

차지상간 통합전송시스템의 서비스 모델에 관한 연구

안태기¹, 김백현¹, 정상국², 남명우^{3*}, 이영석⁴, 오명관⁵

¹한국철도기술연구원, ²(주)씨아이테크, ³해전대학 전자캐드과,

⁴청운대학교 디지털방송공학과, ⁵해전대학 디지털서비스과

A study on service model for unified data transmission in a subway and railway

An, Tae-Kil, Kim, Back-Hyun¹, Jeong, Sang-Guk²,

Myung Woo Nam^{3*}, Young-seock Lee⁴ and Myung-Kwan Oh⁵

¹Korea Railroad Research Institute, ²C&I Technologies,

³Dept of Electronic CAD, Hyejeon College,

⁴Dept. of Digital Broadcasting and Electronics, Chungwoon University,

⁵Dept. of Digital Service, Hyejeon College

요 약 철도 운영을 효과적으로 지원하고 철도 서비스 이용자의 만족도를 높이고자 차지상간 무선통신시스템에 광대역 멀티미디어 기능을 추가하려는 요구가 꾸준히 증대되고 있다. 이에 따라 차지상간 통합 전송시스템에 대한 연구가 진행되고 있으며, 본 연구는 차지상간 통합 전송시스템에 필요한 무선 구간의 효율적 설계 및 서비스 모델 개발에 관한 것이다. 광대역 멀티미디어 서비스 관점에서 본다면 서비스 무선 대역폭은 클수록 유리하다. 그러나 지하 터널 환경에서 무선 대역폭을 높이는 것은 매우 큰 비용을 요구하게 되며, 무선 대역을 높여서 처리할 경우 수신기의 수신감도가 나빠지는 특성이 있다. 이에 따라 안정적인 서비스를 위하여 더 많은 무선국을 필요로 하게 된다. 본 논문에서는 지하철 및 철도 환경에서 차지상간 통합 전송시스템에 필요한 최적의 서비스 무선 대역을 비용 대비 효율성 측면을 검토하여 도출하였다. 또한 이러한 검토 결과를 바탕으로 도출한 무선 대역에 가장 적합한 서비스 모델을 제시하였다. 차지상간 통합 시스템은 지하철에 시험 도입되어 전국적으로 확대 시행될 예정이다. 제시한 서비스 대역과 서비스 모델을 차지상간 통합 시스템에 적용함으로써 필요한 서비스 기능을 모두 수용하고, 비용 측면에서도 매우 효율적인 시스템이 가능해져 그 효과가 매우 클 것으로 기대된다.

Abstract In this paper, we studied efficient design of wireless transmission system for unified data transmission in a subway and railway. It is increased that need of broadband multimedia service to make useful environment for users and to support the operation of railway system. High bandwidth is better if we need more services. But, high bandwidth requires more cost at tunnel of subway. And more bandwidth makes received antenna sensitivity bad. So it needs more wireless stations. We deduced best bandwidth for subway wireless transmission system using the cost of installation and efficiency of system. Consequently, we proposed efficient service model for broadband wireless system at a subway. Subway broadband wireless transmission system is testing and extended to province subway. The cost of subway broadband wireless transmission system is saved, because the system can be efficiently designed using proposed service model. Therefore, the effectiveness of it will be expected to be very big.

Key Words : Subway, 18GHz, Wireless Transmission System

본 연구는 국토해양부 도시철도표준화2단계연구개발사업의 연구비지원(07도시철도표준화A01)에 의해 수행되었음.

*교신저자 : 남명우(mwnam@hj.ac.kr)

접수일 10년 03월 22일

수정일 10년 04월 15일

게재확정일 10년 05월 13일

1. 서론

차지공간 통합전송시스템은 운행 중인 전동 차량과 사령실/역무실 간에 영상 전송뿐만 아니라 열차 공간의 모든 가능한 데이터를 통합하여 상호 송수신하는 시스템을 의미한다[1]. 최근 철도 운영을 효과적으로 지원하고 철도 서비스 이용자의 만족도를 높이고자 차지공간 무선통신시스템에 광대역 멀티미디어 기능을 추가하려는 요구가 꾸준히 증대되고 있다[2-4]. 이에 따라 차지공간 통합전송시스템의 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 본 연구는 차지공간 통합 전송시스템에 적용할 무선 구간의 효율적 설계에 관한 연구이다.

광대역 멀티미디어 서비스의 관점에서 본다면 서비스에 사용되는 무선 대역폭이 클수록 다양한 서비스가 가능해진다. 그러나 지하 터널 환경 하에서 무선 대역폭을 높이면 무선 수신기의 수신 감도가 감소하게 되고, 이로 인해 더 많은 무선국을 필요로 하게 되어 매우 큰 추가 비용을 필요로 하게 된다[5,6]. 이러한 이유로 본 논문에서는 지하철 및 철도 환경에서 차지공간 통합 전송시스템에 필요한 통신 서비스 대역을 비용 대비 효율성 측면을 검토하여 최적의 서비스 대역을 도출하였다. 그리고 얻어진 결과를 바탕으로 차지공간 통합 전송시스템의 무선 통신 대역에 가장 적합한 서비스 모델을 제시하였다.

2. 지하터널에서의 무선기술 및 대역폭

차지공간 통합전송시스템은 현재 차지공간 ‘영상’ 전송시스템의 형태로 몇 군데의 역에 설치되어져 있으며, 현재 추진 중인 운영기관도 많이 있다. 차지공간 영상전송시스템은 승강장과 전동차 객실에 CCTV 카메라를 설치하고, 차지공간 광대역 무선전송시스템을 통해 영상을

송수신하게 된다. 전동차 운전실에서는 설치된 모니터를 통해 승강장 상황을 확인하고, 사령실/역무실에서는 객실 상황을 모니터링 하도록 하는 설비이다. 현재는 ‘대열차 공간화상전송 설비’라는 명칭으로 몇 곳에 적용되어 있다. 표 1은 현재 적용된 기술 현황이다.

기존에 운영 중인 시스템 중 부산 3호선은 영상무선전송설비 구축에 5.8GHz대역의 ISM밴드 무선랜 방식을 사용하였다. 그러나 이 무선주파수 대역은 이미 공개된 부분이기 때문에 신호의 혼신 및 간섭이 클 것으로 예상되었다. 이에 따라 차지공간 영상 무선전송에 필요한 설비의 예상 소요 채널수와 대역폭을 고려하고 무선 신호의 혼신(interference) 방지를 위해 차지공간 무선영상전송장치용으로 정보통신부고시 2007-34호에 의거하여 주파수대역 18.86GHz~18.92GHz(60MHz 대역폭), 19.20GHz~19.26GHz 대역을 선정하였다[7].

따라서 이후의 차지공간 영상전송시스템은 18GHz~19GHz 대역의 무선 통신 시스템으로 구축되어야 한다.

본 논문에서는 표 2의 기술규격 중 정보통신부고시 18GHz~19GHz 무선주파수 대역을 사용하는 무선전송시스템인 18GHz무선랜과 18GHz OFDM모뎀의 기술 규격을 중심으로 무선 기술 현황 및 대역폭을 비교 분석 하였다.

본 논문에서 중요한 목적으로 다루는 부분은 서비스 ‘대역’과 설비 ‘비용’과의 상관관계이다. 기존의 대열차 공간 화상 설비는 승강장 도착 전 수백 미터와 출발 후 수백 미터를 서비스 반경으로 했기 때문에 무선국의 숫자가 전체 시스템에서 차지하는 비중이 크지 않았으나, 추후 무선전송시스템의 핵심 기술이 될 객실감시 및 멀티미디어 서비스는 노선 전 구간의 서비스를 목표로 한다. 따라서 무선국의 설치비용이 전체 시스템에서 매우 큰 요소를 차지하게 된다. 또한 전 구간을 서비스 반경으로 할 경우, 승강장을 떠난 열차가 더 고속으로 진행하게

【표 1】 차지공간 무선통신시스템 국내사례

기관명	호선	전송방식	주파수	전송거리		구축 여부
				진입 전	출발 후	
광주지하철	1호선	무선랜	5GHz	400m	150m	완료
대구지하철	2호선	HF(Copper Tube)	50.5MHz	300-130m	108m	완료
부산지하철	3호선	무선랜	5.8GHz	500m	120m	완료
인천지하철	1호선	18GHz OFDM모뎀	18.8GHz	전 구간		완료
신공항철도		HF(Copper Tube)	50.5MHz	300-130m	100m	완료
대전지하철	1호선	Microwave	2.4GHz	500m	120m	완료
철도공사	분당선	18GHz OFDM모뎀	18.8-19.2GHz	400M	200m	예정
철도공사	용산-팔당	18GHz OFDM모뎀	18.8-19.2GHz	400m	200m	예정
서울메트로	2호선 시험역사	18GHz OFDM모뎀	18.8-19.2GHz	전 구간		예정

되므로 더 큰 이동 패널티를 두어야 한다. 본 논문에서는 설치비용 부분을 다루기 위해 서비스 반경에 따른 무선국의 설치 대수를 비용 산출의 근거로 적용 하였다. 그리고 기술 방식 간 비교는 18GHz 무선랜 방식과 18GHz OFDM모뎀 방식을 시스템 복잡도를 기준으로 산출하여 무선국 1개당 비용에 대해 무선랜 : OFDM모뎀 방식을 1 : 3 비율로 산출하였다.

[표 2] 차지상간 무선방식

항목 \ 방식	누설 전파 방식	무선 LAN 방식	18GHz OFDM 모뎀
무선링크	LCX cable	IEEE 802.11a 무선랜	DVB-T 무선모뎀
무선주파수	50.5MHz	5.725-5.825GHz	18GHz
변조방식	FM 변조	OFDM 서브캐리어 52개	OFDM 서브캐리어 1,705개
통신방식	Simplex	Half Duplex	Full Duplex
채널수		4채널	6채널
대역폭		20MHz	10MHz
화면분할수	2분할	2/4분할	2/4분할
영상처리	Analog	MPEG2	MPEG2
특성	RF Cable (170m) 유지보수 부담	간섭 및 보안 취약	철도 전용 주파수 고화질, 다채널
적용노선	서울 8호선 대구 2호선	부산 3호선 광주 1호선	인천 1호선 분당선

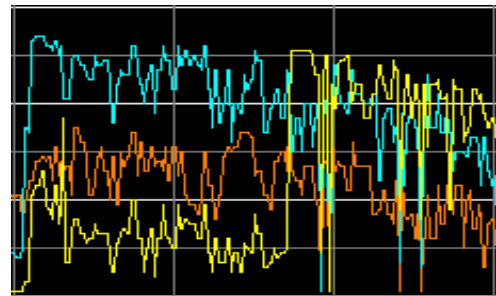
서비스 거리 계산에는 여러 요인들이 있을 수 있다. 특히 차지상간 통합전송시스템의 경우는 지하터널에서 고속이동수신 환경을 고려하여 설정하여야 한다. 이러한 링크 버짓의 설계에서 지하터널의 고속이동환경에 따른 마진을 충분히 고려하지 않을 경우 부분적인 음영지역 발생과 열차에 따른 특성 차이, 열차교행에 따른 수신불량, 강우에 따른 수신불량 등이 발생할 수 있다[8-10]. 그림 1은 터널을 고속 이동하며 차량에서 측정한 18GHz 3채널에 대한 수신신뢰 특성이다. 18GHz에서는 6개의 채널(상행 3개, 하행 3개)을 사용하며, 이는 열차이동에 따른 로밍을 가능하게 하기 위함이다. 위 그림에서 가로축은 시간을 의미하고 세로축은 수신세기(dBm)을 나타내며 수신신호가 페이딩 현상에 의해 왜곡된 상태를 나타내고 있다.

$$L_s(dB) = 92.45 + 20 \log f(GHz) + 20 \log d(Km) \quad (1)$$

위의 경로 손실 특성은 자유 공간을 가정한 것이므로 곡률 반경을 고려한 터널 내의 경로 손실은 식 (2)와 같이 나타낼 수 있다.

$$PL(d)(dB) = \overline{PL}(d_0) + 10n \log(d/d_0) + X_\sigma \quad (2)$$

위 식은 경로 손실 지수와 log-normal 분포를 갖는 섀도잉(shadowing)을 고려한 경우의 경로 손실 모델로서 X_σ 는 섀도잉에 의한 손실 값으로 표준 편차를 갖고 평균이 0인 정규 분포 랜덤 변수이고, f 는 주파수, d 및 d_0 는 송수신 거리 및 기준 거리를 나타낸다.



[그림 1] 터널 내 고속이동에 따른 수신세기의 영향

2.1 18GHz 무선랜 방식

기존 무선랜 방식은 IEEE 801.11a 무선랜 방식을 사용하며, 주파수 대역은 5.8GHz를 사용한다. 802.11a의 경우 주파수 분배에 따라 최대 네 개의 채널을 사용하며, 채널 간섭을 고려하여 상행선과 하행선간, 또는 역간 중첩이 발생되지 않는 채널들로 구성되어 설치하였다.

그러나 이미 일반에게 공개된 이러한 무선랜 방식은 혼신의 우려가 있는 ISM 주파수를 사용하고 있기 때문에



[그림 2] 18GHz 무선랜의 시스템 구조

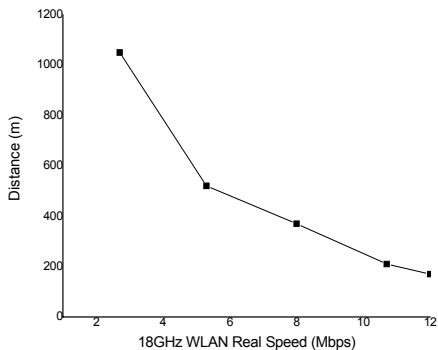
장기적으로 주파수의 혼신에 따른 문제점 발생이 불가피할 것으로 예상된다. 이에 따라 현재 18GHz 철도전용 주파수를 사용할 수 있는 무선랜 제품이 개발 중에 있다. 이러한 제품의 구조는 그림 2와 같다. 이 방식의 경우 5.8GHz를 18GHz로 상향 또는 하향 조정할 수 있는 업다운 컨버터가 추가로 개발되어야 한다.

무선국간 로밍기술과는 별개로 18GHz 업다운 컨버터에서는 기술적으로 고려되어야 할 부분이 많이 있다. 첫째 802.11a의 한 개 채널 점유대역(20MHz)을 정보통신부 고시 대역폭인 10MHz로 제한하는 방법, 둘째 802.11a 전체 채널의 무선대역인 80MHz 광대역을 업다운 할 경우 4개의 인접 채널 잡음도 증폭되므로 무선국간 간섭을 배제할 수 있는 방법, 그리고 셋째 Half Duplex 사용으로 인한 송수신 제어기의 구현 방법 등이다. 이에 따라 위와 같은 시스템 설계 특성을 만족시키는 제품이 개발 중에 있다.

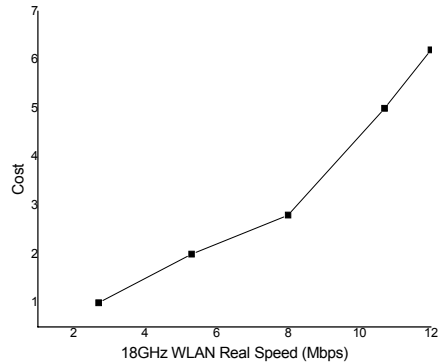
본 논문에서는 무선랜 방식 중에서 가능한 최고의 특성을 기준으로 무선국의 서비스 반경과 비용간의 관계를 산출하였다. 표 3은 18GHz 무선랜의 주요 특성을 이며, 그림 3과 그림 4는 18GHz 무선랜의 거리에 따른 실효속도와 서비스 속도 대비 비용 관계를 비교한 그림이다. 그림에서 y축의 cost는 1Km안에 들어가는 OFDM모뎀 방식 무선 송수신기의 갯수를 기준으로 하여 계산하였다.

[표 3] 18GHz 무선랜의 주요 특성

주파수 대역	18.8-19.2GHz
채널 대역폭	20MHz
변조 방식	OFDM (Sub Carrier 52)
매체엑세스프로토콜	CSMA / CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance)
비중복 채널	4개



[그림 3] 18GHz 무선랜의 실효속도와 거리



[그림 4] 18GHz 무선랜의 서비스속도와 비용

2.2 18GHz OFDM모뎀 방식

18GHz OFDM모뎀 방식은 OFDM 변조를 하며, 각 서브캐리어는 QPSK/QAM16 변조를 사용한다. OFDM은 부반송파(Sub-carrier)의 개수(1,705개)와 Guard Interval을 이용하여 터널 내부에서 발생하는 짧은 다중경로 채널에 대한 신호간의 간섭을 극복하여 안정적인 영상 및 데이터 전송을 보장한다.

그림 5는 OFDM모뎀 방식의 블록도이다. 영상신호를 효율적으로 전송하기 위하여 디지털 방송의 전송기술을 적용하였기 때문에 향상된 영상품질을 가진다. 반면 데이터 전송을 위해서는 추가 회로가 필요한 단점이 있다.



[그림 5] OFDM모뎀방식의 블록도

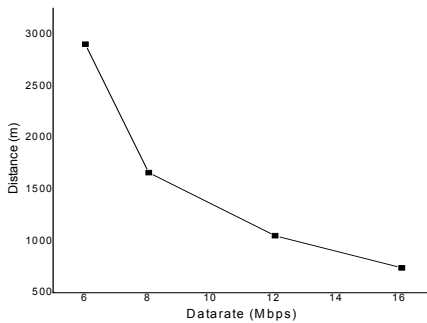
현재 데이터 전송의 양방향성을 구현하기 위해 FDD 방식의 Full-Duplex 방법을 사용하여 데이터서비스가 가능한 제품이 구현되어 있다. 표 4는 18GHz OFDM모뎀 방식 제품의 무선특성이다.

[표 4] 18GHz OFDM모뎀 방식의 특성

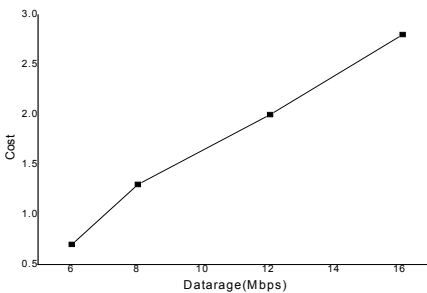
항목		특성
변복조방식		OFDM
주파수	송신	18.86~18.92GHz
	수신	19.20~19.26GHz
보유채널수		12
채널당 대역폭		10MHz

[표 5] 18GHz OFDM모뎀의 서비스속도에 따른 수신 감도

실효속도(Mbps)	6.03	8.04	12.06	16.09
수신감도(dBm)	-96	-94	-90	-87



[그림 6] 18GHz OFDM모뎀의 서비스속도와 거리

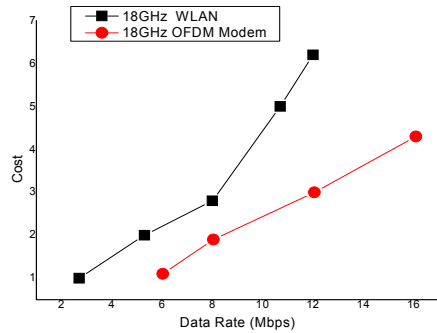


[그림 7] 18GHz OFDM모뎀의 서비스 속도와 비용

그림 6과 그림 7은 18GHz OFDM 모뎀의 서비스 속도와 거리 그리고 비용에 대한 비교 그래프이며, 표 5는 서비스 속도에 따른 수신감도를 나타낸 것이다. 그림 6과 그림 7의 결과를 보면 송신거리가 늘어날수록 전송 가능한 데이터의 양이 줄어들어 갈 수 있으며, 이로 인해 더 많은 OFDM모뎀이 필요하게 되어 비용이 증가하게 된다.

2.3 무선방식에 따른 비용과 최적의 서비스 대역

비용 면에서 고려한다면 무선 대역을 가능한 적게 구성하는 것이 유리하지만, 이후 차지상간 통합전송시스템으로 여러 시스템을 수용하기 위해서는 일정 수준(8~10Mbps) 이상은 보장되어야만 한다.



[그림 8] 18GHz 무선랜과 18GHz OFDM모뎀 방식의 비용

분석해 본 결과로는 서비스 비용은 무선랜의 경우 8Mbps를 기준으로 급격히 높아지므로 무선랜은 8Mbps의 서비스 속도로 구성되는 것이 추천된다. 무선방식간의 비용에 대해서는 18G 무선랜과 18GHz OFDM모뎀 방식은 수신감도 특성으로 인해 18GHz 무선랜 방식의 비용이 다소 높을 것으로 분석되었다. 그림 8은 18GHz 무선랜과 18GHz OFDM모뎀 방식의 서비스 비용을 비교한 것이다.

2.4 무선 대역에 따른 시스템 모델

영상의 표출 방식은 객차 수에 관계없이 표시될 수 있는 표준적인 방식이 권장된다. 디지털 인코딩 지연이 너무 크지 않는 압축률을 고려할 때 영상의 데이터 전송률은 2~8Mbps정도가 적합하다. 8~10Mbps속도는 2Mbps의 영상 2~3개와 2Mbps의 멀티미디어 데이터 1개를 할당할 수 있을 것으로 분석된다[11]. 따라서 객차수가 많은 경우 All-IP방식으로 객차내의 CCTV카메라를 모두 직접 제어하는 것은 무선구간에 너무 높은 데이터 전송률을 요구 하게 되므로 구현이 어려울 것으로 예상된다. 일반적으로 CCTV시스템의 경우 사명실에서 전체 카메라를 관리할 수 없으므로 이벤트 표출에 따라 제어되는 수십 대 정도의 모니터를 구성하고 있다. 따라서 열차 내에서 이벤트에 의해 제어되는 분할 화면과 순차(비상)화면을

사령실로 전송하는 것이 시스템 구성 측면에서도 유리할 것으로 판단된다. 적합한 구성은 분할화면 1~2개 + 순차화면(비상화면) 1개 + 멀티미디어 1개 로 분석되었다. 그림 9 (a)에는 네 개로 구성된 전체 화면의 예를 보였고, (b)에는 순차화면(비상화면)의 예를 보였다.



(a) 분할화면



(b) 순차화면

[그림 9] 화면 표출 방식

3. 결론

연구결과 차지상간 통합전송시스템에서 서비스 대역을 높이는 것은 큰 비용을 필요로 하게 된다는 것을 확인하였다. 각 무선 방식별 서비스 속도에 따른 비용을 분석한 결과 적합한 서비스 대역은 8~12Mbps로 분석되었다. 18GHz 무선랜 방식과 18GHz OFDM모뎀 방식을 비교한 결과 수신감도 특성으로 인해 18GHz 무선랜 방식의 비용이 좀 더 높게 분석되었다.

영상의 표출방식은 객차 수에 관계없이 표시될 수 있는 표준적인 방식으로 분할화면 1~2개+ 순차화면(비상화면) + 멀티미디어데이터로 구성하는 것이 전체 감시시스템 구조상 적합할 것으로 판단된다. 주어진 서비스 대역에 대한 효율적인 구성방안은 이후 더 많은 연구가 필요할 것으로 생각된다.

차지상간 통합 시스템은 객실감시시스템의 형태로 지

하철에 시험 도입되어 전국적으로 확대 시행될 예정이다. 제시한 서비스 대역과 시스템을 적용함으로써 필요한 서비스를 모두 수용하고 비용 측면에서는 매우 효율적인 시스템 도입을 할 수 있게 되어 그 효과가 매우 클 것으로 기대된다.

참고문헌

- [1] 조봉관 외, “무선을 이용한 지상과 차상간 통신방식에 관한 연구”, 한국철도학회, 2002-10, pp.478~483, 2002.
- [2] 김백현, 신덕호, “열차무선시스템 최신 연구 동향”, 철도학회, 07, 2004.
- [3] 백중현, 김용규, 이창구, 박재영, “무선통신기반 차상 제어장치의 전동차 시험 분석”, 한국산학기술학회논문지, v.10, no.5, 2009.
- [4] 정략교, 김백현, “무선통신기반 열차제어에 의한 무인 운전기술에 대한 연구”, 한국산학기술학회논문지, v.11, no.1, 2010.
- [5] 최성렬, “지하철 터널의 전파전파 환경을 고려한 중계기의 효율적인 설치에 관한 연구”, 석사학위논문, 인천대학교, 2005.
- [6] 김영수, “지하터널의 다중전파 환경에서 RFID 태그 인식률 최적화에 관한 연구”, 박사학위논문, 서울시립대학교, 2009.
- [7] 안준오 외, “지하철 무선영상전송장치용 주파수 분배 방안 연구”, 정보통신부, 2007.
- [8] 송기홍, “지하철 터널 형태에 따른 2.4GHz 대역 무선영상 신호의 페이딩 특성”, 한국해양정보통신학회, 제12권 제2호, pp223-230, 2007.
- [9] 정상국, 최갑봉, 안태기, 김백현, 박종철, 양동석, “18GHz 차지상간 양방향 영상전송시스템의 도로및 터널 구간에서 경로손실 특성”, 대한전기학회, 춘계학술대회
- [10] 최갑봉, “지하터널의 고속이동차량에서 OFDM에 의한 양방향 무선 광대역 영상전송 시스템의 구현”, 박사학위논문, 서울시립대학교, 2009.
- [11] 박정주, “한국철도의 재난대비를 위한 이동화상의 효율적인 전송방식 연구”, 석사학위논문, 전북대학교, 2005.

안 태 기(Tae-Ki An)

[정회원]



- 1993년 2월 : 경북대학교 전자공학과 (공학사)
- 1996년 2월 : 경북대학교 전자공학과 (공학석사)
- 2008년 2월 : 성균관대학교 전자전기컴퓨터공학과 (박사수료)
- 1996년 3월 ~ 현재 : 한국철도기술연구원 (선임연구원)

<관심 분야>

멀티미디어 통신, 영상분석, 인공지능

남 명 우(MyungWoo Nam)

[정회원]



- 1992년 2월 : 서울시립대학교 제어측공학과 (공학사)
- 1994년 2월 : 서울시립대학교 대학원 전자공학과 (공학석사)
- 2001년 8월 : 서울시립대학교 대학원 전자공학과 (공학박사)
- 2003년 3월 ~ 현재 : 혜전대학 전자캐드과 (교수)

<관심 분야>

신호처리, 회로설계, 마이크로프로세서

김 백 현(Baek-Hyun Kim)

[정회원]



- 1994년 2월 : 인하대학교 전자공학과 (공학사)
- 1996년 2월 : 인하대학교 전자공학과 (공학석사)
- 2003년 2월 : 인하대학교 전자공학과 (공학박사)
- 2003년 3월 ~ 현재 : 한국철도기술연구원 열차제어통신연구실 (선임연구원)

<관심 분야>

이동통신, 멀티미디어통신, 철도통신, 열차제어

이 영 석(Young-Seock Lee)

[정회원]



- 1993년 2월 : 서울시립대학교 전자공학과 (공학사)
- 1995년 2월 : 서울시립대학교 대학원 전자공학과 (공학석사)
- 1998년 8월 : 서울시립대학교 대학원 전자공학과 (공학박사)
- 1998년 3월 ~ 현재 : 청운대학교 디지털방송공학과 (교수)

<관심 분야>

임베디드 시스템, SoC, 의용전자시스템

정 상 국(Sang-Guk Jeong)

[정회원]



- 1996년 2월 : 서울시립대학교 전자공학과 (공학사)
- 1998년 2월 : 서울시립대학교 전자공학과 (공학석사)
- 2002년 2월 : 서울시립대학교 전자전기컴퓨터공학과 (공학박사)
- 2000년 1월 ~ 현재 : (주)씨아이테크 연구소 (책임연구원)

<관심 분야>

멀티미디어 통신, 철도통신

오 명 관(Myung-Kwan Oh)

[종신회원]



- 1993년 2월 : 충북대학교 대학원 컴퓨터공학과 (석사)
- 2002년 8월 : 충북대학교 대학원 컴퓨터공학과 (박사)
- 1993년 8월 ~ 1999년 2월 : 고려정보테크 (주) 정보통신연구소 연구원
- 1999년 3월 ~ 현재 : 혜전대학 디지털서비스과 부교수

<관심 분야>

영상처리, IT 서비스 등