

해상무선통신 다중모드 운영을 위한 SDR 적용 방안

한 영훈 · 이 주현 · 조 성한 · 조 성룡 · † 이 상정

충남대학교 전자공학과

요 약 : e-navigation은 선박의 항구 출발부터 목적 항의 부두 접안에 이르는 전 과정의 안전과 보안을 위한 관련 서비스 및 해양환경 보호 증진을 위해 전자적인 수단으로 선박과 육상 관련 정보의 조화로운 수집, 통합, 교환, 표현 및 분석을 수행하는 개념적 체계이다. e-navigation 구현에 필요한 음성 및 데이터 통신 채널의 확보방안 중 하나로 기존 해상 통신의 현대화 및 다중모드 운영 체제의 필요성이 국제해사기구(IMO) 등에서 강력히 요구되고 있다. SDR은 소프트웨어로 구성된 블록들 내부의 동작 파라미터를 변경함으로써 하나의 플랫폼 상에서 다양한 형태의 통신을 가능하게 하므로, 기존 해상 통신의 현대화 및 다중모드 운영에 유용하다. 따라서 본 논문에서는 다중모드 운영을 위한 기존의 해상무선통신 시스템을 이해하고, SDR 적용 방안을 제안함으로써 단일 기기를 통한 공간적 연속성을 갖는 통신망 구축을 이루고자 한다.

핵심용어 : 해상무선통신, SDR, GMDSS, AIS

서론

- 연구배경**
 - 해양의 공간적 특성 및 제약으로 단일 기기에 의한 공간적 연속성을 갖는 통신망 구축이 되어있지 않음
 - 국내에서는 앞선 IT기술을 해상분야에 적용하는 융복합 연구의 필요성이 제기됨
 - e-navigation 구현에 필요한 방안 중 하나로 기존 해상 통신의 현대화 및 다중모드 운영 체제의 필요성이 국제해사기구(IMO) 등에서 요구됨
- 기대효과**
 - 다중 모드 운영으로 다양한 통신시스템을 이용한 조난 요청 가능
 - 정보 융합을 통해 통신시스템 간 상호 보완적인 정보 생성 가능
 - SDR 적용을 통한 다중모드 운영으로 운영인력 및 비용감소
 - 해역에 따른 자동 모드 변경으로 장비 운용 용이

해상무선통신기술(2/4)

- DSC(Digital Selective Calling)**
 - 조난경보 전송 및 수신, 선박 및 해안국 호출
 - 주파수 : VHF, HF, MF 대역 다수
- EPIRB(Emergency Position Indicating Radio Beacon)**
 - 선박 조난 시 수동/자동적으로 조난경보 방송
 - 조난 신호 전달 시 지상파(VHF) 혹은 위성 (INMARSAT, COSPAS-SARSAT) 이용
 - 주파수 : 156.525MHz, 1.6GHz, 406MHz
- SART(Search and Rescue Transponder)**
 - 수색 레이더가 발사하는 신호 수신 시 자동적으로 응답전파 송신
 - SART 코드를 이용하여 조난 정보 전달
 - 수신측의 레이더 화면에 표시됨
 - 조난자의 방위 및 거리 전달
 - 주파수 : 9.2~9.5GHz
- NAVTEX 수신기**
 - 해안국의 해상 안전 정보 방송 수신
 - 주파수 : 518KHz

해상무선통신기술(1/4)

- GMDSS**
 - 국제해사기구(IMO)의 주도로 개발된 선박 조난 시, 조난 구조작업을 신속히 하기 위한 협약 체계 및 이를 수행하기 위한 통신 시스템
- 목적**
 - 기존 해상 통신 시스템의 각종 혼신 문제 최소화
 - 통신량의 증가를 고려한 통신 채널 재정비
- 기존 통신 시스템의 단점 개선 및 통신 품질 향상**
- 주요 기능**
 - 조난경보
 - SAR (Search and Rescue) 조정통신
 - 현장통신
 - 위치확인신호
 - 해상 안전 정보 방송

해상무선통신기술(3/4)

- AIS(Automatic Identification System)**
 - GPS 기술을 무선 통신기술과 접목하여 선박과 선박, 그리고 선박과 관제국 사이에 필요한 정보를 교환하는 시스템
- 목적**
 - 선박들의 충돌 회피 및 연안 선박들의 효율적 관리
 - 항해 안전 향상 및 해양 오염 최소화
- 주요 기능**
 - SOTDMA(Self-Organized Time Division Multiple Access)를 이용한 AIS 정보 송수신
 - AIS 정보

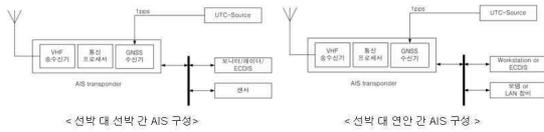
정보 종류	내용
정격인정보	IMO번호(MMSI), 호출 부호와 선박의 이름, 종류 등
동격인정보	UTC, 선박의 방위, 속도, 선속, 회전율 등
항행관련 정보	목적지와 도착 예정 시각, 위험물 화물선 등
안리관련 메시지	항해경고나 기상경고 등

† 교신저자 정희원) eesjl@cmu.ac.kr

해상무선통신기술(4/4)

■ AIS 구성

- 트랜스폰더(Transponder)
 - 선박 대 선박, 선박 대 연안 간의 통신을 담당하는 장비
 - 전송 주파수 : 161.975MHz(AIS 1), 162.025MHz(AIS 2)
 - 채널 대역폭 : 12.5KHz 또는 25KHz
- UTC-Source : 선박 간 동기를 위한 시각원
- 디스플레이장치 : 선박의 위치를 전자해도상에 표시
- 센서 : 선박의 속도, 회전율, heading 등의 정보 수집
- Workstation : 연안의 상태 관리에 필요한 VTS와의 연계
- 통신장비 : VTS와의 정보공유



해상무선통신 다중 모드 유사 사례(1/3)

■ 해상무선통신 다중모드의 필요성

- 다양한 정보 수신을 통한 정보 융합 가능
- 항행 해역에 따른 무선통신 장비 수동 운용의 불편함 해소

→ 조난 시 다양한 대역의 통신망을 이용한 경보 방송으로 구조 확률 높임

■ VHF + MF/HF

- 삼영 ENC社의 GMDSS Radio Console
 - VHF 대역의 DSC 장비, MF/HF 대역의 DSC 장비, NAVTEX 수신기, INMARSAT C 장비가 하나의 콘솔에 구성
 - 장점 : 항행 해역에 따른 GMDSS 장비의 효율적인 운용 가능
 - 단점 : 단순한 통신장비의 집합체



SDR(1/2)

■ SDR의 정의

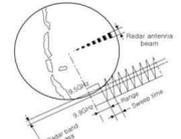
- 안테나에 근접한 부분의 수신신호를 디지털화하여 프로그래밍이 가능한 하드웨어부분을 확장하고, 소프트웨어의 역할을 확대함으로써 시스템의 유연성을 증대시키는 무선기술
- 하드웨어 플랫폼의 변경 없이 소프트웨어 변경만으로 다중 모드, 다중 밴드, 다기능의 무선 시스템 구현을 가능하게 하는 기술

Tier	명칭	정의
Tier 0	Hardware radio	모든 부분이 하드웨어로 구현되어 있으며, 물리적으로만 변경이 가능한 라디오
Tier 1	Software controlled radio	소프트웨어 제어를 통하여 제한적인 기능 변경이 가능한 라디오
Tier 2	Software defined radio	넓은 주파수 영역에 걸쳐 현재 사용되거나 진행중인 표준 프로토콜 규격의 신호를 소프트웨어에 의해 제어할 수 있는 라디오. 주파수 영역 변환은 여전히 안테나 스위칭에 의해 구현됨
Tier 3	Ideal software radio	안테나 단에서 AD 변환을 하여 처리하며, 모든 기능이 소프트웨어에 의해 제어되는 라디오
Tier 4	Ultimate software radio	모든 기능이 프로그램이 가능하며, 통신 모드가 수 ms 이내에 전환되며, GPS에서 Video까지 모든 기능이 지원되는 라디오

해상무선통신 다중 모드 유사 사례(2/3)

■ AIS + SART

- 레이더 SART와 동일한 용도
- 주파수 및 통신 방식이 AIS와 동일
- 레이더의 해수면에 의한 전파 감쇄 오류 보완
- 160MHz 대역의 주파수 사용으로 송신 성능 우수
- 위치식별정보 등의 송신으로 정확하고, 신속한 위치 파악 가능

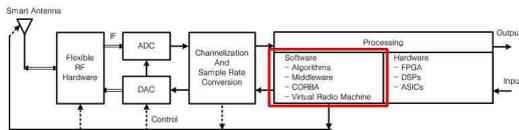


■ AIS + EPIRB

- MSC(Maritime Safety Committee) 85/23/1에서 미국이 제안
- COMSAR 12/6/4에서 121.5MHz homing beacon 대신 406MHz AIS transmission을 이용한 EPIRB 성능 효과 제시
- AIS transmission을 이용한 406 MHz의 EPIRB를 사용하도록 결의서 A.810(19)개정을 위한 작업을 2011년까지 완료하는 것으로 COMSAR에서 결정

SDR(2/2)

■ SDR 적용 예



■ 단점

- 광대역 안테나 구현의 어려움
- 높은 소비전력
- 부족한 처리속도

■ 장점

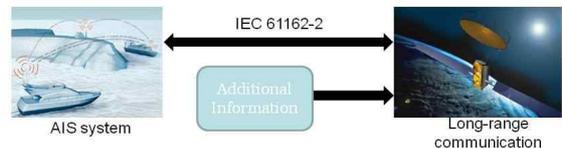
- 다중밴드, 다중 모드, 다중 프로토콜에 대한 유연한 대응
- 기타 통신시스템과의 융복합을 위한 모듈화가 쉬움
- 향후 프로토콜 변경에 대한 적용이 쉬움

- 물류간 인터페이스
 - RF 대역에서의 필터링/증폭기, 변조기 등은 기존의 하드웨어 구현방식을 따름
 - IF 대역에서 이퀄라이징 신호를 디지털화함
 - 디지털화된 IF신호는 다시 기저대역의 신호로 변환됨
 - 변환된 신호는 소프트웨어 상에서 처리됨

해상무선통신 다중 모드 유사 사례(3/3)

■ AIS + Immarsat-C

- VHF 대역 이용에 따른 운용 범위 제한
- AIS의 목적인 안전항해 유도가 연안에서만 이루어짐
- 원거리 통신 시스템과의 결합 필요
- Immarsat-C 이용
- 요구사항
 - Immarsat-C에서 요구되는 메시지로 전환 또는 그 역을 가능하도록 하는 능동적인 인터페이스(IEC 61162-2)



해상무선통신 다중 모드 운영을 위한 SDR 적용(1/4)

■ AIS/레이더 + SART

- 레이더 SART와 AIS SART 신호 수신에 이용한 조난 정보 획득
- 수신 신호 긴 동일한 주파수 대역으로 변환이 가능하다는 가정 하에 SDR을 적용한 각각의 신호처리 가능
- 레이더 SART와 AIS SART의 선택적인 신호처리를 위한 소프트웨어 기술 요구
- 광대역 안테나를 이용한 SDR 적용
 - 사용주파수(AIS:161.975MHz, 레이더:9GHz) 대역의 차이가 크고, 현재 광대역 안테나의 대역은 4~10GHz이므로 적용이 어려움
 - 안테나 길이가 파장의 1/2 또는 1/4일 때 안테나 효율이 높으므로 사용하는 신호의 주파수 차이가 클 경우 효율 좋은 광대역 안테나 제작이 어려움
- 이중 안테나를 이용한 SDR 적용
 - 이중 안테나에서 수신한 각각의 신호를 중간 주파수 대역으로 변환하여 SDR 기반으로 신호 처리

해상무선통신 다중 모드 운영을 위한 SDR 적용(4/4)

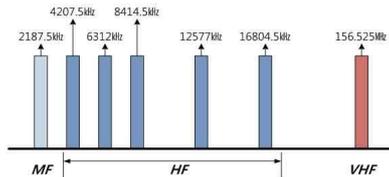
■ AIS+Immarsat-C

- 위성 시스템과의 결합을 통한 원거리 통신
- 광대역 안테나를 이용한 SDR 적용
 - Immarsat-C 사용주파수
 - 송신 : 1626.5~1646.5MHz / 수신 : 1525.0~1545.0MHz
 - 사용 주파수 대역의 차이가 크기 때문에 효율 좋은 광대역 안테나 제작이 어려움
- 이중 안테나를 이용한 SDR 적용
 - 이중 안테나에서 수신한 각각의 신호를 중간 주파수 대역으로 변환하여 SDR 기반으로 신호 처리
 - 해역에 따른 Immarsat-C와의 연동을 위한 소프트웨어 기술 요구

해상무선통신 다중 모드 운영을 위한 SDR 적용(2/4)

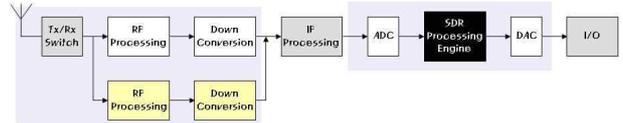
■ GMDSS : VHF + MF/HF

- DSC
 - 단일 기기를 이용한 VHF, MF, HF 대역 신호 수신
 - 충분히 큰 대역폭을 갖는 안테나를 사용하면 AD변환 이후 영역에 SDR 적용이 가능
 - 하나의 메시지 처리부로 각 대역의 메시지를 선택적으로 처리하기 위한 소프트웨어 기술 요구
 - MF/HF 대역과 VHF 대역을 동시에 대응하는 안테나 제작이 어려움



결론

■ 다중모드 구현을 위한 SDR 적용 방안



- 안테나로부터 다중 대역의 신호를 수신, 동일한 IF 대역으로 변환 후 디지털화하여 SDR을 통한 신호 처리
 - 해역에 따른 여러 장비 없이 단일 장비를 통한 정보 교환 및 경보 가능
- 사용 주파수 대역의 차이로 효율 좋은 광대역 안테나 제작이 어려움
 - 해상통신용 소형 단말기 적용 위해서는 크기, 성능, 전원 및 비용의 제약사항 극복 필요

■ SDR 적용을 위한 연구과제

- 광대역 안테나 제작 기술 연구
- 해상 무선통신 장비들간의 정보 융합 및 통신 프로토콜 연구
- 소형 단말기 적용을 위한 소자 연구

해상무선통신 다중 모드 운영을 위한 SDR 적용(3/4)

■ AIS+EPIRB

- SDR 적용을 통한 121.5MHz의 homing beacon과 406MHz의 AIS 전송 선택적 신호처리 가능
- 이중 안테나를 이용한 SDR 적용
 - 이중 안테나를 통한 신호 수신 후 중간 주파수 대역으로 변환
 - SDR 적용을 통해 상황에 따른 121.5MHz의 homing beacon과 406MHz의 AIS 전송 선택적 신호처리

■ AIS+DSC

- AIS 채널 관리를 위해 사용되는 DSC 수신기에 SDR을 적용하여 GMDSS와 AIS의 정보 융합 구현
- DSC 신호에 대한 수신은 현재 운용 중인 AIS에서 가능한 상황이므로 고려하지 않음
- 육상국에서 송신하는 DSC 신호를 수신하여 AIS 채널 관리 소프트웨어를 이용한 여러 해역의 신호처리 가능
- 권고안의 변경 또는 추가 시 소프트웨어 변경을 통한 유연하고, 효율적인 운용 가능