

## 해상 멀티대역 네트워크를 위한 수직 핸드오버 프레임워크 설계

조아라\* · 윤창호 · 박종원 · 임용곤

### Vertical Handover Framework for Maritime Multi-band Networks

A-ra Cho\* · Changho Yun · Jong-won Park · Yong-kon Lim

Ocean Engineering Research Department, KRISO, 104 Sinseong-ro, Yuseong-gu, Daejeon, 305-343, Korea

#### 요 약

해상 멀티대역 네트워크에서 가용한 해상 통신들을 통합·운용하여 다양한 멀티미디어 서비스를 단절없이 제공하기 위해 수직 핸드오버 기술은 필수적이다. IEEE 802.21에서 육상 무선 네트워크를 위한 수직핸드오버 기술을 권고하나, 해상의 VHF, HF, 위성 네트워크는 고려되지 않아 해상 멀티대역 네트워크에 적용하기 어렵다. 본 논문에서는 해상 멀티대역 네트워크에 적용할 수 있는 수직 핸드오버를 위한 논리 구조와 참조 통신모델을 제안하고, 관련 명령어를 재정의한 수직핸드오버 절차를 제안한다. 이는 해상 멀티대역 네트워크 구현 시, 수직핸드오버에 대한 참조 모델로 유용하게 적용될 수 있다. 더욱이 해상 멀티대역 네트워크를 위한 수직핸드오버 기술은 IEEE 802.21과 연계되어 육상과 해상 전체를 아우르는 이기종 무선 네트워크의 실현에 적용할 수 있다.

#### ABSTRACT

It is necessary for maritime multi-band networks, which provide ships with diverse and seamless multimedia services, to perform vertical handover. As IEEE 802.21 WG has standardized vertical handover technologies for terrestrial wireless networks that do not consider VHF, HF, satellite networks, they cannot be directly applied to maritime multi-band networks. In this paper, the vertical handover framework for use in maritime multi-band networks is proposed, which includes the logical architecture, the communication reference model, re-defined handover primitives, and the handover process. The proposed vertical handover for maritime multi-band network can be applied in the ocean alone, as well as to the heterogeneous wireless networks which embrace both terrestrial and maritime networks.

**키워드** : 해상 네트워크, 선박국, 멀티대역, 수직핸드오버, 네트워크 선택, 매체 독립 핸드오버

**Key word** : IEEE 802.21, Maritime networks, Ships, MIH, Multi-band, Network selection, Vertical handover

접수일자 : 2014. 10. 10 심사완료일자 : 2014. 11. 14 게재확정일자 : 2014. 11. 28

\* **Corresponding Author** A-ra Cho(E-mail:zoazoa@kriso.re.kr, Tel:+82-42-866-3861)

Ocean Engineering Research Department, KRISO, 104 Sinseong-ro, Yuseong-gu, Daejeon, 305-343, Korea

**Open Access** <http://dx.doi.org/10.6109/jkiice.2014.18.12.2847>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.  
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

## I. 서 론

다양한 형태의 해상통신 서비스 요구에 따라 안전, 보안과 관련된 메시지 통신 외에도 인터넷 연결 기반의 통신 서비스 (웹 브라우징, 이메일, 동영상) 수요가 증가하고 있다. 이러한 해상통신 서비스를 지원하기 위해서는 실시간 데이터 전송, 통신 신뢰성, 높은 대역폭 등이 요구되며, 단절없는 인터넷 통신이 제공되어야 한다. 위성통신은 이러한 요구사항을 만족시킬 수 있으나 사용자 입장에서 비싼 통신비가 부담이 된다. 위성에 비해 저렴한 통신비를 갖는 VHF (Very High Frequency) 와 HF (High Frequency) 네트워크는 현재 WRC (World Radio Conference) [1]에서 규정한 해상 통신 표준 주파수 대역이지만 낮은 전송속도로 통신 서비스를 지원한다. 반면에, WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) [2]는 높은 전송속도를 가지나 통신 범위가 VHF/HF 네트워크에 비해 통신 범위가 지극히 제한적이다. 이처럼 무선 통신 네트워크는 특성에 따라 주파수 대역과 전송속도, 통신 범위를 제공하게 되므로, 단일 무선 주파수 대역의 통신 시스템을 이용하여 해상 통신 서비스를 저렴한 가격으로 효율적으로 제공하는 데 어려움이 있다.

이러한 해상 통신 상황에 대응하기 위해, 가용한 여러 무선 네트워크 (WiMAX, VHF, HF, 위성)를 통합·운용하는 멀티대역 통신 시스템 [3]이 고려되고 있다. 멀티대역 통신 시스템에서는 서로 다른 네트워크들이 독립적으로 동작하며, 멀티대역 선택기를 통해 요구되는 멀티미디어 서비스에 따라 통신비용을 고려하여 가장 적합한 네트워크로 선택하여 전환한다. 이 때, 사용자의 통신이 끊기지 않고, 이종망 간 무선 네트워크를 선택하여 전환하는 기술을 수직 핸드오버 또는 핸드오프 [4, 5]라고 한다.

수직핸드오버를 위한 기술로 IEEE 802.21 [6, 7] 표준 기술이 있다. IEEE 802.21은 3GPP, 3Gpp2, IEEE 802 표준 계열 네트워크 간에 끊김없는 통신을 지원하기 위한 매체독립핸드오버 (MIH: Media Independent Handover) 프레임워크 와 수직핸드오버 절차 및 관련 명령어에 대해 정의하고 있다. 그러나 육상 네트워크를 위해 표준으로 제정된 IEEE 802.21 기술을 해상의 멀티대역 네트워크에 그대로 적용하기에 무리가 있다. 해상 멀티대역 네트워크 [8]는 WiMAX, VHF, HF, 위성 네

트워크로 구성되며, 이는 WiMAX 네트워크를 제외하고는 IEEE 802.21 표준에서 고려하는 네트워크가 아니다. 또한, IEEE 802.21 표준을 따르기 위해서는 수직핸드오버를 위한 매체독립핸드오버 기능(MIHF: Media Independent Handover Function)이 VHF, HF, 위성 네트워크에도 탑재 되어야 하는데, 실제 적용하기에는 무리가 있다. 따라서, 해상 멀티대역 네트워크용 수직핸드오버를 위한 MIH 프레임워크와 수직핸드오버 절차 및 관련 명령어가 새롭게 정의되어야 한다.

본 논문에서는 IEEE 802.21 표준 절차를 참조하여 해상 멀티대역 네트워크에 적합한 MIH 프레임워크를 제안한다. 먼저, 해상의 가용 무선네트워크들에 MIHF 기능을 추가하지 않고 이동노드인 선박국이 수직핸드오버를 수행할 수 있도록 선박국용 MIH를 구조를 제안한다. 또한, 해상 멀티대역 네트워크를 위한 MIH 논리 구조도를 제안하고, 이에 따른 통신모델을 소개한다. 더불어 제안한 선박국용 MIH와 통신모델을 참조로 해상 멀티대역 네트워크의 수직 핸드오버 절차 및 관련 명령어 정의를 한다.

논문의 구성은 다음과 같다. 제 2장에서는 해상멀티대역 네트워크에 대해 간략하게 소개하고, 제 3장에서는 IEEE 802.21 매체 독립 핸드오버에 대해 소개한다. 제 4장에서는 해상용 멀티대역 네트워크를 위한 MIH 프레임워크에 대해 설명하고, 제 5장에서 향후 연구 계획과 함께 논문을 마무리 짓는다.

## II. 해상 멀티대역 네트워크

본 장에서는 해상 멀티대역 네트워크에 대해 설명한다. 그림 1과 같이 해상 멀티대역 네트워크는 다수의 선박국과 WiMAX, VHF, HF, 위성 무선 네트워크 육상국으로 구성된다. 선박국은 멀티대역 통신 시스템을 사용하여 사용자 요구조건 및 환경에 따라 가장 최적의 네트워크를 선택하여 통신할 수 있다.

해상 멀티대역 네트워크에서는 2종류의 무선 통신 타입이 존재하는데, 선박국과 육상국 간 (ship-to-shore) 통신과 선박국 간 (ship-to-ship) 통신이 있다. ship-to-shore 통신은 선박국과 육상국이 직접 통신하는 방식으로 선박국과 WiMAX/ VHF/ HF/ 위성 네트워크 육상국 간의 통신이 포함된다. 이러한 육상국들은 다양한 멀티

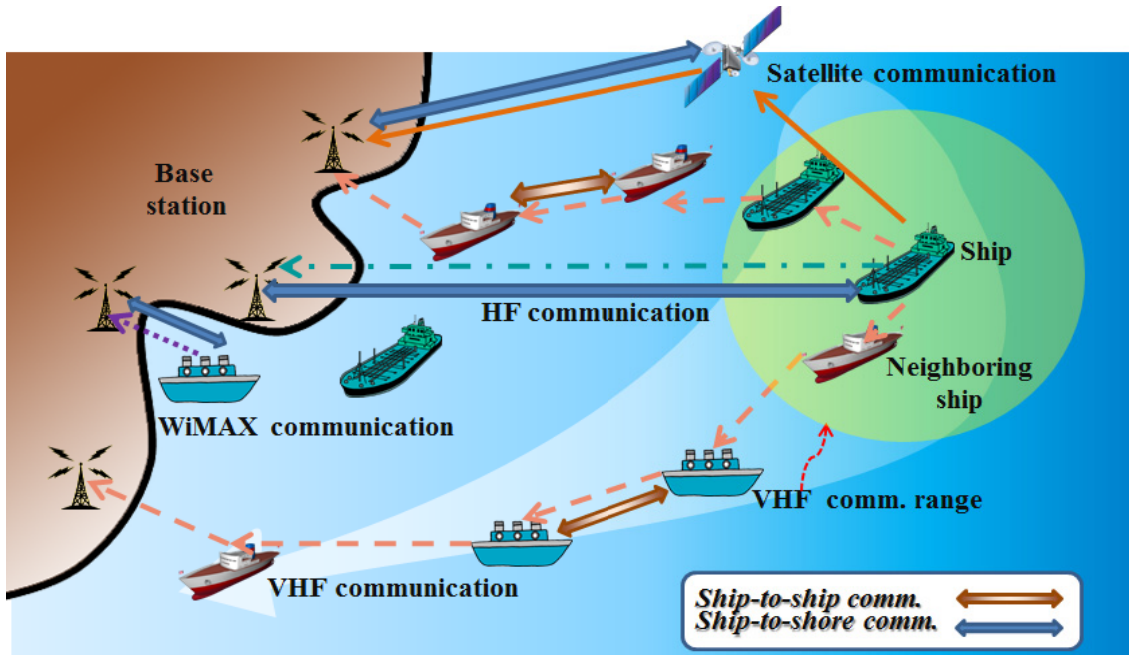


그림 1. 해양 멀티대역 네트워크 구조  
 Fig. 1 An architecture of maritime multi-band networks

미디어 서비스를 선박국들에게 제공해주기 위해 육상 백본 네트워크와 연결되어 있다. 선박국이 인근 해에 위치 시 (수 km 이내), WiMAX 네트워크 육상국과 통신은 빠른 전송속도를 보장한다. 선박국과 VHF 네트워크 육상국 간 통신은 주로 AIS (Automatic Identification System) [9]을 통한 선박의 위치나 선박식별 시 이용된다. HF 네트워크 육상국과의 통신에서는 HF 대역 디지털 서비스 이용을 위해 표준인 PACTOR [10] 프로토콜을 사용하여 낮은 전송속도의 통신을 지원한다. 선박국과 위성 네트워크의 통신 시, 위성은 값비싼 통신비용으로 통신거리에 제약을 받지 않고 높은 데이터율의 신뢰성 있는 통신을 제공한다. 따라서, 선박국의 긴급 상황이나 고품질의 통신 서비스를 요구 시 위성 네트워크를 사용한다.

ship-to-ship 통신은 선박국 간 자유로이 통신을 할 수 있어 ad-hoc 네트워크를 구성할 수 있다. 그림 1에서 보듯이 VHF 대역을 사용하는 선박국이 육상국과 직접 통신이 불가할 때, 이웃 선박국을 이용하여 육상국과의 통신을 할 수 있다. VHF 대역에서 이웃 선박국을 발견하지 못하면, 선박국은 멀티대역 통신 시스템을 통해

VHF 외의 가용 네트워크를 선택하여 ship-to-shore 통신을 한다. 이 때, 가용 네트워크는 HF 네트워크와 위성 네트워크가 될 수 있으며, 선박국은 가장 최적의 네트워크를 선택하여 수직 핸드오버를 통해 선택한 네트워크와 통신한다.

### III. IEEE 802.21 매체 독립 핸드오버(MIH)

IEEE 802.21 WG (Working Group)은 이종망 간에 끊임없는 핸드오버를 지원하기 위해 프레임워크 및 메커니즘에 대한 기본 표준을 2008년에 제정하였으며, 관련기술의 세분화된 WG들이 표준화 제정을 위해 계속 활동 중이다.

IEEE 802.21 MIH은 특정 노드나 네트워크에 관계 없이 링크계층 정보와 관련 네트워크 정보를 상위 계층에 제공하여 핸드오버를 용이하게하는 기술로 관련 연구가 활발히 진행 중이다[11-15].

그림 2에서 보이는 바와 같이 논리적 엔티티(entity)인 MIHF(Media Independent Handover Function)는 링

크(2계층)과 상위 계층(3계층 이상) 사이에서 위치하며 MIH 사용자에게 다음과 같은 주요 통신 서비스를 제공한다.

- MIES (Media Independent Event Service) : 통신 계층 2 이하의 하위 계층의 변화를 감지하여 관련 이벤트 정보를 상위계층에 제공한다. 관련 이벤트 정보는 링크의 동적 정보(신호세기, 링크의 데이터율), 링크 상태(링크의 연결여부), 예상되는 링크 이벤트 등이다.
- MICS (Media Independent Command Service) : MIH 사용자가 핸드오버와 관련된 링크계층의 상태를 제어하기 위한 명령어 서비스이다.
- MIIS (Media Independent Information Service) : 특정 지역 내 위치하는 네트워크들의 자원, 기능들을 문의 시, 관련 정보를 제공하는 서비스이다.

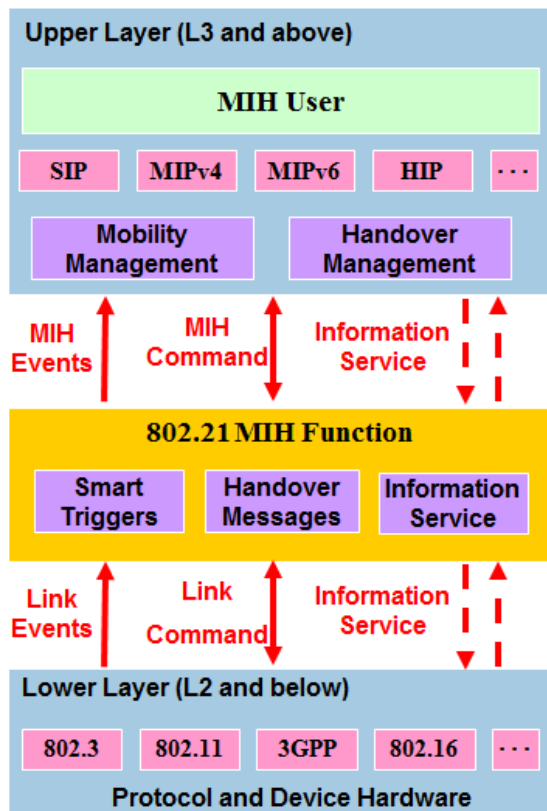


그림 2. IEEE 802.21 구조  
Fig. 2 IEEE 802.21 architecture

#### IV. 해상 멀티대역 네트워크 MIH

본 장에서는 해상 멀티대역 네트워크에서 수직핸드오버 지원을 위한 MIH 프레임워크를 제안한다. 먼저, 해상 멀티대역 네트워크를 위한 MIH 구조를 소개하고, 제안한 MIH의 참조 통신 모델을 설명한다. 마지막으로 제안된 MIH가 적용될 때 수직핸드오버 절차 및 관련 명령어를 소개한다.

##### 4.1. MIH 구조

그림 3은 해상멀티대역 네트워크를 위한 MIH 전체 구조를 나타낸다. 선박국용 MIH는 IEEE 802.21 MIH 구조를 기반으로 하며, 물리계층과 데이터링크 계층에 WiMAX, VHF, HF/MF, 위성 네트워크로 구성되고, VHF 네트워크를 기본 통신 모드로 사용한다. 상위 계층과 데이터링크 계층 사이에는 선박국용 MIHF가 존재하며, 선박의 가용 네트워크 링크 이벤트를 감지, 링크상태 제어, 네트워크 자원 관련 정보를 제공한다. IEEE 802.21과 달리, 선박국용 MIHF에는 IS(Information Server) ship과 LPM(Link Priority Manager) 모듈 기능이 추가된다.

IS ship은 MIHF 내에서 핸드오버와 관련된 정보들을 유지, 관리하는 역할을 한다. 이는 선박국이 육상 네트워크에 위치한 별도의 IS에 접속하여 정보를 얻는데 소요되는 시간을 줄이기 위함이다. 해상의 VHF 링크의 경우 1분에 2250개의 슬롯으로 구성된 시간분할접속(TDMA: Time Division Multiple Access) 방식으로 통신을 하게 되어[16, 17], 핸드오버를 위해 필요한 정보를 육상국의 IS와 통신 시, 최대 수 분(minutes)이 소요될 수 있다. 이러한 단점을 극복하고자, 선박국의 MIHF 내 IS ship 모듈을 추가하여 동일 선박국 내 계층 간 로컬 통신을 통해 핸드오버에 필요한 정보를 획득하여 접속 소요 시간을 줄일 수 있다.

LPM은 IS ship로부터 수신한 응용(application) 요구 조건에 따라 가용 네트워크의 링크 우선순위를 둔다. 새롭게 감지된 네트워크는 링크의 우선순위에 따라 현재 사용하는 네트워크 링크보다 우선순위가 높을 때만 핸드오버를 위한 과정을 수행한다. 이는 핸드오버를 위해 육상국과 선박국 간의 불필요한 통신 절차를 최소화하기 위함이다. 따라서 선박용 MIHF는 육상 네트워크 간의 통신을 최소화하여 핸드오버에 소요되는 시간

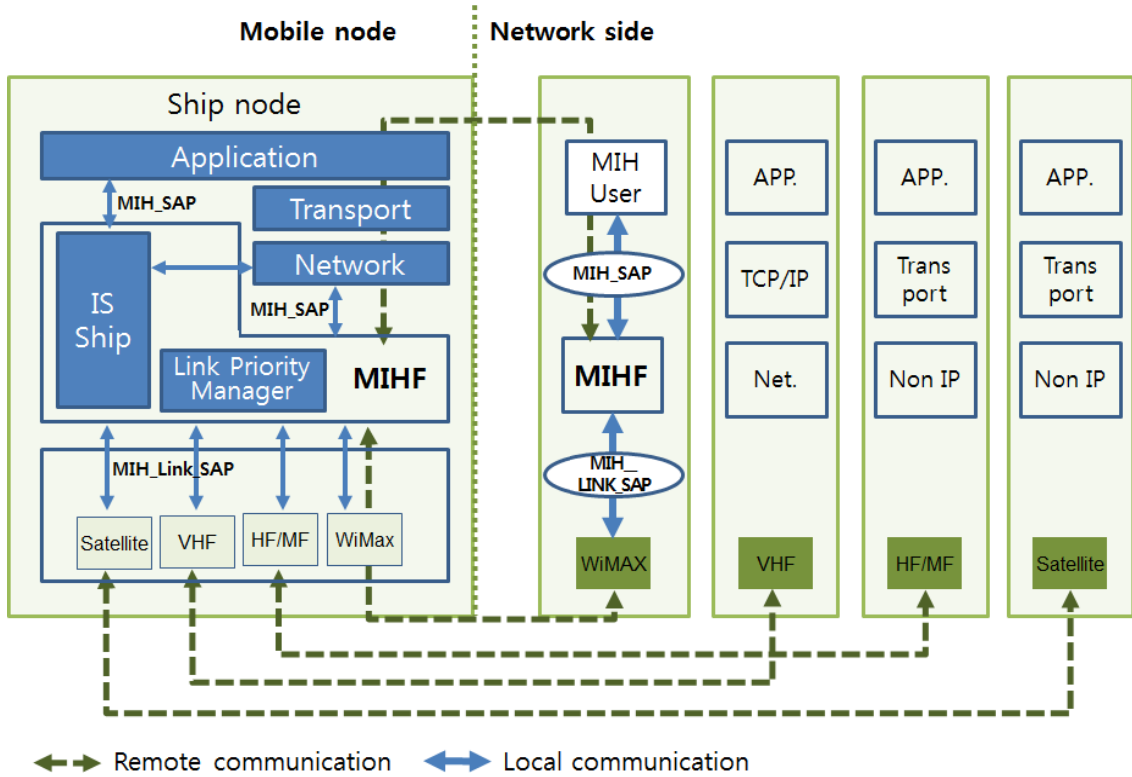


그림 3. 해상 멀티대역 네트워크를 위한 MIH 논리 구조도  
 Fig. 3 MIH logical architecture for maritime multi-band networks

을 IEEE 802.21 핸드오버 절차에 비해 현저히 줄일 수 있다.

그림 3에서 WiMAX 네트워크의 경우, 육상 네트워크에 적용되는 IEEE 802.21 표준을 따라 MIH 기능이 탑재되어 핸드오버를 위한 절차를 수행한다. 반면에, VHF, HF/MF, 위성 네트워크는 MIH 기능이 없고, 선박국에만 MIH 기능이 탑재되어 있기 때문에 선박국에서 핸드오버 절차를 담당하여 진행한다. 이는 기존 육상네트워크 (VHF, HF/MF, 위성)에 MIHF를 추가적으로 설치하지 않고 해상 선박국과 수직핸드오버를 수행하므로 육상과 해상 이기종 무선네트워크 실현에 용이하다.

#### 4.2. MIH 통신모델

그림 4는 해상 멀티대역 네트워크를 위한 MIH 통신 모델로 선박 애드혹 네트워크 개념을 포함한다. 구성되

는 네트워크 엔터티는 다음과 같다.

- MIH PoS (MIH Point of Service): 이동 노드인 선박국간 MIH 메시지를 교환하는 네트워크 엔터티이다.
- MIH PoA (MIH Point of Attachment): 선박국과 MIH 메시지 교환을 위한 2계층 간 링크 종단점이다.
- Non-MIH PoA: 선박국과 MIH 기능이 없는 네트워크 간의 2계층 간 링크 종단점이다.
- MIH MN (MIH Mobile Node): 해상 멀티대역 모든 네트워크와 2계층 간 통신이 가능한 선박국이다.
- VHF RN (VHF Relay Node): VHF 통신을 사용하는 선박국이 육상국과 통신을 위해 이웃 선박국에게 데이터 전달을 요구하는 노드이다.
- Interrupt PoA: 선박국의 핸드오버 준비 절차 없이 즉시 링크 전환된 네트워크와 2계층 간 링크 종단점이다.

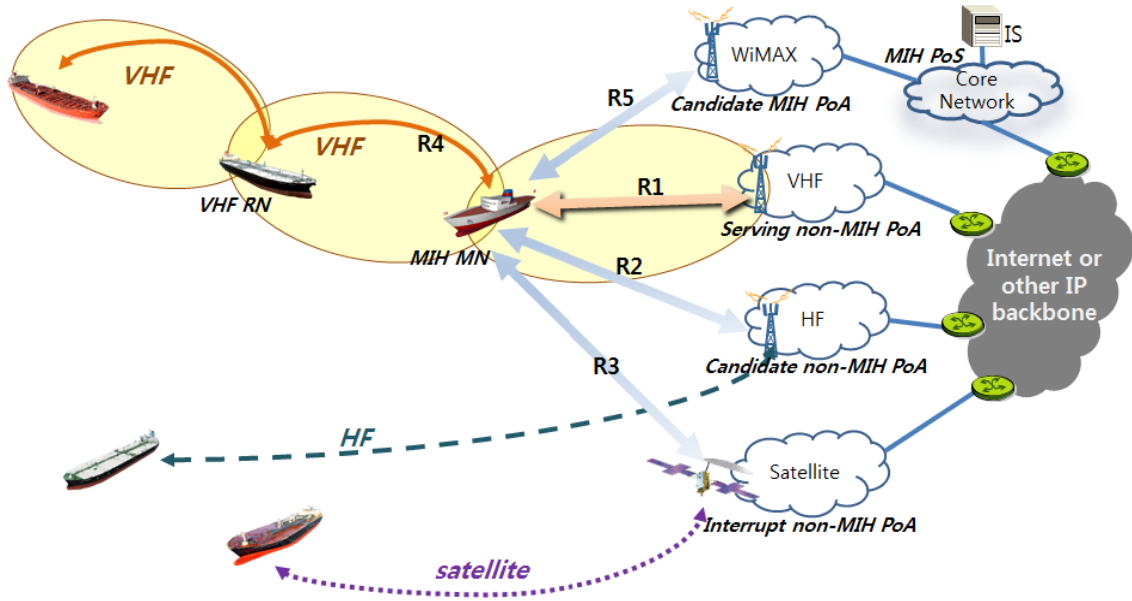


그림 4. 해상 멀티대역 네트워크를 위한 MIH 통신 모델  
 Fig. 4 MIH communication model for maritime multi-band networks

이러한 네트워크 엔티티들의 핸드오버 통신을 위한 참조 지점은 다음과 같다.

- R1 (MIH MN  $\leftrightarrow$  Serving non-MIH PoA): MIH MN과 Non-MIH PoA 간의 통신 지점이다. 이 때 MIH MN은 현재 사용 중인 링크의 네트워크 정보를 IS ship에 저장한다.
- R2 (MIH MN  $\leftrightarrow$  Candidate non-MIH PoA): MIH MN과 네트워크 전환 가능성이 있는 non-MIH PoA 간의 통신 지점이다.
- R3 (MIH MN  $\leftrightarrow$  Interrupt non-MIH PoA): MIH MN과 Interrupt PoA 간의 통신 지점이다. 긴급한 메시지 전달 또는 응급 상황 시, 선박국과 위성 네트워크 간의 2계층 통신이 그 예이다.
- R4 (MIH MN  $\leftrightarrow$  VHF RN): MIH MN과 VHF RN 선박국 간의 통신 지점으로 선박국간 VHF 애드혹 네트워크를 통신이 그 예이다.
- R5 (MIH MN  $\leftrightarrow$  Candidate MIH PoA): MIH MN과 네트워크 전환 가능성이 있는 MIH PoA 간의 통신 지점이다. 선박국과 네트워크 전환 가능성이 있는 WiMAX 네트워크 간의 2계층 통신에 해당한다.

### 4.3. MIH 수직핸드오버 절차

표 1. 해상 멀티대역 네트워크를 위해 MIH 추가된 프리미티브  
 Table. 1 Added primitives of MIH for maritime multi-band networks

| 추가된 프리미티브   | 기능  | 목적                               |
|---|---|----------------------------------|
| • MIH_Application.requirement                           | 핸드오버에 필요한 응용 계층 정보를 IS ship에게 알리는 메시지                 | 핸드오버에 필요한 정보를 MIH MN 내 로컬통신으로 획득 |
| • Link_priority.request                                 | 감지된 링크의 우선순위 요청 명령어                                   | 불필요한 핸드오버 과정 최소화                 |
| • Link_HO_preparation.request                           | 감지된 링크의 우선순위가 높을 때, 핸드오버 준비과정을 MIHF에 요청 명령어           |                                  |
| • MIH_Get_routing.request<br>• MIH_Get_routing.response | Candidate PoA가 VHF일 때, MIH MN이 목적지 노드인지 전달노드 인지 문의 사용 | VHF 선박국 간 애드혹 통신 지원을 위한 명령어      |

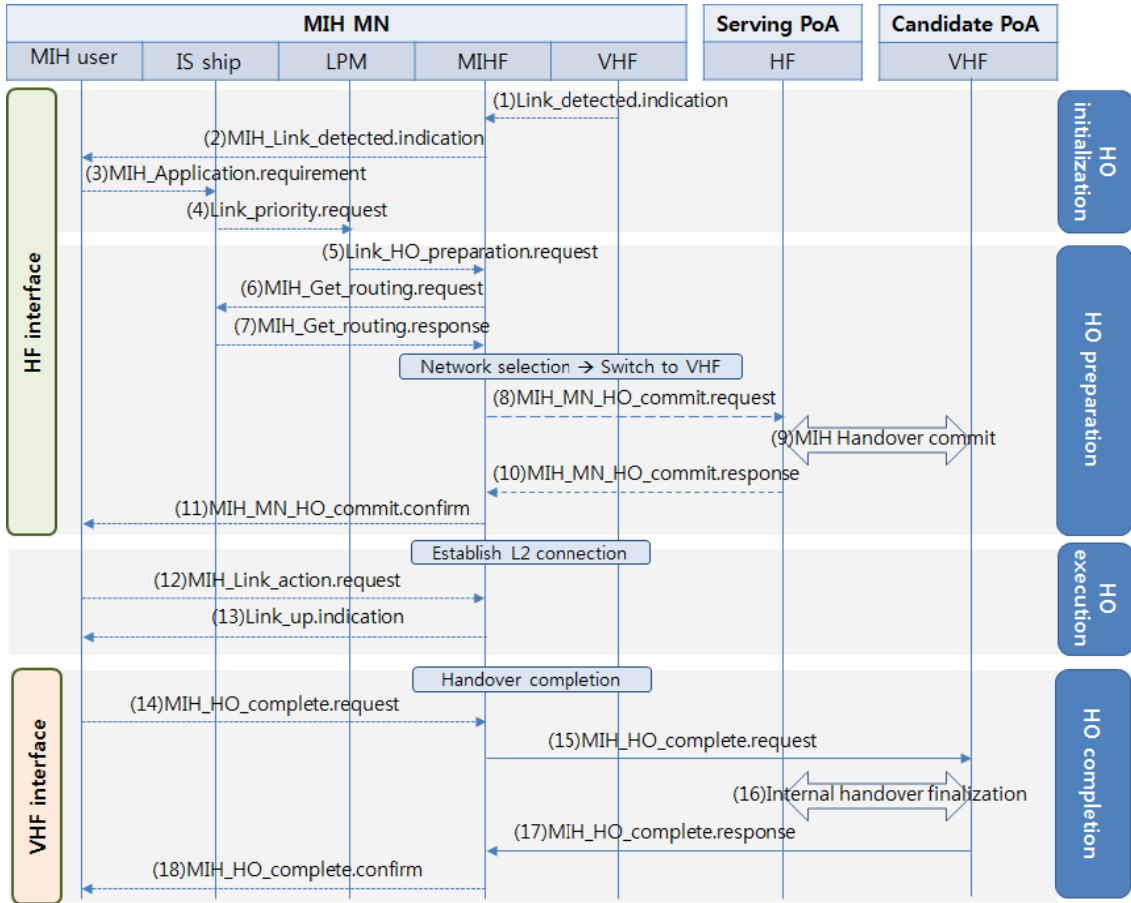


그림 5. 해상 멀티대역 네트워크를 위한 MIH 절차  
 Fig. 5 MIH procedure for maritime multi-band networks

표 2. 해상 멀티대역 네트워크를 위해 MIH 생략된 프리미티브  
 Table. 2 Omitted primitives of MIH for maritime multi-band networks

| 생략된 프리미티브                    | 기능                                     | 명령어 생략이유  |
|------------------------------|--|---|
| • MIH_Get_informat ion.XX    | 핸드오버를 위한 관련 네트워크 정보를 육상국 IS 에 문의 시 사용함 | 해상멀티대역 네트워크에서는 육상국 IS 간 통신을 최소화하기 위해 IS ship 기능을 추가하여 MIH MN 내 로컬통신으로 관련 정보 획득함 |
| • MIH_HO_candidate_q uery.XX | 핸드오버 전 Candidate네트워크의IP관련주소 문의시사용함     | MIH MN과 VHF, HF, 위성 네트워크는 non IP 사용으로 링크의 주소를 통해 핸드오버 수행함                       |

본 절은 해상 멀티대역 네트워크를 위한 IEEE 802.21 기반 핸드오버 절차를 소개한다. IEEE 802.21 MIH 프리미티브(Primitive)와 비교 시, 표 1과 추가되는 프리미티브 표 2는 생략되는 프리미티브에 대해 정리한 것이다. 그림 5와 같이 HF 네트워크를 사용 중인 선박국이 VHF 링크를 감지하였을 때, 수직핸드오버를 수행하는 예를 통해 MIH 핸드오버 설명한다. 수직핸드오버 과정은 핸드오버 초기화 단계, 핸드오버 준비 단계, 핸드오버 실행 단계, 핸드오버 완료 단계와 같이 4단계로 나뉜다.

#### 4.3.1. 핸드오버 초기화 단계

MIH MN의 VHF 링크계층에서 비콘 메시지를 받으면 *Link\_detected.indication* 이벤트를 발생시켜 MIHF에 전달한다. 이는 IEEE 802.21에서 정의한 것으로 새로운 링크 감지 시 해당 링크계층에서 이벤트로 MIHF에 알려준다. 그림 5에서 메시지 (1)의 이벤트는 MIHF를 거쳐 *MIH\_Link\_detected.indication*을 통해 MIH 사용자에게 새로운 링크 감지를 알린다. 그림 5에서 메시지 (2)를 수신한 MIH 사용자는 응용 요구사항 정보들을 메시지 (3)을 통해 IS ship에 전달한다. 정보메시지에는 QoS 요구조건, 상황정보(노드 위치, 이동속도) 등이 포함되며, 이는 핸드오버에 필요한 정보들을 IS ship에서 유지, 관리함으로써 육상의 네트워크 간 통신을 통한 정보획득이 아닌 노드 내 로컬 통신을 통해 신속한 정보를 취득하기 위함이다.

IS ship은 응용계층에서 받은 그림 5에서 메시지 (3) 정보와 가용 링크 정보를 포함한 메시지 (4) *Link\_priority.request*를 LPM에게 전달하여 감지된 링크의 우선순위를 요청한다. 이 때, 감지된 링크가 우선순위가 낮으면 핸드오버를 위한 과정은 진행되지 않고, 감지된 링크 이벤트는 무시된다. 이는 링크의 우선순위 선정을 통해 불필요한 핸드오버 과정을 최소화하기 위함이다.

#### 4.3.2. 핸드오버 준비 단계

LPM은 그림 5의 메시지 (4) 정보를 기반으로 감지된 링크인 VHF와 현재 사용 중인 HF 링크 우선순위를 비교한다. 일반적으로 해상 멀티대역 통신에서 링크의 우선순위는 WiMAX, HF, VHF, 위성 네트워크로 한다. VHF링크가 우선순위가 높으므로 VHF링크의 핸드오버 준비과정을 그림 5의 메시지 (5) *Link\_HO\_preparation.request*를 통해 요청한다. VHF 링크인 경우, 선박국 간 애드혹 통신을 고려하여 MIHF는 감지된 링크메시지의 라우팅 정보를 *MIH\_Get\_routing.request*를 이용하여 IS ship에게 의뢰한다. IS ship은 MIHF MN이 목적지 노드인지 전달 노드인지 구분하여 *MIH\_Get\_routing.reponse*를 통해 MIHF에게 알려준다.

MIH MN이 전달 노드이면, 이는 VHF RN으로부터 메시지 전달 요청을 받은 것으로, IS ship에서 라우팅 경로 정보가 확보될 때까지 다음의 핸드오버 과정을 보류한다. 이는 선박국 간 애드혹 통신에서 경로를 생성하

는데 오랜 시간(수 분)이 소요될 수 있기 때문이다 [7]. MIH MN이 목적지 노드이면, MIHF는 Serving PoA인 HF 네트워크 링크에서 Candidate PoA인 VHF 링크 전환 전에 그림 5의 메시지 (8) *MIH\_MN\_HO\_commit.request*을 이용하여 Serving PoA에게 핸드오버 대상 링크를 알린다.

Serving PoA는 Candidate PoA에게 그림 5의 메시지 (9)를 이용하여 MIH MN이 곧 대상 링크로 핸드오버할 것을 알리고, Candidate PoA는 *MIH\_N2N\_HO\_commit.response*로 Serving PoA 응답한다. Serving PoA는 MIH MN에게 그림 5의 메시지 (8)에 대한 응답으로 *MIH\_MN\_HO\_commit.response*를 전달한다. MIHF는 MIH 사용자에게 그림 5의 메시지 (11) *MIH\_MN\_HO\_commit.confirm*를 이용하여 링크 전환을 위한 준비가 완료되었음을 알린다.

#### 4.3.3. 핸드오버 실행 단계

MIH 사용자는 MIHF에게 VHF로 링크 전환하도록 *MIH\_Link\_action.request*로 요구한다. MIHF는 VHF로 링크를 전환하고 MIH 사용자에게 *MIH\_Link\_up.indication*을 통해 링크가 전환되었음을 알린다.

#### 4.3.4. 핸드오버 완료 단계

링크 전환이 완료되면, MIH 사용자는 그림 5의 메시지 (15) *MIH\_HO\_complete.request*를 통해 링크 전환된 네트워크인 VHF가 새로운 Serving PoA가 됨을 알린다. 링크 전환된 네트워크는 기존의 Serving PoA에 핸드오버 완료됨을 알리고, HF 네트워크에 할당된 자원들은 해제 된다(그림 5의 메시지 (16)). 새로운 Serving PoA는 핸드오버가 잘 이루어졌는지 *MIH\_HO\_complete.reponse*를 통해 MIH MN에게 알리고, 이를 수신한 MIHF는 MIH 사용자에게 최종적으로 알려준다.

## V. 결론

본 논문에서는 해상 멀티대역 시스템이 이중 간 핸드오버 시 끊김 없는 통신을 지원하도록 매체독립핸드오버(MIH) 프레임워크를 제안하였다. 해상 멀티대역 네트워크의 특성을 고려하여 MIH의 전체 구조와 이를 위한 통신모델을 소개하였다. 또한 IEEE 802.21 MIH



를 기반으로 프리미티브를 추가 또는 생략하였으며, 제안된 MIH를 적용한 수직핸드오버 절차에 대해 소개하였다. 제안된 MIH 프레임워크는 선박의 MIHF를 강화하여 수직핸드오버 시 육상 네트워크를 통한 통신 절차를 최소화하였다. 이는 선박국과 육상 네트워크 간의 핸드오버를 위한 통신 지연시간이 IEEE 802.21 MIHF의 핸드오버 절차에 비해 급격히 줄어들 것으로 예상된다. 또한 기존의 육상 네트워크(VHF, HF/MF, 위성)에 MIHF 기능을 추가하지 않고 수직핸드오버를 수행하여 육상과 해상을 통합하는 이기종 무선네트워크 구현에 실질적으로 적용될 수 있다. 향후 시뮬레이션을 통해 제안된 MIH의 성능 분석을 수행할 예정이다. 또한, 차기 연구로써, MIH를 해상 멀티대역 통신 시스템에 구현하여 실험실 실험을 통한 검증은 수행한다.

### 감사의 글

본 연구는 2014년도 해양수산부 재원으로 한국해양과학기술진흥원의 지원에 의하여 수행된 연구(U-기반 해운물류 체계구축을 위한 기반기술 연구)로서, 관계 부처에 감사드립니다.

### REFERENCES

- [ 1 ] Resolution 951 (Rev.WRC-07) *Enhancing the international spectrum regulatory framework.*
- [ 2 ] C. Eklund et al., "IEEE Standard 802.16: A Technical Overview of the Wireless MANTM Air Interface for Broadband Wireless Access," *IEEE Commun. Mag.*, pp.98-107, June 2002.
- [ 3 ] C.-H. Yun, A.-R. Cho, S.-G. Kim, J.-W. Park, and Y.-K. Lim, "Design of Multiband Maritime Network for Ships and its Applications," *International Journal of KIMICS*, vol. 7, no. 3, pp.314-322, Sept. 2009.
- [ 4 ] J. Márquez-Barja, C. T. Calafate, J. C. Cano, P. Manzoni, "An Overview of Vertical Handover Techniques: Algorithms, Protocols and Tools," *Computer Comm.*, vol. 34, no. 8, pp.985-997, June 2011.
- [ 5 ] E. Stevens-Navarro, V.W.S. Wong, "Comparison between Vertical Handoff Decision Algorithms for Heterogeneous Wireless Networks," *63rd IEEE Vehicular Technology Conference*, vol. 2, pp. 947-951, 2006.
- [ 6 ] *Standard and Metropolitan Area Networks: Media Independent Handover Services*, IEEE Std. 802-21, Jan. 2006.
- [ 7 ] G. Lampropoulos, A. K. Salkintzis, and P. Nikos, "Media-independent handover for seamless service provision in heterogeneous networks." *Communications Magazine, IEEE*, vol. 46, no.1 pp. 64-71, 2008.
- [ 8 ] A.-R. Cho, et al. "Design of a Multi-Network Selector for Multiband Maritime Networks." *Journal of information and communication convergence engineering* vol.9, no.8, pp. 523-529, 2011.
- [ 9 ] A. Harati-Mokhtari, et al. "Automatic Identification System (AIS): data reliability and human error implications." *Journal of navigation*, vol. 60, no. 03, pp. 373-389, 2007.
- [ 10 ] Recommendation ITU-R M.1798, *Characteristics of HF radio equipment for the exchange of digital data and electronic mail in the maritime mobile service*, 2007.
- [ 11 ] C. Cicconetti, G. Francesco, and M. Raffaella, "A software architecture for network-assisted handover in IEEE 802.21." *Journal of Communications*, vol. 6, no. 1, pp. 44-55, 2011.
- [ 12 ] C. Guimaraes, et al. "Empowering software defined wireless networks through media independent handover management." *Global Communications Conference (GLOBECOM), 2013 IEEE*, pp. 2204-2209, 2013.
- [ 13 ] B. S. Ghahfarokhi, & N. Movahhedinia, "Context-aware handover decision in an enhanced media independent handover framework." *Wireless personal communications*, vol. 68, no. 4, pp. 1633-1671, 2013.
- [ 14 ] B. S. Ghahfarokhi, and N. Movahhedinia. "A survey on applications of IEEE 802.21 Media Independent Handover framework in next generation wireless networks." *Computer Communications*, vol. 36, no. 10, pp. 1101-1119, 2013.
- [ 15 ] N. Omhenni, et al. "Enhanced handover architecture in IEEE 802.21-enabled heterogeneous wireless networks." *Computer, Information and Telecommunication Systems (CITS), 2013 International Conference* pp. 1-5, 2013.
- [ 16 ] Recommendation ITU-R M.1842-1, *Characteristics of VHF radio systems and equipment for the exchange of data and electronic mail in the maritime mobile service RR appendix 18 channels*, 2009.
- [ 17 ] Recommendation ITU-R M.1371-1, *Technical characteristics for a universal shipborne automatic identification system using time division multiple access in the VHF maritime mobile band*, 2001.



**조아라 (A-Ra Cho)**

2002년 2월 경희대학교 전자공학과 학사  
2012년 2월 과학기술연합대학원대학교(UST) 해양정보통신공학과 박사  
2012년~ 현재 한국해양과학기술원 선박플랜트 연구소(KRISO) 박사후과정  
※관심분야: 수중음향 네트워크, 해상통신 네트워크



**윤창호(Changho Yun)**

1999년 2월 창원대학교 메카트로닉스학과 학사  
2004년 2월 광주과학기술원(GIST) 정보통신공학과 석사  
2007년 8월 광주과학기술원(GIST) 정보통신공학과 박사  
2007년 11월 ~ 2008년 12월 North Carolina State Univ. 전산학과 박사후과정  
2008년 12월 ~ 한국해양과학기술원 선박플랜트 연구소(KRISO) 선임연구원  
2009년 ~ 현재 과학기술연합대학원대학교 해양정보통신공학과 겸임교수  
※관심분야: 해양 선박 네트워크, 수중네트워크



**박종원 (Jong-Won Park)**

1995년 아주대학교 전자공학 학사  
1997년 아주대학교 전자공학 석사  
2006년 아주대학교 전자공학 박사  
1997년 ~ 현재 한국해양과학기술원 선박플랜트 연구소(KRISO) 책임연구원  
2006년 ~ 현재 과학기술연합대학원대학교 해양정보통신공학과 조교수  
※관심분야: 수중통신, 해상통신, 해운물류시스템, 선박 시스템



**임용곤 (Yong-Kon Lim)**

1979년 충남대학교 전기공학 학사  
1984년 충남대학교 전기공학 석사  
1994년 아주대학교 전자공학 박사  
1980년 ~ 현재 한국해양과학기술원 선박플랜트 연구소(KRISO) 책임연구원  
2004년 ~ 현재 과학기술연합대학원대학교 해양정보통신공학과 정교수/겸임교수  
※관심분야: 수중음향 통신 시스템 및 네트워크, 네트워크 프로토콜