

초고속해상무선통신망 커버리지 및 통신서비스 품질검증 방안

우석* · 문은주* · † 최두정

*, † 한국정보통신기술협회

요 약 : 초고속해상무선통신망(LTE-Maritime)은 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 바다에서도 LTE급의 데이터 통신이 가능한 해상 e-Navigation 서비스 제공을 목표로 한다. 본 논문은 초고속해상무선통신망의 커버리지 및 통신서비스 품질검증 기준이 되는 연안으로부터의 통신서비스 제공 거리, 전송 속도, 전송성공률 등에 대해 검토해 보고, 각 품질 지표를 검증할 수 있는 시험항목 설정, 시험 환경 구성, 시험 방법 및 품질 결과 분석 방안에 대해 논의해보고자 한다.

핵심용어 : 초고속해상무선통신망, e-Navigation, 커버리지, 통신품질, 전송속도, 전송성공률

1. 품질검증 시험 개요

IMO 차세대 해양안전종합관리체계 기술개발 사업, 해양수산부

해상에서의 안전 증진을 위해 운항 및 관련 서비스의 다양화, 고도화가 필수로 요구됨. 이러한 서비스 구현을 위해서는 해상무선통신망에서 멀티미디어 서비스 지원이 가능해야함.

1. 품질검증 시험 개요

시험 목적

- 해수부가 구축하는 초고속해상무선통신망(LTE-Maritime)의 제3차 검증 시험을 통해 LTE-M, 커버리지 및 통신품질 결과를 제시하는데 목적이 있음

시험 대상

- 전국 연안에 설치된 초고속해상무선통신망 및 선박용 라우터

시험 영역

- LTE-M, 서비스가 제공되는 대한민국 3해안(동, 서, 남해안)의 연안으로부터 100Km 까지 해역

1. 품질검증 시험 개요

초고속해상무선통신망 구축 RFP 품질기준

구분	통신거리 구분	전송속도	전송성공률	데이터 종류
접근권역	0-30km	DL: 평균 0Mbps 이상, UL: 평균 3Mbps 이상	95% 이상	GNS, Data
관심구역	30-100km	DL: 평균 3Mbps 이상, UL: 평균 1Mbps 이상	90% 이상	GNS, Data

2. 품질검증 시험 방법 및 분석 방안

시험 방법

- 3해안의 연안선 수송 실적이 높은 주요 국내-외 여객 노선 표본 측정

연안 여객선 항로도

지역별 여객수계	지역	여객수
서울	서울	4,113
부산	부산	2,398
대구	대구	2,174
인천	인천	2,047
대전	대전	1,819
광주	광주	1,619
대구	대구	1,512
대전	대전	1,412
부산	부산	1,312
대전	대전	1,212
대전	대전	1,112
대전	대전	1,012
대전	대전	912
대전	대전	812
대전	대전	712
대전	대전	612
대전	대전	512
대전	대전	412
대전	대전	312
대전	대전	212
대전	대전	112

시험 항로	출발수 (정확)	왕복거리 (운항시간)
목포-제주	15,180 (1,425명)	378km (04:30)
목포-종도	319 (351명)	129km (02:30)
여수-제주	15,195 (1,220명)	173km (05:00)
인천-연명	573 (411명)	118km (02:00)
포항-울릉도	388 (442명)	218km (03:10)
부산-대외도	164 (191명)	76km (01:10)
부산-울주양기	164 (191명)	21.3km (03:03)
부산-오시카	3,690 (545명)	660km (19:00)
동해-칠리보스곶	13,000 (510명)	673km (23:00)

* 출처: 한국해운조합 '18년 연안여운통계연보

† 교신저자: djchoi@tta.or.kr
* seek.woo@tta.or.kr

2. 품질검증 시험 방법 및 분석 방안

시험 환경 구성도

시험 장비

- Innowireless
- STI
- PCTEL
- ROHDE & SCHWARZ

7

2. 품질검증 시험 방법 및 분석 방안

시험 방법

- 선박 출항부터 입항까지 **항로 모든구간 연속 측정**
 - 여객 **노선의 왕복을 분리**하고, 동일 선박 및 자리를 지정하여 고정 측정
 - 시험장비 및 단말 이상 발생 시, 조치 후 재 측정 시작(통계처리 제외)
 - ※ 조치 불가 또는 품질결과에 영향이 크다고 판단될 경우, 해당 여객 노선 재측정 실시

- 무선데이터 품질 측정은 서버와 단말기 간 FTP 패킷 데이터를 송·수신하면서 측정
- FTP 패킷 데이터 전송은 단말기 1대로 **DL-UL을 교차하여 반복** 측정

10

2. 품질검증 시험 방법 및 분석 방안

시험 항목

시험대상	시험항목	비고
LTE-M.망 /선박용 라우터 (단말기)	전계강도 - RSRP (Reference Signal Received Power) - SINR (Signal to Interference plus Noise Ratio)*	커버리지를 판단하는 주 지표는 RSRP로써 단말기 및 RF스캐너의 값을 측정
A항 상용망* /상용망 라우터 (단말기)	무선데이터 품질 - 전송속도: 최대속도(DL/UL), 평균속도(DL/UL) - 전송성공률: 접속성공률(연결성공), 단절률(FTP 전송단절), 전송속도 불만족	과학기술정보통신부, 통신서비스 품질평가 무선데이터 품질 지표

* 상용망의 품질과 비교를 위해 시험 예정

8

2. 품질검증 시험 방법 및 분석 방안

분석 방안: 커버리지

- 매 10km 단위구간 별 단말 전계강도 통계**
 - 단위구간 별 중 측정횟수(1초 간격 샘플링) 대비 전계강도 기준값 이상 결과 비율
 - 집중관리구역/관심구역 별 커버리지 분석
 - 해역(동/서/남/북) 별 커버리지 분석

구분	집중관리구역	관심구역
통신거리 구분	0-30 km	30-100 km
전계강도 기준	-65dbm 이상	-115dbm 이상
비율	95% 이상	95% 이상
비고	매 10km 단위구간 별	매 10km 단위구간 별

11

2. 품질검증 시험 방법 및 분석 방안

무선데이터 품질 평가지표

평가지표	측정 항목	측정 항목 설명
전송속도*	최대 속도	측정서버에서 단말기로의 데이터 수신 최대 속도(Mbps)
	평균 속도	단말기에서 측정서버로의 데이터 송신 최대 속도(Mbps)
전송성공률	접속성공률(연결성공)	측정서버에서 단말기로의 데이터 수신 평균 속도(Mbps)
	단절률(FTP 전송 단절)	단말기에서 측정서버로의 데이터 송신 평균 속도(Mbps)

* TrafficTime에서 최초 3초(Slow Time)를 제외한 데이터 송수신 평균 속도
† 망 구축 시점까지 기술협상 후 확장(DL 1Mbps, UL 0.5Mbps)

9

2. 품질검증 시험 방법 및 분석 방안

분석 방안: 무선데이터 품질

- 집중관리구역/관심구역 별 단말 DL/UL 평균 전송속도 통계
 - 구역별 **송 수신효율의 평균**으로 분석
 - ※ 서버접속 실패 or 전송 단절 또는 통계 제외, 전송속도 불량호는 통계에 반영됨

- 전송성공률은 접속실패, 전송단절, 전송속도 불량을 제외한 도로 산출

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

12

3. 품질검증 결과 제시 방안

커버리지 결과 제시

- TTA 커버리지 맵 시스템을 통한 결과 제시
 - RSRP 전계강도를 (가로) 75m X (세로) 75m 크기 격자 단위로 지도상 표시
 - 전계강도에 따라 9단계 색깔로 격자 구분
- GPS 기반 해상 거리별 커버리지 데이터 분석

붙임1. LTE-M. 시험망 측정 개요

시험구간 및 시험목적

구분	시험 구간	시험 목적
육상	① 강릉 정동진 일대 해안도로 (차량 이동 시험)	해안 근처 육상 구간의 해상망 품질 확인 (→재난안전통신망(PS-LTE)과의 전파 간섭 영향 파악)
	② 강릉항 여객선터미널 & 인근 상업시설 (고정 시험)	육상에 위치한 여객선터미널 및 인근 상업시설의 해상망 품질 확인 (→재난망과의 전파 간섭 영향 파악)
해상	③ 강릉~울릉도 여객선 구간 (승선 시험)	해상의 커버리지 및 통신품질 검증
	④ 부산~후쿠오카 여객선 구간 (승선 시험)	전파질량 검증, 커버리지 및 통신품질 검증

3. 품질검증 결과 제시 방안

커버리지 결과 제시

- 커버리지 분석 보고서 제시
 - 커버리지 비율, 측정격자수, 서비스격자수, 음영격자수 등 커버리지 관련 데이터 산출
 - Excel 분석 보고서 추출(거리별 커버리지 비율제시)

속성구간	속성명	속성단위	속성지정	서비스격자수	음영격자수	서비스비율(%)	음영비율(%)
2017-01-01 ~ 2018-09-06	해양망	18000, 육로, 해상	0 ~ 10 km	88,29	12,857,612,326	2624	2607
2017-01-01 ~ 2018-09-06	해양망	18000, 육로, 해상	10 ~ 20 km	26,39	66,947,923	491	642
2017-01-01 ~ 2018-09-06	해양망	18000, 육로, 해상	0 ~ 10 km	93,85	12,883,742	2742	2669
2017-01-01 ~ 2018-09-06	해양망	18000, 육로, 해상	10 ~ 20 km	31,47	201,960	669	611
2017-01-01 ~ 2018-09-06	해양망	강릉-울릉도	0 ~ 10 km	66,81	17,587,753	753	738
2017-01-01 ~ 2018-09-06	해양망	강릉-울릉도	10 ~ 20 km	36,38	3,073,600	400	477
2017-01-01 ~ 2018-09-06	해양망	강릉-울릉도	20 ~ 30 km	81,34	1,633,470	473	433
2017-01-01 ~ 2018-09-06	해양망	강릉-울릉도	30 ~ 40 km	35,34	1,087,420	426	407
2017-01-01 ~ 2018-09-06	해양망	강릉-울릉도	40 ~ 50 km	29,82	1,174,600	463	373
2017-01-01 ~ 2018-09-06	해양망	강릉-울릉도	50 ~ 60 km	2,32	17,427	437	11
2017-01-01 ~ 2018-09-06	해양망	강릉-울릉도	60 ~ 70 km	15,86	1,117,570	376	41

붙임3. LTE-M. 시험망 강릉~울릉도 여객선 커버리지 결과

커버리지

- 강릉~울릉도 (시스템 5호, 시스템빌) (175km 구간)
- 서빙 지원 및 서빙 기지국 정보

여객노선	개항상 (PCI 420)	개항상 (PCI 421)	말착상 (PCI 419)
강릉~울릉도	0~19.5 km	19.5~49.2 km	49.2~152.6 km
울릉도~강릉	0~13.7 km	13.7~42.3 km	42.3~80.2 km

3. 품질검증 결과 제시 방안

무선데이터 품질 결과 제시

- 여객 노선, 구역, 거리 별 통계 결과 제시
 - 통계분석차트, 그래프, 도식화 결과 제공

여객 노선	전송속도 (Mbps)		전송성공률 (%)	
	최대속도	평균속도	DL	UL
육로-해상				
육로-육로				
해상-해상				
인천-안양				

속성구간	최초-제주도(항) 전송속도 (Mbps)		전송성공률 (%)	
	최대속도	평균속도	DL	UL
0~10 km				
10~20 km				
30~100 km				

측정 항목	최초-제주도(항)	
	전송거리구역 (0~30km)	과실구역 (30~100km) / 소계 (0~100km)
전송속도	최대	DL, UL
	평균	DL, UL
전송성공률 (다운로드)	전송성공률
	단결함
전송성공률 (업로드)	전송성공률
	단결함
	전송속도불량률

※ 무선데이터 품질 측정결과 제시 예시

붙임4. LTE-M. 시험망 강릉~울릉도 여객선 통신품질 결과

전송속도, 전계강도, 전계품질

사 사

이 논문은 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원과 한국형 e-Navigation 사업단의 지원을 받아 수행된 “IMO 차세대 해양안전종합 체계 기술개발” 연구 결과 중 일부이다.