
해양 환경에서의 무선 이동 통신을 위한 선박용 Ad-hoc 네트워크 운용 시나리오

김영범* · 장경희* · 윤창호** · 박종원** · 임용곤**

Application Scenarios of Nautical Ad-hoc Network in Wireless Mobile Communication
under Maritime Environment

YoungBum Kim* · KyungHi Chang* · Changho Yun** · Jong-Won Park** · Yong-Kon Lim**

이 논문은 국토해양부 국가연구개발사업 연구비를 지원받았음

요 약

육상에서는 기지국을 통해 고속의 무선 통신 시스템을 사용하고 있는 반면, 해양의 경우 기지국을 설치하는데 제약이 따르고, 이로 인해 긴 전송거리를 갖는 저속의 MF/HF 대역 모뎀을 주로 사용하고 있다. 고속 전송을 위해 해상위성통신이 사용되기도 하지만, 비용이 비싸다는 단점을 가지고 있다. 낮은 비용으로 전송속도를 증가시키기 위해서는 Vehicular Ad-hoc Network (VANET) 과 같은 기지국이 없는 상황에서 단말간의 통신이 가능한 네트워크의 구성이 필요한데, 해양의 경우 육상과는 다른 환경적인 특징들을 갖기 때문에 본 논문에서는 해양에서의 Ad-hoc 네트워크를 Nautical Ad-hoc Network (NANET) 이라 칭하며 NANET 을 위한 시나리오를 설정하고, 시나리오 별 Multiple Access 및 Duplex 방식을 분석한 후, NANET 을 구축하기 위한 주요 후속 연구 주제들을 정리하여 해상 무선 통신 연구를 위한 기본적인 Guide Line 을 제시한다.

ABSTRACT

In terrestrial communications, high data rate transmission can be achieved by splitting the coverage area into small cells through base stations and reusing the resource efficiently. However, the geographical features of maritime communications require the long transmission range, and it is not practical to install base station on the sea to set up the similar deployment as the terrestrial communications, so MF/HF band modem with low data rate are currently utilized for maritime communications. And the expensive satellite communication via Inmarsat is the conventional solution for the high data rate transmission on the sea. To reduce the cost, Ad-hoc network is proposed to apply on the sea, which requires no base station for the peer-to-peer communications. In this paper, we denominate this maritime environment specific Ad-hoc network as Nautical Ad-hoc Network (NANET). Furthermore, the deployment scenario for the NANET, and the analysis on multiple access and duplexing schemes for the NANET are discussed in this paper, which serves as the cornerstone for the further NANET research and development.

키워드

해양 무선 통신, NANET, Ad-hoc, Mesh, Maritime communication

* 인하대학교 정보통신대학원

** 한국해양연구원 해양시스템안전연구소

접수일자 : 2009. 07. 20

심사완료일자 : 2009. 08. 06

I. 서 론

최근 해상에서 저비용의 무선 통신을 위한 시스템 개발 연구가 많은 곳에서 진행 중에 있다. 싱가포르의 경우, IEEE 802.16 의 Mesh 모드와 802.16e 의 표준을 기반으로 항만에서 최대 150km 에 위치한 선박까지 Mesh 를 통한 고속의 통신을 하기 위한 TRITON 프로젝트를 진행 중이며[1], 또한, 해상 통신을 위해 802.16 표준의 Mesh 모드를 바탕으로 하는 초석 연구가 진행되기도 하였다[2]. 현재 해상에서는 전송거리가 긴 MF/HF 대역의 모뎀과 VHF 대역의 Automatic Identification System (AIS) 을 주로 사용 중이다[3]. AIS 는 VHF 대역 중 156MHz, 162MHz에서 Self-Organized TDMA (SOTDMA) 방식을 사용하여 선박관련 정보와 항해 안전 정보 등을 주고받도록 하여 선박간의 충돌 회피 및 원활한 항해를 가능하게 하는 시스템이다. MF/HF 대역의 경우 PACTOR-III 모뎀이 널리 사용되고 있으며, 일반적으로 4,000km에서 최대 40,000km의 전송거리를 가진다[4]. LA 에서 한국간의 거리가 10,000km 라는 점을 고려한다면 1-hop 으로 지상의 기지국과 연결이 가능하다. 40,000km 를 벗어난 경우에는 다른 국가의 기지국을 이용하는 WinLink 서비스가 지원되며, 국가간의 기지국은 인터넷망을 통해 연결된다. MF/HF 대역의 모뎀은 전송거리가 길다는 장점을 가지지만, 낮은 전송 속도로 인해 효율적인 서비스를 제공하기에는 부족함이 있다. 이러한 전송거리나 전송속도의 한계를 극복하기 위해 Inmarsat 을 이용하기도 하지만[5], 이는 많은 비용이 들기 때문에 물류비를 증가시키는 단점이 있다.

항만의 경우 Radio Access Station (RAS) 을 해안에 설치함으로써, 기존의 육상에 구성된 통신 시스템을 적용하는 것이 가능하다. 싱가포르에서는 해안에 RAS 를 설치하여 육상에서 최대 15km 에 이르는 지역까지 고속 무선 통신을 제공하는 세계 최초의 Wireless-broadband-access for SeaPort (WISEPORT) 서비스를 시작하였다. 반면, RAS 의 Coverage 를 벗어나는 연안과 대양의 경우, 육상의 RAS 를 통해 직접적인 네트워크를 구성하는 것이 불가능하며, 이로 인해 Mesh, Ad-hoc 네트워크 등을 이용한 시스템 개발을 필요로 한다.

RAS의 설치가 불가능한 해상의 경우, Vehicular Ad-hoc Network (VANET) 와 같이 기지국이 존재하지

않는 상황에서 단말간의 통신이 가능한 네트워크 구성이 필요하다[6]. 육상의 경우 노드들의 움직임이 매우 불규칙하고 이동속도가 빠르지만, 해상의 경우 선박들의 이동은 어느 정도 예측가능하며, 육상의 노드들에 비해서 상대적으로 낮은 이동속도를 가지고, 지정된 항로를 따라 이동하기 때문에 그 분포가 균일하지 않다는 특징이 있다. 따라서, 본 연구에서는 이러한 해상에서의 Ad-hoc Network 를 Nautical Ad-hoc Network (NANET) 라 칭하고, NANET 모델을 위한 기본적인 운용 시나리오를 설정한 후, 각 시나리오 별 Multiple Access 방식과 Duplex 방식에 대해 분석하고, 향후 필요한 후속 연구 주제들에 대해 정리한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II 장에서는 해상 통신을 위한 요구사항 분석 및 NANET 모델의 시나리오를 설정한다. III 장에서는 II 장에서 설정한 NANET 모델의 Mesh 및 Ad-hoc 네트워크 구성 시 Multiple Access 및 Duplex 방식에 대해 분석하고, IV 장에서 앞으로의 주요 연구 주제를 살펴본 후, V 장에서 결론을 내린다.

II. 해상 무선 통신을 위한 요구사항 분석 및 시나리오 설정

2-1 해상 무선 통신을 위한 요구사항 분석

해상 무선 통신은 선박의 안전을 위한 인식, 추적, 감시 기능이 가장 중요하고, 선박간의 정보 전송, e-mail, Short Message Service (SMS) 등의 전송 서비스를 필요로 한다. 해상에서 선박들의 분포 밀도를 대략적으로 살펴보면, 대부분 선박들의 30km 이내에 다른 선박들이 존재하며, 최소한 50km 이내에는 반드시 1 대 이상의 선박이 존재한다. 이러한 서비스와 선박들의 분포 밀도에 따른 시스템 요구사항을 표 1에 정리한다. VHF 대역 모뎀의 경우 30km 의 전송범위와 9.6~14.4kbps 의 전송속도가 요구된다. 30km 전송거리 내에 다른 선박이 존재하면 Multi-hop 을 통한 Mesh 혹은 Ad-hoc 네트워크를 구성하게 되고, 만약 30km 내에 다른 선박이 존재하지 않을 경우에는 네트워크의 구성이 불가능하기 때문에 MF/HF 대역의 모뎀을 이용하는 Dual-mode Operation 을 수행한다. MF/HF 대역 모뎀의 경우 지상의 기지국과 1-hop 으

로 연결되어야 하기 때문에 40,000km의 전송거리와 9.6kbps의 전송속도가 요구된다.

표 1. 해상 무선 통신을 위한 요구사항
Table. 1 Requirement for the maritime communication

요구사항	Dual-mode Operation	
	MF/HF	VHF
전송거리	40,000km	30km
전송속도	9.6kbps	14.4kbps
Hop	1-hop	Multi-hop
Mesh	X	O
Ad-hoc	X	O

2-2 해상 무선 통신을 위한 시나리오 설정

선박용 Ad-hoc 네트워크를 구성하기 위하여 본 연구에서는 항만, 연안, 그리고 대양의 3 가지 상황을 고려하여 시나리오를 작성한다. 육상과 가까운 항만의 경우, 기존의 RAS (Radio Access Station) 를 해안 가까이 설치함으로써 육상과 동일한 통신망을 이용할 수 있지만, 연안과 대양의 경우 RAS의 Coverage 밖에 위치하기 때문에 추가적인 네트워크의 구성이 필요하다. 따라서 RAS의 설치만으로 기존의 통신망을 사용할 수 있는 항만의 경우는 생략하고, 연안과 대양의 경우만을 고려하여 각각의 망 구조를 살펴본다.

A. 연안에서의 NANET 망 구조

연안에서는 RAS의 Coverage 밖에 위치한 선박의 경우, 다른 선박과의 Multi-hop을 통해 Mesh 네트워크 구성이 가능하다. 그림 1은 연안에서의 해상 무선 통신을 위한 네트워크의 망구조를 나타낸다. 그림에 표시된 실선의 링크는 육상에서 사용하는 UHF 대역을 나타내며, 점선의 링크는 해상 무선 통신을 위한 VHF 대역을 나타낸다. RAS의 Coverage 내에 있는 경우에는 UHF 대역에서 1-hop에 의해 기존 육상 네트워크의 사용이 가능하지만, RAS의 Coverage를 벗어난 경우에는 Buoy Access Point (Buoy AP) 혹은 다른 선박을 통한 Multi-hop으로 RAS와 연결되는 Mesh 네트워크를 구성함으로써 통신을 하게 된다.

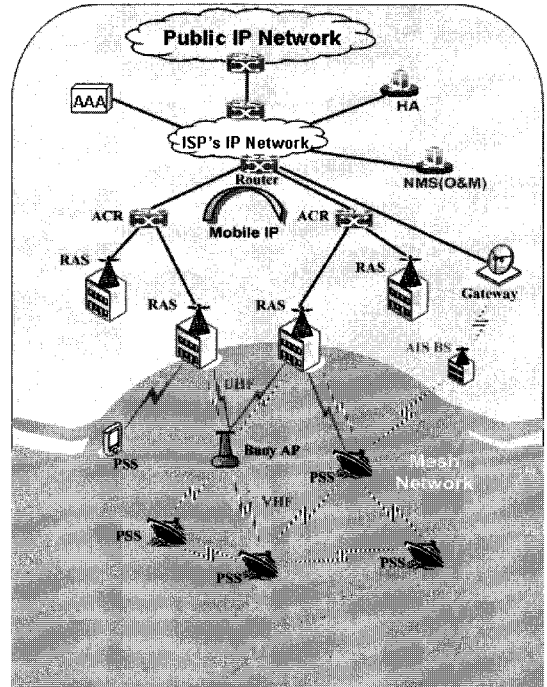


그림 1. 연안에서의 해상 무선 통신 망 구조
Fig. 1 Proposed maritime wireless communication architecture in shore case

VHF 대역의 Mesh 네트워크를 구성하기 위한 Baseline System 으로는 장거리 고속 무선 이동 통신이 가능한 M-WiMAX, 3GPP LTE 등이 있다. 이러한 장거리 고속 무선 이동 통신이 가능한 4 가지 시스템의 특성을 표 2에 정리하였다. 4 가지 시스템 모두 제안하는 NANET을 위한 요구사항을 충족하지만, 802.16m, LTE-Advanced의 경우 아직 표준화가 진행 단계에 있고, LTE의 경우 최근에 표준화가 완료 되었으나 아직까지 상용화하기에는 관련 개발이 충분치 않다. 따라서, 본 연구에서는 많은 연구를 통해 이미 검증되어 상용화 중인 M-WiMAX를 Baseline System으로 설정하였고[7], 향후 3GPP LTE 혹은 LTE-Advanced로의 진화를 고려한다.

표 2. VHF 대역의 Mesh 네트워크를 위한 Baseline 시스템

Table. 2 Baseline systems for the mesh network in the VHF band

SYSTEM	WiMAX	LTE	IEEE 802.16m	LTE-Advanced
Standards	2005	2005	Ongoing	Ongoing
Spectrum	<11 GHz	850-900, 1800 MHz, 1.9, 2.2, 5 and 1.7-2.1 GHz	6 GHz	450-470, 698-902 and 790-960 MHz, 2.3-2.4, 3.4-4.2 and 4.4-4.99 GHz
Operating Bandwidth	10 MHz	1.4 - 20 MHz	5-30 MHz	Up to 100 MHz
Multiple Access	OFDMA	UL: SC-FDMA DL: OFDMA		
Duplexing Schemes	FDD-TDD	FDD-TDD	FDD-HFDD-TDD	FDD-TDD
Operation Mode	PMP, MESH	PMP		
Coverage	Up to 50 km	Optimum < 5km Effective 5-30 km Limited up to 100km	Optimum < 5km Effective 5-30 km Limited up to 100km	Optimum < 5km Effective 5-30 km Limited up to 100km
Mobility	Up to 120 km/h	0-15km/h, 15-120km/h, 120-350km/h	0-15km/h, 15-120km/h, 120-350km/h	Up to 350 km/h (500 km/h ²)
Peak Data Rate	10 MHz BW 70 Mbps	20 MHz BW UL: 50 Mbps DL: 100 Mbps	DL: > 4.5 Gbps/Hz UL: > 2.8 Gbps/Hz	DL: 1 Gbps UL: 500 Mbps
Modulation	QPSK, 16QAM, 64QAM	QPSK, 16QAM, 64QAM		

B. 대양에서의 NANET 망 구조

연안에서는 Multi-hop 을 통해 RAS 와 Mesh 네트워크를 구성하는 것이 가능하지만, 대양에서는 이러한 Mesh 네트워크의 구성이 불가능하다. 따라서 대양에서의 네트워크는 기지국이 존재하지 않는 노드들 간의 Ad-hoc 네트워크, 즉 NANET을 구성해야 한다. 그림 2 는 대양에서의 해상 무선 통신을 위한 망구조를 나타낸다. 그림에 표시된 실선, 점선, 흰색선의 링크는 각각 UHF 대역, VHF 대역, MF/HF 대역을 나타낸다. 연안에서의 Mesh 네트워크와는 달리 Multi-hop을 통한 RAS 와의 연결이 존재하지 않는 것을 볼 수 있다. 각각의 선박은 VHF 대역에서 M-WiMAX 를 Baseline System 으로 하는 Ad-hoc 네트워크를 구성하게 되는데, 이로 인해 선박 간 필요한 정보를 주고받을 수 있다. 이러한 VHF 모뎀의 전송거리인 30km 안에 네트워크를 구성할 다른 선박이 존재하지 않는 경우에는, 기존의 MF/HF 모뎀을 사용하여 통신을 한다. MF/HF 대역의 경우 전송거리가 4,000km 에서 최대 40,000km까지 지원되기 때문에 육상의 MF/HF 시스템 기지국과 1-hop 으로 통신이 가능하다.

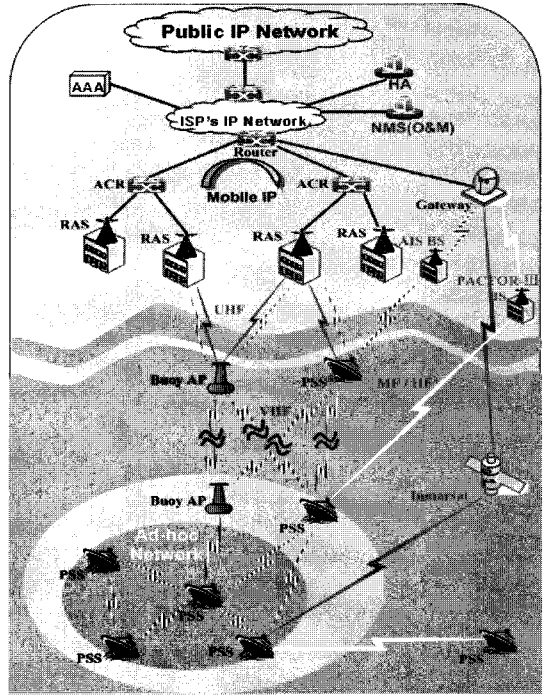


그림 2. 대양에서의 해상 무선 통신 망 구조
Fig. 2 Proposed maritime wireless communication architecture in ocean case

III. 해상 무선 통신을 위한 Multiple Access 방식과 Duplex 방식

3-1. Mesh 네트워크의 Multiple Access 및 Duplex 방식

Mesh 네트워크는 Multi-hop 을 통해 RAS 와의 링크를 가진다는 것이 Ad-hoc 네트워크와의 가장 큰 차이점이다. Mesh 의 경우 RAS 가 네트워크 안에 존재하기 때문에 Centralized Scheduling 이 가능하고 이로 인해 TDMA, FDMA, CDMA 와 같은 Contention-free Multiple Access 방식을 사용할 수 있다.

A. Mesh 네트워크의 Multiple Access 방식

본 연구에서는 PHY 의 기반기술로써 M-WiMAX 를 설정하여 OFDM 방식을 사용하기 때문에, Multiple Access 방식을 설정하기 위해 TDMA 와 FDMA 방식의

특징을 분석한다. 우선 TDMA의 Scheduling 방식은 CQI feedback을 필요로 하지 않는 Round Robin 방식을 사용함으로써 매우 간단하게 구현할 수 있다. TDMA의 경우 네트워크를 구성하는 선박의 수가 많아지고 hop의 수가 증가함에 따라, FDMA에서 요구되는 추가적인 Signaling이 필요하지 않기 때문에, Mesh 네트워크를 구성하기에 효율적인 방식이다. FDMA의 경우 Band AMC 기술을 이용하여 Multi-user Diversity를 얻을 수 있는 장점을 가지지만, Band AMC 기술을 사용하기 위해서는 모든 링크의 CQI feedback이 필요하고, 이러한 feedback 정보들은 선박의 수가 증가하고 hop의 수가 증가함에 따라 비례하여 증가하게 된다. Multi-hop을 지원하게 되면 과도한 feedback으로 인해 대역폭의 overhead가 급증하게 되어 전송효율이 크게 감소한다. Multi-hop으로 인한 Latency가 채널의 coherence time보다 커지게 되면 CQI의 오류로 인해 Band AMC의 효율 또한 급격히 감소하게 된다. 따라서, Mesh 네트워크를 위한 Multiple Access 방식으로는 Multi-hop의 경우에도 큰 성능의 열화를 갖지 않는 TDMA 방식으로 설정한다.

B. Mesh 네트워크의 Duplex 방식

다음으로 Mesh 네트워크의 Duplex 방식에 대해 알아본다. 표 3에서 FDD와 TDD의 특성을 비교 분석한다.

FDD의 경우 전송 효율이 좋고 상향링크와 하향링크의 전송이 동시에 이루어지는 Full Duplexing이 가능하지만, TDD에 비해 2배의 대역폭을 필요로 한다는 단점이 있다. TDD의 경우 FDD에 비해 전송 효율은 떨어지지만 상대적으로 적은 대역폭만으로 전송이 가능하고, 상/하향링크의 하드웨어를 공유함으로써 복잡도를 낮출 수 있다.

표 3. FDD와 TDD의 비교 분석
Table. 3 Comparison between FDD and TDD

Duplexing	FDD	TDD
Spectrum	2 separate bands (guard band) Larger spectrum required	Single band (guard time) Smaller spectrum required
Duplex	Full duplex	Half duplex
Frequency Reuse Factor	1 (possible)	Frequency planning required
Transmission Efficiency	High	Low
Flexibility	Low (by fixed frequency band)	High (dynamic allocation, instantaneous peak rate)
Complexity / Cost	High (Rx filter, etc.)	Low
Coverage	Macro/micro inside area Support high-speed mobility	Micro/pico Difficult to support high-speed mobility
UL Synchronization	Difficult	Easy Technique required to distinguish UL/DL signals
Etc.	Low latency	Reciprocal UL/DL channels SA, CA can be easily applied

해상 무선 통신을 위한 VHF 대역의 경우 FDD를 적용할 수 있을 만큼의 많은 주파수가 할당 받지 못할 것으로 예상된다. 또한, Mesh의 토폴로지가 그림 3의 (a)와 같은 Tree형 구조일 경우는 상향링크와 하향링크의 구별이 가능하지만, 그림 3의 (b)와 같은 일반적인 토폴로지의 경우 점선으로 표시된 부분과 같이 상향링크와 하향링크의 구분이 명확하지 않은 연결이 존재하기 때문에, FDD 방식을 사용하는데 무리가 있다. 따라서, 앞에서 설정한 TDMA 방식과 같이 각 전송 별 time slot을 할당함으로써 송신과 수신을 구별하는 TDD 방식을 적용하여, Mesh 네트워크의 Multiple Access / Duplex 방식은 TDMA/TDD 방식으로 결정한다.

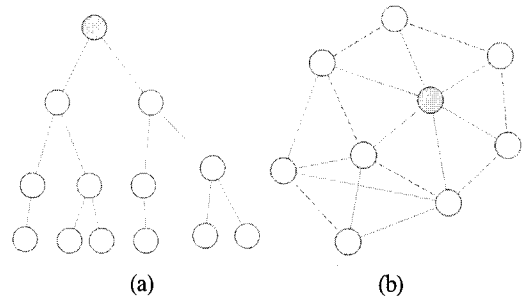


그림 3. Mesh 네트워크의 토폴로지 구조:
(a) Tree 구조, (b) Mesh 구조

Fig. 3 Topology structure of mesh network:
(a) Tree structure, (b) Mesh structure

3-1. Ad-hoc 네트워크의 Multiple Access 방식

Ad-hoc의 경우는 네트워크 내에 RAS가 존재하지 않기 때문에, 상향링크와 하향링크의 구분이 없고, 따라서 Duplex의 개념이 불필요하므로 Multiple Access 방식을 결정하도록 한다.

각 노드들의 링크를 Scheduling할 RAS가 존재하지 않기 때문에 Centralized Scheduling이 힘들고 이로 인해 ALOHA, Slotted ALOHA, CSMA/CA와 같은 Contention-based Multiple Access 방식이 주로 사용되며, Contention-free Multiple Access 방식으로는 토폴로지의 변화에 따라 클러스터를 설정하고 각각의 클러스터 별로 제어 노드를 선택하여 제어 노드에 의해 Centralized Scheduling을 하는 TDMA 방식을 사용하는 경우도 존재한다. Contention-based 방식들의 Throughput 비교를 그림 4에 나타낸다. CSMA 앞에 있는 x-persistent는

Collision 발생 시 x 의 확률로 재전송을 실시함을 의미하며, 여기서는 0.01-persistent CSMA 방식이 가장 좋은 효율의 throughput 을 갖는 것을 확인할 수 있다.

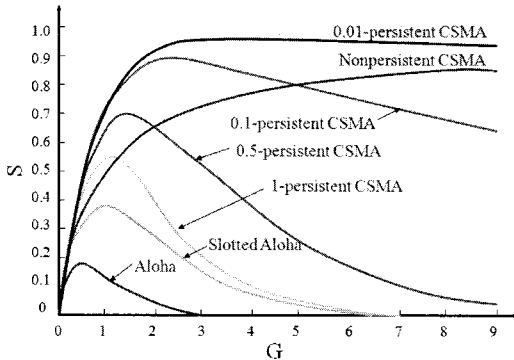


그림 4. Contention-based Multiple Access 방식의 Throughput
Fig. 4 Throughputs of several contention-based multiple access

따라서, Contention-based 방식 중 가장 효율이 좋은 0.01-persistent CSMA/CA [8]와 Contention-free 방식인 클러스터 TDMA 방식에 대해 살펴보면, CSMA/CA 방식은 주위의 다른 선박들이 주파수 자원을 사용하고 있는지의 여부를 감지하여 전송을 함으로써 확장성이 좋고 Scheduling 방식이 간단하다는 장점을 가지고 있지만 Hidden Problem, Exposed Problem 등의 문제로 인해 무선 자원이 낭비되고, Collision 발생 시 재전송을 해야 하는 단점을 가지고 있다. 반면에, 클러스터 별 제어 노드를 설정하여 TDMA를 사용하는 방식은 주로 Sensor Network 에서 사용되는 방식으로[9], 선택된 제어 노드가 Centralized Scheduling을 함으로써 CSMA/CA와 같은 Contention-based Multiple Access 방식보다 무선 자원 사용 시 높은 효율을 갖게 된다. 이러한 클러스터 TDMA 방식은 이동속도가 낮은 노드들로 구성된 토폴로지의 변화가 적은 환경에서 주로 사용되는데, 해상 선박들의 경우 높은 이동속도를 가지고 있고 토폴로지의 변화가 빈번히 일어나기 때문에 클러스터 내의 제어 노드를 계속적으로 변경해야 하고, 이로 인해 Signaling 의 Overhead 가 발생하게 된다. 따라서 빈번한 토폴로지의 변경이 발생하는 해상 환경에서는 용이한 확장성을 가진 CSMA/CA를 Multiple Access 방식으로 설정한다.

IV. NANET 을 위한 주요 연구 주제

본 논문은 해상 무선 통신 환경에서 NANET 을 구축하기 위한 선행연구로써, 향후 본 논문에서 제시한 시나리오를 바탕으로 한 후속 연구의 진행을 필요로 한다. 해양에서의 선박 간 밀도, 이동 경로 및 속도 조사를 통한 토폴로지, 해상 Channel 측정 등의 기본적인 분석을 우선적으로 수행해야 한다. 이러한 해상 환경의 선행연구와 함께, 그림 5로 정리한 각 계층 별 통신시스템 구축을 위한 후속 연구가 진행 되어야 한다.

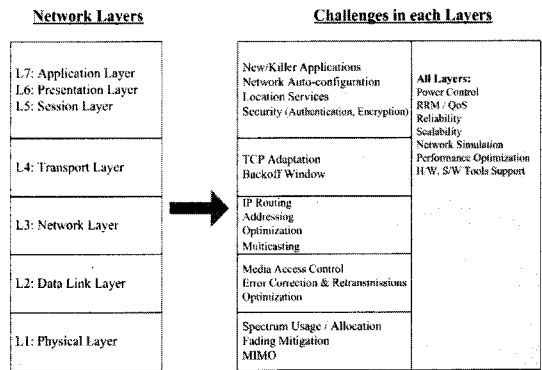


그림 5. NANET 을 위한 각 계층 별 주요 연구 주제
Fig. 5 Rearch topics for NANET

PHY 계층의 경우 전송거리와 전송속도를 향상시키기 위한 MIMO, Beamforming 과 같은 Multiple Antenna 기술 및 Relay 기술이 필요하다. 하지만, 해상 무선통신 채널은 rich scattered channel 의 형성이 이루어지지 않기 때문에, spatial multiplexing 과 같은 MIMO 기술은 효과적이지 않고, EGC, MRC 등의 combining 기술이 더욱 효과적이다. MAC 계층의 경우 Time Slot 의 낭비와 Collision 이 일어날 확률을 줄여, 주어진 자원을 효율적으로 사용하기 위한 MAC 프로토콜 연구, 그 외의 상위 계층에서는 Latency 를 줄이기 위한 Routing 방식, Ad-hoc 네트워크에서의 취약한 보안 문제, QoS 최적화 방식 등에 대한 연구가 이루어져야 할 것이다.

V. 결 론

해상에서의 무선통신을 위한 주파수 대역은 MF/HF, VHF 대역으로 제한되어 있다. VHF 대역의 경우 2007년 이전까지는 VHF 대역에서 관련 국제 전파 규칙이 정해지지 않아 AIS 를 제외한 디지털 통신이 가능한 장치가 존재하지 않았다. 2007년에 개최된 World Radiocommunication Conference (WRC) 에서야 VHF 대역에서 디지털 통신이 가능하도록 하는 전파 규칙이 개정되었고, 관련 디지털 통신 방식에 대한 국제 표준이 아직까지 마련되지 않아 국제 표준을 선점하기 위한 많은 연구가 진행 중이다[10]. 본 논문에서는 이러한 VHF 대역에서 Mesh 및 Ad-hoc 네트워크를 통해 저비용의 통신 시스템을 구축하기 위한 NANET 시스템의 기본적인 시나리오를 설정하고, Multiple Access 및 Duplex 방식을 분석한 후, 추후 필요한 후속 연구에 대해 정리하여 해상 무선 통신을 위한 Guide Line 을 제시하였다.

감사의 글

본 연구는 국토해양부 “해양 RF 기반 선박용 Ad-hoc 네트워크 개발” 사업의 연구결과로 관계부처의 지원에 감사 드립니다.

참고문헌

[1] Shankar Pathmasuntharam, J., Peng-Yong Kong, Ming-Tuo Zhou, Yu Ge, Haiguang Wang, Chee-Wei Ang, Wen Su, and Harada, H., “TRITON: High speed maritime mesh networks,” in *Proc. IEEE PIMRC*, Sept. 2008.

[2] Friderikos, V., Papadaki, K., Dohler, M., Gkelias, A., and Agvhami, H., “Linked Waters,” *IEE Communication Engineer*, vol. 3, pp. 24-27, Apr./May 2005.

[3] S.J. Chang, “Development and analysis of AIS applications as an efficient tool for vessel traffic service,” in *Proc. Oceans*, Nov. 2004, pp. 2249-2253.

[4] Abd Rahim Mat Sidek and Ahmad Zuri Sha’ameri, “Evaluation of Modulation Coding Schemes for Adaptive HF Data Communication System,” in *Proc. IEEE NCTT*, Aug. 2008, pp. 267-272.

[5] W.W. Wu, EF Miller, WL Pritchard, RL Pickholtz, “Mobile Satellite Communications,” *Proceedings of the IEEE*, VOL. 82, NO. 9, September 1994.

[6] Fan Li and Yu Wang, “Routing in vehicular ad hoc networks: A survey,” *IEEE Veh. Tech. Mag.*, vol. 2, issue 2, pp. 12-22, June 2007.

[7] 윤철식, 차재선, “WiBro/Mobile-WiMAX 표준 개요,” *한국정보과학회지*, 제 25권 제 4호, pp. 5-14, 2007.04.

[8] Kaynia M., Oien G.E., Jindal N., and Gesbert, D., “Comparative performance evaluation of MAC protocols in ad hoc networks with bandwidth partitioning,” in *Proc. IEEE PIMRC*, Sept. 2008.

[9] W.B. Heinzelman, A.P. Chandrakasan, and H. Balakrishnam, “An Application-Specific Protocol Architecture for Wireless Microsensor Networks,” *IEEE Trans. on WirelessComm.*, vol.1, no.4, pp.660-670, Oct. 2002.

[10] 위규진, 류충상, 송중호, 송주연, 엄진우, 임은택, “WRC-07 주요 결과 고찰 및 국내 대응 2부,” *한국통신학회지*, 제 25권 제 2호, pp. 73-82, 2008.02.

저자소개



김영범 (YoungBum Kim)

2008년 인하대학교 전자공학과 (공학사)

2008년~현재 인하대학교 정보통신 대학원 석사과정

※관심분야: 4세대 이동통신 시스템, WiMAX 및 3GPP LTE 동기화 기술, Ad-hoc Network



장경희 (KyungHi Chang)

1985년 연세대학교 전자공학과 (공학사)
1987년 연세대학교 전자공학과 (공학석사)

1992년 Texas A & M Univ., EE Dept. (Ph.D.)
1989년~1990년 삼성종합기술원 주임연구원
1992년~2003년 한국전자통신연구원 이동통신연구소 무선전송방식연구팀장 (책임연구원)
2003년~현재 인하대학교 정보통신대학원 교수
※ 관심분야: 4세대 이동통신 및 3GPP LTE 무선 전송 방식, WMAN 및 DMB 시스템 무선전송기술, Cognitive Radio, Cross-layer Design, Cooperative Relaying System, RFID / USN Systems



임용곤 (Yong-Kon Lim)

1979년 충남대학교 전기공학과 (공학사)
1984년 충남대학교 전력전자공학과 (공학석사)

1994년 아주대학교 전자공학과 (공학박사)
1980년~현재 한국해양연구원 해양시스템기술연구본부 책임연구원/소장
2004년~현재 과학기술연합대학원대학교 해양정보통신공학과 정교수/점임교수
※ 관심분야: 수중통신 및 네트워크, 해양통신, 선박 IT-융합 시스템, 해운 물류 등



윤창호 (Changho Yun)

1999년 창원대학교 전자공학과 (공학사)
2004년 광주과학기술원 정보통신공학과 (공학석사)

2007년 광주과학기술원 정보통신공학과 (공학박사)
2008년~현재 한국해양연구원 해양시스템기술연구본부 선임연구원
※ 관심분야: broadband convergence network (BcN), next generation network (NGN), IP multimedia subsystem (IMS), underwater acoustic network (UANet)



박종원 (Jong-Won Park)

1995년 아주대학교 전자공학과 (공학사)
1997년 아주대학교 전자공학과 (공학석사)

2006년 아주대학교 전자공학과 (공학박사)
1997년~현재 한국해양연구원 해양시스템기술연구본부 선임연구원
2006년~현재 과학기술연합대학원대학교 해양정보통신공학과 조교수
※ 관심분야: 수중통신, 수중통신 네트워크, 해양통신, 선박 IT-융합 시스템, 함정 자동화 체계 등