

QualNet에서의 BER 패턴 기반의 선박 애드혹 통신 시뮬레이션 기법 연구

윤남식*, 박윤용*, 정강희*, 장병태**, 임동선**, 김재명**

*선문대학교 컴퓨터공학부

**한국전자통신연구원 조선 IT 융합연구팀

e-mail:windsong@sunmoon.ac.kr

A Study about Maritime Ad-hoc simulation based on BER Patterns on QualNet

Nam-Sik Yun*, Yoon-Young Park*, Kang-Hee Jung*,
Byung Tae Jang**, Dong Sun Lim**, Jae Myoung Kim**

*Dept of Computer Engineering, Sunmoon University

**Dept of Vehicle/Ship IT Convergence, ETRI

요 약

선박 산업에서의 경쟁력 강화를 위해 IT 융합 기술 기반의 고부가가치 기술 및 서비스에 대한 요구가 증대되고 있다. IT 기반의 선박 탑재 장비의 증가로 인해 이러한 장비의 효율적인 관리 및 제어, 이에 기반을 둔 고급 서비스 개발을 위해서 필수적으로 해상에서의 광대역 무선 통신망 구축이 요구된다. 본 논문에서는 선박 간 무선 통신망 구축 및 시뮬레이션 구조에 대해 살펴보고, 해상 환경 시뮬레이션을 위한 시뮬레이션 모델을 제시한다. 또한 효율적인 해상 통신 환경 시뮬레이션을 위한 QualNet 시뮬레이터에서의 BER(Bit Error Rate) 패턴 기반의 시뮬레이션 구조를 제시한다.

1. 서론

최근 조선 산업에서는 선박 IT 융합 기술 개발을 통한 고급 선박 건조 및 선박 IT 기반 전자장비, 서비스 개발 필요성이 증대되고 있다. 조선 산업에서 요구하는 IT 융합 기술의 대표적인 모델이 e-Navigation[1]이다. e-Navigation은 선박의 운항 정보 및 위치 정보의 파악, 선박 운항에 필요한 해상 교통 정보 및 통신 서비스 제공 등 선박의 운항과 관련 서비스의 향상을 목적으로 전자적 방법에 의한 선박과 육상 간 해상 정보의 수집, 통합, 교환 및 분석 정보의 제공을 목적으로 한다.

e-Navigation과 같은 전자적 해양 운항 정보 서비스가 원활하게 제공되기 위해서는 대용량의 멀티미디어 데이터를 송수신하기 위한 광대역의 통신망이 필요하다. 기존의 해양 통신은 HF 대역 주파수 및 위성통신을 통한 장거리 통신으로, 해양의 광대한 지역에서의 음성통신이 중요하였다. 따라서 기존의 해양 통신 기술로는 e-Navigation 서비스를 위한 멀티미디어 데이터 전송에 필요한 충분한 대역폭을 확보할 수 없다. 위성 통신의 경우 통신비용 부담이 높아 부적절 하다. 이러한 문제를 해결하기 위해 원활한 멀티미디어 데이터 전송을 보장하는 광대역 디지털 통신 기술의 확보가 요구 된다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 해양 통신 환경에 대해 살펴보고 애드혹 기반의 해양 광대역 통신 기술 연구 사례 및 연근해에서의 애드혹 해상 네트워크 구성에 대해 소개한다. 3장에서는 연근해에서의 선박 간

디지털 무선 통신을 위한 애드혹 기반 통신 구조에 대해 기술한다. 4장에서는 해상 통신 시뮬레이션을 지원하기 위한 시뮬레이션 모델 설계 및 BER 패턴을 이용한 QualNet 시뮬레이션에 대해 기술하였다. 마지막으로 5장에서는 결론을 맺는다.

2. 해양 통신 환경

해양 무선 통신 환경은 전통적으로 음성통신을 기반으로 한다. 전 세계 선박과의 통신을 위해 MF, HF, VHF 대역 통신 장비와 위성통신 장비를 복합적으로 사용하고 있다. IMO(International Maritime Organization)에서는 해양 통신을 통신 기술과 커버리지에 따라 <표1> 과 같이 정의하고 있다.

<표 1> IMO 해역 정의

해역	통신기술	커버리지
A1	VHF	해안(20~30해리 이내)
A2	MF	연근해(100~150해리 이내)
A3	INMARSAT/HF	북위 70° ~ 남위 70°
A4	EPIRB, HF	전 세계

A1과 A2는 각국의 연근해 지역으로 어선, 보트 등의 소형 선박이 운항되는 매우 복잡한 지역이며, A3와 A4 지역은 원양으로 대형 국제 선박들이 운항하는 지역이다.

해상 통신을 위해 선박에 설치된 무선 장비의 종류는 배의 크기, 목적이나 도착지 등의 여러 요인에 의해 결정

약이 덜하기는 하지만 여전히 통신 거리에는 제약이 따른다. 또한 해상에는 통신 기반 시설 건설이 불가능하고, 육상에 비해 통신 흡인 선박의 밀집도가 낮다는 점으로 인하여 더욱 심각한 문제가 된다.

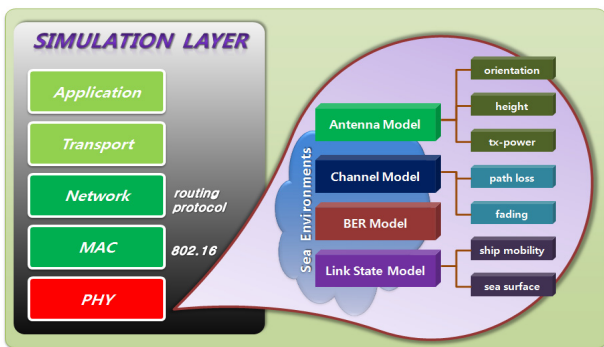
연근해 통신의 경우 원양에 비해 상대적으로 선박 운항이 복잡한 지역으로 애드혹 기반의 네트워크 구성에 유리하다. 또한 해상에 미리 고정 부표를 배치하여 보다 안정적인 네트워크 구성이 가능하며, 이를 통한 네트워크 커버리지 확장도 고려할 수 있다. 비슷한 방법으로 섬 인근 지역에서는 섬에 설치된 중계기를 이용할 수 있다.

그러나 이러한 방법은 추가적인 비용 부담이 필요하며, 이를 통한 네트워크 확장에도 한계가 존재한다. 따라서 연근해에서 멀리 떨어진 해상의 선박의 경우에는 애드혹 네트워크 기반 서비스가 불가능하다. 또한 유동적인 선박 운항에 따라 선박 밀집도가 낮아지면 애드혹 네트워크 구성에 어려움이 따른다. 따라서 긴급 상황에서의 유동적인 서비스를 위해서는 통신 거리에 제약을 받지 않는 위성통신 기반의 서비스 모델이 필수적으로 요구된다.

4. 선박 통신 시뮬레이션 모델 설계

선박 통신 시뮬레이션에는 NS-2나 QualNet 같은 시뮬레이션 도구가 널리 사용되었다. 그러나 NS-2와 같은 공개용 시뮬레이션 도구는 신뢰성을 보장하기 힘들며, 상용인 QualNet 또한 해양 통신 환경을 완벽하게 지원하지 못한다. 선박을 이용한 해양에서의 테스트 베드 구축을 통한 실측도 비용 부담과 기후 문제 등에 의해 현실적으로 어려움이 따른다.

육상에서의 무선통신에서는 지형 및 장애물에 대한 특성 데이터 정의를 통해 환경 요소를 반영하고 있다. 이에 비해 해양 환경에서는 기후 및 파도로 인한 통신 장애를 육상에서와 같은 방식으로 정의하기가 어렵다. 따라서 기존 시뮬레이션 도구에서 제공하고 있는 기본 기능 이외에 해양 환경 요소 반영을 위한 추가적인 고려가 필요하다. 본 논문에서는 QualNet을 이용한 시뮬레이션을 기반으로 (그림 2)와 같은 해상에서의 선박 통신 시뮬레이션 구성 요소를 설계하였다.



(그림 2) 선박 통신 시뮬레이션 구성 요소

QualNet 시뮬레이터는 (그림 2)에서와 같이 5계층 시

뮬레이션 구조를 기반으로 한다. (그림 1)과 같은 연근해 통신 시뮬레이션을 위해 MAC Layer는 광대역의 디지털 무선 통신 및 통신 커버리지를 고려하여 IEEE 802.16 또는 IEEE 802.16e를 적용 한다. 해양 환경 반영을 위해 Physical Layer에서는 다음과 같은 요소들을 설계하였다.

- ① Antenna : 해양 무선 통신에서는 일반적으로 장거리 통신을 요구한다. 따라서 지향성 안테나를 사용하는 것이 좋다. 그러나 애드혹 네트워크 구성에 있어서 지향성 안테나는 이웃함 탐색에 어려움을 지닌다. 따라서 안테나 특성 및 선박 이동 특성에 따른 특징을 반영한다.
- ② Ship mobility : 선박의 이동 패턴은 정해진 운항 경로를 따르므로 육상에서의 노드 이동에 비해 단순한 경향을 나타낸다. 또한 운항시의 속도나 방향 변화도 거의 없으며, GPS 및 AIS 장비를 통한 위치정보를 참조할 수 있다.
- ③ 파도에 의한 영향 : 해양에서의 시그널 수신율은 기후 및 파도 높이, 선박의 크기 등 여러 가지 요소에 의해 영향 받는다. 이는 Pierson-Moskowitz Sea State[10]를 참조한다.
- ④ BER(Bit Error Ratio) : 해양에서의 전파간섭을 시뮬레이션에 반영하기 위해 지형 및 장애물 등의 정의가 불가능하다. 기후, 파도 및 선박의 움직임 등의 복잡한 요소로 인한 전파간섭을 손쉽게 반영하기 위해 BER 패턴을 이용한다.

BER 패턴을 이용한 전파 간섭 모델은 해양 환경에서 복합적인 요소에 영향 받는 시그널 수신율을 손쉽게 정형화하여 시뮬레이션에 반영할 수 있는 장점을 제공한다. 또한 QualNet 시뮬레이터에서는 손쉽게 BER 패턴 데이터 입력을 통한 시뮬레이션 옵션을 제공하고 있다. 이러한 BER 데이터는 MATLAB을 이용해 생성할 수 있다. 본 논문에서는 BER 데이터를 생성하기 위해 BPSK(Binary Phase-shift keying) 방식을 사용하였으며, (그림 3)은 BER 패턴 생성을 위해 사용된 MATLAB Script 이다.

```

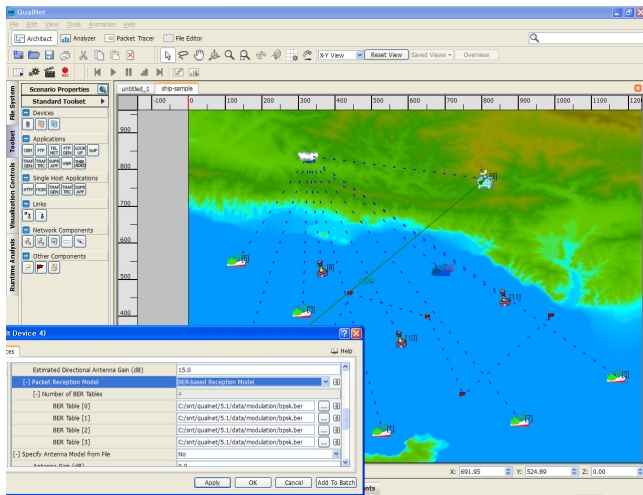
1 - clear
2 - close all
3
4 - N_bits=7000000
5 - Eb_No_dB=0:2:10;
6 - BER_buff=zeros(size(Eb_No_dB))
7
8 - for n=length(Eb_No_dB)
9 -     Eb_No_ral_scale=10^(Eb_No_dB(n)/10)
10 -    sigma_v=sqrt(1./(2*Eb_No_ral_scale))
11 -    bits_v=randn([0 1], N_bits, 1)
12 -    Symbols=bits_v*(-2)+1
13 -    noise_v=randn(N_bits, 1)*sigma_v
14
15 -    tx_signal=Symbols+noise_v
16 -    demapped_bits=tx_signal<0
17 -    BER_buff(n)=sum(bits_v~=demapped_bits)./N_bits
18 -    fprintf('Eb/No=%g BER: %g\n', Eb_No_dB(n), BER_buff(n))
19 - end
20
    
```

(그림 3) BER 데이터 생성을 위한 MATLAB 스크립트 코드

참고문헌

해양 환경에서의 효율적인 BER 패턴은 기후 및 파도, 선박의 움직임 등 복합적인 요소에 따라 단계적으로 정의할 필요가 있다. 이를 위한 추가 연구 수행이 필요하며, 이를 통해 해양 환경에서의 효과적인 전파 수신 모델을 생성, 해양 무선 통신 환경 시뮬레이션 지원이 가능하다.

MATLAB에서 생성된 BER 데이터 패턴을 이용하면 QualNet 시뮬레이션 도구에서 Physical Layer에서의 시그널 수신율을 손쉽게 반영할 수 있다. 미리 정형화된 BER 패턴을 생성하고, 이를 통해 해양 환경에서의 선박 간 무선 통신 환경 시뮬레이션을 수행할 수 있다. (그림 4)는 BER 패턴 데이터를 이용해 QualNet에서의 애드혹 기반의 선박 간 무선 통신 시뮬레이션 모습이다.



(그림 4) BER 데이터를 이용한 QualNet 시뮬레이션

5. 결론

본 논문에서는 조선 산업에서 요구하는 운항정보 서비스에 필요한 광대역 디지털 통신망 구축 및 시뮬레이션을 위한 기반 구조에 대해 살펴보았다. 애드혹 기반 메시 네트워크 기술은 연근해에서의 해양 무선 통신 기술의 요구를 만족시켜줄 핵심 기술이라 할 수 있으며, 이를 기반으로 한 라우팅 프로토콜 개발 및 시뮬레이션을 지원하기 위한 해양 통신 시뮬레이션 구조를 살펴보았다. 쉽고 효율적인 해양 무선 통신 시뮬레이션을 위해 MATLAB에서의 BER 패턴 생성을 통한 전파 수신율 모델 및 이를 이용한 QualNet에서의 선박 간 통신 시뮬레이션 방법을 제시하였다.

신뢰성 있고 효율적인 시뮬레이션을 위해서는 기후 및 파도, 선박 움직임 등의 복합적인 요인에 의한 단계적 BER 패턴 정의를 통한 전파 수신 모델 개발이 요구된다.

- [1] IMO website : <http://www.imo.org/OurWork/Safety/Navigation/Pages/eNavigation.aspx>
- [2] J.S. Pathmasuntharam, P.-Y. Kong, M.-T. Zhou, Y. Ge, H. Wang, C.-W. Ang, W. Su, and H. Harada, "TRITON: High Speed Maritime Mesh Networks", IEEE PIMRC, Sept. 2008.
- [3] 김영범, 김종훈, 왕우봉, 장경희, 박종원, 임용근, "해양 환경에서의 무선 이동 통신을 위한 선박용 Ad-hoc 네트워크 운용 시나리오," 한국해양정보통신학회 논문지, Vol.13, No.10, pp.2097-2104, 2009년 10월.
- [4] 장동원, "차세대 해상이동통신 국제 표준화 동향 연구," 한국해양정보통신학회 추계종합학술대회, 2010년 10월.
- [5] 장동원, 이영환, "유비쿼터스 해상통신망 구축을 위한 기술 동향 연구," 주간기술동향, No.1364, pp.14-27, 2008년 9월
- [6] ESA website - Wired Ocean : <http://telecom.esa.int/telecom/www/object/index.cfm?objectid=9121>
- [7] 윤철식, 차재선, "WiBro/Mobile-WiMAX 표준 개요," 정보과학회지 제25권 제4호, pp.5~14, April 2007.
- [8] 김문구, 지경용, 박종현, "디지털 컨버전스 시대의 모바일 브로드밴드 전개: 와이브로와 HSDPA", 한국통신학회지 (정보통신) 제23권 제4호, pp.81~88, April 2006.
- [9] 김영일, 안지환, 황승구, "WiBro와 WiMax 기술", 한국통신학회지 (정보통신) 제22권 9호, pp.112~127, September 2005.
- [10] Pierson-moskowitz sea spectrum : <http://www.eustis.army.mil/weather/>