

이내비게이션 서비스 시나리오 및 변조코딩방식(MCS)을 고려한 초고속해상무선통신망(LTE-Maritime)의 전송속도 성능 분석

김부영* · † 심우성

*선박해양플랜트연구소 해상디지털통합활용연계연구단 선임기술원, † 선박해양플랜트연구소 해상디지털통합활용연계연구단 단장

Performance Analysis on Speed Quality of LTE-Maritime Considering Scenario of e-Navigation Service and the Modulation Coding Scheme(MCS)

Bu-Young Kim* · † Woo-Seong Shim

*Senior Engineer, Maritime Digital Application Unit, Korea Research Institute of Ships and Ocean Eng., Daejeon 34103, Republic of Korea

† Director, Maritime Digital Application Unit, Korea Research Institute of Ships and Ocean Eng., Daejeon 34103, Republic of Korea

요 약 : 한국형 이내비게이션 사업의 일환으로 구축된 초고속해상무선통신망(LTE-maritime)은 ‘21년 1월부터 해안으로 부터 최대 100km 해역까지 품질목표를 만족하는 통신 서비스를 제공하고 있다. 실 사용자 관점에서 적절한 초고속해상무선통신망의 통신 서비스 제공을 위해서는 서비스 구현과 효율적 주파수 자원 활용을 고려한 추가적인 통신망 성능 분석이 필요하다. 본 논문은 해역별 어선의 입출항 및 조업 형태 등을 고려한 선박분포를 고려하여 이내비게이션 서비스 시나리오에 따른 요구 전송속도와 주파수 자원 할당에 따른 LTE 변조코딩방식(MCS) 기반 제공 가능한 통신 속도를 산출하고, 실해역 성능 품질 측정 결과와 교차 분석하였다.

핵심용어 : 초고속해상무선통신망, 이내비게이션 서비스, 변조코딩방식, 전송속도, 룬텀에블루선

Abstract : LTE-maritime, which was built as part of the Korean e-Navigation project, has been providing a service that meets the goal of establishing a network up to 100km from the coast since January 31, 2021. To provide appropriate communication services for LTE-maritime from the perspective of real users, additional performance analysis of LTE-maritime is required considering service implementation, and efficient use of spectrum resources. This paper presents the requirement of transmission speed according to the e-Navigation service scenario, and available transmission speed based on LTE modulation coding scheme (MCS) according to sea-specific ship distribution scenario and frequency resource allocation, and is cross-analyzed with results of the sea test.

Key words : LTE-Maritime, e-Navigation service, MCS(Modulation and Coding Scheme), transmission speed, LTE(Long Term Evolution)

1. 서 론

해양수산부는 IMO의 이내비게이션 개념을 국가적으로 구현하기 위해 어선 및 연안 소형선박 등 중소형 선박을 주 대상으로 하는 한국형 이내비게이션 서비스를 기획하여 2016년부터 약 5년간 연구사업을 진행하였고 2021년 1월부터 본격적으로 ‘바다 내비게이션’ 서비스를 제공하고 있다. 기존 음성, 아날로그 위주의 해사 서비스 제공에서 데이터 및 디지털 중심의 해사 서비스 제공과 체계 혁신을 포함하는 이내비게이션 서비스 제공으로 변화를 위해서는 기존 레거시 해상통신을 뛰어넘는 수준의 해상무선통신 체계가 필요하였다. 이러한 배경

에 따라 한국형 이내비게이션 개발 연구의 일환으로 LTE 기반 육상 무선통신과 유사한 수준의 초고속해상무선통신망 구축연구가 진행되었다.(Jo et al. 2018; Jo and Shim, 2019)

LTE 기술은 이동통신 기술의 4세대 기술로 기지국 고도에 따라 최대 100km까지 서비스 제공이 가능하나, 통상 육상에서는 사용자의 밀집도가 높은 상황을 고려한 서비스를 위해 기지국의 커버리지 확장보다는 셀 구조의 촘촘한 기지국 설치를 통해 보다 많은 사용자 수용이 가능하도록 서비스 구축 및 제공이 이루어지고 있다. 초고속해상무선통신망은 LTE 기반으로 연안에서 최대 100km 해역까지 통신 서비스의 제공과 함께 일정한 품질 수준을 확보하였다.(Kim et al. 2021)

† Corresponding author : 종신회원, pianows@kriso.re.kr 042)866-3662

* 종신회원, kby@kriso.re.kr 042)866-3142

(주) 이 논문은 “이내비 서비스 시나리오 및 변조코딩방식(MCS) 고려한 초고속해상무선통신망(LTE-Maritime) 성능 분석”란 제목으로 “2021년도 한국해양과학기술협의회 공동학술대회 한국해양학회논문집(IVCC, 2021.5.13-14, pp.892-894)”에 발표되었음.

초고속해상무선통신망 통신 품질은 계획한 목표를 만족하는지 실 해역 측정 및 위원회를 통해 검증되었으나 향후 증가할 사용자 수요 관점에서 초고속해상무선통신망의 적절한 성능 분석과 향후 개선 방향 제시가 부족한 상황이다. 이러한 점을 고려할 때, 이내비게이션 서비스의 제공 시나리오에 따른 통신망 데이터 부하를 고려한 현 시점 및 향후 통신망의 성능에 대한 예측 분석이 필요하다. 따라서 본 논문은 서비스 구현 및 효율적 주파수 자원 활용을 고려한 초고속해상무선통신망의 성능을 분석하고 안정적 운영방안을 제안하고자 한다.

이를 위해 2절에서는 초고속해상무선통신망의 개요, 통신망 품질목표 및 측정 결과, 해역별 선박 분포의 통계 기준을 제시한다. 우선 이내비게이션 서비스를 활용하고 송수신기 설치 대상 선박의 대다수가 어선인 점을 고려하여 우리나라 해역별 어선의 입출항 및 조업 형태 등을 고려한 통계를 기반으로 해상 기지국 당 예상 가능한 선박의 해역별 분포를 산출한다.

3절에서는 선박 한 척당 필요한 통신 요구량을 이내비게이션 서비스 시나리오로부터 산출하고 이를 기반으로 기지국 당 요구되는 전송속도, 해역 및 거리별 요구되는 전송속도를 산출하여 통신망 성능 품질 측정 결과와 비교 분석한다.

초고속해상무선통신망은 서비스 제공 범위가 100km에 달하기 때문에 기지국 가까이 있는 선박과 100km 부근에 있는 선박에서 요구되고 제공 가능한 통신 품질이 동일 할 수 없다. 이런 점을 고려하기 위해 4절에서는 기지국으로부터 거리별 선박의 분포와 각 거리에 분포한 선박에 제공 가능한 통신 품질을 기지국으로부터 거리에 따른 LTE 변조코딩방식(MCS) 기준으로 도출하여 통신망에 요구되는 전송속도를 산출하고 실해역 성능 품질 측정 결과와 교차 분석하여 사용자 관점에서의 전송속도 요구와 통신망의 성능 분석 결과를 제시한다.

2. 초고속해상무선통신망 개요

2.1 인프라 및 품질목표

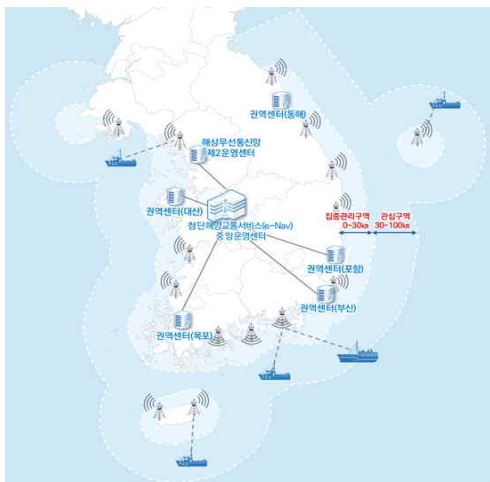


Fig. 1 LTE-Maritime infrastructure

초고속해상무선통신망은 '19년 5월부터 '20년 12월까지 2개의 운영센터, 6개의 권역센터가 구축되었으며, 기지국은 전국 연안 263개소에 표 1과 같이 구축되었다.

Table 1 Regional center and number of base stations

Center	Administrative division	Base stations
Incheon	Gyeonggi, Incheon	29
Daesan	Chungbuk, Chungnam, Jeonbuk, Sejong	47
Mokpo	Jeonnam, Jeju	96
Busan	Busan, Gyeongnam	43
Pohang	Daegu, Gyeongbuk, Ulsan	22
Donghae	Gangwon	26
Sum		263

초고속해상무선통신망의 통신 범위는 해안으로부터 0~30km까지 집중관리 구역(Intensive Management Zone, IMZ)과 30~100km까지 관리구역(Interested Zone, IZ)으로 구분되며 구역별 품질목표는 산·학·연 및 관이 참여하는 품질검증협의체를 통하여 다음 표 2와 같이 설정하였다.

Table 2 Goal of LTE-Maritime

Section	IMZ	IZ
RSRP	-95dBm or more	-115dBm or more
Speed	UL : 3Mbps or more DL : 6Mbps or more	UL : 1Mbps or more DL : 3Mbps or more
Success rate	95% or more	90% or more

2.2 성능 품질 측정 결과

Table 3 Test result of LTE-Maritime on real sea area

Zone	UL/DL	Area	Average speed(Mbps)	Success rate(%)
IMZ	UL	West	19.50	100.00
		South	20.39	99.72
		East	17.85	98.32
		Aver.	19.24	99.34
	DL	West	22.92	99.53
		South	18.66	99.81
IZ	UL	West	16.82	100.00
		South	17.07	97.26
		East	13.43	98.98
		Aver.	15.77	98.74
	DL	West	25.03	99.68
		South	15.18	99.15
		East	22.27	98.98
		Aver.	20.82	99.27

초고속해상무선통신망 구축 완료 이전, 거리에 따른 집중관리 및 관리구역 품질목표 만족 여부를 확인하기 위해 우리나라 해역별(서해, 남해, 동해) 성능 품질을 측정된 결과 모든 해역에서 품질목표를 상회하여 만족하는 것을 확인하였다. 이는 초고속해상무선통신망 실효성 성능 품질 측정 당시에 통신망의 최적화와 재난안전통신망과의 RAN-sharing이 완료 이전인 점을 고려하면 운영과정에서 통신망의 최적화 등으로 실제 통신망의 성능은 일부 향상될 것으로 볼 수 있다.

2.3 권역센터별 출어선수 및 해역별 어선분포

해역별 어선의 데이터 사용 빈도를 알기 위해 지역 및 권역별 출어선 수를 활용하여 권역센터별 기지국 수 대비 선박의 운항 척수를 산정한다. 해양수산부 수산정보포털(2015)에 따르면 총 어선들의 입출항 수는 하루 평균 약 15,000척으로 전국 기지국 수를 고려한 기지국 당 어선의 평균 입출항 수는 약 57척이다.

어업허가 통계를 활용하여 해안으로부터 100km 이내 선박 분포를 해안으로부터 10km 이내 약 20.32%, 10~30km 이내 약 40.66%, 30km~50km 이내 약 30.5%, 50~70km와 70~100km 각 4.26% 비율로 분포하는 것으로 가정하였다. 이를 활용한 권역별 집중관리 및 관심구역 내 선박 분포는 다음 표 4와 같다.

Table 4 The number of departure and arrival fishing vessels by region

Center	Admin. division	Number of fishing vessel(per day)		Number of Base stations
		IMZ	IZ	
Incheon	Incheon	242	165	29
	Gyeonggi	286	152	
Daesan	Chungbuk	65	34	47
	Chungnam	803	513	
	Jeonbuk	418	272	
	Sejong	1	1	
Mokpo	Jeonnam	3,703	2,278	96
	Jeju	230	197	
Busan	Busan	447	376	43
	Gyeongnam	1,985	1,223	
Pohang	Daegu	1	0	22
	Gyeongbuk	457	320	
	Ulsan	116	81	
Donghae	Gangwon	395	238	26
Sum		9,149	5,850	263
Ratio		60.98%	39.02%	-

3. 서비스 시나리오 기반 요구 전송속도

3.1 서비스 데이터별 전송속도

한국형 이내비게이션 체계 기본 설계를 통하여 도출된 서비스 분류(필수와 일반)별 상황(선박→기지국)·하향(기지국→선박) 전송속도 요구사항은 다음 표 5와 같다.(KRISO, 2017)

Table 5 Requirements of transmission speed for vital and non-vital e-Navigation data(unit: kbps)

UL/DL	Priority	Data	Transmission Speed
UL	Vital	① Service	1.6
		② UC Voice	100
	Non Vital	① Service	0.8
		② UC Video	500
DL	Vital	① Alarm	1.6
		② UC Voice	100
	Non Vital	① Service	1,374.74
		② UC Video	500

상황의 경우, 필수 ① 서비스는 선박 위치(0.8kbps, 선박 긴급(SOS) 정보 포함)와 송수신기 상태정보(0.8kbps), ② 데이터 기반 음성통신 UC(Unified Communication) 음성(100kbps)을 포함하여 총 101.6kbps가 필요한 것으로 산정하였다. 또한, 일반 ① 서비스는 서비스 요청(0.8kbps)과 ② HD급 UC 영상(500kbps)을 포함하여 총 500.8kbps가 필요한 것으로 산정하였다. 하향의 경우, 필수 ① 위험경보(1.6kbps, 육상으로부터 충돌 위험 등의 알람 수신)와 ② UC 음성(100kbps)을 포함하여 총 101.6kbps가 필요한 것으로 산정하였다. 그리고 일반 ① 서비스는 기본 서비스(32.48Kbps), 입항 전 및 출항 후 서비스(8.928Kbps), 기타 요청 서비스(1,333.333Kbps)와 ② HD급 UC 영상(500kbps)을 포함 총 1,874.741kbps로 산정하였다.

3.2 기지국 당 평균 필요 전송속도

수식 1은 기지국 당 필요한 평균 요구 전송속도의 산식으로 이내비게이션 서비스 시나리오에 따른 서비스 데이터별 전송속도(A), 기지국 당 이내비게이션 서비스 사용 어선 수(B)와 함께 서비스별 동시 사용률(C)을 적용하여 산정하였다.

$$D = A \times B \times C \tag{1}$$

동시 사용률은 필수 서비스 중 항상 사용되어야 하는 선박 위치, 선박 긴급 정보, 송수신기 상태정보의 경우 100% 적용 그 외 UC 음성 및 영상과 일반 서비스는 선박 당 24시간 동안 10%, 50%, 100% 사용을 가정하여 적용하였다.

상황의 경우 필수 요구 전송속도는 동시 사용률 10%, 50%, 100% 적용 시 각각 0.662Mbps, 2.943Mbps, 5.795Mbps으로 나타났으며, 일반 요구 전송속도는 각 2.856Mbps, 14.281

Mbps, 28.563Mbps로 나타났다. 요구 전송속도 합계는 각 3.518Mbps, 17.224Mbps, 34.357Mbps로 도출되었다.

Table 6 Average required transmission rate per base station(cell) for Up Link(unit: Mbps)

Priority	Data	(A)	(B)	(C)		
				10%	50%	100%
Vital	①	0.0016	57	0.0912		
	②	0.1		0.5703	2.8517	5.7034
	Sum	0.1016		0.662	2.943	5.795
Non Vital	①	0.008	57	0.0045	0.2281	0.0456
	②	0.5		2.8517	14.259	28.517
	Sum	0.5008		2.856	14.281	28.563
Total				3.518	17.224	34.357

* (A) : Transmission speed, (B) : Number of fishing vessel, (C) : Activation, (D) : required transmission

하항의 경우 필수 요구 전송속도는 동시 사용률 10%, 50%, 100% 적용 시 각각 0.662Mbps, 2.943Mbps, 5.795Mbps로 나타났다으며, 일반 요구 전송속도는 동시 사용률 10%, 50%, 100% 적용 시 각 10.692Mbps, 53.462Mbps, 106.924Mbps로 나타났다. 요구 전송속도 합계는 각 11.354Mbps, 56.405Mbps, 112.719Mbps로 도출되었다.

Table 7 Average required transmission rate per base station(cell) for Down Link(unit: Mbps)

Priority	Data	(A)	(B)	(C)		
				10%	50%	100%
Vital	①	0.0016	57	0.0912		
	②	0.1		0.5703	2.8517	5.7034
	Sum	0.1016		0.662	2.943	5.795
Non Vital	①	1.37474	57	7.841	39.204	78.407
	②	0.5		2.852	14.259	28.517
	Sum	1.87474		10.692	53.462	106.924
Total				11.354	56.405	112.719

* (A) : Transmission speed, (B) : Number of fishing vessel, (C) : Activation, (D) : required transmission

3.3 지역별, 거리별 필요 전송속도

요구 전송속도 결과를 상·하항 및 지역별, 거리별 필요 전송속도로 구분하여 분석한 결과가 표 8과 9이다. 표 8과 같이 상항의 경우, 권역센터 중 최고 요구 전송속도로 나타난 부산 권역은 동시 사용률 10%, 50%, 100%에 각 5.79Mbps, 28.33Mbps, 56.48Mbps 그리고 최소 요구 전송속도인 동해권역은 각 1.51Mbps, 7.36Mbps, 14.68Mbps로 나타났다.

표 9와 같이 하항의 경우, 각 권역센터 중 최고 요구 전송속도로 나타난 부산권역은 동시 사용률 10%, 50%, 100%에 각 18.67Mbps, 92.72Mbps, 185.3Mbps 그리고 최소 요구 전송속도인 동해권역은 각 4.847Mbps, 24.9Mbps, 48.15Mbps로 나타났다.

Table 8 Required transmission per base station(cell) & section for Up Link(unit: Mbps)

Center	IMZ			IZ		
	Activation					
	10%	50%	100%	10%	50%	100%
Average (Nation)	2.15	10.50	20.95	1.37	6.72	13.41
Maximum (Busan)	3.49	17.10	34.07	2.30	11.23	22.41
Minium (Donghae)	0.94	4.59	9.16	0.57	2.77	5.52

Table 9 Required transmission per base station(cell) & section for Down Link(unit: Mbps)

Center	IMZ			IZ		
	Activation					
	10%	50%	100%	10%	50%	100%
Average (Nation)	6.92	34.40	68.74	4.43	22.01	43.98
Maximum (Busan)	11.26	55.93	111.78	7.41	36.79	73.52
Minium (Donghae)	3.027	15.04	30.05	1.82	9.06	18.10

3.4 성능 품질 측정 결과 vs 필요 전송속도

기지국 당 평균 필요 요구 전송속도와 표 3의 성능 품질 측정 결과의 평균값을 비교하면 다음 표 10과 같이 성능 품질 측정 결과의 전송속도는 모든 시나리오별 기지국 당 필요 전송속도 기준 필수 서비스와 10% 동시 사용률 적용 시 필수 및 일반 서비스 모두를 만족하는 것으로 나타났다.

그러나, 동시 사용률 50%, 100%에서의 일반 서비스 및 함께 요구 전송속도 기준에는 만족하지 못하는 것으로 나타났다. 현실적인 동시 사용률 10%를 우선 고려한다면 실패역 측정 결과에 따른 초고속해상무선통신망의 전송속도는 설계 기준 이내비게이션 서비스를 안정적으로 제공 가능하다고 판단된다.

Table 10 Required transmission speed by performance quality measurement results(unit: Mbps)

Division			Activation		
			10%	50%	100%
UL	Vital	Aver.	0.6615	2.9429	5.7946
		Max.	1.0876	4.8379	9.5258
	Non Vital	Aver.	2.8562	14.2813	28.5627
		Max.	4.6954	23.4769	46.9538
	Sum	Aver.	3.5178	17.2243	34.3574
		Max.	5.7830	28.3148	56.4796
DL	Vital	Aver.	0.6615	2.9429	5.7946
		Max.	1.0876	4.8379	9.5258
	Non Vital	Aver.	10.6924	53.4621	106.9243
		Max.	17.5771	87.8857	175.7714
	Sum	Aver.	11.3540	56.4051	112.7190
		Max.	18.6647	92.8857	185.2971

4. MCS 적용한 제공 가능 전송속도

MCS(Modulation Coding Scheme)는 LTE 시스템에서 채널 상태에 따라 물리적인 Symbol에 몇 bits의 정보를 실어 보낼 것인가를 결정하는 변조 방식 및 채널을 극복하기 위한 채널코딩을 어떻게 할 것인가 결정하는 수준을 의미한다. 즉, 주파수 자원(RBs, Resource of Blocks)이 지정된 경우 LTE 기반 통신 시스템의 전송속도는 MCS 지표에 따라 달라질 수 있다.(Alexey, 2019)

지정된 주파수 대역에서의 제공 가능한 전송속도 도출을 위해 거리 및 통신 환경에 따라 지정된 주파수 자원 내 주파수 채널 코딩방식(MCS) 적용 및 앞서 제시한 기지국 당 어선 분포를 활용하여 해안으로부터 100km 이내 기지국 당 약 57척 선박을 대상으로 제공 가능한 전송속도를 산출하였다.

4.1 MCS 적용 제공 가능 전송속도 산정

상·하향 각 10MHz 주파수 대역폭 내 주파수 자원을 100% 활용하고, 앞서 제시한 해안으로부터 100km 구간의 선박분포를 적용하여 거리에 따른 총 전송속도를 산출하였다.

또한, MCS 지표는 기지국에서 가까운 경우와 먼 거리에 대해 각 적용 가능한 방식을 가정하여 적용하였고, 이에 따른 산정결과는 합계 기준 상향 15.94Mbps, 하향 28.74Mbps로 도출되었다.

4.2 MCS 적용 제공 가능 전송속도 vs 필요 전송속도

MCS 적용 제공 가능 전송속도는 모든 시나리오별 기지국 당 필요 전송속도 기준 전송속도의 동시 사용률 10% 적용 시 상·하향에서 필수 및 일반 서비스 모두를 만족하는 것으로 나타났다. 그러나, 동시 사용률 50%, 100%에서의 일반 서비스 및 함께 요구 전송속도 기준에는 만족하지 못하는 것으로 나타났다. 이는 제한된 주파수 자원을 고려하여 서비스 설계 시 현실적 동시 사용률인 10% 적용이 불가피함을 보여준다.

Table 11 Required transmission speed by Transmission speed on MCS(unit: Mbps)

Division		Activation			
		10%	50%	100%	
UL	Vital	Aver.	0.6615	2.9429	5.7946
		Max.	1.0876	4.8379	9.5258
	Non	Aver.	2.8562	14.2813	28.5627
		Max.	4.6954	23.4769	46.9538
	Sum	Aver.	3.5178	17.2243	34.3574
		Max.	5.7830	28.3148	56.4796
DL	Vital	Aver.	0.6615	2.9429	5.7946
		Max.	1.0876	4.8379	9.5258
	Non	Aver.	10.6924	53.4621	106.9243
		Max.	17.5771	87.8857	175.7714
	Sum	Aver.	11.3540	56.4051	112.7190
		Max.	18.6647	92.8857	185.2971

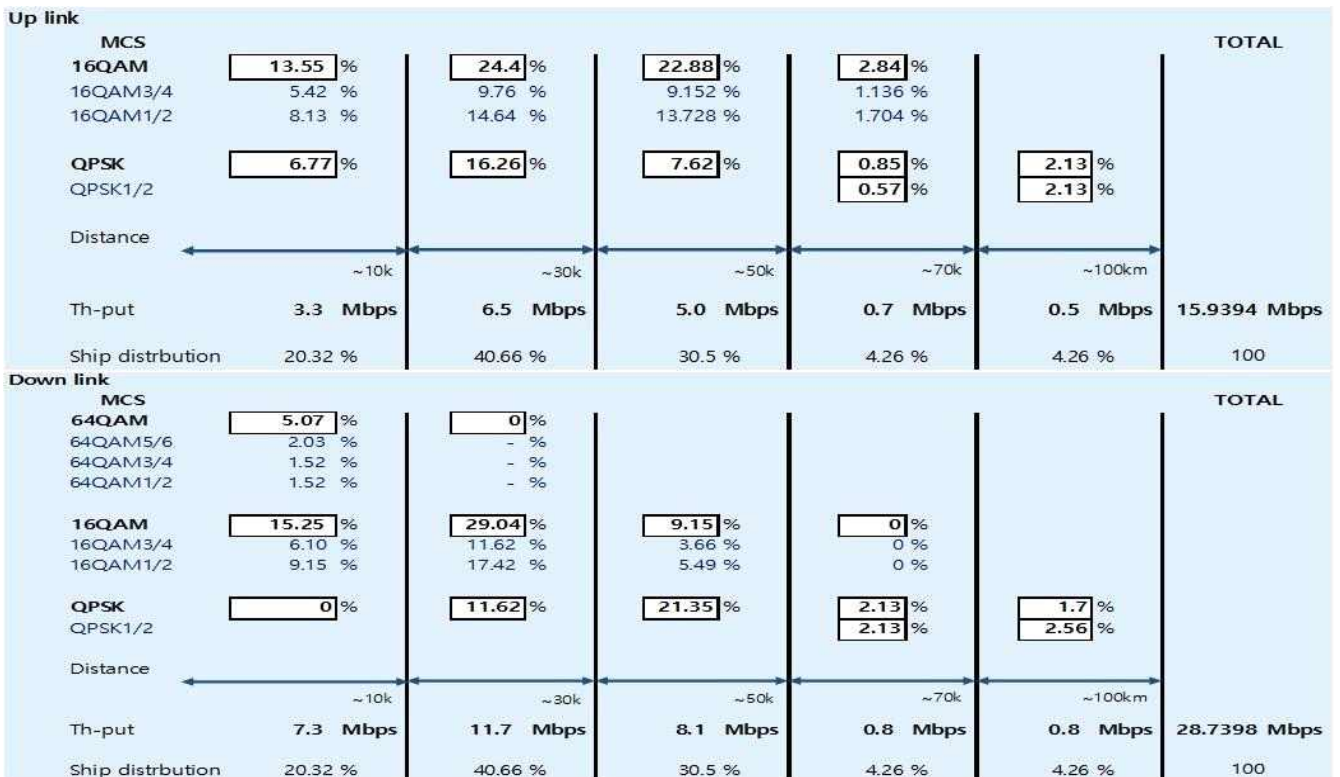


Fig. 2 Performance Analysis of LTE-Maritime considering both distribution of coastal ships and MCS

4.3 성능 품질 측정 결과 vs MCS 적용 제공 가능 전송속도

주파수 자원 할당 관점 MCS 고려 전송속도와 성능 품질 측정 결과는 다음 표 12와 같이 분석되었다. 성능 품질 측정 결과와 MCS 적용 제공 가능 전송속도를 비교하면 성능 품질 측정 결과 상향 평균 전송속도는 MCS 적용 제공 가능 전송속도를 만족하는 것으로 분석되었으나, 하향 전송속도의 경우 부족한 수준을 보인다.

MCS를 고려하였을 때 요구되는 전송속도는 선박이 100km 해역까지 어떤 가정하에 분포되었다는 전제로 계산된 것이며, 또한 실험 측정 결과도 광대한 해역에서의 측정 결과를 평균적으로 보인 것이므로 충분하다거나 부족하다는 결론을 위해 직접 비교하는 것은 적절하지 않을 수도 있다. 그럼에도 초고속해상무선통신망의 현재까지 분석된 망 성능을 기준으로 향후 이내비게이션 서비스의 설계에 따른 데이터 소요량 분석, 통신망 고도화 투자 계획 수립 등에 본 성능 분석 결과를 활용할 필요가 있다. 아울러 본 논문에 활용한 실험역 성능 품질 측정 결과는 통신망 구축 과정에서 파악된 재난안전통신망과의 RAN-sharing 최적화 이전이었던 점을 고려하여 향후 통신망 최적화 및 성능 고도화의 필요성으로 인식할 필요가 있다.

Table 12 Transmission speed on MCS VS Performance quality measurement results(unit: Mbps)

UL/DL	Transmission speed			
	MCS	Measurement result on real sea		
		Average	IMZ	IZ
UL	15.94	17.50	19.24	15.77
DL	28.74	20.90	20.99	20.82

5. 결 론

사용자 수요 관점에서 초고속해상무선통신망의 적절한 통신 서비스 성능 분석 및 향후 개선 방향을 도출하기 위하여 통신망 실험역 성능 품질 측정 결과와 서비스 별 동시 사용률을 고려한 이내비게이션 서비스 시나리오 기반 요구 전송속도, LTE 변조코딩방식(MCS)을 적용한 제공 가능 전송속도를 교차 분석하였다.

실험역 성능 품질 측정 결과와 이내비게이션 서비스 시나리오 기반 요구 전송속도 비교, 그리고 MCS 적용 제공 가능 전송속도와 이내비게이션 서비스 시나리오 기반 요구 전송속도 비교 결과를 통하여 현재 시점의 통신망의 주파수 자원과 서비스 시나리오를 고려시 현실적으로 동시 사용률 10% 적용이 타당함을 확인할 수 있었다.

이에 따라 초고속해상무선통신망의 안정적 운영 측면에서 미래 사용자 증가 및 서비스 추가 적용을 고려하여 동시 사용률 개념을 포함하는 사용자 서비스 운영 정책 개발과 함께 기

지국 등 인프라 확대를 위한 고도화 작업이 필요하다.

또한, 초고속해상무선통신망의 통신환경 개선을 위하여 RAN-sharing 최적화를 통한 타 통합공공망과의 간섭 해소, 초고속해상무선통신망 무선설비 개선 및 다양화, 주파수 자원 추가 확보 등 바다에서의 제한된 통신 환경 개선을 위한 노력이 필요하다.

후 기

본 논문은 해양수산부 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행하는 “초고속해상무선통신망 무선설비 다각화 및 통신연계 기술개발 연구”(PMS4880)의 일부 내용임을 밝힙니다.

참 고 문 헌

- [1] Jo, S. W., Jang, J. H., Yu, S. W. and Shim, W. S.(2018), “A Validation of Field Test Results for LTE-Maritime,” IFAC-Papers OnLine, Vol. 51, No. 29, pp. 153-158.
- [2] Jo, S. W. and Shim, W. S.(2019), “LTE-Maritime: High-Speed Maritime Wireless Communication Based on LTE Technology,” IEEE Access, Vol. 7, pp. 53172-53181.
- [3] Kim, B. Y., Lee, B. H., Park, C. Y. and Shim, W. S.(2021), “Novel Maritime Wireless Communication based on Mobile Technology for the Safety of Navigation: LTE-Maritime focusing on the Cell Planning and its Verification” Journal of Navigation and Port Research, Vol. 45, No. 5, pp. 231-237.
- [4] Ministry of Oceans and Fisheries(2015), The number of departure and arrival fishing vessels by region <https://www.fips.go.kr>
- [5] KRISO(2017), Establishment of high-speed maritime wireless communication network(LTE-M) information system master plan(ISMP), IV.Basic design and construction plan, pp. 25-26.
- [6] Alexey Anisimov(2019), LTE Modulation and Coding Scheme(MCS), http://anisimoff.org/eng/lte_mcs.html.

Received 24 November 2021

Revised 16 December 2021

Accepted 21 December 2021