

# 무선통신을 이용한 해상시뮬레이터 구현 연구

박영민, 임무성, 이성석, 이연우, 김경호  
목포대학교 공과대학 정보공학부

ympark82@gmail.com, sungsoek@naver.com, saouna@paran.com {ylee, khkim}@mokpo.ac.kr

## Maritime Wireless Communication Simulator Design Research

YoungMin Park, Musung Lim, Sungseok Lee, Yeonwoo Lee, Kyung-Ho Kim

Mokpo National University, College of Engineering, School of Information Engineering

### 요 약

본 논문에서는 해상무선통신시스템(Maritime Wireless Communication System)을 이용하여 Simulator를 구현하는 방식에 관해서 연구 하였다. VHF, CDMA, WiBro와 같이 3가지 무선통신 방식들에 대해서 해상 무선통신에 적용가능한지를 분석하고, Matlab의 GUI를 사용하여 구현된 해상무선통신방식 시뮬레이터를 바탕으로 해상무선통신 채널환경에서 무선통신방식에 대한 성능을 검증하는 시뮬레이션 프레임워크를 제시하였다. 현재까지 기본적으로 CDMA방식으로 무선통신방식 시뮬레이터를 구축하고, 추후 OFDM기반의 WiBro 전송방식에 대해서도 추가로 시뮬레이터를 설계하여 성능을 검증해 보겠다.

### 1. 서론

본 연구에서는 지상에서의 다양한 무선 통신 기법들과 여러 가지 전송 방식들이 있지만, 이런 지상에서의 통신 기법과 전파 전송 기법들이 해양에서는 무선통신방식에 적용한다면 여러 가지 다양하고 복잡한 문제점들이 발생 한다는 점을 연구의 배경으로 하였다. 따라서 현재의 해양통신 시스템에 새로운 무선통신기법의 대한 방안을 연구하고자 한다. 현재까지 논의된 해양무선통신시스템에 관련된 문제들을 조사하고, 그 결과를 토대로 해양에서의 정보통신의 원활 한 교류를 위하여 해양에서의 텔레메틱스 시스템의 개발방향 중 무선전파의 송신과 수신에 관한 기법들을 개발 하고 그 기법들을 Matlab을 사용하여 시뮬레이션 한다. 연구결과는 향후 해양 내비게이션 시스템을 개발하는 데 기초적인 실험검증자료로서 활용이 가능할 것으로 기대한다.

### 2. 기존의 연구와 해상무선통신방식 분석

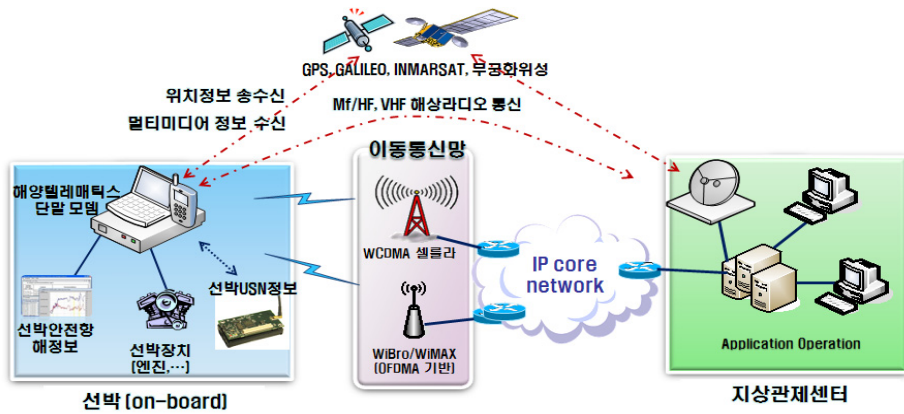
현재 국내에서의 해상무선통신시스템은 MF/HF/VHF 대역을 사용하는 해상라디오통신과 Orbcomm과 INMARSAT을 사용하는 위성통신으로 구분되며, 주요 서비스로는 간단한 텍스트, 팩스 또는 음성서비스가 있다. 이러한 해상통신 방식 중 MF/HF/VHF 대역을 사용하는 해상라디오통신은 연근해를 항해하는 중소형 선박 또는 개인용 레저선박에서 사용되고 있다. 사용되는 이유는 INMARSAT-M, INMARSAT fleet, INMARSAT-B를 통해 간접적으로 PSDN망과 연계한 위성통신

신 방식은 제공되는 통신서비스에 비해 사용경비가 고가이므로 중소형선박에서 사용하기에는 한계가 있기 때문이다.

MF/HF/VHF대역을 사용하는 해상통신시스템은 통신범위가 80Km~300Km 정도로 광범위 하지만 가장 큰 제약점은 전송 가능한 데이터 throughput이 매우 낮다(64~300Kbps)는 점이 있다. 반면 지상의 셀룰러(cellular)시스템, Wi-Fi, WLAN, WiBro, WiMAX을 기반으로 하는 무선통신시스템은 통상 서비스 범위가 수십Km 이내로 국한되는 문제점이 있지만 데이터 throughput는 2Mbps까지 가능한 장점이 있다. 이렇게 통신 서비스 제공 범위(range)의 제약성과 제공 가능한 서비스 데이터율의 절충관계로 인하여 육지로부터 선박까지의 통신(ship-to-shore)방식은 서비스 제공 범위에 따라 구분될 필요가 있다.

따라서 수십Km 이내의 해상에서는 기존의 육상기지국을 셀룰러(WCDMA), WiBro, WiMAX를 기반으로 하는 무선통신 Practliners' Approach" 3rd Ed. McGraw Hill

신방식의 사용을 고려하고, 100Km 이상의 해상에서는 해상 라디오통신을 비롯한 무궁화위성, GPS/Galileo와 같은 위성을 고려한 통합적 해상통신기술에 대한 연구가 필요하다. 또한 조난신호 발신서비스나 음성서비스를 벗어나 다양한 광대역 서비스를 제공하기 위해서는 위와 같은 여러 무선통신시스템이 복합적으로 구성된 광대역 통합네트워크 형태의 네트워크 구성을 고려해야 할 필요가 있다.



(그림 1) 광대역 해상무선통신 네트워크 구성도

이와 같이 통신방식을 체계적으로 분리하고 고도화된 무선 통신시스템 기술을 적용하기 위한 노력은 유럽의 MarNIS(Maritime Navigation Information Service) 프로젝트에서도 유사하게 엿 볼 수 있다. 이 프로젝트에서는 항구, 연해, 근해, 원해를 구분하여 선박의 종류에 따라 다양한 무선통신기술들을 사용하여 통합적인 서비스를 제공하려는 연구를 진행하였다. 따라서 다양한 무선통신방식을 결합하고 장소와 제공서비스에 따라 차별화된 해상통신시스템을 제공하는 기술에 대한 연구는 필수적이다.

한편, ship-to-shore(선박-연해 또는 항구)환경에서 다양한 통합 서비스를 제공하기 위해서는 해상무선통신의 고유한 채널환경의 특징을 이해해야한다. 일반적인 ship-to-shore 해상무선통신 채널환경은 제한적인 전송 대역폭, 국한된 가용 스펙트럼, 수십Km를 커버하기 위한 긴 전송지연시간(round trip delay: 565ms) 및 큰 비트오율( $10^{-2} \sim 10^{-4}$ )의 특성이 있다. 따라서 통합적 해상통신기술을 ship-to-shore 해상통신에 적용하기 위해서는 이러한 해상 무선채널 환경을 극복하기 위한 요소기술의 연구가 필수적이다.

### 3. 광대역 해상무선통신 네트워크 구성방식 연구

본 연구에서는 해상 환경에서의 통신을 위해서 우선 기존의 무선통신방식을 분석하였다. 해상에서의 무선통신은 우선 거리의 제약이 있기 때문에 라디오 주파수로 많이 이용 되는 VHF를 사용 하여 장거리 통신에 적합한지를 실험에 볼 것이며, 중장거리 통신방식으로는 CDMA, 그리고 단거리 통신방식으로는 OFDM의 3가지 방식으로 시뮬레이터를 구성할 계획이다.

#### 가. 네트워크 구성도

##### 1) MF/HF/VHF

소형선박, 소형어선 및 중소형 레저선박을 대상으로 MF/HF/VHF-DSC 기반의 해상무선통신기술의 적용가능성과 구현기술을 연구한다. 특히, 선박의 일반 음성통신과 조난, 긴급, 안전통신서비스를 제공하는 협약 선박용 GMDSS용

MF/HF/VHF대역 무선통신시스템 기술을 어떻게 중소형 선박에 적용할 것인지를 기술 분석과 통신기술의 저가격화/고성능화를 연구한다.

##### 2) CDMA

코드분할다중접속(CDMA) 기법은 다중접속 능력이 주로 코딩에 의해 달성되는 프로토콜로 구성된다. 코드신호의 대역폭이 정보신호의 대역폭보다 훨씬 크게 선택되기 때문에 부호화 과정은 신호의 스펙트럼을 확산하고 이로 인해 확산-스펙트럼 spread-spectrum(SS)변조라고 알려져 있다. 이런 CDMA 기법을 Matlab을 이용하여 AWGN 환경에서의 적용 가능 여부를 연구하여, 중간거리에서의 통신이 가능 한지 분석해 보았다.

##### 3) COFDM(WiBro)

COFDM은 무선 모바일 네트워크에서의 고속 데이터 LOS 통신에 개발되어 왔다. 또한 COFDM은 더 나은 대역폭 효율과 multipath fading과 통신 방해의 robustness의 상승 때문에 COFDM은 traditional single carrier adaptive equalization modulation으로 선택되어지고 있다. 그 무선 통신은 burstmode 및 무선 네트워크 안에서의 다른 노드들과의 비동기 교환 무선 주파수 패킷에서 동작이 가능 하게끔 설계되어졌다. 각각의 burst 데이터 속도는 채널의 환경들 속에서 지원된 최대의 데이터 속도를 제공하는데 효과적이다. 4개의 데이터 속도, 1536kbps, 768kbps, 384kbps, 64kbps 현재 600KHz channelization 안에서 지원되고 있다. 추가적으로, COFDM은 연속 동기 모드 안에서 점 대 점 응용 및 broadcast로 동작되어 진다.

US Navy SPAWAR 시스템 센터에서의 San Diego CA의 HDR LOS 무선 통신 프로젝트는 COFDM 기반의 신뢰성 있는 선박 대 선박/해안/비행기들 간의 US Military를 위한 안전한 데이터, 음성 및 비디오 서비스의 지원이 가능한 무선 모바일 네트워크의 실행이 가능한 무선 통신을 개발해오고 있다. 그 회선 데이터 링크는 조정 대역폭 효율 및 암호화

된 모듈레이션의 분산 요소의 조정으로, 고정된 600kbps channelization(480kHz의 대역폭을 차지)에서 각각의 RF 패킷 burst의 효과적인 데이터 전송 속도 (1536~64 kbps)이 가능하게 설계되어 졌다.

이 시스템의 핵심은 COFDM 모델이다. COFDM은 훌륭한 대역폭 효과 및 Military 모바일 환경에서의 robustness때문에 선호된 모듈레이션되었다. COFDM은 ASDL(Asynchronous Digital Subscriber Loop)과 유럽 연합의 DAM(Digital Audio Broadcast)로 과거에 사용되었다. 이러한 응용들과는 다르게, 모바일 무선 네트워크에 효과적으로

디자인된 COFDM 모델을 서술한다. 무선 네트워크는 다양한 다른 노드로부터의 RF 패킷을 송신 및 수신 하게 한다. 이것은 필수불가결적으로 omni-directional 안테나의 사용하게 한다. 통신 범위는, HDR 시스템을 실행하는데 대역폭 효과가 극대화되는 곳인 VHF/UHF 주파수 밴드에서의 전송으로 최대화 되었다.

Multipath fading은 이 환경에서의 노드들 간에 공급되어 진다. HDR LOS 무선 통신 프로젝트로 실행된 예전의 연구는 전형적인 해양 환경에 맞는 3개의 규범적인 UHF LOS 채널을 증명하였다. Ricean Channel 은 같은 방향 및 multipath 전력을 갖는다.

UHF	Channel #1	Channel #2	Channel #3
Propagation Loss	135 dB	135 dB	135 dB
Path #1	Ricean, $F_d = 1$ Hz	Ricean $F_d = 10$ Hz	Ricean $F_d = 25$ Hz
Path #2	Rayleigh $T_{1-2} = 0.01\mu$ sec $F_d = 10$ Hz $L_{1-2} = -6$ dB	Rayleigh $T_{1-2} = 0.07\mu$ sec $F_d = 10$ Hz $L_{1-2} = -5$ dB	Rayleigh $T_{1-2} = 0.9\mu$ sec $F_d = 25$ Hz $L_{1-2} = -3$ dB
Path #3		Rayleigh $T_{1-3} = 0.80\mu$ sec $F_d = 10$ Hz $L_{1-3} = -15$ dB	Rayleigh $T_{1-3} = 5.1\mu$ sec $F_d = 25$ Hz $L_{1-3} = -9$ dB

<표 1> Channel Model

$f_d$ 는 각 경로의 소멸 비율이며  $T_{k-j}$ 와  $L_{k-j}$ 는 경로 K와 J 사에서의 상대적인 시간 딜레이와 각각의 상대적인 손실을 나타낸다. 오류 수정 코딩, 파형 및 주파수-시간 보호 시스템을 향한 COFDM으로 디자인이 실행된 연구 결과를 서술한

다. 신뢰성 있는 통신 및 3kbps/Hz보다 큰 대역폭 효율을 지원하는 파형 설계는 발표되었다. 패킷 손실에 영향을 주는 두 요소는 발견 되었다. 동기화 패킷의 획득 및 패킷 허용 한도 내에서의 올바르게 못한 오류의 실패 패킷 손실의 가능성은 3개의 규범적인 UHF LOS 채널에서 1%보다 낮음을 보여준다.

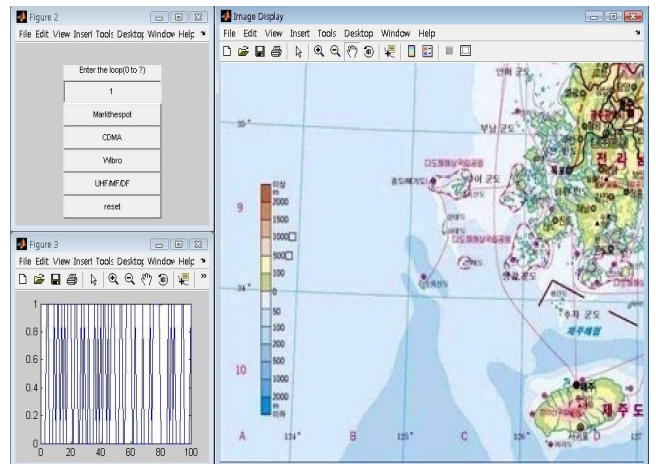
COFDM 기반의 무선 통신은 이 연구에 의하여 Nova engineering에 의하여 지어지고 있다. 이 무선통신은 선박 대 선박의 신뢰성 있는 통신범위를 15nmi, 18nmi, 25nmi, 30 nm에 각각 데이터 속도 1536kbps, 768kbps, 384kbps, 64kbps 로 제공할 것이라고 예상된다. 더욱 거리가 먼 원거리도 효과적인 전파 증가 환경에서는 가능함에 대하여 적용가능하지 분석해 보겠다.

#### 4. 해상무선통신시스템 시뮬레이터 구성

##### 가. 시뮬레이터 구성(인터페이스)

시뮬레이터의 전체 구성은 우선 전체 맵 부분과 통신 방식 선택부분 그리고 선택한 통신에 대해서 결과 값이 출력되는 파형부분 총 3가지 부분으로 구성되어 있고, 지도상에서 송신기 수신기 위치 포인트를 찍었을 때 송신기 수신기 부분은 별표 마크로 표시가 되며, 통신 방식 선택부분에서 원하는 통신 방식을 선택 하였을 때 통신이 가능 한지 시뮬레이션하여 결과 값이 출력되는 파형부분에서 시간과 파형이 출력되도록 구성해 보았다.

우선은 인터페이스 부분 80% 완성 단계이며, 통신 방식 선택부분은 포인트 체크, CDMA, WiBro(OFDM기반), UHF, reset 버튼으로 구성 되어 있다.



(그림 2) 전체 인터페이스 구성도

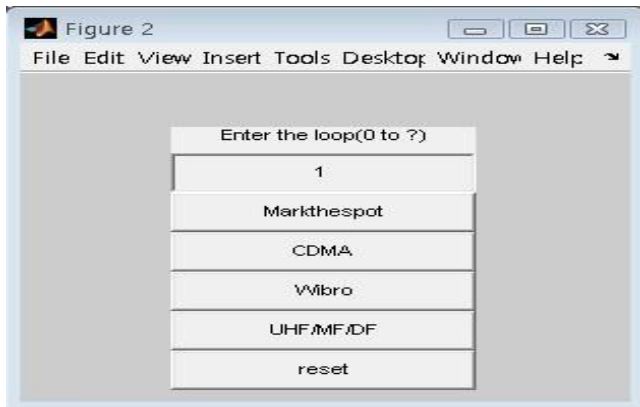
##### 나. MAP

맵은 우선 우리나라 지도를 사용하고 있고, 추후에 송신기와 수신기 사이의 거리와 척도를 표시를 하기 위해서는 M\_MAP을 사용할 계획이다. M\_MAP을 사용하게 되면 전 세계 지도 자료와 수심자료를 다운받아서 M\_MAP 상에 저장해야만 될

하는 작업을 수행할 수 있다. 그렇기 때문에 M\_MAP을 사용하게 되면 더욱 자세한 해상 자료 처리가 가능하게 된다. 하지만, 지금 M\_MAP 버전이 예러가 뜨고 있어서 사용하기 위해선 업그레이드가 진행된 후에 사용할 수 있다.

#### 다. 통신채널

시뮬레이터에서 쓰고 있는 채널은 레일리 페이딩 채널 기법으로 Ship-to-Shore 환경에서 다양한 장애물과 반사물 등 통신의 방해요소들을 극복하기위해서 쓰이는 채널 기법이다. 추후에 위 3절에서 설명한 통신 채널들을 추가해서 완성할 계획이다. 우선 Markthespot을 누르면 송신기와 수신기를 찍는 좌표 격자가 나오고 그리고 원하는 채널 버튼을 누르면 성공시 시간과 파형이 나타나게 된다.



(그림 3) GUI- 무선통신방식 선택

#### 5. 결론

본 연구에서의 해상 무선통신시스템은 기존의 해상라디오 통신기술과 셀룰러 이동통신 네트워크, Wibro기반의 광대역 통신네트워크 모델을 분석하여 해상채널환경과 해상 선박의 항해정보를 전송할 수 있는 통신 프로토콜을 연구, 해상무선통신 채널 환경 극복 기술을 개발하여 현재의 해상통신기술과의 다른 새로운 채널 환경이 적용가능한지 확인해 볼 수 있는 Simulator를 개발하여 이런 채널환경이 적용 가능하다면 연근해를 항해하는 중소형 선박 및 현 지역 특화산업으로 부상하고 있는 해양레저산업에 사용될 선박을 대상으로 현재의 해상통신기술의 고도화 방안과 기존의 해상라디오통신기술에서 벗어난 다양한 서비스 형태를 제공함으로써 해상무선통신에서의 새로운 도약을 기대해 볼 수 있을 것이다.

본 연구는 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음 (IITA-2009-C1090-0902-0010)

#### 참 고 문 헌

- [1] Simulation and Software Radio for Mobile Communication, pp. 263-296.
- [2] Paul H.Moose, David Roderick, "A COFDM-based Radio for HDR LOS Networked Communications", 1999 IEEE
- [3] IMO, Maritime Safety Committee 81st Session, Agenda Item 23, Development of an e-Navigation Strategy, 2005.
- [4] Mohammed Jameel Hakeem, "A Simulation Study of Cooperative Communications over HF Channels", Electrical and Computer Engineering Waterloo, Ontario, Canada, 2008