

## 도시철도 Wireless Office 구축에 관한 연구

### Study on the Construction of Urban railway Wireless Office

김정훈\*<sup>†</sup>, 김영수\*, 여용주\*, 김기병\*

Kim Jung Hoon\*<sup>†</sup>, Kim Young Soo\*, Yeo Young Joo\*, Kim Kie Byeong\*

**Abstract** The popularization of smartphones and laptops, tablets and other wireless devices such as the use of the active environment for general wireless Internet access infrastructure has shown the explosive growth. On the other hand, the wireless network of public institutions of government, despite the promotion of strategic business information and thorough security review to be preceded by the introduction of constraints compared to the fixed-line network and is delayed. Wireless network infrastructure to improve the operational efficiency of the facility construction and operating costs savings compared to wired networks has many advantages, and general business, with Ubiquitous sensor network (USN), Near Field Communication(NFC), Cloud services, special various mobile the need to introduce a service environment, taking into account the urban railway building wireless networks, according to the agency's review of the security measures and want to explore alternatives, and the specificity of the underground tunnels, such as, wireless networks are moving train in the linked issues of by analyzing various environmental factors Wireless Office building urban rail is to propose a model of the guidelines.

**Keywords** : government, wireless network, security, separate network, IOT

초 록 스마트폰의 대중화와 노트북, 태블릿과 같은 각종 무선기기의 사용이 활성화 되면서 일반 무선 인터넷 사용환경을 위한 인프라 구축은 폭발적인 증가세를 보이고 있다. 이에 반해 공공기관의 무선망은 정부의 전략적 정보화 사업의 추진에도 불구하고 철저한 보안성 검토가 선행되어야 하는 제약으로 인해 유선망에 비해 그 도입이 늦어지고 있다. 무선망 인프라 구축은 업무 효율을 높이고 시설 구축·운영 비용의 절감 등 유선망에 비교하여 많은 장점을 가지고 있으며, 일반 업무와 더불어 통합 센서 네트워크(USN), 근거리 통신망(NFC), 클라우드 서비스 등 특수한 각종 모바일 서비스 환경을 위한 도입 필요성을 고려하여, 도시철도 기관의 무선망 구축에 따른 보안대책을 검토하고 대안을 모색해 보고자 하며, 터널과 같은 지하공간의 특수성, 이동중인 전동차 내에서의 무선망 연동문제 등 각종 환경적 요인을 분석하여 도시철도 Wireless Office 구축 가이드 라인의 모델을 제시하고자 한다.

주요어 : 공공기관, 무선망, 보안, 망분리, IOT

### 1. 서론

최근 네트워크 환경의 급속한 발전은 일반기업의 업무 환경의 변화에도 많은 영향을 주고 있다. 스마트폰과 같은 무선 단말기가 대중에게 보급되면서 각종 어플리케이션을 무선환경에서 실행하고 기존의 정적인 업무환경의 유선망을 무선망과 연동하여 업무의 효율성을

† 교신저자: 서울메트로 기술연구원 (bluescud@seoulmetro.co.kr)

\* 서울메트로 기술연구원

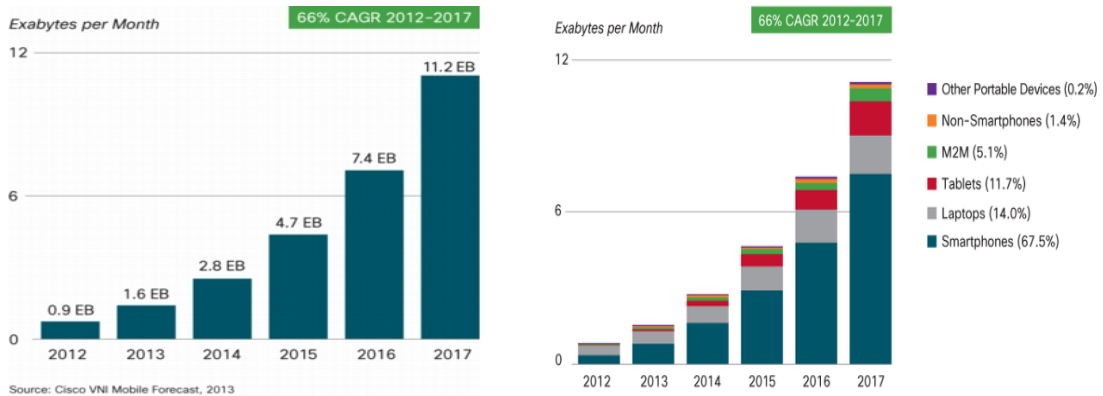


Fig. 1 데이터 사용량 추세 예측 (출처: Cisco VNI Mobile Forecast, 2013)

높이는 무선 네트워크 인프라 구축은 각 기업체의 경쟁력을 갖추기 위한 필수적인 요소가 되었으며, 정부의 정보화 사업은 이를 뒷받침하기 위한 전략적 정책수립을 시행하여 오고 있다. 빅데이터가 정보통신분야의 화두로 부각되면서, IP 기반의 네트워크 사용량은 Fig.1 과 같이 천문학적 증가세를 나타내고 있고, 이 중 모바일 기기의 사용량은 스마트폰의 보급과 함께 그 비중이 높아지고 있다. 정부의 정보화 사업 추진에도 불구하고, 공공기관의 무선망은 공공정보를 다루는 특수성으로 인해 보안의 취약성을 노린 각종 사회문제를 우려한 보안통제가 강화되어 그 도입이 늦춰지고 있다. 도시철도 기관 역시 업무 효율성 개선과 FMC(Fixed Mobile convergege), IOT(Internet of Things) 기반 유지관리 기술 등의 다변화를 모색하고자 무선망 도입을 준비하고 있으나 이러한 정부시책의 통제로 어려움을 겪고 있는 상태이다. 공공기관의 무선망 도입은 더 이상 통제만으로는 한계가 있다는 시각의 변화가 필요한 시점이며, 정부에서도 금융권의 무선 네트워크 가이드라인을 올 하반기에 제시하는 등의 변화를 보이고 있다. 본 논문에서는 공공기관의 무선네트워크 구축 가이드라인을 정책적으로 제시하기 이전에 고려해야 할 몇가지 사항을 검토하여 대안을 찾아보고 가이드라인에 유연하게 대처할 수 있는 모델을 제안해 보고자 한다.

## 2. 본 론

### 2.1 망분리

정부는 2007년부터 국가기관의 네트워크 분리(인터넷과 업무전산망 분리) 사업을 시행하고 있으며 법적으로 의무화 하고 있다. 보안통제에 따른 공공기관의 업무용 무선망 도입이 늦어짐에 따라 국가기관의 망분리 사업은 유선망 분리에 그 중점을 두고 있다. 도시철도 기관도 이에 따라 망분리를 위한 기술적, 경제적, 정책적으로 종합적인 검토와 도입을 준비하고 있다. 무선 네트워크는 이와 같은 유선망 분리 도입에 따른 기술적 모델을 기초로 적합한 형태를 고려해야 한다.

#### 2.1.1 망분리 형태에 따른 무선 네트워크 형태

망분리 형태는 크게 논리적 망분리와 물리적 망분리로 구분된다. Fig.2 에서와 같이 물

물리적 망분리 (PC 2대)

논리적 망분리 (서버 기반 가상화)

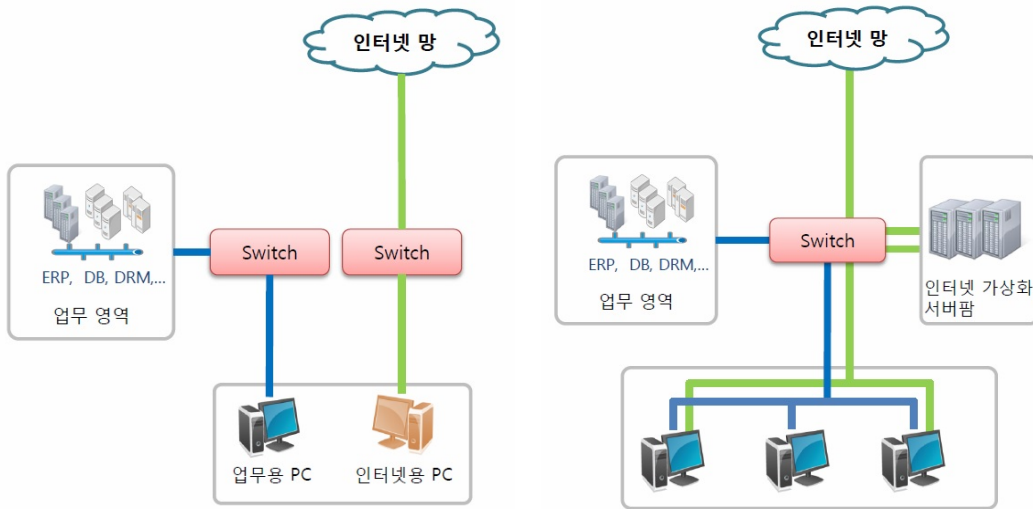


Fig. 2 물리적 망분리와 논리적 망분리  
(출처: 표준제안서, 안철수연구소, 2013)

리적 망분리는 외부망과 내부망을 독립적으로 분리하고 접속하기 위해서는 각 목적에 따라 단말을 분리 운영하는 형태이고, 논리적 망분리는 가상화 기술(서버 또는 PC기반)을 이용하여 동일한 네트워크 내에서 소프트웨어적으로 망을 분리시킨 형태이다. 물리적 망분리는 외부망, 내부망을 위한 단말기가 각각 설치되므로 설치·운영 비용이 두 배로 증가하여 경제적 부담이 있기 때문에, 이미 네트워크 인프라를 구축한 도시철도기관을 비롯한 대부분의 공공기관에서는 상대적으로 경제적인 논리적 망분리를 추진하고 있다. 그러나 논리적 망분리는 일반 업무 영역의 PC를 기준으로 하여 가상화기법(프로그램)을 이용하고 있기 때문에, 도시철도 기관에서 운영중인 PC가 아닌 장비 네트워크를 위해서는 가상화를 적용할 수 있는 별도의 솔루션이 병행되어야 한다.

Table 1 무선망의 망분리 적용 형태

구분	내용	효과
1안	물리적 망분리의 외부망을 무선망으로 적용	장점 : 망분리 설치 비용 절감 단점 : 운영 단말 비용 증가
2안	논리적 망분리	장점 : 망분리 정책 단일화 단점 : 장비용 망분리 솔루션 필요
3안	단말 특성에 따라 혼합적용	장점 : 유연성 단점 : 장비용 망분리 솔루션 필요

무선망은 망분리 정책에 따라 유선망과 동일하게 적용할 수 있으나, Table.1 과 같이 물리적 망분리의 설치비용을 절감하는 1안의 형태나, 논리적 망분리 적용(2안, 3안)시 고려해야 하는 장비의 분리된 네트워크 접속 방안에 있어서 도시철도 기관의 특수성을 감안한 유연성을

제공할 수 있다. 특히 논리적 망분리 형태가 서버기반, PC기반 가상화 기법에 따라 장비가 대응할 수 있는 각각의 솔루션이 필요하고 무선망은 가상화 기준에 얽매이지 않고 솔루션의 적용 구분을 적절하게 배분하는 대안이 될 수 있다.

### 2.1.2 업무 특성에 따른 무선 네트워크

앞서 Table 1 의 3안에서 언급된 단말 특성에 따른 적용은, 일반 업무영역의 PC와 함께 IP 기반 시설 유지관리 장비 네트워크를 말하며, 이 경우 각종 장비를 운용하기 위한 네트워크 사용의 증가와 함께 IOT(Internet Of Things) 기반의 USN(Ubiquitous Sensor Network) /M2M (Machine To Machine)연구와 장비 도입이 늘어나면서 도시철도 기관의 특성상 일반 사무 영역과 분리하여 검토되어야 한다. 일반 사무영역의 망분리는 수립된 정책에 따라 운용하면 되지만, IOT 기반의 센서네트워크 시스템은 수많은 센서를 네트워크에 접속시켜야 하기 때문에 유선망을 이용할 경우 설치 비용이 급격히 증가하는 문제가 있고, FMC(Fixed Mobile Convergence)의 경우는 무선망 환경이 필수적으로 요구되기 때문에 도입된 망분리 정책을 고려하여 대응 할 수 있어야 한다.

## 2.2 무선보안 기술

무선단말과 네트워크 접속을 위한 AP(Access Point)간의 무선구간을 보호하기 위한 보안 대책은 높은 수준의 보안을 요구하는 도시철도기관의 특성상 무선망 도입시 최우선으로 고려해야 하는 사항이다.

### 2.2.1 기존 무선통신 보안기술

현재 가장 많이 쓰이고 있는 무선방식은 IEEE 802.11.x 표준을 따르고 있는 와이파이(WiFi)와 IEEE 802.16의 와이브로가 있다. 시중의 무선망 구축장비의 대부분이 와이파이와 와이브로 방식이기 때문에, 기존 통신방식의 무선망 도입 시, 최신의 기술이 적용된 보안인증 방식과 데이터 암호화 방식을 고려해야 하며, 방송통신위원회 정보보호 관리지침 및 정보통신 보안업무 규정에 따라 국정원의 보안성 검토를 수행하고 무선통신망 기기의 보안성 인증을 획득해야 한다.

#### (1)와이파이(Wi-Fi)

와이파이 통신의 보안인증 방식은 WPA2(Wi-Fi Protected Access v2)적용을 권장하고 있으며, 이전의 WEP, WPA 보다 강화된 보안성을 제공하기 때문에 공공기관의 무선망 보안인증방식을 준수하여 무선 통신환경을 구축해야 한다. 또, 데이터 암호화는 IEEE 801.1x/EAP 인증방식과 AES(Advanced Encryption Standard)를 이용한 CCMP(Counter Mode with CBC-MAC Protocol)이다.

#### (2)와이브로(WiBro)

WiBro 표준에서는 광대역 무선 네트워크에서의 보안 및 인증, 기밀성을 단말에 제공하기 위해 부계층을(Security sublayer)을 정의하고 있으며 보안 부계층은 단말 및 사용자 인증 및 세션/데이터 암호화를 위한 키 생성 및 교환, 암호화된 데이터의 송수신, 메시지 무결성 검증기능을 제공한다. 현재는 EAP 기반 인증방식과 TEK 암호화 기술을 적용하고 있다.

### 2.2.2 물리적 보안 인증 기술

와이파이와 와이브로 통신 방식의 인증방식은 암호화 기법을 이용한 소프트웨어 기법을

채택하고 있어 보안의 위험성에 노출되어 있다. 초음파, VLC(Visible Light Communications), FSO(Free Space Optics)와 같은 아직 연구·개발 단계의 무선통신 기술들은 데이터 전송의 안정성이나 속도는 떨어지지만, 기존 무선통신 방식의 물리적 보안인증 기술로 접목이 가능하다. 빛(LED 조명, 적외선 등)이나 초음파(스피커)등을 이용하는 이러한 통신 기술은 무선통신 가능 지역과 단말을 물리적으로 한정·특정 지을 수 있기 때문에 보안인증 시스템을 무선 AP와 연동시키는 인증기술로 활용이 가능하며, 기존 방식에 비해 강화된 보안성을 확보할 수 있다. 물리적인 보안 시스템의 부착은 무선망 구축비용을 증가시키지만, 보안을 강화하여 안정적인 무선망 구축이 가능함을 고려할 때, 도입을 위한 기술적, 경제적 검토를 거쳐 고려해 봐야 한다.

### 2.3 차세대 무선 통신 기술

현재 가장 많이 쓰이는 Wi-Fi 방식은 ISM(Industry-Science-Medical) 밴드의 공개된 주파수 대역(2.4Ghz, 5Ghz)을 쓰고 있기 때문에 보안에 취약할 수 밖에 없는 환경적 요인을 가지고 있다. 또한 도시철도기관의 지하공간(폐쇄성)과 곡선구간이 많은 터널의 구조적 특성으로 인해 무선통신용 AP의 커버리지(최대150m 반경)가 취약하고 전동차가 이동할 때 AP의 전환에 따른 핸드오버 시 지연 (Time Delay)등이 발생하여 이동중의 실시간 무선통신 환경구축은 기술적 한계가 있으며, Fig.3과 같이 접속단말이 증가할수록 Wi-Fi 에서 쓰이는 CSMA/CA 방식은 데이터 프레임의 충돌이 발생하는 단점을 가지고 있다. 따라서, 각종 장애로부터 적극

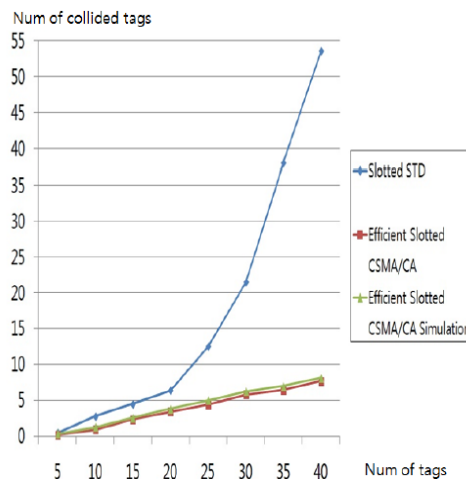


Fig. 3 CSMA/CA 의 RF-id 태그수에 따른 프레임 충돌 그래프  
(출처: 한국통신학회논문지, 주진훈, 2012)

보호해야 하는 도시철도 통신 기반시설에서는 이러한 무선망의 단점을 대체할 수 있는 4세대 이후 무선기술이 적용된 무선망 도입을 고려해야 하는 시점에 와 있으며, 무선망의 도입이 늦춰질수록 기존의 기술보다는 차세대 무선기술을 적용한 무선망 도입을 검토할 필요가 있으며, 그 중 주목받고 있는 몇가지 기술은 다음과 같다.

#### 2.3.1 슈퍼와이파이 (Super Wi-Fi)

공중파 채널의 주파수 중 빈 공간인 화이트 스페이스 대역을 활용한 슈퍼 와이파이는

주파수 특성상 진동수가 낮아 신호가 잘 전파되고 건물, 나무등의 장애물에도 탁월한 성능을 보이기 때문에 모바일 무선기기에게 적합한 주파수 대역이다. 슈퍼와이파이는 미국 연방통신위원회에서 국가 브로드밴드 플랜으로 지정하고 진행중인 무선통신 기술이다. 우리나라도 미래창조과학부와 한국전파진흥협회에서 공중파 대역의 화이트스페이스 주파수 중 이용 가능한 대역을 올해말 까지 데이터베이스화 하고 상용화를 준비하고 있다. 도시철도의 경우 VHF/UHF 대역의 열차무선 주파수를 사용하고 있기 때문에 주파수 할당을 받을 경우 기존 열차무선 안테나를 무선망 구축에 이용하여 설치 비용을 최대한 줄일 수 있는 장점이 있으며 도시철도 지하 구조물이나 터널 구간의 제약을 피할 수 있다. 다만, 아직까지 표준화된 통신 프로토콜이 없고, 각종 무선단말이 해당 주파수 대역을 이용하기 위해서는 시스템 개발을 위한 연구가 필요하다.

### 2.3.2 LTE(Wibro Evolution)

4세대 이동통신 기술인 LTE(Long Term Evolution) 적용한 Wibro Evolution은 삼성전자와 한국전자통신 연구원이 공동 개발하고 국제표준을 획득한 4세대 무선광대역 인터넷 기술이다. 전송거리가 최대 1Km에 달하고, 최대 350Km/h 속도의 이동 중에도 서비스가 가능하여 호남고속철도 일부 시험구간에 LTE-R이라는 철도 특화 무선망을 시험 중이다. 열차무선, 전동차 제어, 각종 데이터 전송이 가능하고 시스템을 통합하여 운영가능하기 때문에 도시철도 기관에서도 운영 가능한 시스템이다. 단점으로는 새로운 네트워크 자가망 구성에 따른 구축비용이 많이 들고, 주파수 할당과 안정성 검증 등의 문제가 있다.

### 2.3.3 VLC(Visible Light Communication)

친환경 정책의 일환으로 공공기관의 LED 조명 교체 사업이 진행되고 있는데, VLC 기술은 LED 조명에 이용되는 반도체 소자를 눈이 감지하기 못하는 빠른 속도의 깜빡임을 제어하여 데이터로 변환하는 무선통신에 이용하는 기술이다. 주파수 대역 확보 문제가 없고, 친환경 정책과 함께 진행이 가능하며, 물리적으로 무선망 구역을 제한 시켜 보안을 확보 할 수 있는 장점이 있다. 단점으로는 기술적으로 주변광(光)의 간섭에 따른 인식률 저하 문제와 송수신 모듈의 개발을 위한 통신 기술 표준(IEEE 802.15.7) 개정이 진행 단계이고, 통신속도 문제 등으로 기초 기술 연구 단계에 머물러 있으며, 국가 R&D 사업의 일환으로 일부 진행되고 있으나 앞선 두 기술에 비해 그 성공 여부는 미지수인 상태이다.

## 3. 결론

도시철도 기관의 무선망 구축은 타 공공기관과 마찬가지로 정부의 제도적인 지원을 위해 기존의 통제 정책을 벗어나 무선 구축 가이드라인의 제시가 필요한 시점이다. 도시철도 운영을 위한 각종 장비의 네트워크 상황은 이 같은 무선 구축 가이드 라인의 제시 이전에 충분히 각종 제반사항을 검토하여 적합한 구축모델을 수립해야 하고, 앞서 살펴본 망분리, 보안기술, 차세대 기술 등의 적용 검토가 이뤄져야 한다. ICT 융합기술과 빅데이터 라는 정보통신 최신 기술 동향은 무선망과 융합될 때, 가장 최적의 성과를 얻을 수 있으며, 도시철도기관에서도 이 같은 변화에 능동적으로 참여하기 위해 최적의 무선 인프라 구축사업을 적극 추진해야 할 것이다.

## 참고문헌

- [1] Cisco(2012), White paper Cisco VNI Global Mobile Data Traffic Forecast 2012-2017, pp.5-7
- [2] 안철수연구소(2013), Anhlab TrusGuard UTM(표준제안서)
- [3] 김지연,김진형,김형중,양종한,et al.(2010), 정보보호를 고려한 행정기관 FMC 도입 및 활성화 방안 연구, Internet and Information Security, 1권 1호, pp.126-145
- [4] 윤석용(2013), 모바일 오피스 보안이슈, Internet & Security Focus, 7월호, pp69-84
- [5] 위키피디아(ko.wikipedia.org) 검색, IEEE 802.11, IEEE 802.16, 802.15.7
- [6] 박윤옥, 최정필, 김준우, 방승재, et al(2009), 4세대 이동통신 핵심기술 Wibro Evolution 시스템 개발, 전자통신동향분석, 제24권 제3호, pp 44-53
- [7] 주진훈,정상화(2012), 능동형 RFID 시스템을 위한 효율적인 Slotted CSMA/CA 충돌방지 프로토콜의 구현, 한국통신학회논문지, Vol.37A No.12, pp 1013-1022
- [8] 장태수, 권재현, 김용갑, 박춘배(2012), 유비쿼터스 센서 네트워크용 LED 가시광통신 송수신 모듈 및 효율 연구, 학사, 원광대학교