

미래함정(Smart Ship)의 무선네트워크체계 발전방향 제언

김부건^{1*}, 박현규¹, 김영제¹
현대중공업¹

Development Trend of Wireless Network System in Smart Ship

Boo-Geon Kim^{1*}, Hyun-Kyu Park¹, Young-Je Kim¹

Abstract : 해군은 4차 산업혁명에 기반하여 최신 ICT 기술 접목을 통한 스마트 해군 건설 추진에 총력을 다하고 있다. 4차 산업혁명의 핵심기술 중 하나인 무선통신기술은 조선·해양 분야에서 활발히 연구되고 있으며, 최근에는 함정 또한 무선 네트워크 신기술을 도입하려는 시도가 증가하고 있는 추세다. 이에 따라 본 논문에서는 함정의 스마트한 업무환경 구축을 통한 전투성능 향상을 위해 함정 무선네트워크체계 구축 방안 및 발전 방향에 대해 제시하고자 한다.

Key Words : Smart Ship, Wireless Network, LTE(Long Term Evolution), Wi-Fi(Wireless Fidelity), BLE(Bluetooth Low Energy), IoT(Internet of Things), ICT(Information and Communications Technologies)

1. 개요

무선통신기술의 비약적 발전으로 스마트단말기의 대중화 시대가 도래하였고, 현재는 모든 사물이 정보통신기술로 융합되고 연결되는 이른바 4차 산업혁명 시대에 진입했다. 국방부는 국방개혁 2.0을 선포하며 스마트 국군 건설에 주력하고 있으며, 해군 또한 4차 산업혁명 기반의 미래군 건설을 표방하는 Smart Ship, Smart Operation, Smart Sea 라는 3개의 대과제를 구성하여 스마트 해군 건설을 본격적으로 추진하고 있다.

Table 1. Concept of the Smart Navy

구분	개념
Smart Ship	<ul style="list-style-type: none"> 함정과 첨단 ICT 기술 융합을 통한 체계 통합 및 자동화 → 전투성능 극대화
Smart Operation	<ul style="list-style-type: none"> 유무인 해군 플랫폼을 지능형 네트워크로 연결 → 지휘통제능력 향상
Smart Sea	<ul style="list-style-type: none"> 국제적 해양협력체계 구축 → 해상사고·재난 대응능력 강화

ICT 기술 접목을 위한 연구는 조선·해양 분야에서도 활발히 이루어지고 있으며, 함정 또한 스마트 기술을 도입하려는 시도가 늘어나고 있다.

각 국의 해군은 함정과 최신 ICT 기술 융합 연구를 지속적으로 추진하고 있으며, 한국 해군 또한 2007년 유비쿼터스 실험사업을 시작으로 첨단 ICT 기술을 탑재한 선진해군으로 거듭나기 위한 노력을 계속해왔다.

스마트함정 건설을 위해서는 함정 내 승조원 중심의 스마트한 업무 환경의 구축이 우선이다. 함정은 다량의 자원이 탑재되어 있으며, 임무 수행을 위해 다수의 병력이 탑승한다. 하지만, 함정 내 자원 및 병력의 관리가 대부분 수동적으로 이루어지고 있고, 승조원 간 통신은 지정된 개소의 전화기 또는 함내방송체계를 통해서만 이루어진다. 모든 개체가 정보통신 기술로 융합되는 4차 산업혁명 기반의 스마트한 업무 환경 구축을 위해서는 함정의 통신

환경 및 네트워크 환경에 대한 체질적 개선이 필요하다.

본 논문에서는 함정 무선네트워크체계 필요성에 대해 고찰하고, 세부 구축 방안 및 향후 발전 방향에 대해 제시하고자 한다.

2. 무선네트워크 구축 필요성 검토

본 절에서는 최근 조선·해양 분야 및 국방분야에 ICT 신기술이 접목되고 있는 추세와, 현재 한국 함정에 적용되는 함내 전화 계통의 현황 검토를 바탕으로 함정 무선네트워크체계의 구축 필요성에 대해 고찰한다.

2.1. 조선·해양 분야의 무선네트워크 적용 사례

조선·해양 분야에서 무선네트워크가 활용되기 시작한 것은 이미 오래전 일이다. 그 예로 여객선, 상선 및 해양·플랜트 플랫폼에는 각종 센서와 무선 단말기 활용을 위한 Wi-Fi 기반의 무선네트워크가 기본사양으로 채택되어 다량의 무선 AP가 탑재되는 것이 일반적이다.

최근에는 각국에서 국가적 주도하에 최신 ICT 기술 접목을 통한 스마트 선박 개발을 추진 중이며, 시스템 모니터링을 위한 센싱 및 통신 연계 등의 무선네트워크 기술을 스마트 선박의 핵심 기술 대상으로 선정하여 연구 개발을 지속적으로 진행하고 있다.

2.2. 해외함정 ICT 신기술 적용 사례

최근에는 함정 또한 보편화된 스마트 기술 및 최신 ICT 기술을 융합하여 함정 네트워크 및 통신 체계에 도입하려는 시도가 증가하는 추세다. 미 해군의 LTE 적용 사례가 대표적인 예다. 미 해군의 경우 고해상도 비디오 파일 전송, 고차원의 원격의료지원 등을 위해 함정의 Ship-to-Ship 4G LTE 망 구축을 2012년부터 검토하여 함정에 적용하는 것을 추진 중이다.

아래는 해외 함정의 ICT 신기술 적용 사례를 나타내는 표로 Wi-Fi, LTE 등 무선네트워크 기술을 함정 통신체계에 적용한 것을 확인할 수 있다.

Table 2. Current State of ICT in overseas Warship

국가	함정	주요기술
미국	DDG-1000 (Zumwalt급)	<ul style="list-style-type: none"> •함정 LTE 망 구축 <ul style="list-style-type: none"> - Ship to Ship LTE Network •통합함정컴퓨팅환경(TSCE) 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 스마트 단말기 운용 •자동화제진압체계(AFSS)
미국	LCS (연안전투함)	<ul style="list-style-type: none"> •함정 LTE 망 구축 <ul style="list-style-type: none"> - Ship to Ship LTE Network •3차원함상훈련체계(VMPA) •기관장비신뢰성관리체계(MRMS) <ul style="list-style-type: none"> - 원격 장비상태 진단
네덜란드	Holland (원양초계함)	<ul style="list-style-type: none"> •함내통신체계 개선(무선네트워크) <ul style="list-style-type: none"> - 전 승조원 PDA/스마트 단말 운용 •함미 단정 진수/회수 체계
기타	-	<ul style="list-style-type: none"> • 뉴질랜드 함정 Wi-Fi 무선네트워크 망 구축(Crew Safety System) • 캐나다 함정 승조원 복지 향상을 위한 Wi-Fi 무선네트워크망 구축 • 싱가포르 함정 Wi-Fi 무선네트워크 망 구축(Crew Tracking System)

2.3. 한국군 ICT 적용 현황

국방부는 민간의 발달된 첨단 정보화 기술을 도입하여 국방전력을 극대화 하기위해, 민간 ICT 최신 기술을 군 사업에 적용하는 U-실험사업을 2007년 이래 추진 중에 있다. 아래 표에서 정리한 바와 같이, '14년에는 공군 비행 기지에 육상 기반 LTE 무선네트워크체계 구축 사업을 진행하였다. 더불어, '15년 육군 훈련소에서는 IoT 센서를 적용하여 스마트 훈련병 관리체계 구축 사업을 추진한바가 있다.

Table 3. Wireless Network U-Experiment Project

U-실험사업 명	내용
공군 비행기지 지휘/정비통제 무선 네트워크 사업(LTE)	<ul style="list-style-type: none"> • 사업기간 : '14.5~'15.5 • 운영개념 <ul style="list-style-type: none"> - 항공작전, 기지방어, 재난통제, 정비통제 요원 간 음성/사진/문자/영상통화를 이용한 실시간 상황공유 및 조치
육군 ICT 기반 스마트 훈련병 관리체계 구축 사업(Bluetooth)	<ul style="list-style-type: none"> • 사업기간 : '15년(시범), '16년(확대) • 운영개념 <ul style="list-style-type: none"> - 스마트워치를 통해 훈련병의 생체/위치 정보 파악 - 훈련교관은 PDA를 이용 교육생에게 공지 문자 전파

더불어, 아래 표는 '19년 U-실험사업으로 선정된 과제 중 무선네트워크 기술과 관련된 항목만 발췌한 내용이다.

Table 4. '19 U-Experiment Project

순번	과제명	주관기관
1	스마트쉽 무선 네트워크 구축	해군 전력체계 사업단
2	스마트훈련병 관리체계보안 구축	육군훈련소
3	군수품 현장관리자동화체계 무선적용 시범사업	국방전산정보원

미래함정(Smart Ship)의 무선네트워크체계 발전방향 제언

순번	과제명	주관기관
4	국가재난안전통신망 기반 군 모바일 오피스 환경 보안성 검증	안보지원사
5	상용 LTE망을 활용한 대테러 통합지휘 통신체계 검증	육군특전사
6	TICN체계의 LTE 전환 및 국가 안전재난 망과의 연동	육군통신교

상기 국방부 U-실험사업 진행 현황을 통해 최근들어 각 군에서는 이동형 무선통신기술 및 IoT 신기술을 지휘 통신체계, 관리체계 등에 접목하려는 시도가 증가하고 있는 것을 알 수 있다.

U-실험사업을 시작한 이래 다양한 ICT 신기술이 국방 분야에 접목되고 있을 뿐만아니라 고도화되고 다양화되고 있는 추세다.

2.4. 국내함정 함내통신체계 적용 현황

해군 함정의 함내 전화 체계는 대부분 2000년대 초반에 정립된 기준을 토대로 실적함정에 탑재한 장비를 준용하여 구축된다. 함내 전화 체계는 주로 행정통신망으로 운용되며, 정립된 구축 개념에서 운용 개소 증가 시 실적함정을 기준으로 단말기를 추가하여 사용해왔기 때문에, 함내 전화 체계의 개선을 위한 소요제기 빈도가 낮은 것이 사실이다. 과거부터 현재까지 운용되고 있는 함내 전화 체계 현황을 살펴보면 아래와 같다.

Table 5. Summary of internal telephone system in ROKN warship

순번	체계명	체계구성
1	인터콤 장치	<ul style="list-style-type: none"> •함내외 통신장비 통합 운용 •교신내용 녹음
2	무선함내통신체계	<ul style="list-style-type: none"> •함내 통신 주요 개소에 RF 방사 케이블 설치
3	자동전화장치	<ul style="list-style-type: none"> •VoIP 기반 교환기 구축
4	호출전화장치	<ul style="list-style-type: none"> •특정 개소간 그룹/단독 통신 (기관구역, 사관구역, 취사장 등)
5	음력전화기	<ul style="list-style-type: none"> •함장지휘회로 등 독립 회로 구성
6	상호응답장치	<ul style="list-style-type: none"> •Master/Slave Station 구성

최근 인구절벽 시대에 돌입하며, 한국해군을 비롯한 각국의 해군은 함정 자동화 체계 및 ICT 신기술 적용을 통해 현안을 극복하려 노력중이며, 이에 따라 함정 운용 인력 감축 및 업무 효율성 향상은 신조함정 설계 및 건조 단계부터 최우선적으로 지향해야할 과제가 되었다. 운용 개념을 세분화하여 다수의 전화 체계를 적용해왔던 지금까지의 구축개념은 최근 스마트 해군이 지향하는 방향성과는 괴리감이 존재한다.

기술의 발전이 거듭되며 실시간으로 교신되는 데이터 양은 점점 더 무거워질 전망이며, 현재 함정에 구축된 통신체계로는 늘어난 데이터양을 감당할 수 없는 시기가 곧 도래할 것이다. 최근 함정 무선네트워크체계 적용 추세에 맞게 관련 검토를 통한 함내통신체계의 체질적 개선이 필요한 시점이다.

3. 함정 무선네트워크체계 구축 방안

향후 5G와의 연계를 위한 확장성과 고용량의 데이터 통신, 이동성, 네트워크 QoS(Quality of Service) 보장 등 함내 전구역에서 음영구역 없는 통신 환경을 보장하기 위해 현존하는 최적의 솔루션인 LTE를 채택하여 함정 무선네트워크체계 구축 방안을 검토하였다.

육상 기반 사업으로 실행되었던 공군 기지 LTE 체계 구축 및 육군 훈련소 ICT 기술 적용 등을 토대로 기술적·운영적 제한 사항 및 해군의 추가 요구사항 등을 검토하여 신조함정에 적용될 무선네트워크체계에 대한 방향을 검토하였다.

본 체계는 군 전용 LTE 및 IoT 신기술 적용을 통해 함정 내 언제 어디서든 음영구역 없는 통신을 가능하게 할 것이며, 함정 자원 및 승조원 관리 효율성을 대폭 향상시킬 것이다.

3.1. 군용 LTE System 구성 및 주요 기능

함정의 작전보안태세 유지를 위해 상용 LTE와 분리된 군 전용 주파수(O.OGHZ)를 이용한 독립형 시스템으로 구성한다. 아래는 주요 기능을 요약한 표와 체계구성 개념도 예시이다.

Table 6. Specification of LTE System

구분	주요 기능
LTE 시스템	<ul style="list-style-type: none"> 함정 내 기지국(고정형, 이동형) 설치 LTE 시스템 관리·운영 및 일제지령 기능 향후 IP기반 함내 자동전화 교환기와의 연동을 위한 확장성 보유 App. Store 서버 보유
스마트 단말기	<ul style="list-style-type: none"> 음성·영상 통화(1:1, 1:N) 문자 송·수신(1:1, 그룹, 동보메세지 등) 및 PTT 기능 서버 내 음성·영상 통화 저장 및 재생 기능 고정형 기지국 장애를 대비한 이동형 기지국 운용으로 생존성 보장

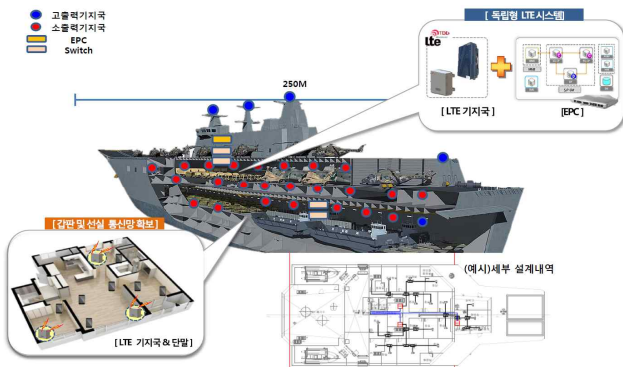


Fig. 1. Concept of LTE System

3.2. LTE System 통신 환경 검토

'17년 국가재난안전통신망 사업 시 영상통화 가능 통신 속도(64kbps) 만족을 위한 최소 신호세기(Reference Signal Received Power)는 '-117dBm'으로 품질 검증 기준을 선정하였다. 함정 내·외 통신제한 구역이 발생하지 않도록 Cell Planning을 통한 RSRP(Reference Signal Received Power) 해석을 수행하여 함정 내·외 모든 구역에서의 신호세기를 기준치(-117dBm) 이상 확보되도록 시스템 배치(안)를 도출하였다.

미래함정(Smart Ship)의 무선네트워크체계 발전방향 제언

Table 7. Indoor/Outdoor RSRP analysis result

구분	Reference Signal Received Power(RSRP)
함외(Outdoor)	max. '-76dBm'(above) ~ min. '-100dBm'
함내(Indoor)	max. '-76dBm'(above) ~ min. '-106dBm'

함외 구역의 경우 함 외부로 불필요한 전파월경을 최소화할 수 있도록 지향성 안테나 및 무지향성 안테나를 활용하여 배치 위치를 검토하였고, 안테나 신호의 성질인 Main lobe 및 Back lobe를 최대한 활용하여 음영 구역이 발생하지 않는 선에서 안테나 설치를 최소화 하였다. 아래는 함외 RSRP 해석 결과의 일부를 발췌한 그림이며, 이를 통해 신호가 가장 약한 함수 가장자리에서도 원활한 통신이 가능한 RSRP 수준이 확보되는 것을 알 수 있다.

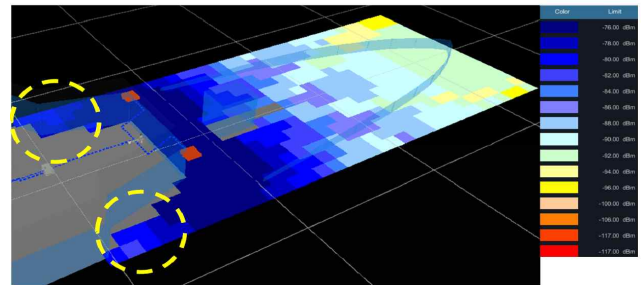


Fig. 2. Outdoor RSRP analysis of LTE System

함내 구역은 전투배치 시 운용자의 밀집도가 높은 전투지휘실 및 조타실 그리고 음영구역이 다수 발생할 것으로 예상되는 기관실을 표본으로 채택하여 해석을 수행하였다. 기지국 1대당 Capability를 보수적으로 검토하여 단일 개소에 대한 승조원 밀집도가 증가하더라도 통신 환경에 영향이 없도록 시스템 배치(안)를 도출하였다.

아래는 함내 전투지휘실의 RSRP 해석 결과를 발췌한 그림이며, 전투지휘실내 모든 구역에서 원활한 통신이 가능한 RSRP 수준이 확보되는 것을 알 수 있다.

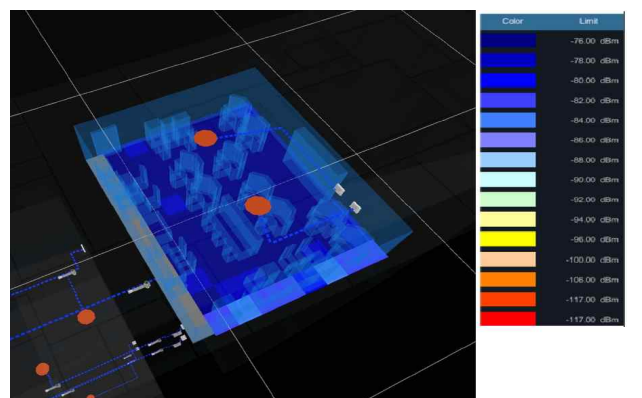


Fig. 3. Indoor RSRP analysis of LTE System

3.3 IoT 센서 구축 검토

IoT 기술을 활용하여 함정 내 자원 및 승조원 출입 현황 등을 실시간으로 관리 통제하는 IoT 기반의 함정 관리 지원체계를 구축한다. 기존에는 RFID Tag를 RFID Reader에 인식하는 접촉식 방식으로 자원 및 승조원 관리를 하였으나, 구축 개념별로 구분하여 IoT 센서를 활용한 자원 및 승조원 자동 관리가 가능토록 구성할 예정이다. 예를 들어, 승조원 전투배치 시 스마트 기기를 통한 실시간 위치기반 서비스를 활용하여 신속한 전투 배치 인원관리가 가능하다. 아래는 구성을 요약한 표와 체계 구성 개념도 예시이다.

Table 8. Specification of IoT System

구분	구성 및 주요 기능
IoT 기기	<ul style="list-style-type: none"> 함정(현문) 출입 관리 노천갑판 출입 인원 관리 통제구역 출입 통제 전투배치 인원 관리 소병기 및 탄약 반·출입 관리 당직 안전순찰 관리
스마트 워치	<ul style="list-style-type: none"> 문자 수신 및 알람 기능 개인 건강관리 기능 보유 승조원 위치과악

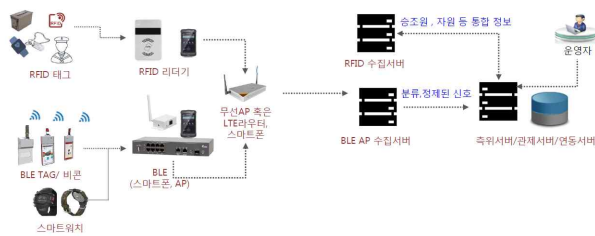


Fig. 4. Diagram of IoT System

더불어, 스마트 단말기를 전 승조원에게 지급 불가 시를 대비한 함정 Wi-Fi를 추가 구성하여, 스마트 워치의 단독 문자 송·수신 및 알람 수신 등이 가능하도록 체계를 구성할 예정이다.

단, 함정의 제한된 공간 내 Wi-Fi 망의 별도 구축은 소요 구성품 및 Cable 등의 증가에 따른 설치 가능 여부에 대한 상세검토가 이루어져야 하며, 설치성 측면에서의 효율성과 보안 강화 및 통신 QoS 보장 등을 종합적으로 검토하여 구성할 예정이다.

4. Risk 관리

4.1. 전자기 간섭 해석

현대 수상함의 특성상 임무 수행을 위한 다수의 전자 장비가 제한된 공간 내 탑재되며, 전자기 간섭에 의한 장비 운용의 문제가 발생하지 않도록 전자기 간섭 최소화 방안을 검토해야 한다. 이를 위해 전자기간섭 해석을 통한 전자 장비 배치 위치 최적화, 통합형 통신 안테나 적용을 통한 함외 안테나 최소화 등 함정 설계단계에서 전자기 간섭을 최소화하는데 노력을 기울이고 있다.

무선네트워크체계는 실내·외에 다수의 안테나 및 전자 장비가 탑재되며, 이에 따라 전자기 간섭 해석을 통한 함내 전계강도 기준 만족 여부를 반드시 확인하여야한다. 안테나 이득, 송신단 출력, 주파수 등을 활용하여 Cell

미래함정(Smart Ship)의 무선네트워크체계 발전방향 제언

단위 구역에서의 안테나 전계강도 해석을 수행하였으며 결과는 아래와 같다.

Table 9. Electric Field Intensity Analysis of LTE System

구분	함내 안테나(Omni)	함외 안테나(Yagi)	비고
안테나 이득	3dBi	5dBi	
송신단 출력	10mW	10mW	
주파수	0.0GHz	0.0GHz	
안테나 중단 전력	2.141	3.394	
안테나 중단 전압	28.413	35.769	
전계강도(V/m)	0.308	0.388	Path Loss 적용 전
전계강도(V/m)	Min 0.003 ~ Max 0.13	Min 0.005 ~ Max 0.13	Path Loss 약 39.3 dB

자유공간으로 방출된 전파는 송신단의 주파수 및 거리에 따라 전파가 감쇄되는 Path Loss를 겪게 된다. 아래 식(1)을 통해 0.0GHz 주파수의 신호를 방사했을 때, 0m 이격된 수신부에서 수신되는 전파의 전계강도가 약 '40dB' 가량 감쇄되는 것을 확인하였다.

최종적으로 식(2)를 활용하여 수신단에서 수신되는 모든 송신 신호와 각 신호들의 Path Loss 값을 합하여 안테나의 전계강도를 예측하였다.

$$PL[dB] = 92.45 + 20\log(F[GHz] * D[km]) \quad (1)$$

$$E[V/m] = \sum(TX(n), PL) \quad (2)$$

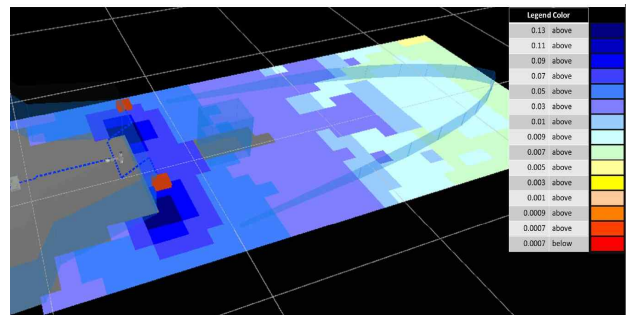


Fig. 5. Outdoor Electric Field Intensity analysis of LTE System

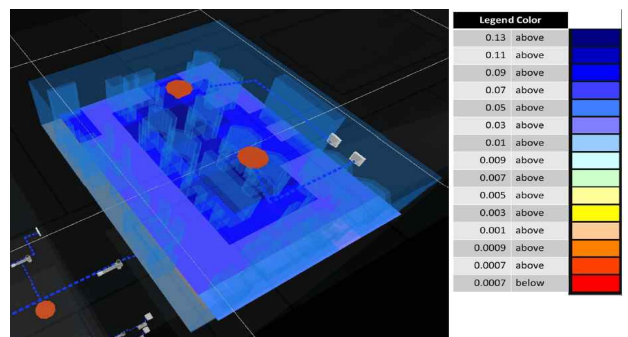


Fig. 6. Indoor Electric Field Intensity analysis of LTE System

해석 결과 무선네트워크체계의 전계강도 수준은 함정 설계/건조 기준 '전자기 간섭/적합성 적용 기준' (조함(수)-기-4-002(1))에서 정의하는 내부 시스템 전자기 적합성 기준 '10V/m' 를 만족하는 것을 확인하였다.

단, 함정 탑재 장비 정보 및 상부갑판 안테나 배치도 등 자료 제공의 제한으로 인해 무선네트워크체계가 단독으로 탑재된 환경에서 본 해석을 수행하였다.

향후 탑재되는 전자 장비와의 복합적인 전자기 간섭 해석을 수행하여 전자기 간섭에 의한 운용 문제가 발생하지 않도록 관리하여야 한다.

4.2. 보안성 검토

ICT 기술 융합으로 인한 업무 환경 개선과 비례하여 사이버 위협의 범위도 함께 넓어질 것이며, 이에 따른 사이버 방어체계의 강화는 본 기술 적용의 핵심 중 하나이다. 무선네트워크체계 적용을 위해 스마트 단말기, 서버, 네트워크 단의 3중 보안 체계를 적용하여 사이버 방어체계를 강화할 것이다. 아래는 구성 요약 표와 개념도 예시이다.

Table 10. Configuration of Cyber Security System

구분	구성 및 주요 기능
네트워크 보안	<ul style="list-style-type: none"> 무선침입방지시스템(WIPS) 적용 접근 통제를 위한 NAC / WAF / Firewall 적용 무선 구간 데이터 암호화를 위한 VPN 적용 정보보호 평가 인증(CC) 암호모듈 탑재
서버 보안	<ul style="list-style-type: none"> DB 암호화 및 로그 관리 S/W 설치 정보보호 평가 인증(CC) 암호모듈 탑재 비정상 네트워크 트래픽 모니터링 및 차단 접근 통제를 위한 NAC / Firewall 적용
단말기 보안	<ul style="list-style-type: none"> 단말기 통제를 및 앱 운영을 위한 S/W 적용 정보보호 평가 인증(CC) 암호모듈 탑재

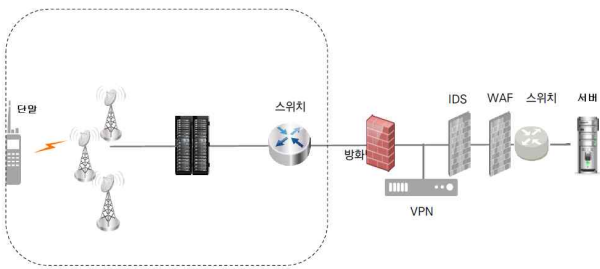


Fig. 7. Block Diagram of Cyber Security System

5. 무선네트워크체계 도입에 따른 기대 효과

5.1. 이동성 및 통신속도의 보장

이동 중에도 운용자 간 언제 어디서든 음영구역 없는 통신환경이 보장되어 운용 효율성의 극대화를 기대할 수 있다. 또한, 각자 소지한 스마트 단말을 통해 1:1 및 1:多 실시간 음성·영상·문자 통신으로 신속한 상황 보고 및 정보교환이 가능할 것이며, 통신속도의 향상으로 고해상도의 영상을 실시간으로 공유할 수 있는 통신환경이 구축될 것이다.

미래함정(Smart Ship)의 무선네트워크체계 발전방향 제언

5.2. 체계 간소화를 통한 업무효율성 향상

스마트 단말의 도입으로 일부 함내 전화 계통은 대체·통합이 가능할 것이며, 함내통신체계의 간소화로 운용 효율성은 증가될 것이다. 예를 들어, 무선함내통신체계(WICS)는 음성 위주의 통신망으로 함내 음영구역이 다수 산재되어 있고, 소수 인원 운용으로 인한 적시적인 정보 공유가 제한된다. 무선네트워크체계 도입으로 본 체계는 대체·통합 가능할 것으로 판단되며, 신속한 상황전파 및 정보교환 능력이 향상될 것이다. 더불어, RFID Tag 및 RFID Reader를 사용한 접촉 방식의 자산관리체계로 인한 추가적인 행정 업무 부하를 IoT 신기술 적용을 통해 대폭 개선할 것이다.

5.3. 확장성의 보장

4차 산업혁명 시대에 진입하며 현재 시장에는 다양한 스마트 센서가 출시되고 있다. 함정 무선네트워크체계의 구축이 완료되면 Wi-Fi 및 BLE 기반의 스마트 센서의 도입에 대한 확장성을 보유하게 되어 스마트 섬 구축에 대한 유연한 검토가 가능할 것이다.

6. 무선네트워크체계 향후 발전 방향

현재까지 검토된 스마트 단말의 운용 범위는 함내 통신으로 국한되어있다. LTE 주파수를 활용한 함내 스마트 단말기의 운용 및 IoT 센서 적용은 전 세계적으로 구축 사례가 전무하다.

LTE 체계는 향후 타 작전요소와 실시간 고용량 데이터 통신을 위한 네트워크망으로 확대 적용되어야 하며, 그러기 위해선 체계 도입 후 다양한 운용 개선사항 및 추가 요구사항의 종합 검토를 통한 Risk 관리를 수행하여 각 함정별로 구축된 무선네트워크체계의 안정화가 최우선 고려사항이다.

본 절에서는 체계의 안정화 및 운용 개념 확립이 완성된 이후 무선네트워크망의 단계별 확대 적용 방안에 대해 제안한다.

6.1. 1단계 : 신뢰성 있는 함내 LTE 통신망 구축

실효성있는 체계 운용을 위해서는 체계 구축 후 안정화가 중요한 요소이다. 여러 실험사업을 통해 알 수 있듯이, 신규 체계의 도입은 운용개념의 변화를 가져오고, 실효성이 입증되지 않으면 도입된 체계의 효용 가치가 낮아질 수 밖에 없다. 구축 개념 및 비용 등 여러 요소를 검토 하였을때, 무선네트워크체계는 함내통신계통의 혁신적 변화이고, 이러한 변화를 최대한 활용하여 운용환경의 개선을 이루어내야 한다.

6.2. 2단계 : Ship-to-Shore LTE 통신망 구축

안정화된 함내 LTE 체계를 기반으로 함정과 육상지휘소 간 스마트 단말기를 활용한 LTE 망을 구축한다.

현재까지 검토된 LTE Sector 안테나의 신호 통달거리는 LOS(Line-of-Sight)환경에서 12~15km로 확인되었다. 함정이 LTE 신호 통달 가능 거리를 넘어서는 해역에 진입 시 함정에 탑재되는 스마트 단말과 해상작전위성 통신체계(MOSCOS)와의 연동을 통한 위성통신으로 전환한다. 아래는 Ship-to-Shore LTE 통신을 위한 개념도이다.

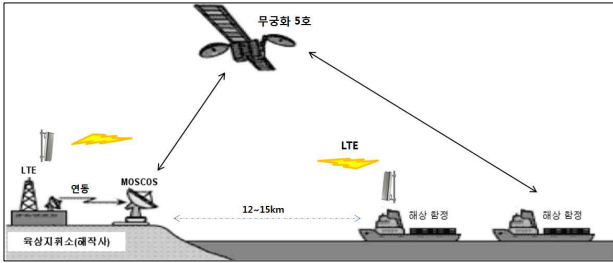


Fig. 8. Ship-to-Shore LTE Network

6.3. 3단계 : Ship-to-Ship LTE 통신망 구축

각 함정에 무선네트워크체계가 범용적으로 적용되면, Ship-to-Shore LTE 망 구축개념을 Ship-to-Ship으로 확대 적용하여 아래 그림과 같이 운용이 가능할 것이다.

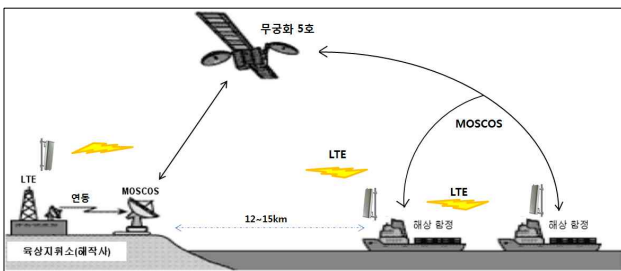


Fig. 9. Ship-to-Ship LTE Network

단, LTE 신호의 통달 거리 이달 시 위성통신으로의 전환은 단순 연동의 개념이며, LTE 통신의 장점인 통신 속도 향상의 이점을 활용할 수 없다.

이에 따라 본 논문에서는 함정 LTE 망계획 개념을 적용하여 Ship-to-Ship, Ship-to-Shore LTE 통신이 가능하도록 하는 방안에 대해 추가 검토하였다.

LTE 망계획 내 등록된 각 함정들이 중계 Node가 되어 자체 LTE 망을 형성하고, 신호 통달거리가 제한되는 경우에도 Node 간 중계를 통해 LTE 통신을 가능하게 하는 개념이다. 아래는 LTE 망 형성에 대한 개념도이다.

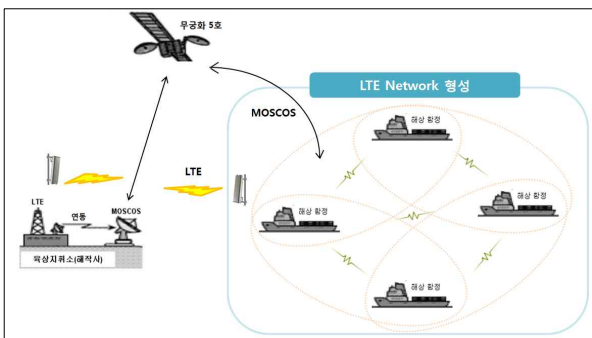


Fig. 10. Ship-to-Ship advanced LTE Network

단, LTE 망계획을 위해서는 중계를 위한 별도의 주파수대역이 필요하다. 현재 확보된 군용 LTE 서비스의 대역폭으로는 서비스 및 중계를 모두 수행하기에 제한 사항이 있다.

따라서, 상기 제안하는 LTE 망계획은 중계용 주파수를 별도 할당 받을 경우 고려해볼 수 있는 구성이다.

미래함정(Smart Ship)의 무선네트워크체계 발전방향 제안

7. 결론

본 논문에서는 스마트 해군 함정과 ICT 기술 융합의 사례 및 추세를 바탕으로 한국 함정에 무선네트워크체계를 적용하는 방안에 대해 검토하였으며, 향후 무선네트워크체계의 발전 방향에 제안하였다.

무선네트워크체계를 함정에 실제 도입 시 상기 검토된 내용과 같이 체계의 성능, 전자기 적합성, 보안성 등 모두 문제없이 적용될 수 있을지는 미지수이다.

단, 함정 탑재 상황에서의 성능지향수준을 설정하여 관련 기관 및 조선소의 긴밀한 의견 교류와 협조를 통해 성공적인 체계 도입이 이루어져야 한다.

본 체계는 할당된 군 전용 주파수 대역만을 활용하여 운용해야 하는 체계로 현실적인 제약사항이 다수 존재한다. 향후 군 전용 주파수 추가 할당, 상용 주파수 활용 방안 검토 등을 통해 최적의 무선네트워크 운용 환경이 조성될 수 있도록 지속적인 검토가 필요할 것으로 판단된다.

스마트 단말의 대중화 시점으로 비약적 발전을 이룬 4차 산업혁명 시대에, 해군 또한 스마트 단말의 도입을 기점으로 스마트 해군 건설의 비약적 발전이 이루어지기를 희망한다.

참고문헌

- 1) 해군본부, “스마트 해군 건설 추진”, 2018
- 2) Lee, M. W., Jung, J. W., Jung, K. P., and Lim, J. S., "WiBro-based Ship Tactical Network to guarantee the Cooperative Engagement Capability", 2008 ADD 통신/전자 학술대회, 2008, pp. 333~338.
- 3) Cho, H. J., and Jeong, Y. H., "A Study on Path Loss Model Consideration for Implementing Naval Ship Onboard Wireless-Lan Environment", The Society of Naval Architects of Korea, 2011, pp. 636~639.
- 4) "SPAWAR Improves Speed and Quality of Communications for Warfighters at Sea", 2019, [Online] Available at: https://www.navy.mil/submit/display.asp?story_id=108484
- 5) "WiFi is coming!", 2017, [Online] Available at: <http://www.navy-marine.forces.gc.ca/en/news-operations/news-view.page?doc=wifi-is-coming/j5wlh8k6>