

# 도시철도용 비상방송시스템을 위한 무선통신방식 연구

## A Study on the Wireless Communication Method for Emergency Broadcasting System in Metro Environments

신대교\*<sup>†</sup>, 장수현\*, 진성근\*, 정한균\*, 윤상훈\*, 임기택\*

Dae Kyo Shin\*<sup>†</sup>, Soo Hyun Jang\*, Seong Keun Jin\*, Han Gyun Jung\*, Sang Hun Yun\*, Ki Taeg Lim\*

**초 록** 최근 열차사고 혹은 단전/단선 등의 비상상황 시 방송장치 고장에 따른 객실 안내 방송 불가로 인한 2차사고 발생률이 증가하고 있다. 이에, 철도 운행 경로 상 어떤 비상상황이 발생하여도 편성 단위의 열차에 안내방송을 할 수 있는 시스템 구축의 필요성이 대두되고 있다. 본 논문에서는 터널 등 열악한 철도 운행환경에서 단차, 단선 등의 사고로 열차방송을 사용할 수 없을 경우를 대비하여 독립된 무선통신방식을 검토하고, 대상통신장치를 실제 철도 운행 환경(굴신률이 큰 터널 등) 하에서 통신성능 평가를 수행하였으며, 이를 통해 비상방송시스템을 위한 무선통신 기술로써의 적용성을 고찰한다.

**주요어** : 도시철도차량, 단말간 직접통신, 무정전 비상방송장치, 비상통화

### 1. 서 론

최근, 지하구간을 운행하는 도시철도의 경우 터널에서 전동차 고장, 열차사고 및 단전/단선 등과 같은 비상상황 시 안내방송 불능으로 인한 승객의 불편과 안전문제가 이슈화되고 있다. 이에, 운행경로에서 어떤 비상상황에도 모든 객차에 안내방송을 할 수 있는 비상방송시스템이 필요하게 되었다.

현재 국내 수도권 일부 도시철도 운영기관에서는 900MHz 대역에서 근거리 통신기술인 블루투스/지그비 기술과 무선 중계기술을 활용하여 비상방송시스템을 개발하였다. 다만, 굴신률이 크고 70% 이상이 터널구간이며 통신음영 지역이 많은 도시철도 구간에서의 근거리통신기술의 적용은 극한환경에서 통신성능을 보장하지 않는다. 따라서 극단적인 비상상황에서는 그 효용성이 떨어질 것으로 판단된다.

따라서, 각 도시철도 운영기관에서는 무선연계 비상방송장치를 위한 기술적 요구사항을 정의하고 있다. 본 논문에서는 ITS 통신기술로 사용되고 있는 WAVE 기술[1]을 실제 도시철도 운행구간에서의 현장 성능평가를 수행하며, 그 결과분석을 통해 비상방송시스템을 위한 무선통신 기술로써의 적용가능성을 검토한다. 이와 더불어, 920MHz의 ISM대역에서 최근 IoT 및 스마트미터링 등에서 널리 사용되고 있는 SUB-1 통신기술도 함께 비교 분석한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 통신 성능평가 방법에 대한 설명과 분석결과를 제시한다. 먼저, 현차시험 구간 정보, 통신 채널환경 및 테스트 시나리오에 대해 설명하고, 이어 테스트 환경 구성에 대해 언급한다. 이어, 실제 도시철도 운영구간에서의 WAVE방식과 SUB-1방식에 대한 성능평가 결과를 제시하고, 비상방송시스템을 위한 무선통신 기술로써의 적용가능성을 검토한다. 3장에서 본 논문의 결론을 맺는다.

† 교신저자: 전자부품연구원

(dukeshin@keti.re.kr)

\* 전자부품연구원 모빌리티플랫폼연구센터

## 2. 본 론

서울교통공사는 그림1과 같이 282개 역과 407편성(3,571량) 차량의 재원으로 총 304.5km 거리를 9개의 노선으로 운영하는 세계적 수준의 도시철도 운영기관으로서, 하루 600만 명이 넘는 시민이 안전하고 편리한 도시철도 서비스를 이용하고 있다. 본 현차테스트는 그림1에서 보듯이, 서울교통공사 도시철도 2, 3호선 운행구간을 대상으로 수행하였다. 여기서, 2호선은 초록색 순환선을 나타내며, 3호선은 노란색 라인을 의미한다. 3호선의 경우 도심구간과 교외구간을 모두 경유하나, 2호선의 경우는 모든 역이 서울 도심에 분포하며 시민들이 가장 많이 이용하는 순환선이다. 또한, 두 노선 모두 지상/지하 구간을 포함한다.

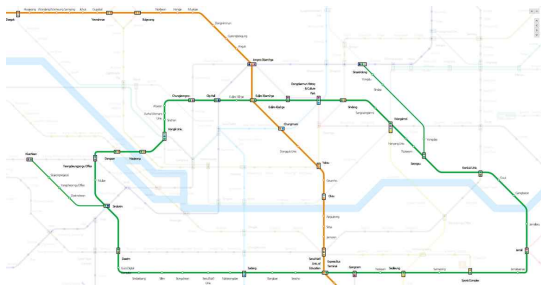


Fig. 1 서울교통공사 도시철도 2, 3호선 노선도

서울교통공사 2, 3호선 구간의 대표적인 통신환경은 표 1과 같이 정리할 수 있다. 두 노선 모두 지상/지하 구간이 있으며, 90% 이상이 지하터널로 이뤄져있다. 특히, 3호선은 굴신률이 큰 구간이 많으며, 2호선은 굴신률이 높으면서도 시청역, 신도림역 등 통신음영지역이 다수 존재한다.

통신성능 테스트는 차량기지에서부터 2, 3호선 주요 구간까지 왕복 수행하며, 특히 굴신률이 심하거나 통신음영지역에서는 최대 2분간 정차하여 통신성능평가를 수행한다. 열차 이동속도는 최대 80Km/h이며, 정지 구간을 포함하여 연속적으로 진행하였다. 여기서, 통신안테나의 설치는 그림 2와 같이 차량루프 상단에 설치하여 진행하였으며, 성능평가지표는 전송률, 통신거리, 패킷에러 오류율(PER), 수신신호세기 등을 대상으로

한다. 통신성능 평가방법은 운전실루프 상단 설치된 송신단말기가 패킷을 데이터 레이트 및 패킷 길이를 가변하면서 주기적으로 브로드 캐스팅하며, 반대편 운전실루프 상단에 설치된 수신단말기는 패킷 수신 시 로그를 파일로 저장한다. 이후 로그 분석을 통해 표1과 같이 전송률, 통신거리, PER 및 수신신호세기 등의 평가지표를 도출하였다.

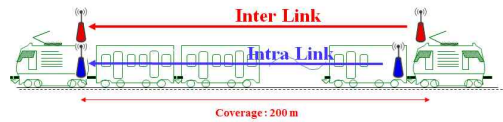


Fig. 2 내/외부 통신링크

표 1. 평가지표 기반 통신 성능 비교

구간	Throughput (Kbps)		RSSI (dBm)		전 구간 평균 PER		
	SUB-1	WAVE	SUB-1	WAVE	SUB-1	WAVE	
3 호선	구파발	35	2,279	-84	-65	43 %	0.76%
	독립문	35	2,221	-84	-67		
	안국	35	2,238	-84	-82		
	약수	35	2,214	-	-		
2 호선	시청	-	2,385	-61	-63	47 %	
	홍대	-	2,400	-61	-61		
	성수→	-	2,304	-	-66		
	신도림	-					

먼저, WAVE방식의 경우 시청, 신도림 등과 같은 통신음영지역 및 주행 및 정지 상태에서 안정적으로 통신을 수행하였다. 또한, WAVE방식은 곡선/직선 구간, 진행 반대방향 열차로 인한 전파간섭 등 지하터널의 모든 운용구간에서의 열악한 전파환경에 대해 우수한 통신성능을 보임을 확인할 수 있다. 하지만 SUB-1방식의 경우 모든 성능평가지표를 만족하지 못하였으며, 터널구간 진입시 수신율이 급격히 떨어지는 것을 확인할 수 있다.

## 3. 결 론

본 논문에서는 서울교통공사 도시철도 운용구간에서 현차 통신테스트를 통하여 비상방송시스템을 위한 다양한 무선통신 기술의 적용성을 고찰하였다. WAVE방식은

과금이 징수되지 않으면서도 5.9GHz 전용 주파수 대역을 사용할 수 있는 통신기술이며, 추가적인 중계 인프라의 도움 없이 단말 간 통신이 가능하다. 특히, 도시철도 운행 환경인 터널구간에도 강건한 통신성능을 보이는 등 도시철도차량 무선연계 비상방송 시스템의 통신방식으로 적합할 것으로 판단된다. 최종적으로 이를 활용하여 도시철도를 이용하는 승객에게 비상상황 시 안전한 대피방송과 안내유도가 가능한 비상방송시스템을 개발할 수 있을 것으로 기대된다. 추가적으로 기존 VHF, TETRA 및 향후 LTE-R 무선장치 연동을 통한 승객과 관제실 간 직접 통화기능에 대한 필요성도 부각되고 있어, 이의 개발이 진행 중에 있다.

## 후 기

본 연구는 국토교통부 철도기술연구사업의 연구비지원 (과제번호:17RTRP-B108686-03)으로 수행 되었습니다.

## 참고문헌

- [1] IEEE Computer Society (2012) IEEE standard for information technology-Telecommunication and information exchange between system - Local and metropolitan area networks-Specific requirements part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications.