

# 해상 통신에 있어 육상망 및 저궤도 위성의 역할과 핸드오버의 필요성

이영화, 강희욱, 한승재, 안효성  
(주)하버맥스

lyh97@harbormax.com, hwkang@harbormax.com,  
tmdwo153@harbormax.com, ahnhs@harbormax.com

## Necessities and Seriousness of Satellite & Terrestrial Connectivity Integration

Lee Young Hwa, Kang Hee Wook, Han Seung Jae, Ahn Hyo Sung  
HarborMAX co., ltd.

### 요약

이 논문은 해상 통신에 있어서 육상망(LTE, WLAN)과 저궤도 위성의 역할 및 이들 간의 핸드오버의 필요성에 대해 논의한다. LTE는 고속 데이터 전송과 낮은 지연 시간, 광범위한 커버리지를 제공하여 해상 통신에서 실시간 데이터 전송과 긴급 상황 대응에 유리하다. 그러나 높은 구축 및 유지 비용, 주파수 간섭 문제 등의 단점이 있다. WLAN은 장거리 전용 제품을 통해 해상에서도 넓은 범위의 커버리지를 제공하며, 설치와 유지보수가 간단하고 경제적이다. 하지만 보안 취약점과 신호 간섭, 다수 사용자 접속 시 속도 저하 등의 문제가 있다. 저궤도 위성 시스템은 기존 VSAT 시스템보다 데이터 전송 속도가 5배에서 15배 빠르고, 지연 시간이 짧아 효율적인 통신을 제공하며, 해상 통신의 품질(QoS)을 보장한다. 또한, 넓은 커버리지, 글로벌 접근성, 인프라 구축 비용 절감 등의 장점이 있지만, 짧은 수명, 많은 수의 위성 필요, 충돌 위험 등의 단점도 있다. 논문은 이러한 장단점을 종합적으로 고려하여, 해상 통신에서의 효율성과 안정성을 극대화할 수 있는 전략을 제시하였다.

### I. 서론

해상 통신은 선박 간, 선박과 육상 간의 정보 교환을 원활하게 하기 위해 매우 중요한 요소이다. 전통적으로 해상 통신은 주로 위성 통신에 의존해 왔으나, 비용 및 속도의 한계로 인해 더 나은 해결책이 요구되고 있다. 최근 들어 LTE(Long Term Evolution)와 WLAN(Wireless Local Area Network)과 같은 육상망 기술이 해상 통신의 새로운 대안으로 주목받고 있으며, 스타링크(Starlink)와 같은 저궤도 위성을 활용한 통신 기술이 해상 통신의 효율성을 더욱 높이는 데 기여할 수 있다. 본 논문에서는 육상망과 저궤도 위성 기술이 해상 통신에 어떻게 적용될 수 있는지, 그리고 이들 기술 간의 핸드오버 필요성에 대해 논의하고자 한다.

### II. 본론

#### 1. 육상망의 해상 통신 적용

##### 1-1. LTE와 WLAN의 개요

LTE(Long Term Evolution)는 4세대 이동통신 기술로서 높은 데이터 전송 속도와 낮은 지연 시간을 제공한다. WLAN(Wireless Local Area Network)은 근거리 무선 통신을 위한 기술로, 주로 Wi-Fi라는 이름으로 잘 알려져 있다. 여기서 WLAN은 무선 네트워크 기술의 총칭이며, Wi-Fi는 WLAN의 한 형태로, 특정한 규격(IEEE 802.11)을 따르는 장치를 의미한다. 즉, 모든 Wi-Fi는 WLAN의 일종이지만, 모든 WLAN이 Wi-Fi는 아니다. 이 두 기술은 주로 육상에서 사용되지만, 해상에서도 그 적용 가능성이 탐구되고 있다.

##### 1-2. LTE와 WLAN의 장점 및 단점

LTE는 해상 통신에서 고속 데이터 전송과 낮은 지연 시간으로 실시간 통신과 긴급 상황 대응에 매우 유리하다. 최대 100Mbps 이상의 다운로드 속도를 제공하며, 광범위한 커버리지를 통해 해안선 근처의 해상에서도 안정적인 통신을 유지할 수 있다. 다중 접속 기술을 사용하여 많은 사용자가 동시에 네트워크를 사용할 수 있으며, 이동 중에도 안정적인 연결을 유지할 수 있다는 점이 큰 장점이다. 그러나 LTE 인프라 구축 및 유지 비용이 높고, 해상에서 멀리 떨어진 지역에서는 기지국의 커버리지가 제한될 수 있다. 또한 다양한 주파수를 사용하기 때문에 간섭이 발생할 수 있으며, 전력 소모가 크다는 점도 단점으로 작용할 수 있다. 이러한

요소들은 LTE를 해상 통신에서 활용하는 데 있어 추가적인 고려가 필요하다.

WLAN은 최신 기술로 1Gbps 이상의 전송 속도를 제공하여 근거리에서 매우 높은 속도의 데이터 전송이 가능하다. 유비쿼리티사의 AirMax와 같은 장거리 전용 제품을 사용하여 해상에서도 넓은 범위의 커버리지를 제공할 수 있다. 설치와 유지보수가 비교적 간단하여 선박 내부 네트워크 구축에 적합하며, 구축 및 운영 비용이 낮아 중소형 선박에서도 경제적으로 활용할 수 있다. 또한 WLAN은 다양한 기기와의 호환성이 높아 여러 장치가 동시에 연결 가능하고, 사용자가 자유롭게 이동하면서도 네트워크에 연결될 수 있는 유연성을 제공한다.

하지만 WLAN은 무선으로 데이터를 전송하므로 보안 취약점이 있을 수 있고, 다른 무선 신호와의 간섭이 발생할 수 있어 품질이 저하될 가능성이 있다. 또한 많은 사용자가 동시에 접속할 경우 네트워크 속도가 저하될 수 있다는 점도 단점으로 작용할 수 있다. 이러한 단점들을 해결하기 위한 추가적인 보안 및 관리 조치가 필요하다.

##### 1-3. 적용 사례

해양 연구선 및 상선에서 LTE와 WLAN을 사용하여 실시간으로 데이터를 전송하고, 항만에 근접한 지역에서는 이 네트워크를 활용해 효율적인 통신을 수행하는 사례가 증가하고 있다. 예를 들어, 노르웨이와 같은 해양 국가에서는 연안 LTE 기지국을 확장하여 해상 통신 인프라를 강화하고 있다.



[그림 1] 북유럽 ISP인 Telenor사의 Maritime service

## 2. 저궤도 위성 통신의 해상적용

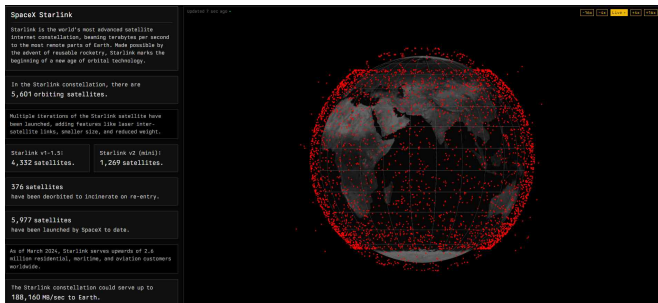
### 2-1. 저궤도 위성의 개요

저궤도 위성(LEO, Low Earth Orbit) 통신 시스템은 지구 저궤도(300km에서 2,000km 사이)에 위치한 다수의 위성을 활용하여 전 세계적으로 인터넷 서비스를 제공하는 기술이다. 이 시스템은 기존의 정지궤도 위성(GEO)보다 낮은 고도에 위치하여 지연 시간이 짧고, 빠른 데이터 전송 속도와 넓은 커버리지를 제공할 수 있다.

### 2-2. 저궤도 위성의 장점 및 단점

저궤도 위성 시스템은 기존 VSAT 시스템에 비해 데이터 전송 속도가 대략 5배에서 15배 이상 빠르며, 지연 시간도 훨씬 짧아 효율적인 통신을 제공한다. 이는 해상 통신에서 높은 품질의 서비스(QoS)를 보장하는 데 중요한 역할을 한다. 저궤도 위성 통신 시스템은 낮은 지연 시간, 넓은 커버리지, 높은 데이터 전송 속도, 연속적인 서비스, 글로벌 접근성, 인프라 구축 비용 절감, 유연성 및 확장성, 재난 상황에서의 유용성 등 많은 장점을 가지고 있어 해상 통신을 포함한 다양한 통신 분야에서 매우 유용한 솔루션으로 평가된다.

그러나 저궤도 위성 시스템은 짧은 수명, 많은 수의 위성 필요, 충돌 위험, 지속적인 추적 및 관리 필요, 고가의 초기 투자, 제한된 통신 범위, 기상 조건에 따른 영향 등 몇 가지 단점도 가지고 있다. 이러한 장단점을 고려하여 저궤도 위성 시스템을 효과적으로 활용하는 전략이 필요하다.



[그림 2] 2024년 현재 저궤도 상에 떠있는 위성

## 3. 핸드오버 기술의 필요성

### 3-1. 핸드오버의 개요

핸드오버(Handover)는 이동통신 시스템에서 사용자가 한 기지국 또는 액세스 포인트의 통신 범위를 벗어나 다른 기지국 또는 액세스 포인트의 범위로 이동할 때, 통화나 데이터 세션을 끊김 없이 지속적으로 유지하기 위한 기술이다. 핸드오버는 주로 이동 중인 사용자에게 원활한 서비스 제공을 위해 사용되며, 다양한 통신 네트워크에서 중요한 역할을 한다.

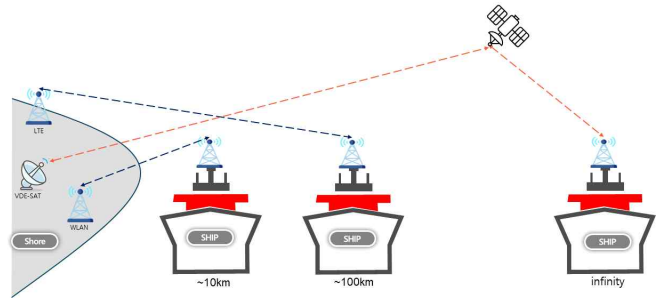
### 3-2. 핸드오버의 필요성

연속적인 통신 보장은 해상에서 선박이 이동함에 따라 육상망과 위성망 간의 신호 세기가 달라질 수 있으므로, 이를 원활하게 전환함으로써 끊김 없는 통신을 유지할 수 있게 한다. 비용 효율성 측면에서는 육상망이 가능한 지역에서는 상대적으로 비용이 낮은 LTE와 WLAN을 사용하고, 해상에서 멀리 떨어진 지역에서는 저궤도 위성을 사용하는 것이 경제적이다. 또한, 다양한 네트워크 간의 원활한 전환을 통해 데이터 전송의 품질(QoS)을 보장하여 중요한 데이터는 신뢰성이 높은 네트워크로, 비중요한 데이터는 비용이 낮은 네트워크로 전송함으로써 자원을 효율적으로 사용할 수 있다.

### 3-3. 핸드오버 전략

해상에서의 핸드오버 전략은 선박이 이동함에 따라 육상망과 위성망 간

의 원활한 전환을 통해 끊김 없는 통신을 보장하는 것을 목표로 한다. 상황에 따라 선박이 항구에 접근하거나 육상 기지국에 가까워질 때는 비용 효율적이고 고속의 LTE나 WLAN을 사용하고, 해상에서 멀리 떨어질 때는 저궤도 위성을 사용하여 안정적인 연결을 유지한다. 지능형 핸드오버 시스템은 AI와 머신러닝을 활용하여 네트워크 상태와 사용 패턴을 실시간으로 분석, 최적의 핸드오버 타이밍과 방식을 결정한다. 수평적 핸드오버는 동일한 기술 내에서의 전환을, 수직적 핸드오버는 서로 다른 기술 간의 전환을 의미하며, 각각의 상황에 맞게 적용하여 통신의 품질(QoS)을 보장하고 해상 통신의 효율성과 안정성을 극대화한다.



[그림 3] 거리에 따른 이기종 통신간의 핸드오버

## III. 결론

해상 통신에서 육상망(LTE, WLAN) 및 저궤도 위성은 각각의 장단점을 가지고 있으며, 이들 기술을 상호보완적으로 사용하는 것이 이상적이다. 연안 지역에서는 육상망을 활용하여 광범위한 커버리지를 확보하고, 대양에서는 저궤도 위성을 사용하여 안정적인 통신을 유지할 수 있다. 또한, 지능형 핸드오버 시스템을 통해 다양한 네트워크 간의 원활한 전환을 구현함으로써 해상 통신의 효율성을 극대화할 수 있다. 이를 통해 해상 안전과 운항 효율성을 향상시키고, 해상 통신의 미래를 선도할 수 있을 것이다.

## ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 2024년도 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행되었음(PJT201582, 해상물류 통신기술검증 테스트베드 구축)

## 참 고 문 헌

- [1] Yongsuk Park, "Ad-hoc Multihop Cellular Network에서의 방향성 Router Discovery 프로토콜", 전자공학회 논문지, pp 10-11, 2009
- [2] JaeSeung Shin, "Technology Trends in Cellular-Based Low Earth Orbit Satellite Communications", 전자통신동향분석, pp1-11, Apr, 2023
- [3] ByeongUn Kim, "LEO 5G-NTN Service Trends", 전자통신동향분석, pp 114-124, Oct 2023
- [4] E. Dahlman, S. Parkvall, and J. Sköld, "4G: LTE/LTE-Advanced for Mobile Broadband", Academic Press, 2013.
- [5] SpaceX, "Starlink: Delivering High-Speed Broadband Internet to Locations Where Access Has Been Unreliable, Expensive, or Completely Unavailable", 2024.