

국내 디지털 TV방송 환경 측정결과 분석을 통한 효과적인 수신전계강도 산출

정회원 최성웅*, 이경량**, 양충모***, 김성권***

Calculation of Effective Receiving Electric Field Level using the Measurement Analysis from Actual Domestic DTV Environment

Sung-Woong Choi*, Kyung-Ryang Lee**, Chung-Mo Yang***,
Seong-Kweon Kim**^o *Regular Members*

요 약

디지털TV 방송 전환에 대비하여 국내에서도 디지털TV방송 수신전계 레벨 기준을 정하여 방송망 설계 및 간섭 보호 지역 등을 정하고 있으나, 디지털TV방송 수신기의 성능 향상과 전파 수신환경 등이 변화함에 따라 국내환경 요건에 맞는 디지털TV 방송 최적 수신전계 레벨에 대한 실질적인 기준 연구가 필요한 실정이다. 본 연구에서는 국내 디지털TV방송에서의 수신전계 레벨 측정 결과로부터, 국내 지형정보를 LOS(Line Of Sight) 지형과 Non-LOS 지형으로 분류하여, LOS 지형에서 수신전계 실측치를 이용한 효과적인 수신전계 레벨을 제시하였다. 그 결과 수신율 90%를 보장하기 위해서는 수신전계 레벨 48 dBuV/m 이상, 수신율 95%를 보장하기 위해서는 수신전계 레벨을 50 dBuV/m 이상이 요구됨을 제시하였다.

Key Words : DTV, Receiving Electric Field Level, Broadcasting, LOS

ABSTRACT

Preparing the conversion to the digital broadcasting system, we are deciding broadcasting network plan and interference protection area, using the measured receiving electric field level from the digital broadcasting station. However, the essential researches are needed about a receiving electric field level, because a digital TV (DTV) broadcasting receiver has been improved and an actual receiving environment should be considered. In this paper, the measured data were classified with domestic terrain of line of sight (LOS) and those of non-LOS, and effective receiving electric field level was proposed based on the LOS data. It is known that receiving electric field-level of 48 dBuV/m or more should be required for receiving rate of 90% and 50 dBuV/m for that of 95%, on the basis of the information of domestic terrain LOS.

1. 서 론

현재 우리는 일반적으로 정보만을 전달하는 아날로그 방송과 다르게 다양한 시청자가 만족할 수 있는 양방향 서비스가 가능한 디지털 TV 방송으로의 전환 시점을 맞이하고 있다. 따라서 방송기술 및 방송서비스

고도화 추세에 따라 Full HD 급 영상과 5.1채널 이상의 음원을 제공 받을 수 있는 다양한 형태의 시스템이 개발, 보급되고 있다. 미래의 방송 환경은 정보 전달의 수단인 방송 통신망의 디지털화 완성에 의한 망의 융합화가 더욱 진전되어 통합화의 길로 이어질 것으로 예상되어 지기도 하며, 이에 따라 가정 내 정보이

* 한국전자통신연구원 ** 서울산업대학교 매체공학과(°: 교신저자) *** 삼성전기연구소
논문번호 : KICS2010-04-163, 접수일자 : 2010년 4월 9일, 최종논문접수일자 : 2010년 6월 18일

용 기기들이 “정보 가전망”으로 모두 연결되어, 디지털 TV 방송은 통신과 방송의 융합화를 통하여 그들의 경계를 무너뜨리고, 네트워크의 효율성을 극대화한 유비쿼터스 홈 네트워크와 같은 복합적인 서비스로 꾸준히 성장해 나갈 것으로 기대된다.

이와 같이, 방송 시스템의 디지털 전환에 따른 유비쿼터스 홈 네트워크와 같은 복합적인 서비스로의 발전을 기대하며, 세계 각국은 디지털 TV 방송 전환에 대비하여 디지털 방송시스템 및 사용주파수에 따라, 수신가능 지역 및 타 방송 서비스로부터의 간섭에 대한 보호 여부를 판단하기 위하여, 방송구역 설정을 위한 디지털 TV 방송신호의 수신전계 레벨을 정하고 있다. 고품질의 화상 서비스 제공이 가능한 디지털 TV 방송 시스템을 효율적으로 구축하기 위해서는 우수한 성능의 송수신기를 확보하는 것뿐만 아니라 다양한 형태의 전파 환경에 대응하는 디지털 TV 방송 수신전계 레벨의 기준을 제시하는 기준연구가 필수적인 것이다.

국내의 경우도 디지털 TV방송 수신전계 레벨 기준을 정하여 방송망 설계 및 간섭 보호 지역 등을 정하고 있으나, 디지털 TV방송 수신기의 성능 향상과 전파 수신환경 등이 빠르게 변화하는데 비해서 국내지형환경에서의 디지털 TV방송을 위한 효과적인 수신전계 레벨 연구는 미진한 실정이다. 산악이 많은 국내 지형과 같은 열악한 방송 환경이 고려되지 않은 상황에서 제시된 기존의 디지털 TV 수신전계기준은 난시청 지역을 많이 발생시킬 수 있다.

따라서, 본 논문에서는 국내 지형 환경에 부합하는 국내 디지털 TV 방송 수신전계 레벨을 설정하기 위해서 각각의 디지털 TV 방송 수신전계 레벨의 측정지점의 지형도에 따른 디지털 TV 방송 수신전계 레벨 측정결과와 수신등급을 분석하였고, 이에 따라 국내의 지형 환경에 부합하는 디지털 TV 방송 환경을 보장할 수 있는 효과적인 수신전계 레벨을 제안하였다.

II. 국내 디지털 TV 방송 환경

2.1 국내 디지털 TV 방송 지형

국내 환경에 적합한 디지털 TV 방송 수신전계 레벨을 설정하기 위해서 먼저 국내 지형에 따른 디지털 TV방송 수신환경 분류가 필요하였으며, 본 연구에서는 다음의 세 가지 지형도로 분류하였다.

첫 번째는 그림 1과 같이 송신국과 수신국 사이에 장애물이 없는 지형도로 LOS(Line Of Sight)가 확보되는 전파 수신 환경이고, 송신국과 수신국간의 거리

가 증가함에 따라 경로손실이 증가하는 지형도이다.

두 번째는 그림 2와 같이 송신국 부근에서 통신을 저해하는 장애물이 산재하여 LOS가 확보되지 않는 지형도이다. 국내의 경우, 대부분의 방송 송신국을 산악 지형에 설치하기 때문에 송신국 주위에 있는 산들이 장애물로 존재한다.

세 번째는 그림 3과 같이 수신국 주위에 통신을 저해하는 장애물이 존재하여 LOS가 확보되지 않는 지형도이다. 국내의 경우, 도심 지역에 인구가 밀집되어 있고 주거 지역에 고층 건물과 아파트들이 많기 때문에 수신 지점 주위에 있는 건물들이 장애물로 존재한다.

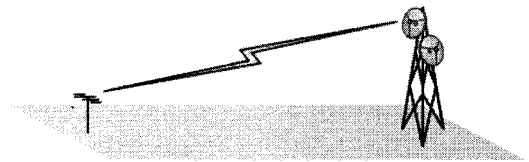


그림 1. LOS, 장애물이 없는 지형도

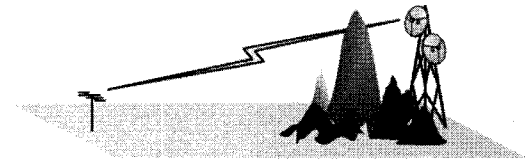


그림 2. Non-LOS, 송신국 주위에 장애물이 있는 지형도

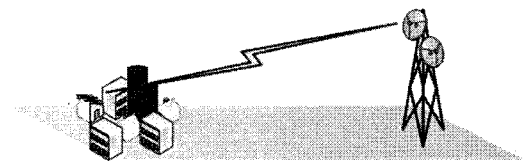


그림 3. Non-LOS, 수신국 주위에 장애물이 있는 지형도

2.2 국내 디지털 TV 방송 수신전계 기준

국내 수신전계 기준을 알아보기 위해 현재 시행 중인 관련 법규와 규정, 수신등급 기준을 알아보고 국내 기준의 미비점을 살펴보았다. 전파법시행령 제2조 제12호 및 제36조 제2항의 규정에 의한 방송을 양호하게 수신할 수 있는 구역으로서 전계강도의 기준과 방송구역 계산 기준은 방송환경 변화에 따라 제정 및 개정되어 왔다. (1998.3.9 정보통신부고시 제1998-49호로 제정, 2001.7.2 제2001-53호로 개정, 2006.8.2 제2005-35호로 개정)^[1]. 정보통신부고시 제2005-35호

‘방송구역 전계강도의 기준·작성요령 및 표시방법’의 1호 가목에 의하면 표 1에 나타난 것처럼 ‘디지털 지상파 텔레비전 방송을 하는 방송국’기준이 정의되어 있다. 이 기준에 의하면 디지털 TV 방송이 서비스되고 있는 TV 채널 14~69 CH의 UHF 방송인 경우 방송구역 전계강도 기준은 수신 안테나 높이를 지상 9m 기준으로 할 경우 41 dBuV/m 로 규정하고 있다. UHF 방송의 경우 주파수 범위가 470MHz~806MHz로 336MHz의 대역에서 동작하므로 전자파 전파특성 및 안테나의 이득 특성에 상당한 차이가 발생한다. 이에 비해 표준 및 초단파 방송국은 동작 채널에 따른 전계강도 기준을 고잡음, 중잡음, 저잡음 3개 지역으로 분할하고 있으며, 미국의 경우 FCC 규정에 따른 디지털 TV방송 방송구역결정 가이드에서 수신전계레벨 조정을 명시하고 있다^{3,4)}. 현재 지상파 디지털 TV 방송 수신전계 기준은 본 논문에서 구분한 지형 환경이 고려되지 않고 일률적인 기준이 적용되어 왔다. 구체적으로 현재 디지털 TV 방송을 시행중인 UHF 대역의 전계강도 41 dBuV/m 기준을 적용할 경우 국내의 다양한 지형 환경을 고려할 수 없을 것으로 여겨진다.

표 1. 방송구역 전계강도기준²⁾

방송국	방송구역전계강도 (dBuV/m)		
	고잡음지역	중잡음지역	저잡음지역
표준방송국	77	74	71
초단파방송국	70	60	48
아날로그	VHF	74	68
	UHF	70	
디지털 지상파 TV 방송국	LowVHF	28	
	HighVHF	36	
	UHF	41	

III. 국내 환경에 적합한 디지털 TV방송 수신전계 레벨

목표 수신율에 따른 효과적인 수신전계 레벨을 찾기 위해서, 2006년 중앙전자파관리소의 디지털방송 수신환경 개선사업⁵⁾을 통해 실측된 데이터를 분석하였다. 구체적으로 디지털 TV 방송 서비스가 개시된 수도권, 광역시, 각 도청소재지 등을 중심으로 송신국으로부터의 측정지점을 선정하여 그림 4와 같이 구성된 측정 시스템을 통해 광주광역시 854개소, 대전광역시 1,592개소, 대구광역시 655개소, 춘천시 230개소, 제주시 340개소, 총 2671개소에서의 수신 전계 강도

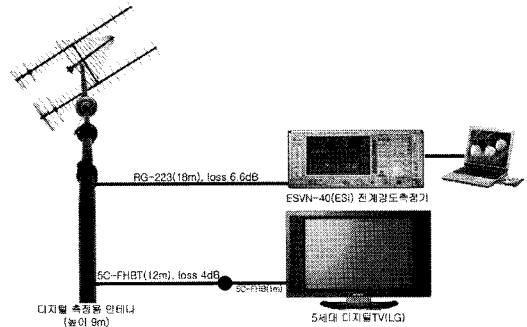


그림 4. D-TV 측정시스템 구성도⁵⁾

(dBuV/m) 실측데이터를 분석하였다⁵⁾. 수신전계 강도와 수신등급에 따라 데이터를 분류하여 수신전계 강도와 수신등급의 상관관계를 고찰하였다. 또한, 산이 많은 우리나라의 지형을 고려하여 지형에 따른 수신전계 강도와 수신등급의 관계를 도출함으로써 국내환경에서의 효과적인 디지털TV방송 수신전계 레벨에 대한 데이터를 확보하였다.

3.1 디지털 TV 방송 수신전계 측정 및 분석

3.1.1 디지털 TV 방송 수신전계 평가 방법

본 연구에서는 그림 5의 한국방송 (Korean Broadcasting System, KBS) 누리집에서 지원하는 국내 지형정보를 이용하여, 송신국으로부터 측정지점까지의 지형을 분류하고 그에 따른 디지털 TV 방송 수신전계 강도와 수신등급을 그림 6과 같이 분류하였다. 수신등급 평가 기준은 2005년 3월 방송사 및 관련 기관 협의를 통하여 마련된 표 2와 같은 수신등급 기준을 적용하였다. 전체 3등급의 수신등급 중 수신율 2는 육안으로 보았을 때 유효한 수신등급이라고 판단할 수 있는 2등급 이상의 수신등급을 백분율로 표시하였다. 따라서 수신율 2를 유효한 데이터로 선정하였으며, 수신

표 2. 수신등급 기준과 수신율 평가방법

수신등급	내용
1(수신양호)	4분동안 관찰하여 불완전한 화면 발생횟수 0회
2(보통)	4분동안 관찰하여 불완전한 화면 발생횟수 1~3회
3(수신불가)	4분동안 관찰하여 불완전한 화면 발생횟수 4회 이상

$$\text{수신율1(\%)} = \frac{\text{수신등급(1)}}{\text{수신등급(1+2+3)}} \times 100$$

$$\text{수신율2(\%)} = \frac{\text{수신등급(1+2)}}{\text{수신등급(1+2+3)}} \times 100$$

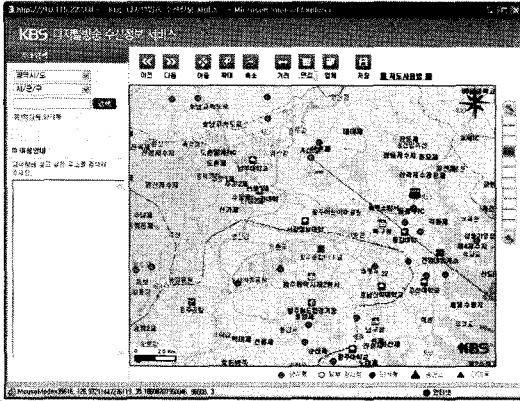


그림 5. DTV 수신 지형정보를 제공하는 KBS 누리집⁶⁾

측정지점	측정지점좌표	방송국명	송신소 (간:간이)	수신전계강도 (dBuV/m)	수신등급
광주 북구 금곡동 200-5번지 (무등산공립관립사무소)	N: 35.08.35 E: 126.59.21	KBS1	무등산	42.1	3
		KBS2	무등산	33.2	3
		EBS	무등산	40.9	3

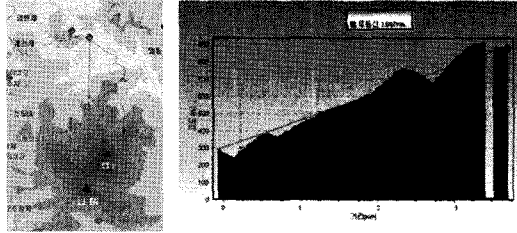


그림 6. 수신 전계강도와 지형정보 분석사례(광주 북구)

상태 검증의 기준으로 사용하였다.

3.1.2 측정 및 분석

3.1.2.1 LOS, 장애물이 없는 지형

송신국과 수신국 사이에 장애물이 없는 LOS 환경일 경우 Radio Propagation 상황에서 매질인 공기의 저항 성분과 장거리인 통신 거리 때문에 전계 강도가 감소하며, 이렇게 감소한 수신전계 강도 때문에 수신 등급이 저하되었다고 볼 수 있었다.

3.1.2.2 Non-LOS, 송신국 주위에 장애물이 있는 지형

송신국과 수신국 사이에 장애물이 존재하기 때문에 LOS가 아니며, 특히 송신국 부근에 산악과 같은 큰 장애물이 산재해 있기 때문에 수신 환경이 매우 좋지 않았다고 할 수 있다.

송신국 부근에 큰 장애물이 있기 때문에 수신국은 표 1의 수신전계강도 기준치에 못 미치는 신호를 수

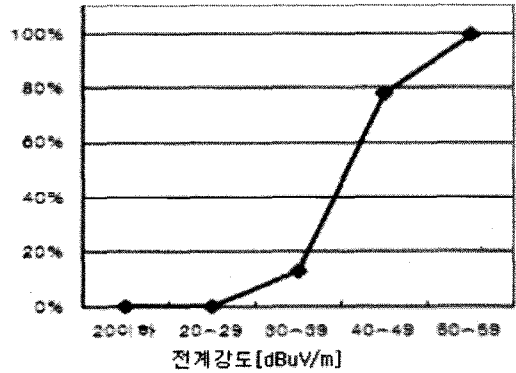


그림 7. LOS, 채널상에 장애물이 없는 지형에서의 수신율²

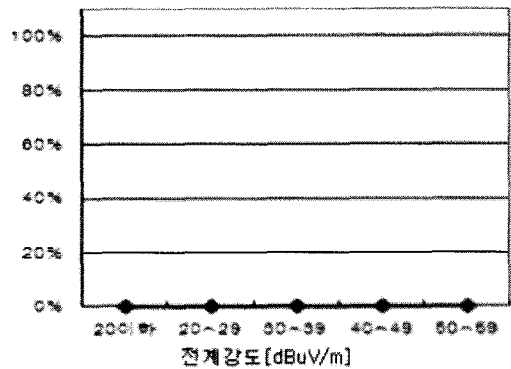


그림 8. Non-LOS, 송신국 주위에 장애물이 있는 지형에서의 수신율²

신하게 되며 그림 8과 같이 수신등급도 3등급이 되어 디지털 TV 방송 시청이 어렵게 되었다. 본 논문에서는 수신등급 2까지를 유효한 판단대상으로 선정하였기 때문에 전계강도 상승에 따른 수신율 상승효과가 수신율 3에 그칠 경우 그림 8과 같이 수신율 상승은 확인되지 않는다.

3.1.2.3 Non-LOS, 송신국 주위에 장애물이 있는 지형

송신국과 수신국 사이에 장애물이 존재하기 때문에 LOS가 아니며, 특히 수신기 부근에 아파트나 고층 건물과 같은 큰 장애물이 있기 때문에 수신기는 표 1의 수신전계강도 기준치에 미치지 못하는 신호를 수신하게 되며 마찬가지로, 그림 9와 같이 수신등급도 3등급이 되었다. 하지만 전계강도가 기준치 보다 높은 곳에서도 3등급 판정을 받은 곳이 많았다는 특징이 있었다. 이는 장애물에 의해 직접파를 수신하지 못하는 지역에서 Multipath 신호에 의한 영향으로 추정된다.

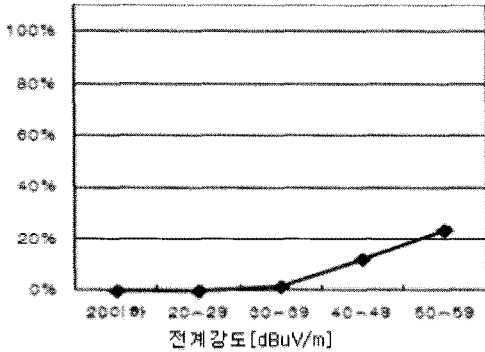


그림 9. Non-LOS, 수신국 주위에 장애물이 있는 지형에서의 수신율

3.2 LOS, 송신국과 수신국 사이에 장애물이 없는 지형에 적합한 디지털 TV 방송 수신전계 레벨

그림 8, 그림 9와 같이 송신국과 수신국 사이에 장애물이 존재하여 LOS 가 확보되지 않은 지형에서는 직접파의 수신이 차단이 되어 수신등급이 낮았다. 특히, 수신국 주위에 장애물이 산재한 경우에, 수신국은 Multipath 신호를 수신하게 되어 수신전계 레벨이 기준치 이상이었다 하더라도 수신국에서 수신불량이 많았다. 또한, 수신국에서의 수신전계가 높았다는 것은, 장애물에 의해 직접파를 수신할 수 없기 때문에 수신전계 레벨을 향상시키는 방법으로는 수신환경 개선과 수신율의 상승을 보장할 수 없다는 결과로 해석할 수 있다고 판단하는 근거가 되었다. 그러므로, Non-LOS 지역의 경우 송신국과 수신국의 통신 환경이 LOS가 되도록 송신국의 수를 증가시키거나 재전송 시스템이나 유선방송을 이용한 수신환경 개선이 필요하다고 할 수 있다.

이와 반대로, 송신국과 수신국 사이에 장애물이 존재하지 않아 LOS 가 확보되는 지형환경은 송수신국 간 거리에 따른 경로손실에 의해 전계강도 레벨이 낮아져서 수신불량이 발생되었다고 결론지을 수 있었다. 이러한 경우에는 실제 수신국에서 더 높은 수신전계 레벨을 수신할 수 있도록 수신환경을 개선하면 수신율을 향상시킬 수 있다. LOS 지형에서의 기준치보다 높은 전계강도에서 수신 3등급의 분포를 정확히 알기 위해 40~60 dBuV/m 까지 세분화하여 다시 정리하면 그림 10과 같다. 이를 근거로, 수신전계가 48 dBuV/m 이상일 경우 '수신율2'가 90% 이상으로 유지되고 있으며, 수신전계가 53 dBuV/m 이상일 경우 수신율 2가 100%로 유지됨을 알 수 있다. 따라서 수신전계 레벨을 48 dBuV/m 로 적용할 경우는 약 90%의 수신율

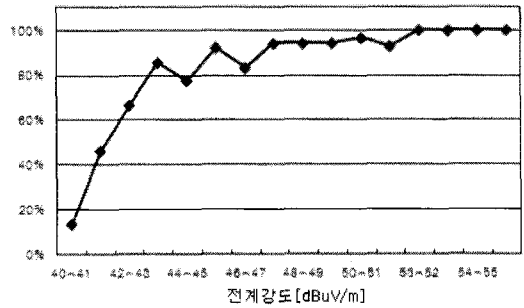


그림 10. LOS, 송신국과 수신국 사이에 장애물이 없는 지형에서의 전계강도 (40~60 dBuV/m) 변화에 따른 수신율2의 변화

을 보장할 수 있고, 50 dBuV/m 로 적용할 경우는 약 95%의 수신율을 보장할 수 있을 것으로 판단된다.

IV. 결 론

디지털 TV 방송 전환에 대비하여 송신국과 수신국 사이의 채널상에 장애물이 다양하게 존재하는 국내 환경 요건에 맞는 디지털TV방송에서의 수신전계 레벨에 대한 실질적인 기준 연구가 필요하였으며, 본 연구에서는 실측된 디지털 TV방송에서의 수신전계 레벨 측정 결과로부터, 국내 지형정보를 LOS(Line Of Sight) 지형과 Non-LOS 지형으로 분류하여, 수신율 향상에 대한 기준이 될 수 있는 LOS 지형에서 수신전계 실측치를 이용한 최적 레벨을 도출하였다. 그 결과 수신율 90%를 위해서는 수신전계 레벨 48 dBuV/m 이상, 수신율 95%를 위해서는 수신전계 레벨 50 dBuV/m 이상이 요구됨을 제시하였다. 본 연구 결과는 측정된 디지털TV 측정 결과를 지형환경을 고려하여 재분석되었기 때문에 향후, 송수신 타워 및 효과적인 디지털 TV 중계망 형성을 위한 기초 자료로 활용될 수 있을 것이며, 또한, 디지털 TV 방송의 송수신 환경의 개선 및 디지털 TV 방송의 활성화에 유용할 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- [1] “방송통신위원회고시, 제2008-17호”, 방송통신위원회, 2008.
- [2] “방송통신위원회고시, 제2005-35호”, 방송통신위원회, 2005.
- [3] “FCC CFR part73”, FCC, 2009.
- [4] “OET BULLETIN No. 69”, FCC, 2004.

- [5] “디지털방송 수신환경 개선사업 결과보고서”, 정보통신부, 2007.
- [6] “KBS 디지털방송 수신정보 서비스”, KBS.

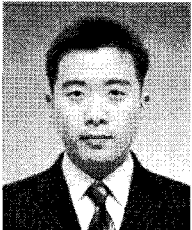
최 성 웅 (Sung-Woong Choi) 정회원



1999년 2월 경북대학교(공학석사)
 1999년~2000년 LG정보통신 무선망연구실
 2000 7월~현재 한국전자통신연구원 전파기술연구부 선임연구원

<관심분야> 무선망 설계, 디지털방송 채널 배치 및 간섭분석

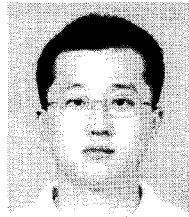
이 경 량 (Kyung-Ryang Lee) 정회원



2006년 명지대학교 컴퓨터 소프트웨어공학과
 2009년~현재 서울산업대학교 NID융합기술대학원 방송통신융합 프로그램 석사과정

<관심분야> 임베디드 시스템, 무선통신용 LSI 설계, 고주파 회로설계, 무선통신시스템

양 충 모 (Chung-Mo Yang) 정회원



1996년 경북대학교(공학사)
 1998년 경북대학교 대학원(공학석사)
 2004년 일본 Tohoku 대학교 대학원 전자공학과(공학박사)
 2004년 10월~현재 삼성전기 중앙연구소 eMD Lab. 공정개발센터 책임연구원

<관심분야> 무선통신용 LSI 설계, 무선통신시스템

김 성 권 (Seong-Kweon Kim) 정회원



2002년 일본 Tohoku 대학교 전자공학과(공학박사)
 2002년~2004년 일본 Tohoku 대학교 전기통신연구소 Assistant Professor & Research Fellow

2004년~2009년 목포해양대학교 해양전자통신공학부 조교수

2009년~현재 서울산업대학교 매체공학과 조교수
 <관심분야> 주파수분배정책 및 주파수의 효율적 사용에 관한 연구, 무선통신용 LSI 설계, 고주파 회로설계, 무선통신시스템