

초고속해상무선통신망 서비스 품질 기준 및 주요 현안

우석* · † 문은주 · ‡ 최두정

*, †, ‡ 한국정보통신기술협회

요 약 : 초고속해상무선통신망은 연안으로부터 100km 까지 전국 3해안(동·서·남해)에 LTE(Long Term Evolution) 통신 체계를 구축하여 항해 중인 선박(어선, 소형선박, 상선 등)을 대상으로 해상 e-Navigation 서비스를 제공하는 것을 목표로 한다. 본 논문은 초고속해상무선통신망의 품질검증 기준이 되는 연안으로부터의 통신서비스 제공 거리, 전송 속도, 전송성공률 및 커버리지 기준 등에 대해 검토해 보고 각 기준 수립을 위해 고려되어야 할 주요 쟁점 사항을 논의해보고자 한다.

핵심용어 : 초고속해상무선통신망, LTE-Maritime, e-Navigation, 통신서비스 품질, 커버리지, 전송속도, 전송성공률

주요 현안 요약

LTE-M. 품질검증/기준 논의 현안

번호	안건	RFP 기준 (*18.9.18기준)	논의 사항
1	통신서비스 제공 거리 기준	<ul style="list-style-type: none"> 집중관리구역: 해안 ~ 30km 관심구역: 30km ~ 100km 	<ul style="list-style-type: none"> 통신 거리 기준으로써 '해안' 적용 대상 범위가 모호 (해안 = 해안선 ?) 해안(RFP 표기), 연안(e-Nav사업단 표기) 등 용어 통일 및 명확한 정의 필요 ** 집중관리구역, 관심구역 용어 정의
2	전송속도 및 통신성공률 품질 기준	<ul style="list-style-type: none"> 집중관리구역: 최소 6Mbps (통신성공률 95%) 관심구역: 최대 3Mbps (통신성공률 90%) 	<ul style="list-style-type: none"> 품질요구 기준으로 현재 RFP에 제시된 기준의 모호함 전송속도 기준값의 적정성 통신성공률 용어 정의의 필요성, 기준값의 적정성, 산출 방식 정의 필요 * Industry Norm: 전송성공률 용어 사용 중
3	서비스 커버리지 (전계강도, 비움) 기준 제시	없음	<ul style="list-style-type: none"> RSRP(전계강도) > -100dBm 이상, yy% 이상 등과 같은 커버리지 품질요구 기준 제시 필요

1. 통신서비스 제공 거리 기준 (해안)

용어 정의(해안선, 연안)

*'해안'이라는 용어는 전문성과 객관성을 부여하기에는 부족한 표현임

- 해안선: 육지와 바다를 연결하는 경계선**
 - 조석·파랑·기압 등 변화로 이동 가능
 - 인접항 평균 조위(潮位) 기준 해발고도 0m로 하여 해안선의 위치를 정함
 - 해안선 길이: 1만4,962km(지구 둘레의 37%)
 - ※ 2014년 국립해양조사원
- 연안: 육지와 바다를 연결하고 있는 곳**
 - 해안 경계선에서 발생하는 여러 작용들에 의해 영향을 받는 넓은 지역
 - 습지, 모래언덕, 해안 인접 내륙 절벽 등 포함
 - 연안해역과 연안육역을 의미

1. 통신서비스 제공 거리 기준 (해안)

LTE-M. 구축 RFP 기준

해안에서 30km까지의 집중관리구역과 30~100km까지의 관심구역으로 구분하며 각 구역별로 아래와 같은 통신품질을 보장하여야 한다.

1. 통신서비스 제공 거리 기준 (해안)

해안선 적용 대상 육지

- 본토 및 3해안 모든 섬의 해안선을 고려할 경우,**
 - ※ 초고속해상무선통신망(LTE-M) 구축사업 제안요청서의 '해안선' 기준의 사전적 정의에 따른
 - ※ 본토·(임의 정의) 대한민국 3해안을 아우르는 육지로서, 육지로 이동 가능한 섬을 포함
- 집중관리구역 및 관심구역 구분 의미 되겠음**
 - 예) 특정 해상 지점이 본토 기준(예, 부산항) 관심구역(00~100km)에 해당하지만, 특정 섬 기준으로는 집중관리구역(30km 이내)에 해당됨
- 거리별 통신품질 검증 결과 제시 방법이 모호**
 - 예) 서해/남해의 경우, 수많은 섬의 해안선을 적용하면 실제 본토와 먼 거리 (30km 이상의 해상 영역이 0~30km 내의 근해 결과로 처리됨)
- 대표 커버리지 비현실성 증가**
 - 예) 최동단 섬인 독도 등 100km까지 관심구역으로 설정하면 무리
- 본토 및 3해안 특정 섬(울릉도/제주도)만 해안선을 고려할 경우,**
 - ✓ 제안요청서에 '해안선' 적용 대상 육지로 특정 섬 또는 지역 명시 필요
 - 해안선 적용 대상 특정 섬을 지정할 경우, 인구밀집도, 여객선 이용빈도, 통항 밀집도 등을 고려하여 선정
 - ✓ 육지로 이동 가능한 섬을 본토로 볼 경우: 대한민국 모든 영토(섬포함)의 해안선 정보 중 육지로 이동 불가능한 모든 섬을 선별하여야 함
 - 실제 육지로 이동 가능한 섬을 모두 파악해야, 정확히 본토라고 정의되는 해안선 기준을 수립할 수 있음

‡ 교신저자: djchoi@tta.or.kr

* seek.woo@tta.or.kr

주) 이 논문은 2018년 해양수산부 재원으로 한국해양과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(IMO 차세대 해양안전 종합관리체계 기술개발)

1. 통신서비스 제공 거리 기준 (영해선/기선) - 제한

영해 및 접속수역법 (영해법)

- 제1조(영해의 범위) 대한민국의 영해는 기선(基線)으로부터 측정하여 그 바깥쪽 12해리의 선까지에 이르는 수역(水域)으로 한다. 다만, 대통령령으로 정하는 바에 따라 일정수역의 경우에는 12해리 이내에서 영해의 범위를 따로 정할 수 있다. ※ 12해리=22.224km
- 제2조(기선) ① 영해의 폭을 측정하기 위한 통상의 기선은 대한민국이 공식적으로 인정한 대축척해도(大縮尺海圖)에 표시된 해안의 저조선(低潮線)으로 한다. ② 지리적 특수사항이 있는 수역의 경우에는 대통령령으로 정하는 기점을 연결하는 직선을 기선으로 할 수 있다. ※ next page: 영해 기점

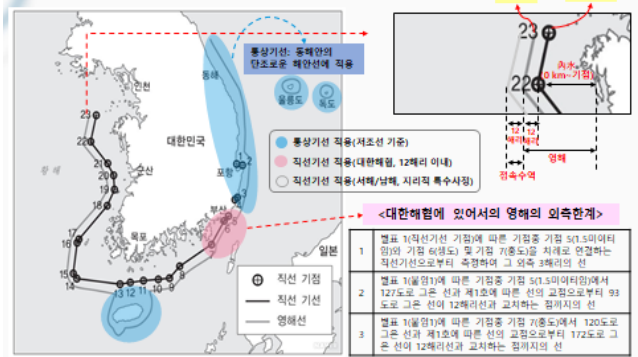
영해 설정의 기준선

- ✓ 통상 기선: 연안의 최저 조위선 → 일반 해안에서 통상적으로 적용
- ✓ 직선 기선: 최외곽 도서를 연결한 직선 → 섬이 많거나 해안선이 복잡한 경우 적용

9

1. 통신서비스 제공 거리 기준 (영해선/기선) - 제한

영해의 기선, 영해선



11

※ 대통령령으로 정하는 기점

직선을 기선으로 하는 수역과 그 기점

수역	기점	지명	위도	경도
영해권	1	달산곶	북위 35도 05분 35.5초	동경 129도 24분 00.0초
	2	고포곶	북위 35도 05분 28.0초	동경 129도 23분 28.0초
	3	회양수	북위 35도 20분 17.0초	동경 129도 24분 40.0초
	4	방암곶	북위 35도 25분 56.5초	동경 129도 22분 06.0초
연해권	5	12해리(기점)	북위 35도 16분 08.0초	동경 129도 13분 03.0초
	6	성도	북위 35도 02분 13.0초	동경 129도 05분 35.0초
	7	충도	북위 34도 32분 05.0초	동경 128도 43분 58.0초
	8	간막곶	북위 34도 17분 16.0초	동경 127도 51분 16.0초
	9	개성도	북위 34도 01분 42.0초	동경 127도 36분 33.0초
	10	개성도	북위 34도 05분 17.0초	동경 127도 16분 28.0초
	11	개성도	북위 33도 58분 00.0초	동경 126도 55분 26.0초
	12	한수도	북위 33도 55분 04.0초	동경 126도 38분 16.0초
	13	팔영섬	북위 33도 52분 03.0초	동경 126도 18분 44.0초
내해권	14	소곡산도	북위 34도 02분 49.0초	동경 125도 07분 22.0초
	15	소곡산도(소곡산도북서부)	북위 34도 07분 07.0초	동경 125도 04분 35.0초
	16	충도	북위 34도 40분 29.0초	동경 125도 10분 22.0초
	17	고비(고비도북서부)	북위 34도 49분 15.0초	동경 125도 11분 17.0초
	18	황도	북위 35도 26분 12.0초	동경 125도 58분 05.0초
	19	안양도	북위 35도 39분 36.0초	동경 126도 06분 01.0초
	20	기도	북위 35도 53분 22.0초	동경 126도 04분 01.0초
	21	마한도	북위 36도 07분 16.0초	동경 125도 58분 03.0초
	22	사계곶(기점)	북위 36도 36분 47.0초	동경 125도 12분 24.0초
	23	소곡도	북위 36도 58분 56.0초	동경 125도 44분 56.0초

※ 출처: 영해및접속수역법시행령 별표1

10

2. 전송속도 및 통신성공률 품질 기준

RFP(9/18일 버전)에 제시된 기준의 문제점

구분	통신거리구분	전송속도	데이터 종류	통신성공률	비고
집중관리구역	0~30km	최소 3Mbps	GI, IS, Data	98%이상	
관심구역	30~100km	최대 3Mbps	GI, IS, Data	90%이상	

- 통신품질 관련 실제 기준 및 검증 방법은 통신품질 LTE 통신품질 기준을 기반으로 실행 가능한 방안이 대외 제안자가 제안하고 발주자의 참여하여 확립함.
- 상기 제시된 전송속도는 예비타당성 조사결과(14.11.)에 의한 것이며, 발주자가 수립한 전문가 회의의 현장 실행 및 검증 결과에 따라 최종 확정함.

- 집중관리구역 **최소** 속도, 관심구역 **최대** 속도: !@#%\$%^&*'(
- **통신성공률** 이란?
- **다운링크 및 업링크** 속도 구별하여 전송속도 기준값 수립 필요
- **Industry Norm** 과 불일치

※ 기타: 전송속도 기준이 LTE-M에 동시 접속하는 **단일 수량**을 **대량** 고려한 것인지 모호함 → 집중관리구역은 선박 x회, 관리구역은 선박 < x회

15

1. 통신서비스 제공 거리 기준 (영해선/기선) - 제한

집중관리구역 / 관심구역 제정의



13

1. 통신서비스 제공 거리 기준 (영해선/기선) - 제한

집중관리구역 / 관심구역 제정의

- 집중관리구역 (제한) ※ 현 RFP: 선박의 종류와 사고 통계에 의하여 집중관리구역 (0~30km) 및 관심구역(30~100km) 으로 추상적으로 구분
 - 연근해 조업 활동 및 여객선 입출항 빈도가 높은 영해선 **내**의 수역으로 하되,
 - ① **대한해협, 동해, 울릉도, 독도, 제주도의 경우 영해선 내의 수역**
 - ※ 모든 수역이 본토로부터 약 30km 내외에 있음
 - ② **남해/서해의 경우, 직선 기선 내의 수역**
 - ※ 대부분 기점은 본토로부터 50km 내외에 있음
 - ※ 단, 기점 14/15(가거도 근처는 본토(진도)에서 약 100km 떨어진)
- 관심구역 (제한)
 - 집중관리구역의 **바깥쪽 70km 까지 수역**으로 함
 - ※ 집중관리구역과 관심구역이 교차하는 구역은 집중관리구역에 해당함(예. 제주도 북쪽 방향 수역)

12

2. 전송속도 및 통신성공률 품질 기준

구분	통신거리구분	전송속도	데이터 종류	통신성공률	비고
중심권리구분	0~30km	최소 6Mbps	GI BSS, Data	85%이상	
권선구분	30~100km	최대 3Mbps	GI BSS, Data	80%이상	

제안

- DL / UL 을 분리
- 전송속도: 전송속도 불량률의 Bad Throughput 기준 값
- 통신성공률: **전송성공률**
- 전송성공률 산출 산식

$$\text{전송성공률(\%)} = \frac{(\text{총 측정호수}) - ((\text{서버 접속 실패 호수}) + (\text{전송 단절 호수}) + (\text{Thr.기준 이하 호수}))}{\text{총 측정호수}}$$

평가지표	측정 항목	측정 항목 설명
전송성공률	접속성공률(연결성공)	FTP 접속을 시작하여 20초 내에 FTP 서버에 접속이 완료되면 성공
	단절률(FTP 전송 단절)	Traffic Time(13초) 이내에 FTP 전송이 완전히 끊길
	전송속도 불량률	Traffic Time에서 최초 3초(Slow Time)를 제외하고 일정속도의 Threshold Throughput 이하의 전송속도가 나올 경우 (DL 6Mbps, UL 2Mbps)*

16 ※ next page: 과기정통부 품질평가 결과, Youtube 권장 속도

3. 서비스 커버리지(전계강도, 비율) 기준

초고속해상무선통신망 RFP

- 품질 요구 기준에 커버리지 비율과 기준 RSRP(전계강도) 제시 필요?
 - (이유) 구축을 성실히 이행하였는지 여부를 판단하는 안전장치(품질 요구 기준) 강화
- 커버리지 비율과 기준 RSRP(전계강도)를 제시할 경우, 수치는 얼마로 할지?
 - (예) 전계강도(RSRP) -110dBm 이상, 99% 이상 커버리지 달성
- 커버리지 이행여부 검증은 어떻게 할지?
 - 커버리지 관련 기준이 제시되어도, 현실적으로 해상 전수 검증(시험)은 불가함
 - 현실적인 검증 방안 마련: (예) 국내의 주요 여객선 루트 선별 검증

20

후 기

이 논문은 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원과 한국형 e-Navigation 사업단의 지원을 받아 수행된 "IMO 차세대 해양안전 종합관리체계 기술개발" 연구 결과 중 일부이다.

2. 전송속도 및 통신성공률 품질 기준 - 참고자료

과학기술정보통신부

< 도시 유형별 LTE 전송속도(단위: Mbps) >

구분	전체		SKT		KT		LGU+	
	다운로드	업로드	다운로드	업로드	다운로드	업로드	다운로드	업로드
대도시	157.09	41.92	191.82	45.22	144.39	35.74	135.07	44.79
중소도시	144.94	36.10	173.40	42.08	136.48	30.14	124.94	36.09
농어촌	99.63	25.54	131.33	29.78	108.96	24.93	58.60	21.90
전국평균	133.43	34.04	163.92	38.41	131.03	30.13	105.34	33.56
도별평균	51.23	13.68	52.27	14.04	31.70	8.27	69.74	18.73

※ DL 전송 최소속도: '16년 4Mbps → '17년 6Mbps 상향

< 취약지역 유형별 LTE 전송속도(단위: Mbps) >

구분	전체	동산로	여객항로	도시 (취약지역)	해안도로
다운로드	56.11 (58.31)	54.75 (83.25)	51.01 (40.32)	19.56 (58.95)	91.94 (67.21)
업로드	15.99 (18.74)	12.23 (20.58)	14.74 (15.77)	19.51 (20.46)	25.95 (21.09)

* ()는 전년도 값과

※ 출처: '17년 통신서비스 품질평가 결과

YouTube

동영상 해상도	권장 시속 속도
4K	200Mbps
HD 1080P	5Mbps
HD 720P	2.5Mbps
SD 480P	1.1Mbps
SD 360P	0.7Mbps

17

3. 서비스 커버리지(전계강도, 비율) 기준

철도통합무선망 품질 요구 기준

- 원주~강릉 구간 철도통합무선망(LTE-R) 구매 설치 제안요청서

커버리지는 시간적·공간적으로 연속적이어야 하며, 안정성을 보장하기 위해 **98%이상** (후대용: RSRP -110dbm 이상, 단 자광용은 95%이상, -95dbm이상) 이어야 한다.

- 공항철도 열차무선설비(LTE-R) 구매 설치 제안요청서

구분	항목	내용	비고
1	무선 서비스 범위		
2	RSRP		
3	음향특화음질		
4	데이터 서비스 품질		
5	핸드오버		
6	열차속도		

19