해 위치정밀도 향상과 가용성, 그리고 재밍/간섭에 장인한 성능을 기대할 수 있다.

네코어스는 현재 eLoran/GNSS 통합 항법 방식을 위치해 단계 항법에서 측정치 단계 방식으로 개선하기 위해 eLoran 신호로부터 TOA를 생성하고 이를 이용한 항법 연산을 수행하기 위해 연구를 진행하고 있다. 이를 위해 LDC의 Eurofix 와 9th pulse 변조 신호에 대한 복조 기능을 추가하고 있으며 항법 결과 및 각종 상태 정보 등을 모니터링하기 위한 CDU (Control Display Unit)를 자체 제작하고 있다. 다음 Fig. 1은 eLoran/GNSS 통합 항법 수신기 CDU이며, 항법 결과 및 각종 정보를 표시한다.

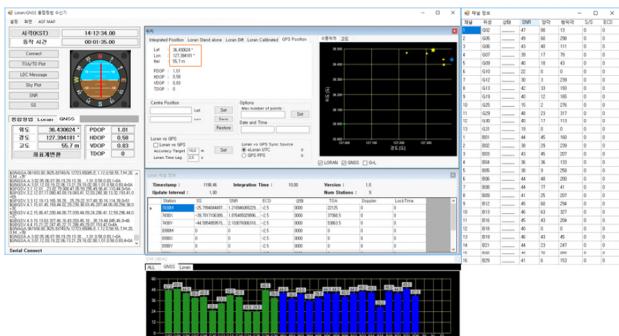


Fig. 1 네코어스 eLoran/GNSS 통합 수신기 CDU

다음 Fig. 2는 개발 중인 수신기의 Loran-C 항법 결과를 보여주고, Table. 1은 LORADD 수신기와 개발 중인 수신기의 Loran-C 항법 결과를 비교한 것이다. 기상 상태에 영향을 많이 받는 Loran-C 신호의 특성 때문에 동일한 조건으로 볼 수는 없으나 개발 중인 수신기와 상용 수신기는 유사한

Loran-C 항법 성능을 보이고 있다. 다만 위치 정보 갱신 시간 성능 개선이 필요하여 간섭 등에 의한 다양한 오차를 제거하는 알고리즘을 구현 중에 있다.

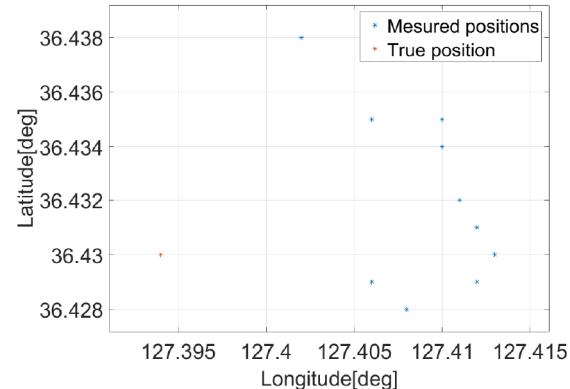


Fig. 2 개발 수신기의 Loran-C 단일 항법 위치 결과

Table 1 수신기 Loran-C 항법 성능 비교

Receiver	Chain	HDOP	Position error (RMS)
LORADD	7430	2.3	1650 m
Navcours	7430	2.3	1580 m

3. 결 론

네코어스(주)는 LORADD 수신기와 비교해서 GNSS 항법 성능을 향상시키기 위해 GPS 뿐만 아니라 GLONASS, BDS 위성도 활용할 수 있도록 수신기를 개발하였고, eLoran 신호로부터 TOA를 획득하여 측정치 단계 항법을 수행할 수 있도록 Eurofix, 9th pulse 모드 LDC를 수신 및 복조할 수 있도록 개발하고 있다. eLoran 신호에 대해서는 송신기 시뮬레이터 데이터를 기반으로 개발하고 있으며, 추후 eLoran 시험송신국이 구축되면 실제 eLoran 신호를 수신하여 성능을 확인하고, 개선할 수 있을 것으로 기대한다.

참 고 문 헌

- [1] Reelektronika LORADD series Integrated GPS/eLoran receiver Installation and operation manual Version 1.2
- [2] Pelgrum, W. J. (2006). New potential of low-frequency radionavigation in the 21st century.
- [3] Zogg, J. M. (2002). GPS basics. Thalwil, Switzerland, U-Blox.
- [4] RTCM SC-127
- [5] (2016). A multi-GNSS software-defined receiver: design, implementation, and performance benefits. Annals of Telecommunications, 71(7-8), 399–410.