

우리나라 Loran-C 운영현황 및 활용전망

† 구 자헌*

* 국토해양부 위성항법중앙사무소 광주로란-C

요 약 : 최근 서해지역 및 경기북부지역에서는 북측의 소행으로 의심되는 GPS 제밍 사고가 수차례 발생되면서 선박 및 항공기의 운항 차질은 물론이고 기간통신망 및 방송사 장비의 장애 현상을 겪는 등 위성항법시스템의 취약성에 대한 국가 측위인프라의 안전 대책이 절실히 요구되고 있다. 따라서 본 자료에서는 지상송신국을 기반으로 하는 eLoran 시스템을 활용하여 GNSS 대체항법시스템으로 활용하여 항법 및 타이밍 분야의 안전성도 확보하고, 기존 로란-C 인프라를 활용함으로써 구축비용 및 설치기간을 최소화 하는 국가측위인프라 효율화 방안에 관해 고찰하였다.

핵심 용어 : Loran-C, eLoran, GPS Jamming, GNSS, Backup System

I-2. 우리나라 로란-C 연혁

- '79.12 美 공군이 전술적 목적으로 로란-C 체인 설치 (COMMANDO LION CHAIN)
- '88. 5 예운양만경 인수 결정 (미 철수결정에 따라 11개 부처 대책외의)
- '89. 2 예운양만경 포양·광주예상무선표지소 개소 (동아시아 체인 GRI 5970/포양, 광주, 옥가이도, 계사시)
- '94~'95 송신시스템 개량(코리아 로란-C 체인 GRI 9930)
 - * 어선 8,000여척 이용
- '08.5 로란-C 정밀도 개선 및 장비개량에 관한 연구(본부주관)
 - * 미 국토안보부 eLoran 정책결정('08.2.11)
- '09.1~ eLoran 선도기술개발(ASF적용 기술, Hybride 통합수신기, Loran-C 이용차량경 조사 등)

국토해양부 위성항법중앙사무소 BGNSS Central Office

I-1. 로란-C 탄생

- ⚡ Loran의 시조는 제2차 세계대전중인 1942년 초에 양해선박의 이용을 목적으로, 미국 매사추세츠 공과대학(MIT)가 주축 되어 Loran-A 개발
- ⚡ Loran-A와 B는 2MHz의 중파대역 사용하였으며, 양해용 실업에 그치고 실용화 되지 못하고 폐기
- ⚡ 1959년 미 예군에 의해 오랜 실업과 운영경험을 바탕으로 Loran-C 상용화하여 군사용 목적으로 이용되다가 민간에 개방

국토해양부 위성항법중앙사무소 BGNSS Central Office

I-3. 코리아 로란-C 체인 구성

- 체인운영기관
 - 한국 : 국토해양부 (일본 : 해상보안청, 러시아 : 항행위원회)
- 운영근거
 - 한.중.일.러 4개국 극동전파표지협약(FERNS) 정부간협력협정(2000.12.27)

구 분		코리아 체인			비 고
체 인 명 (G R I)		코리아 LORAN-C (9930)			
송신국	주국	M	포 양	150KW	한 국
		W	광 주	50KW	한 국
	중국	X	계 사 시	1500KW	일 본
		Y	니 지 마	1600KW	일 본
		Z	우수리스크	700KW	러시아
통 제 국		대 전			한 국
감 시 국		경기평택, 울산간절곶			한 국

국토해양부 위성항법중앙사무소 BGNSS Central Office

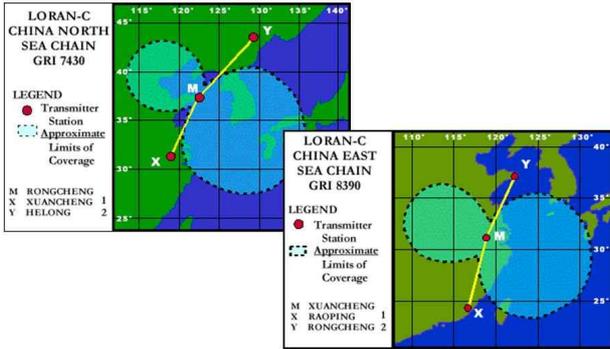
I-4. 코리아 로란-C 체인 이용범위



국토해양부 위성항법중앙사무소 BGNSS Central Office

* 교신저자 : 구자헌(정희원) jhgoo@mltm.go.kr

I-5. 한반도 주변을 영랑권으로 아는 중국계인



국토해양부 위성항법중앙사무소 BGNSS Central Office

II-1. 국내 로란-C 이용 환경조사 연구

설문조사 개요

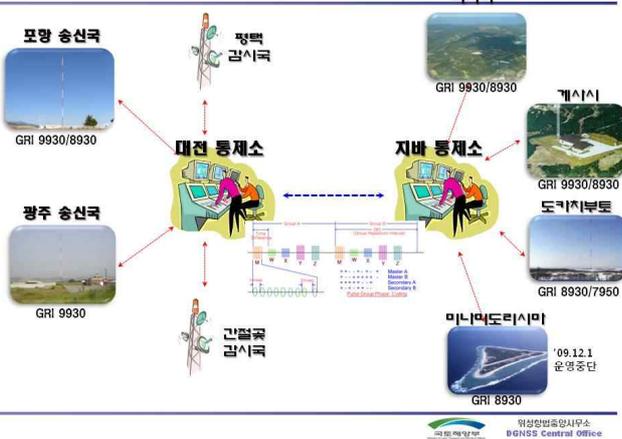
- 주 관 : 국토해양부 해양교통시설과
- 수행기관 : 목포해양대학교/월드리서치
- 조사기간 : '10. 9. 16 ~ '11. 9. 15
- 대 상 : 군인, 약계, 연구소, 방송사 등 전파양법시스템 전문가 139명

조사내용

- 로란-C 서비스 이용자 현황
- 로란-C 활용의 문제점 및 분야별 이용사례
- GNSS 대체양법시스템의 필요성
- eLoran 도입 등 로란-C 개선방안에 관한 의견취급 등

국토해양부 위성항법중앙사무소 BGNSS Central Office

I-6. 코리아 로란-C 체인 통계



국토해양부 위성항법중앙사무소 BGNSS Central Office

로란-C 설문조사 결과

- 로란-C 시스템 장비 보유율 : 조사대상외 9.2%
- 로란-C 양법시스템 사용 경험률 : 53.2%
- 로란-C(eLoran) GNSS백업 가능성 공감률 : 79.1%
- 로란-C(eLoran) 유지 필요성 공감률 : 92.1%
- GNSS 불능에 대한 대비책 마련 개소 : 36%

로란-C 대체양법시스템 가능성 공감률



기관별 GNSS 불능 대비책 마련



국토해양부 위성항법중앙사무소 BGNSS Central Office

I-7. 전 세계 28개 체인(82개 송신국)

(미국 24개 송신국 운영중단/10.10)



국토해양부 위성항법중앙사무소 BGNSS Central Office

II-2. 국내 로란-C 이용자 현황

로란-C 이용자

- 국 방 : 공군 3개 전투비행단 등 약 40개소 사용
 - 육군 : 30개 포병부대
 - 공군 : 3개 전투비행단(F-4 전투기 약80기 장악 및 공군 기상 관측업무)
 - 해병대 : 2개 포병대(포탄 투아 위치계산 등 군 작전업무)
- 기상관측 : 5개 지방 기상청 로란-C방식의 고층기상관측장비 이용하였으나 '07년부터 GPS방식으로 전환
- 시각등기 : 한국표준과학연구원(KIRSS) 연구용
- 민간 및 기타
 - 외양선사 30여척(STX, 두양선박, SK에운, 조강에운) 및 어선/양법장비
 - 안국해양대 및 부경대 등 5개 교육기관 실습선 7척/교육용
 - 해양조사원 조사선 2척 등

국토해양부 위성항법중앙사무소 BGNSS Central Office

II - 3. 군사적 목적의 로란-C 이용

↓ 군사적 목적의 로란-C 이용

- 기상관측용 : 육군포병부대 30개소, 해병대 2개소, 공군 2개소 등
- 전투기양법 : F-4전투기 80기 로란-C수신기 장착
- 로란-C 장착 라디오존데 연간 1만개 소비(경기도 이천소재 진양공업 생산납품)

※ 국방분야는 GPS Jamming을 대비하여 로란-C 이용하고 있으며, GPS 이용객별로 변경을 위해서는 최소 5년이상 시스템 교체기간 소요

- 전력도 폭격 대응시 기상관측 부실로 명중률 낮아진 것으로 분석되어 고층기상관측의 중요성대두(군사전문지월 D&D Focus)



국토해양부 위성항법중앙사무소 BGNSS Central Office

III - 2. GPS 잼머

- 0.1W부터 수 MW까지 다양하게 존재(러시아산, 중국산, 스웨덴산 등)
- 저렴하면서 인터넷을 통해 손쉽게 구매 가능(<http://www.thejammerstore.com>)



[인터넷에서 판매되는 다양한 종류의 잼머]

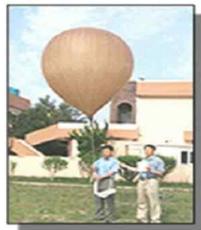
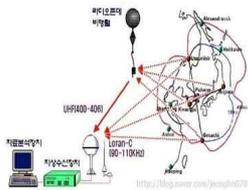
제작국가 : 중국 (사상할 브호후)
스펙 : 4W / L1, L2, L5
작동범위 : 무지향안테나 사용 20m
가격 : 155불

국토해양부 위성항법중앙사무소 BGNSS Central Office

II - 4. 라디오존데의 로란-C 이용

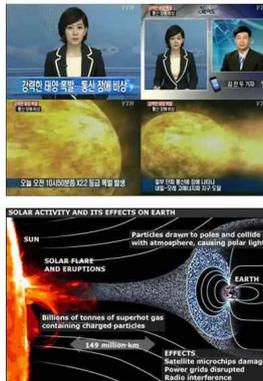
↓ 로란-C 이용이 가장 많은 라디오존데

- 라디오존데(Raisonde)는 대기 상층 약 30km 고도까지의 대기기관의 풍양, 풍속, 온도, 습도, 기압 등을 측정하는 기상관측 장비
- 기구(알루미늄 가스를 넣은 풍선)에 측정 장비를 매달아 하늘로 띄워 위치정보와 함께 기상정보를 지상국에 전송



국토해양부 위성항법중앙사무소 BGNSS Central Office

III - 2. 강력한 태양폭발로 인한 GPS 불능 우려



- 미 항공우주국(NASA)의 태양폭발로 인한 전리층 교란 위험성 경고발표('10.6.17)
- 2012~2013년 강력한 태양폭발이 매달 혼란스럽게 할 것으로 예상
- 2013년 중반 이전에 다가올 100등급 규모 태양폭풍은 허리케인 카트리나 보다 20배나 더 많은 경제적 손실 줄 것으로 경고 (예상피해액 100조 규모)

국토해양부 위성항법중앙사무소 BGNSS Central Office

III - 1. GPS 취약성

- 의도하지 않은 전파방해
 - 무선 주파수 방해(RFI)
 - 전리층 태양활동 극대
- 아직까지는 단일 민간 주파수: 알려진 신호 구조
- 의도된 전파방해
 - 재밍, 스푸핑(허위 신호)
- 사용자 장비와 GPS 위성고장으로 인한 오차
- 많은 재머 모델들이 존재
 - KW에서 MW의 출력(군사용)
 - 저전력 (<100 와트) 만들기 쉽다

※ GPS는 약 20,000km 상공에서 60W로 지상으로 송신
약 0.001μW 이하임(휴대폰 신호의 1/100로 미약한 신호)

국토해양부 위성항법중앙사무소 BGNSS Central Office

III - 3. 빈번히 발생하는 서해지역 GPS Jamming 사고



- 일 시 : 2010. 08. 23. ~ 08. 25.
2010. 12. 19. ~ 12. 20.
2011. 02. 25. ~ 02. 26.
2011. 03. 04. ~ 03. 09.
(연미합동군사훈련/캐리콜브 기간)
- 장애지역 : 인천공항공을 비롯한 서해북부, 경기북부 지역 등 광범위
- 캐리콜브 훈련중 알려진 GPS 장애현황
 - 훈련에 참가한 예군암정 10여척과 어선에서 작동양법가능 불능
 - 인천 및 김포공항 이착륙 항공기 50여대 GPS 오류현상 경험
 - 이동통신사 기지국 145개소 불통
 - 버스 위치 정보시스템 이용장애 등

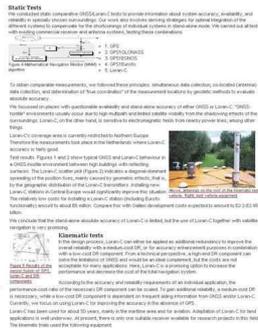
국토해양부 위성항법중앙사무소 BGNSS Central Office

IV - 2. GNSS + Loran-C 통합 및 GNSS 음영지역 해소

2001년부터 유럽지역에서는 GNSS와 Loran-C가 통합된 고속 어플리케이션 연구가 추진

도심지역과 터널, 건물내부 등 GNSS 음영 지역에서 Navigation 서비스가 지속될 수 있도록 Loran-C 통합 하이브리드 수신기 설계 추진

GPS world 에 소개된 독일과 네델란드에서 실험한 연구사례



IV - 3. 터널 내 로란-C 수신 특성측정

터널 내 로란-C 측정 ('06.10월 광주해상무선표지소 실험)

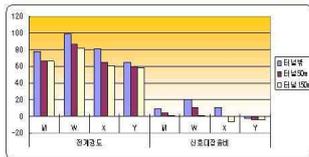
터널 내의 로란-C 신호 강도 및 잡음 특성 측정에서 터널 바깥쪽 보다 전파특성이 일부 감소 되었으나,

50m와 150m 깊이에서도 위치측정 가능

터널내부는 GPS 수신불가능

측정 개요	
일시	2006.10.18. 10:43
좌표	위도 35도 06분 56.6977초 경도 126도 09분 12.8870초
지역명	전남화순군 북면 독채터널
측정조건	터널연구용 터널 내 50, 150m 비교 측정

전계강도 및 신호대잡음비 특성비교



IV - 4. eLoran 이용안 GNSS 음영지역 해소



영국 ST 마이크로일렉트로닉스 연구보고 내용

2009 ION 학술회에 발표된 GNSS와 통합된 eLoran 수신기 연구사례

통합된 수신기는 실내감도, 정밀성, 무결성, 이용성에서 이익을 가져다 줄 것이며,

eLoran은 단독측위는 물론이고 콘크리트 건물내에서 GNSS 수신 감도를 향상시키고 도심지역에서 주파수 안정성을 높여 GNSS 위치결정 능력을 높일 수 있다고 결론

IV - 5. eLoran 군사적 활용

군사적 이용을 위한 저비용 디지털 eLoran 연구사례

Loran의 높은 전력(수십KW-1MW)특성을 이용해 Jamming과 Spoofing에 강한 군사적목적의 Navigation 시스템 활용

필요에 따라 원하는 곳에 송신국을 배치할 수 있도록 비행선을 이용한(와이어형 안테나와 송신기 탑재) 이동형 송신국



타이팅솔루션 주식회사 외

IV - 6. 시각동기 분야의 eLoran 활용

Loran 타이밍을 통신망의 백업망으로 활용하기 위한 연구

Microsecond 단위의 CDMA 시각동기화를 조건을 충족한다는 결과를 얻었으며, 미래의 네트워크 동기화를 지원할 것으로 예측

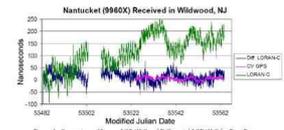
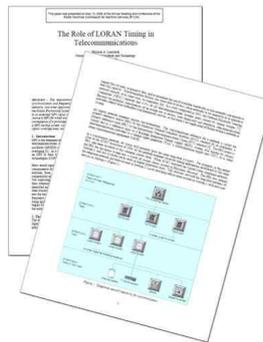


Figure 3. Comparison of Logics LORAN-C and Differential LORAN-C for Time Recovery.

IV - 7. Loran-C 및 eLoran 제조업체 및 제품

eLoran 관련 제조업체

- Loran-C 송신기 제조업체 : Megapulse (미국)
- Loran-C 수신기 제조업체 : Megapulse, CrossRate technology, LOCUS, Si-Tex, Stanford Research Systems (미국), reelektronika (네델란드), TEConcept (독일)
- eLoran 송신기 제조업체 : Megapulse, NAUTEL, UrsaNav (미국)
- eLoran 수신기 제조업체 : Megapulse, CrossRate technology, LOCUS, Si-Tex (미국), reelektronika (네델란드)

하이브리드형 해양용 수신기

Megapulse/Reelektronika/Si-Tek
Multi-Mode Marine Receiver



국토해양부 위성정보중앙사무소
BGNSS Central Office

소형화된 eLoran Receiver & antenna



eLoran E-field antenna



2009 reelektronika GPS/DGPS/eLoran Receiver

국토해양부 위성정보중앙사무소
BGNSS Central Office

하이브리드형 항공용 수신기

Prototype Locus Loran Card in Rockwell Collins Multi-Mode Receiver



FreeFlight/Locus GA Multi-Mode Receiver



국토해양부 위성정보중앙사무소
BGNSS Central Office

IV - 8. eLoran 활용분야

항공

NPA, TDMA Time Sync. 등



해상

Traffic 관리(AIS,VTS)



Search/Rescue

어업위치확인, 연안 항로표지



국토해양부 위성정보중앙사무소
BGNSS Central Office

시각정보+위치정보 수신기

- Cs Sync 1030
 - 시각 주파수용
 - 12채인, 40개 송신국 추적
- SatMate 1030
 - 해상, 항공, 육상, 타이밍용
 - 40개 송신국 추적
 - Freeflight, Rockwell 합작
- Lad Loran LRS III
 - 통제 감시용
 - 9개 채널 40개 송신국 추적



국토해양부 위성정보중앙사무소
BGNSS Central Office

도로 및 운송

화물관리



비상콜

응용 분야

공공안전



산악구조



화재구조

국토해양부 위성정보중앙사무소
BGNSS Central Office



IV - 9. 결론

- ✚ 최근 빈번히 발생하는 GPS 재밍사고와 태양폭발로 인한 위성항법시스템의 성능 우려는 국가안전에 심각한 장애요소로 시급한 대안 마련 필요
- ✚ 우리나라 연안 및 내륙의 eLoran 서비스를 위해서는 최소1~3개의 송신국 추가 구축이 필요 하며, 장기적 국가 안전을 위해서는 협력체인 보다는 독자체인 구축이 필요
- ✚ eLoran 시스템은 독립된 항법기능수행은 물론이고 GNSS와 통합원형태로 상호 취약성 보안을 통해 안정된 PNT 서비스를 제공할 것으로 예상

참 고 문 헌

- [1] Simon Atkins (2010.6) "Powerful Solar Storm Could Shut Down USA for Months: Oh Please, Enough Drama"NASA
- [2] Sir Jeremy de Halpert, Dr Sally Basker(2009), "eLoran An International Perspective"
- [3] James T. Doherty(2008.4), "Enhanced Loran(eLoran) An Independent Perspective" Presentation to the Civil GPS Service Interface Committee
- [4] BBC NEWS(2010.2) "Sat-nav systems under growing threat from jammers"
- [5] FCC News (2011.2) "FCC Enforcement bureau steps up education and enforcement"