

효율적인 항만물류 비즈니스를 위한 해상용 네트워크 적용방안 연구

박수민*, 김민식*, 안경림*, 윤창호**

*케이엘넷 연구소

**한국해양연구원

e-mail: smpark@klnet.ac.kr

A Study on the Application of Sea Network for an Efficient Maritime Logistics Business

Soo-Min Park*, Min-Sik Kim*, Kyeong-Rim Ahn*, Chang-ho Yoon**

*KL-Net Lab

**Korea Ocean Research & Development Institute

요 약

전 세계적인 국제교류 활성화와 물동량 증가로 인하여 선박으로 부터의 정보를 직접 또는 실시간으로 획득을 요구하고 있다. 그러나 현재 선박에서의 통신은 고비용 저효율의 네트워크만을 이용함으로써, 즉 기존 선박과 육지의 기지국 간 통신 방법은 통신 거리 및 속도, 비용적인 측면에서 한계를 보이고 있고, 먼 거리 해상에서는 위성을 이용하여 고비용의 통신비용이 발생하고 있다. 이에 따라 본 논문에서는 ad-hoc 네트워크를 해상운송에 적합한 해상용 ad-hoc 네트워크 기술을 소개하고, 이 기술을 활용한 서비스를 제안한다. 이를 통해 저비용의 해상데이터 통신망과 위성 통신망의 연계를 통해 실시간 정보 활용이 가능하며, 화물관리 및 운용에 필요한 물류비용을 감소시키고, 물류생산성 향상을 도모할 수 있다.

1. 서론

국제교류가 활발해지고 세계 교역량이 증가함에 따라, 운항하는 선박과 선박에 선적된 화물에 대한 인식, 추적, 감시 등에 대한 업무 필요성이 점차 증가하고 있다[1]. 항만 물류 활동으로 인해 발생하는 정보의 효율성과 신뢰성 향상을 위해, 전송해야 할 정보의 종류와 양이 점차 증가되고 있는 추세이다. 현재 해상 네트워크에서 이용되고 있는 HF(High Frequency), MF(Medium Frequency), VHF(Very High Frequency) 대역 통신 등이 이용되고 있으나, 해운물류에 대한 실시간 원격관리를 위해 이용되기에는 통신 거리 및 속도 측면에서 한계를 가지고 있다. 인터넷 서비스, 화물상태 및 정보교환으로 인한 물류비용이 점차 증가하고 있기 때문에 저 비용의 대체 해상 데이터 통신망에 대한 필요성이 대두되고 있다.

이를 위해 국토해양부에서는 한국해양연구원을 중심으로 'U-기반 해운물류 체계 구축을 위한 기반기술연구' 과제를 추진하고 있다. 본 과제를 통해 단절 없이 투명하고 효율적인 해운물류 서비스를 제공하기 위해 유비쿼터스 기술을 기반으로 하는 해양 RF 기반의 선박 간 Ad-hoc 기술, 해양 Active P-RFID 기술 및 해운물류 안전보안

시스템 개발 및 테스트베드 구축을 통한 실증시험 연구를 목표로 연구하고 있다[2].

이에 본 논문에서는 연구결과를 기반으로 ad-hoc 네트워크 기술을 해상운송분야에 적용하는 해상용 ad-hoc 네트워크 활용 방안을 설명하고자 한다. 해상용 ad-hoc 네트워크 기술은 효율적인 해운물류 서비스 제공을 위해 연구되고 있는 기술로써, 선박 간 네트워크를 자율적으로 구성하고 화물 적재 정보 등의 물류 데이터를 중계 노드 역할을 하게 할 운항 중인 선박들에게 전달하여 육상 기지국으로 전송할 수 있는 기술이다. 본 기술을 활용하면, 저비용의 실시간 물류정보 서비스를 위한 기반 기술이 마련될 수 있을 것으로 예상된다. 본 논문에서는 또한 해상용 ad-hoc 네트워크 기술을 활용한 새로운 해상 서비스를 소개한다.

본 논문의 구성을 살펴보면 다음과 같다. 먼저 2절에서는 관련기술인 ad-hoc 네트워크와 현재 해상 네트워크 현황을 살펴보고, 3절에서는 해상용 ad-hoc 네트워크가 무엇인지 설명한다. 그리고 4절에서는 해상용 ad-hoc 네트워크 기술을 응용할 수 있는 서비스를 설명하고, 마지막 5절에서는 결론 및 향후 연구 방향에 대하여 설명하도록 한다.

2. 관련연구 및 현황

2.1 Ad-hoc 네트워크

Ad-hoc 네트워크란 주로 무선 네트워크에서 사용되는 기술로써, 중앙 집중화된 관리가 지원되지 않는 환경에서, 무선으로 통신이 가능한 노드들끼리 서로 통신이 가능한 네트워크이다. 즉 기존의 통신 인프라가 설치되어 있지 않는 환경에서 각 무선노드들 스스로 자율적인 통신 네트워크를 형성할 수 있는 기술이다. 각 무선 노드들 간의 통신을 통해서 네트워크 토폴로지를 구성하기 때문에 무선 네트워크 통신이 가지는 거리상의 한계에 대한 극복이 가능하며, 또한 고정된 라우터를 사용하는 정적인 방식과 비교하여 노드의 이동이 자유롭기 때문에 네트워크 토폴로지가 동적으로 변하는 특징을 가지게 된다[3],[4].

Ad-hoc 네트워크는 기존의 인프라가 필요하지 않은 특성으로 인하여, 임시 구성용 네트워크 혹은 지진, 태풍, 테러 등과 같은 재해/재난 지역에 적용이 가능하도록 개발되어 왔으며, 특히 분쟁 혹은 전쟁지역과 같은 기반 시설을 구축하기 힘든 환경인 군사용 망에 중점을 두어 연구 개발되어 왔다[5].

2.2 해상용 네트워크 기술 현황

현재 해상에 있는 선박에서 이루어지는 무선통신 관련 기술은 주로 전송거리가 긴 MF/HF 대역의 모델과 VHF 대역을 사용하는 기술 등으로 이루어져있다. MF/HF 대역 및 VHF 대역은 각기 기존 해상 통신 서비스 및 AIS 선박식별 서비스 등으로 이용되고 있지만 각 주파수 대역이 가지고 있는 한계로 인하여 사용이 제한적이다.

일례로, 항만에서 MF/HF 대역을 사용할 경우 RAS(Radio Access Station)을 해안에 설치함으로써, 기존의 육상에 구성된 통신 시스템을 이용하는 것이 가능하지만, RAS 커버리지를 벗어나는 연안과 대양의 경우에는 RAS를 통해 직접적인 네트워크를 구성하는 것이 불가능해진다[6].

위성통신의 경우에는 통신구간의 거리나 지형과는 무관하게 전송품질이 우수하여, 장거리 통신에 적합하며, 동일한 정보를 넓은 범위로 제공할 수 있지만, 다른 통신수단과 비교 시 높은 통신비용과 기후 현상에 따른 신호감쇄 및 전송 지연 문제 등의 단점을 가지고 있다[7]. <표 1>은 현재 사용되고 있는 해양 무선통신 관련 기술 및 특징을 나타낸다.

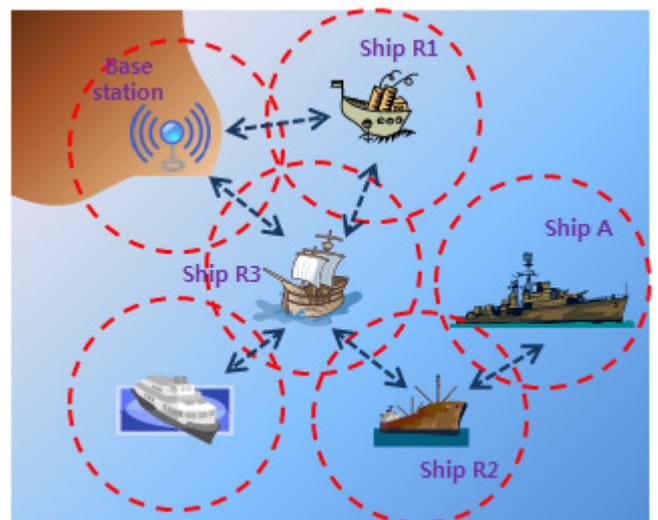
<표 1> 해양무선 네트워크 기술

무선통신 기술	특징
MF/HF 대역 기술	<ul style="list-style-type: none"> ● PACTOR-3 모델이 널리 사용되고 있음 ● 1-hop 단위로 지상의 기지국과 연결 가능 ● 다른 국가의 기지국을 이용하는 Winlink 서비스 지원 가능 ● 현재에는 음성통신, 단문 서비스, 팩스 서비스만 제공
VHF 대역 기술	<ul style="list-style-type: none"> ● 현재 안전과 관련된 디지털 데이터만 전송 중
위성통신 기술	<ul style="list-style-type: none"> ● 거리의 제한 없음 ● 높은 통신요금 대비 저속의 전송속도

앞서 언급된 연구과제에서 현재 사용되고 있는 해상 무선네트워크의 한계를 극복하기 위하여 해상용 ad-hoc 네트워크 기술 및 멀티대역 모델 등의 관련 연구가 활발히 진행되고 있다. 육상 운송 분야에서 활발하게 산업화와 표준화되고 있는 Ad-hoc 네트워크 기술을 해양 VHF 대역 통신에 접목한다면 더욱 다양한 통신 서비스 제공이 가능해 질 것이다.

3. 해상용 ad-hoc 네트워크

ad-hoc 네트워크는 앞서 살펴보았듯이 무선노드들이 중앙통제기구를 거치지 않고 스스로 네트워크를 구성하여 통신을 수행하는 네트워크이다. 해상용 ad-hoc 네트워크는 (그림 1)과 같이 해상 VHF 대역 주파수를 이용하여 ad-hoc 네트워크 기술을 해상에서 운항중인 선박들에게 그대로 적용한 네트워크이다[1],[2].



(그림 1) 해상용 ad-hoc 네트워크의 정의

즉, 해상에서 운항 중인 선박들이 무선 노드가 되어 자율적으로 네트워크를 형성하고 물류의 위치, 상태 정보 등의 물류 데이터를 전달 선박 (Relaying ship)들을 통한 다중 홉을 거쳐 육상 기지국 (Base station)으로 전송하는 것이다. (그림 1)의 예제에서 보듯, 선박 A가 운항 중 자신의 물류 데이터를 육상 기지국 (Base station)으로 전송하고자 하는 경우, Ship A는 전달 선박 R2에게 물류 데이터를 전송하고, 선박 R2는 선박 R3을 통해 육상 기지국으로 선박 A의 물류 데이터를 최종적으로 전달하게 된다.

해상용 ad-hoc 네트워크에서 육상 기지국은 육상의 인터넷 백본 (Internet Backbone) 네트워크와 연결되어 있어, 안정적인 통신이 가능하다. 따라서 육상 기지국은 각 선박들로부터 전송되는 물류 데이터를 저장하여 육상의 선사나 선주, 선적한 회사에게 물류 정보 서비스를 실시간으로 제공해주는 역할을 할 수 있다.



(그림 2) 해상용 ad-hoc 네트워크의 멀티통신

또한, 각 선박은 선적된 컨테이너로부터 물류 데이터를 선내 네트워크를 이용하여 수집하고 저장하여 육상 기지국으로 전송한다. (그림 2)의 선박 A와 같이 주변에 다수의 선박들이 위치하고 있다면 (그림 2)와 같이 각 선박을 중간 노드로 이용하여 ad-hoc 네트워크를 통해서 육상의 기지국까지 데이터를 전송할 수 있게 된다.

만약 (그림 2)의 선박 B의 경우와 같이 선박이 운항 중에 주변 선박들이 존재하지 않을 때에는 ad-hoc 네트워크를 이용하여 물류 데이터를 전송할 수 없게 된다. 이런 경우 선박은 물류 데이터양에 따라 위성 통신이나 MF/ HF 통신을 선택하여 물류 데이터를 끊임없이 전송할 수 있다. 각 통신 대역별 해상 통신 환경, 전송하고자 하는 물류 데

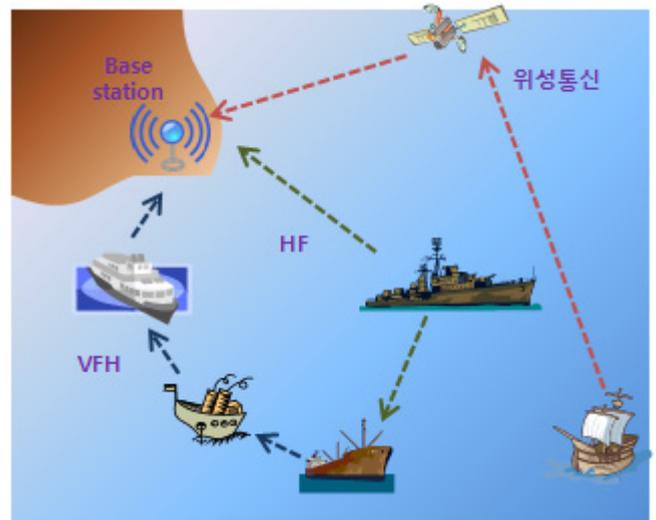
이터 용량, 현재 운항중인 선박의 위치, 주변에 운항중인 전달 선박의 수 등 다양한 네트워크 환경 변수를 고려하여 현재 사용할 수 있는 가장 최적화 된 통신 모드를 결정하여 이용할 수 있다.

4. 해상용 ad-hoc 네트워크 응용서비스

4.1 실시간 해상물류 정보 서비스

실시간 해상물류 정보서비스는 선박 물류 정보에 대한 실시간 원격 제어 및 감시를 통해 선적된 위험 적하물이나 컨테이너에 발생할 수 있는 사고를 미연에 방지하는 해상 서비스이다. 만약 물류에 사고가 발생했다라도, 해상용 ad-hoc 네트워크를 통한 신속한 조치가 가능할 수 있다.

항구에서는 수많은 컨테이너들이 보관되어 있다. 항구에서부터 e-Seal과 같은 RFID 기술을 이용하여 출항 전 각 컨테이너에 상태 및 위치를 원격으로 감시할 수 있는 태그(tag)나 센서를 부착한다. 특정 컨테이너의 특정 물류에 대한 정보가 태그나 센서에서 측정되어 Ubiquitous wireless sensor network(UWSN)와 같은 무선 통신 기술을 이용하여 관계 센터에 전달된다. 컨테이너를 선적한 선박이 출항을 하면, 육상 기지국은 물류의 위치와 상태에 대한 정보를 선박에 있는 UWSN 또는 해상용 ad-hoc 네트워크를 통해 실시간으로 추적할 수 있다.



(그림 3) 실시간 해상물류 정보 서비스

실시간 물류 메시지는 선박 이름, 컨테이너 명, 물류 품목, 물류 상태 등의 정보를 포함한다. 선박이 물류 메시지를 육상 기지국으로 전달할 때는 (그림 3)과 같이, 우선적

으로 해상 VHF 채널 상태와 이웃 선박의 위치 및 육상 기지국까지 경로 설정 가능 여부를 확인한 후, 가능하다면 VHF 대역 ad-hoc 통신을 사용한다.

만약 VHF 대역 통신을 사용할 수 없는 해상 환경이라면 HF 대역 통신을 사용한다. 선박이 육상 기지국과 직접 HF 통신이 가능한 거리일 경우에는 기지국과 직접 통신이 가능하지만, 기지국과 멀리 떨어져 있는 경우 주변의 선박과 p2p 방식으로 통신이 가능하며, 이 경우 기지국까지는 VHF 대역의 ad-hoc 통신을 사용할 수 있다. 위성 통신은 VHF, HF 대역 통신이 모두 불가능할 경우 사용하거나, 비상사태가 발생했을 경우 사용하도록 한다.

4.2 선박 검사 서비스

현재 선박검사는 입항하는 선박에 대해 선별적인 검사를 시행하고 있으며, 검사대상 선정 즉시 해당 선박에 통보를 하고 검사를 실시하고 있다. 선박 검사자는 선박에 승선하여 필요한 서류를 확인하고 검사를 진행한다. 따라서 사용자는 해당 문서 담당 기관을 방문하고 관련문서를 신청 한 후 해당 종이문서를 출력하여 선박에 보관한다. 보관된 문서는 요청 시 복사하여 제출하거나 원본을 보여준다.

이와 같은 선박검사 절차를 간소화하기 위해 문서전자 보관소를 활용해 검사 전에 보관소에 보관된 전자문서를 열람 또는 다운로드하여 확인한다고 하면 문서 보관비용이나 종이 서류 관리 어려움을 해소할 수 있다.

4.3 기대 효과

해상용 ad-hoc 네트워크는 각 선박을 노드로 설정하여 사용하기 때문에 기존 해상통신의 통신거리를 크게 연장할 수 있으며, 이 범위를 벗어나는 경우에는 위성통신과의 연계가 가능하다. 이에 따라 실시간 끊임없는 물류정보 전달이 가능해지며, 필요한 물류비용 감소 및 정확한 운송계획 수립이 가능해진다.

또한, 해상용 ad-hoc 네트워크 표준 및 응용 모델을 해상용 통신 네트워크 분야에서 국제 표준으로 제안함으로써 국내 기술력을 기반으로 국제 표준을 주도할 수 있을 것이다.

5. 결론

항만 물동량은 점차 증가되고 있고 운항중인 선박과 그에 선적된 화물에 대한 추적 및 관리의 중요성이 대두되고 있다. 이를 위한 원격 해운물류 정보 시스템 및 이 시스템을 지원할 수 있는 효율적인 해상 데이터 통신 네트워크가 필요하다.

기존 통신방법의 한계를 극복하고 저비용 고효율의 해상 데이터 통신망에 대한 필요성이 증가함에 따라, 본 논문에서는 ad-hoc 네트워크 기술을 해상 운송 분야에 적용한 기술을 설명하였다. 해상용 ad-hoc 네트워크를 통해 저비용의 해상통신망과 거리 제한이 없는 위성통신망의 연계를 통해 효율적인 선박 간 통신이 가능해질 것이다. 이에 따라 실시간 화물 추적 및 화물 관리가 가능해지고, 물류비용이 절감될 것으로 예상된다.

앞으로 진행되는 연구를 통해 향후 해상용 ad-hoc 네트워크와 육상운송 정보 교환 연계를 이룰 수 있으며, 관련 국제 표준을 선도하기 위한 노력도 진행되는 만큼 향후 해상운송 네트워크에서의 국제표준을 주도해 나아갈 수 있을 것으로 예상된다.

본 논문은 국토해양부 지원의
“U-기반 해운물류 체계 구축을 위한 기반기술 연구”
(NTIS : 1615002320) 과제를 통해 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] 케이엘넷 “U-기반 해운물류 체계 구축을 위한 기반기술 연구” 위탁과제 결과보고서, 2011
- [2] 한국해양연구원 “U-기반 해운물류 체계 구축을 위한 기반기술 연구” 진도보고서, 2011
- [3] Charles E. Perkins, “Ad Hoc Networking”, Addison Wesley, 2001.
- [4] C.K. Toh, “Ad Hoc Mobile Wireless Networks: Protocols and Systems”, Prentice Hall PTR, 2002.
- [5] 김창환 “ad-hoc 네트워크 기술동향”, IT 리포트, 전자부품연구원, 2004
- [6] S. Hurley, “Planning effective cellular mobile radio networks”, IEEE Trans. of Vehicular Technology, Vol.12, 2002
- [7] 연세대학교 “선박용 MF/HF/VHF Whip 안테나 시스템의 성능평가방법 표준화” 최종보고서, 산업자원부, 2003