2018 년도 한국철도학회 추계학술대회 논문집 KSR2018F032

지하터널구간 도시철도차량 비상방송용 통신방식 적용성에 관한 연구

A Study on Applicability of Emergency Broadcast Communication Method of Underground Tunnel Section in Urban Train

박남수*†, 이원영*

Nam Su Park *†, Won Young Lee*

초록 도시철도의 지하터널구간에서 발생할 수 있는 비상상황(화재 및 재난) 등으로 승객 대피가 필요한 경우 철도차량의 비상안내방송 불능은 심각한 승객안전 및 피난활동에 지장을 주고있다. 안전을 고려하여 어떠한 이례상황이 발생하더라도 열차 내 객실과 지하터널 구간 등에서 비상안내방송이 가능한 무선방송시스템 구축의 필요성이 대두되고 있다. 도시철도 차량용 지하터널구간의 환경에 적합한 Sub-1 방식 과 WAVE(Wireless Access in Vehicular Environments) 무선통신방식을 비교 시험하였다. 본 논문에서는 지하터널구간 환경조건에서의 철도차량에 적용가능한 통신시스템의 신뢰성 및 적합성에 관한 연구를 수행하였다.

Keyword : Throughput, RSSI, PER, WAVE, Sub-1

1. 서 론

도시철도의 지하터널구간에서 발생 할 수 있는 비상상황(차량고장 및 화재발생 등)으로 승객대피가 필요한 경우 철도 차량의 비상안내방송 불능은 심각한 승객안전 및 피난활동에 지장을 초래한다. 현재 도시철도차량에 사용중인 무선통신방식을 조사, 비교, 분석해보면 도시철도차량의 운행 목적인 자가망 시스템과 이동통신 서비스를 위한 승객용 이동통신망 시스템 등 무수히 많은 주파수가 공존하고있다. 도시철도, 경량철도는 무선통신방식으로 최근 산업, 과학, 의료용 기기에서 사용 가능한 주파수 ISM (Industrial Scientific Medical band) 대역인 Zigbee, Bluetooth, Sub-1 을 사용하고있으며, 간섭과 혼신 및 해킹사고 위험에 취약하다[1]. ITS(Intelligent Transport System) 대역의 미국과 유럽 IEEE의 표준인 차량용 무선통신 WAVE(Wireless Access in Vehicular Environments)기술을 철도 차량에 적용하여 현장시험(Sub-1,WAVE 비교)을 통하여 적합한 무선통신방식을 도출하고자 한다.

† 교신저자: 서울과학기술대학교 철도전문대학원 (pns8348@seoulmetro.co.kr)

* 서울과학기술대학교 글로벌융합산업공학과

2. 본 론

2.1 적용가능한 무선통신기술

도시철도차량 무선비상방송장치에 적용가능한 대표적인 무선통신방식을 보면, Table.1과 같이 Bluetooth방식의 경우 2.4GHz ISM 대역을 이용하여 반경 1~10m 범위 안에서 각종 전자, 정보통신 기기를 무선으로 연결·제어하는 기술이다. MR-FSK 변조방식을 이용하는 Sub-1방식의 경우 사물인터넷(IoT)에 적합한 통신방법으로 원거리, 저전력, 스펙트럼, 소프트웨어 유연성을 갖고 있으며, 900MHz 주파수의 ISM 대역을 사용하고 있다[2]. IEEE 802.11P/WAVE 방식의 경우 차세대 지능형 교통시스템을 위한 통신기술로써, 5.9GHz 주파수 대역을 사용하고 있으며, 특히, 차량용 통신규격으로 OFDM방식을 적용하여 장애물이 많은 구간 및 지하터널 등의 조건에서 우수한 성능을 보인다[3].

Table.1 도시철도차량 적용가능한 무선통신기술

항 목	Zigbee	Bluetooth	Sub-1	WAVE
주파수	2.4Ghz 대역 (ISM)	2.4Ghz대역 (ISM)	920MHz대역 (ISM)	5.9GHz대역 (ITS)
송출전력	10mW	10mW	10mW	10mW
전송거리	50m 이하	10m 이하	1.5Km 이하	3Km 이하
채널대역폭	100KHz	100KHz	200KHz	10MHz
국제표준	802.15.4	802.15.1	802.15.4g	802.11p
변조방식	MSK, DSSS	GFSK, FHSS	MR-FSK	OFDM
소형안테나	가능	가능	가능	가능

2.2 무선통신 적용을위한 현차시험

시험구간은 Fig.1과 같이 서울교통공사 지축차량사업소 3호선 약수역까지 1왕복 Sub-1방식과 WAVE통신방식을 지하터널 내 직선구간 및 곡선구간을 대상으로 열차정지 또는 주행조건에서 측정시험을 수행하였다.

Fig. 1 시험구간(지축→약수→지축)

지하 터널내 전송모드 별 Throughput(전송률), RSS(수신강도), PER(패킷오류율)을 시험하였다.

2.3 비교시험결과 분석

통신성능 시험은 지하철 지상/지하구간(곡선구간 포함)을 열차의 주행 및 정차 시 로 시험하여 Table.2와 같이 분석하였다. Throughput(전송률)/WAVE방식은 주행 및 정차 시 약 2.3Mbps 전송률을 나타냈으며, 터널구간 운행시 안정적인 송·수신율을 보였다. Sub-1방식은 최대 35Kbps 전송률로 터널구간 진입시 송·수신율이 급격히 떨어짐을 확인하였다.

RSSI(수신강도)/WAVE방식은 지향성 안테나와 무지향성 안테나의 수신강도 측정결과 무지향성 안테나의 성능이 우수하였으며. Sub-1방식은 50Kbps 전송모드 수신강도 측정결과 통신불능으로 전송파워를 높이거나 안테나를 개선해도 성능이 개선될 수 없음을 확인하였다. PER(패킷오류율)/일반적으로 패킷통신에서는 PER 10%를 통신성공으로 간주하고 있다. WAVE방식은0.76%로 확인 되었으며, Sub-1방식은 정차구간에서도 PER 40%의 결과를 보여, 비상방송장치용 무선통신방식으로 부적합 함을 확인하였다[3].(여기서, PER 10%는 패킷 100개를 전송했을 때, 10개의 패킷이 오류일 확률을 의미함.)

Table.2 시험결과(WAVE방식, Sub-1방식)

구간	Throughput(bps)		RSSI(dBm)		PER(%)	
	Sub-1방식	Wave 방식	Sub-1 방식	Wave 방식	Sub-1 방식	Wave 방식
지축↔구파발	35,000	2,279,152	-84~-85	-65~-66	40	0.76
경복궁↔독립문	35,000	2,221,648	-84~-85	-67~-69		
안국↔종로3가	35,000	2,237,760	-84~-85	-82~-83		
약수(Y선)	35,000	2,214,032	-	-		
홍제→녹번	-	2,187,136	-	-73~-76		
연신내→구파발	-	2,181,888	-	-68		

3. 결 론

도시철도차량용 비상방송 무선통신(WAVE, Sub-1)방식의 현차시험결과 WAVE방식이 Throughput(전송률), RSSI(수신강도), PER(패킷오류율)등의 성능평가에서 모든 평가지표에 대한 우수한 결과를 보였다. 현차시험 결과를 바탕으로 도시철도차량용 비상방송장치에 WAVE 통신이 적합함을 확인하였다.

후 기

본 연구는 국토교통부 철도기술연구사업의 연구비지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

[1].Oh Hyun Seo “Status of communication technology development between vehicles” 2012.07.

[2].8th Division “A Study on the Modularization and Standardization of Emergency Broadcasting System for Urban Railway Vehicles.2018.02.

[3].seoulmetro “Current test report” 2017.08.