

eLoran ASF 보상 기법을 적용한 Loran-C 다중체인 ToA 측위 방법

김영기* · 황태현* · 서기열* · 박상현*

*한국해양과학기술원 부설 선박해양플랜트연구소

Loran-C Multi-chain ToA Positioning using ASF Compensation Concept of eLoran

Youngki Kim* · Taehyun Fang* · Kiyeol Seo* · Sanghyun Park*

*Korea Research Institute of Ships & Ocean Engineering, Daejeon 34103, Korea

요약 : 본 연구에서는 eLoran 시각방송이 없는 전통적인 Loran-C 상황에서 eLoran 개념의 Additional Secondary Factor (ASF) 보상 기법을 적용하여 위치를 측정하는 방법을 설명한다. 다음으로 제안된 방법이 유효한지의 여부를 확인하기 위해 수행한 실험의 결과를 설명한다. 실험 결과는 20m 이내의 측위정확도를 보였으며 제안한 방법의 가능성을 확인했다. 제안된 방법은 Loran-C를 eLoran으로 개선하기 이전에 사용자 측위정확도를 확인할 목적으로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

핵심용어 : Loran, eLoran, Time of Arrival (ToA), Additional Secondary Factor (ASF), 다중 체인

Abstract : In this study, we describe a method of measuring position using the Additional Secondary Factor (ASF) compensation technique of the eLoran concept in the situation where only Loran-C signals are received without eLoran time broadcasting. Next, we describe the result of test performed to verify the method. The test results showed the position accuracy within 20m and we found the possibility of the method. The method is expected to be used to verify user positioning accuracy before improving Loran-C to eLoran.

Key words: Loran, eLoran, Time of Arrival (ToA), Additional Secondary Factor (ASF), Multiple Chain

1. 서 론

eLoran 개념은 Loran 신호가 전달되는 과정에서 발생하는 오차요소 중 하나인 Additional Secondary Factor (ASF)를 Temporal ASF와 Spatial ASF로 구분하고 각기 다른 방법으로 보상한다. eLoran 개념의 ASF 보상방법은 유효함이 증명되었다. 본 연구에서는 eLoran 개념의 ASF 보상 기법을 적용한 Loran-C 다중체인 ToA 측위 방법을 설명한다. (중략)....

2. eLoran ASF 보상 기법을 적용한 Loran-C 다중체인 ToA 측위 방법

전통적인 Loran-C 시스템은 eLoran 시스템과 달리 시스템의 시각정보를 방송하지 않는다. 따라서 수신기는 신호 수신 시각을 알 수 없고 수신기가 측정한 Time of Arrival (ToA)는 수신기 시계 오차를 포함한다. 본 연구에서는 ToA 측정치에 포함된 신호 수신시각의 오차를 추정하여 제거함으로써 ASF를 추정하고 Differential Loran Correction과 ASF Map을 생성하였다. (중략)....

2.1 ASF 추정 방법

수신기의 ToA 측정치에 포함된 시각오차를 추정하여 제거함으로써 ASF를 구하는 방법은 식 1~2와 같다.(중략)....

$$\widehat{RCO} = \sum_{i=1}^n (TOA_i - R_i/c - ED_i - PF_i - SF_i) / n \quad (1)$$

$$\widehat{ASF} = TOA - R/c - ED - PF - SF - \widehat{RCO} \quad (2)$$

2.2 Differential Loran Correction 생성 방법

Temporal ASF를 구하는 방법은 식 3과 같다.(중략)....

$$ASF_{Temporal} = \widehat{ASF} - ASF_{Nominal} \quad (3)$$

2.3 ASF Map 생성 방법

Spatial ASF를 구하는 방법은 식 4와 같다.(중략)....

$$ASF_{Spatial} = \widehat{ASF} - ASF_{Temporal} \quad (4)$$

2.4 ASF가 보상된 Loran-C 다중체인 ToA 측위방법

Differential Correction과 ASF Map으로 예측거리를 보상하는 방법은 식 3과 같다.(중략)....

$$R = c(TOA - ED - PF - SF - ASF_{Temporal} - ASF_{Spatial}) \quad (5)$$

3. 실험 설계

제안된 방법의 유효성을 확인하기 위한 실험을 설계하였다. 실험은 3단계로 구성된다. 1단계는 고정된 위치에 설치된 eLoran 수신기로부터 데이터를 수집하는 것이다. 2단계는 선박이 이동하는 동안 선박에 설치된 두 eLoran 수신기에서 데이터를 수집하는 것이다. 3단계는 1단계와 2단계를 통해 수집된 데이터를 처리하여 Differential Correction과 ASF Map을 생성하고 이를 이용하여 ASF를 보정한 다음 위치를 측정하는 것이다.(중략)....

3.1 실험 장소

실험은 Fig. 1과 같이 평택항 인근해역과 거제도 장목항 인근해역에서 수행되었다. (중략)

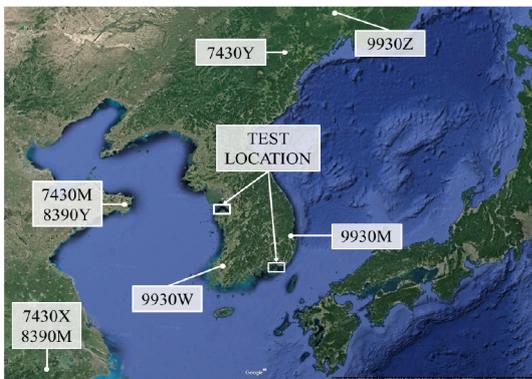


Fig. 1 Test Locations(Pyeongtaek, Geoje).

3.2 실험 장비

해상 이동 측위를 수행하기 위해 Fig. 2와 같이 선박에 eLoran 수신장비를 설치하였다. (중략)

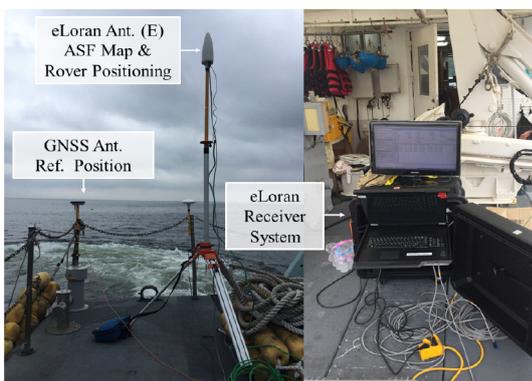


Fig. 2 Equipments for collecting data at sea.

4. 실험 결과

실험은 평택항 인근해역과 거제도 장목항 인근해역에서 2차례 수행되었다. 결과는 Table 1과 같다. (중략)

Table 1 Position Accuracy (RMSE, 2σ)

No.	Before Compensation	After Compensation
1	543.05 m	19.31 m
2	463.30 m	16.84 m

5. 결 론

본 논문에서는 eLoran 시각방송 없이 Loran-C 신호만 수신되는 상황에서 ASF에 의한 오차를 Temporal ASF와 Spatial ASF로 구분하여 보상하는 방법을 설명하였고 다음으로 설명된 방법을 확인하기 위한 실험방법을 설계하였다. 실험결과는 설명된 방법을 이용하여 ASF를 보정한 경우 측위 성능이 향상됨을 보였다. 제안된 방법은 Loran Data Channel (LDC)를 통한 eLoran 시간정보의 방송이 없는 상황에서 eLoran 측위 성능을 예측하는데 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

후 기

본 논문은 선박해양플랜트연구소의 주요사업인 “해양 정밀 임무수행용 GNSS/INS/eLoran 복합항법 기반기술 개발”에 의해 수행되었습니다(PES3110).

참 고 문 헌

- [1] ILA(2007), Enhanced Loran (eLoran) Definition Document, International Loran Association.
- [2] Johnson, G. W. et al.(2007), “Navigating Harbors at High Accuracy Without GPS: eLoran Proof-of-Concept on the Thames River”, Proceedings of the 2007 International Technical Meeting (ION ITM 2007), pp. 22-24.
- [3] Offermans, G. et al.(2015), “eLoran Initial Operational Capability in the United Kingdom - First Results”, Proceedings of the 2015 International Technical Meeting (ION ITM 2015), pp. 27-39.
- [4] RTCM(2016), Minimum Performance Standards for Marine eLoran Receiving Equipment, Radio Technical Commission for Maritime Services, RTCM Paper 125-2016-SC127-112.
- [5] Hargreaves, C., Williams, P. and Bransby, M.(2012), “ASF quality assurance for eLoran”, Proceedings of IEEE/ION PLANS, pp, 1169-1174.
- [6] Kim, Y. et al.(2010), “Loran-C Multiple Chain Positioning using ToA Measurements”, Journal of Navigation and Port Research, Vol. 43, No. 1, 2019, pp. 23-32.