

eLoran 기준시 생성시스템 개발

양성훈* · 황상욱** · 이종구** · † 이영규

*,† 한국표준과학연구원, 대전광역시 유성구 가정로 267

요약 : enhanced Loran의 핵심은 기존의 Loran 송신국들이 세계협정시(UTC(Coordinated Universal Time))와 일치된 시각을 사용함으로써 동일한 체인 내에서 뿐만 아니라 이웃 체인을 이용할 수도 있다는 것이다. 즉, 수신 가능한 모든 Loran 송신국의 신호를 수신함으로써 위치, 항법, 타이밍의 정확도를 높일 수 있다. 따라서 각 eLoran 송신국들은 적절한 동기 방법을 활용하여 UTC에 동기된 Loran 신호를 생성해야 한다. 해양수산부에서는 eLoran 성능 테스트를 위해 기존의 포항, 광주 외에 추가 한 곳으로 인천지역에 시험 송신국을 구축하고 있다. 또한 포항, 광주 송신국의 로란 신호를 UTC에 동기시키는 현대화를 추진함으로써 성능 검증을 위한 eLoran 테스트 베드를 구축하고 있다. eLoran 송신국들은 UTC와의 시각동기가 반드시 필요하므로 이를 위해 테스트베드 송신국의 기준시를 생성하기 위한 시스템과 그 기준시를 UTC와의 동기시키기 위한 시스템을 개발 및 구축하였다.

핵심용어 : eLoran, UTC, 시각동기, 기준시

1. 서론

Loran은 해양에서 선박의 운항을 위해 개발된 항법시스템이지만 GPS 출현과 함께 그 활용도가 급격히 감소 되었다. 그러나 GPS에 대한 의존도가 높아지면서 전파 교란, 사용 불능 등 예기치 못한 상황에 대한 백업시스템의 필요성이 대두되었다 [1]. 이에 대한 대안으로 방해전파에 강인하고 PNT의 요구조건을 어느 정도 충족시킬 수 있음은 물론 항법시스템에 비하여 구축, 유지 비용 대비 13배 이상의 효과를 갖는 eLoran은 가장 적합한 시스템으로 인식되고 있다[2]. Loran-C가 체인 내에서 송신국들의 신호를 수신하는 것과 달리 eLoran은 수신 가능한 모든 송신국의 신호를 TOA(Time of Arrival)로 처리하여 PNT에 활용한다. 이를 위해서는 반드시 모든 송신국들이 UTC에 동기되어 있어야 한다[3]. 본 논문은 해양수산부가 추진 중인 eLoran 테스트베드 송신국 구축에 활용하기 위한 기준시 생성과 그 기준시를 UTC에 동기시키기 위해 개발한 시스템에 대한 결과를 제시하고자 한다.

2. eLoran 기준시 시각동기 방안

eLoran 송신국을 UTC에 동기된 기준시를 생성하기 위한 방안으로는 Fig. 1에서 보는 것과 같이 아래와 같은 방법을 활용할 수 있다.

- 1) GNSS 이용 시각동기
- 2) 정지위성 이용 TWSTFT (Two-Way Satellite Time and Frequency Transfer)
- 3) Optical fiber 이용 전송
- 4) eLoran 송신국간 상호 동기
 - 1)의 항법위성을 이용하는 것은 가장 쉬운 방법이지만 eLoran 시스템이 GNSS 백업을 목적으로 하고 있다면 재밍 등으로 장기간 GNSS 사용하지 못할 것에 대비하여 고성능원자시계 사용, holdover 기능 등 철저한 대비 방안이 필요하다. 2)의 TWSTFT는 GNSS에 비해 재밍, 방해전파에 강인하고 10배 이상 정확하며 GNSS와 무관하게 독립적으로 운용할 수 있다는 면에서 장점이다. 그러나 초기 구축비용이 GNSS에 비해 많이 들며 위성사용료를 부담해야 한다는 단점이 있다. 3)의 optical fiber를 이용하면 매우 정확하게 상호간에 동기가 가능하다. 그러나 KRISS (Korean Research Institute of Standards and Scicend)와 같은 국가 타이밍 센터와 eLoran 송신국 간에 광섬유 전용선이 시설되어 있어야 하며, 단선될 경우 발생에 대하여 백업 방안이 필요하다. 4)의 송신국가 신호를 이용한 상호 동기방법은 송신국 신호가 존재하는 한 가장 안정적인 방법이다. 그러나 ASF 영향과 낮은 반송파로 높은 동기 정확도와 정밀도를 보장할 수 없다는 점과 UTC에 소급성(traceability)을 가질 수 없다는 단점이 있다.

† kyleeks@kriss.re.kr

* 정희원: shyang@kriss.re.kr

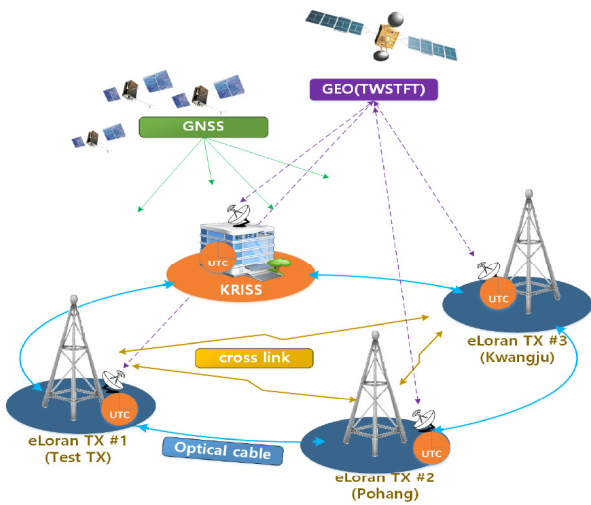


Fig. 1 Synchronization techniques of eLoran TX stations

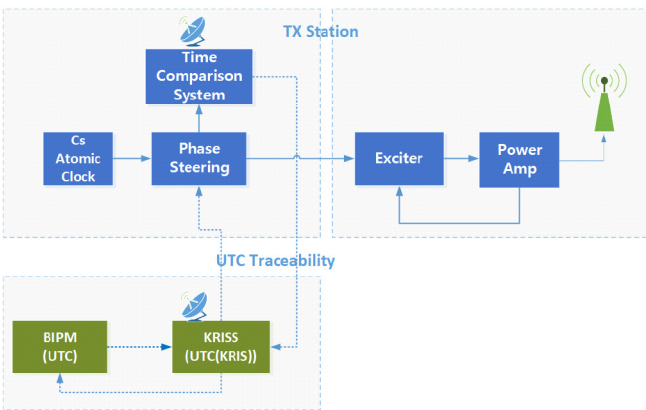


Fig. 2 System diagram of eLoran TX station traced to UTC through UTC(KRIS)

3. eLoran 송신국의 UTC(KRIS) 동기 시스템 구축

UTC와 시각을 동기시키기 위해서는 기본적으로 각각의 송신국은 Fig. 2와 같은 구조를 가져야 한다. 좌측 상단 점선안은 송신국내의 정확한 타이밍을 생성하기 위한 시스템으로 원자시계들, 신호분배기, 위상조절기 그리고 송신국의 기준시와 UTC와 시간을 비교하기 위한 장비 등으로 구성되어 있다.

모든 송신국의 기준시는 UTC에 동기되어야 하지만 BIPM(International Bureau of Weights and Measures)의 클럭은 paper clock이므로 그것을 직접 송신국에 활용할 수는 없다. 그러므로 KRISS와 물리적으로 연결되는 것이 필요하며 그것을 위해 앞절에서 설명한 방법 중에 하나 이상을 선택하여야 한다.

현재 구축 중인 eLoran 테스트베드에서는 GPS common-view에 의한 한 가지 방법으로 시각을 동기시키고 있다. 그러나 FOC(Full Operational Capability)를 위해서는 다른 한 가지 이상의 방법이 반드시 추가되어야 한다. Fig. 3은 UTC(KRIS)와 링크되어 유지하는 기준시 생성 시스템의 계통 및 구축된 사진이다.

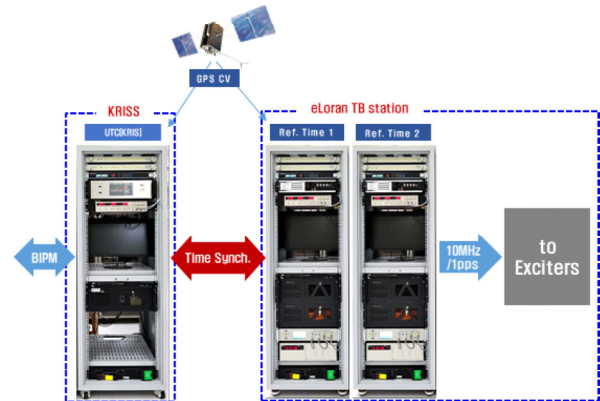


Fig. 3 Time synchronization of Test-bed Station with KRISS

4. 결론 및 향후 계획

본 개발에서는 eLoran에서 매우 중요한 역할을 담당하는 시각 동기 시스템을 구축하고, 실제 운용에 앞서 실험실 환경에서 테스트를 수행하였다. 시각 동기 과정은 실제 송신국에서의 운용과 차이가 없으나 타이밍 시스템은 온도의 영향을 받으므로 온도 유지가 잘되는 실험실과는 차이가 있으므로 동기 성능은 상기 결과와 다소 차이가 있을 수도 있다. 그러나 알고리즘적으로 이를 해결할 수 있을 것으로 사료되며 학습을 통해 더 향상된 동기 정확도 결과를 얻을 수 있다. 실제 운용을 위한 테스트베드의 송신국사 준비가 완료되면 시각 동기 시스템을 이전하여 실제 운용 환경을 반영한 알고리즘 개선을 수행할 예정이다.

참고 문헌

- [1] Lilley, R., Church, G. and Harrison, M(2006), GPS Backup For Position, Navigation and Timing, White Paper.
- [2] US. Coast Gurd(2009) , The Use of eLORAN to Mitigate GPS Vulnerability for Positioning, Navigation, and Timing Services“ Report.
- [3] ILA(2007), Enhanced Loran (eLoran) Definition Document, Report