

국내 HD Radio 시스템을 위한 효율적인 채널 배치 방안

준회원 김주석*, 신성균*, 이용태**, 정회원 김경석***

The efficient Channel allocation method for Korean HD Radio System

Joo-Seok Kim*, Seong-kyun Shin*, Yong-Tae Lee** Associate Members,
 Kyung-Seok Kim*** Regular Member

요 약

현재 국내 라디오 방송은 디지털 방식이 아닌 아날로그 방식을 통해 서비스 되고 있다. 아날로그 방식은 디지털 방식에 비해 주파수 효율이 저하되는 등의 기술적인 한계를 가지고 있다. 디지털 라디오 방식중 하나인 HD Radio는 기존의 아날로그 스펙트럼 양 옆에 디지털 데이터가 실리는 방식으로 기존 아날로그 주파수의 재배치 없이 디지털 신호를 전송할 수 있다는 장점이 있다. 만약 아날로그와 디지털 신호가 동시에 존재하기 때문에 서로 간에 간섭이 발생하면 원활한 수신이 불가능하므로 HD Radio와 기존FM방송 간의 간섭을 정확히 분석해야한다. 본 논문에서는 강릉 지역 패방산 송신소를 기준으로 하고 전국의 103.5MHz 및 +400kHz 이내의 주파수를 사용하는 기지국을 간섭국으로 지정하여 HD Radio 채널 배치 구조를 분석하였다. 본 논문을 통해 독자는 디지털 라디오 시스템의 주파수 간섭에 대한 참신한 정보를 얻을 수 있으리라 본다.

Key Words : Digital Radio, HD Radio, Desired signal/Undesired signal ratio, Minimum Field Strength

ABSTRACT

The Korean radio broadcasting system is analog. Compared with digital radio, the analog radio decreases the frequency efficiency. HD Radio is the method where the digital signal is transmitted on either side of the analog FM signal. Therefore, without relocating the analog frequency can transmit digital signals. If interference between analog and digital signal occurs it is impossible to receive smoothly, so HD Radio interference with existing analog FM will be analyzed. In this paper, based on Mt.Gwae-Bang stations within +400kHz frequency of 103.5MHz, and to use the station to station by specifying the HD Radio channel interference, place the structures were analyzed. Through this paper, the reader of a digital radio frequency interference in the system know that it may obtain information about.

I. 서 론

디지털 기술의 발전으로 인해 기존 아날로그 미디어를 디지털화하는 하는 것이 세계적인 추세이다. 그러나 국내에서는 텔레비전 방송에 많은 관심이 집중됨으로써 상대적으로 라디오의 디지털화는 논의의 우

순순위에서 밀려나 있었다^[1]. 그러나 최근에 들어 라디오의 디지털화에 대한 논의 또한 활발하게 전개됨에 따라 디지털 라디오에 대한 관심이 증가하고 있다. 디지털 라디오 전송방식으로는 유럽방식인 DAB (Digital Audio Broadcasting), 미국 방식의 IBiquity 사가 개발한 IBOC(In-Band-On-Channel), 미국, 유럽

* 충북대학교 전자정보대학 차세대 전자 시스템 연구실 (jujungbangi@naver.co.kr, kjs@naver.com)

** 한국전자통신연구원 (ytleee@etri.re.kr), *** 충북대학교 전자정보대학 (kseokkim@cbnu.ac.kr)

논문번호 : KICS2011-05-230, 접수일자 : 2011년 5월 27일, 최종논문접수일자 : 2011년 7월 8일

기업의 연합 컨소시엄이 개발한 DRM(Digital Radio Mondiale) 등으로 나눈다²⁾. HD Radio(High Definition Radio)는 IBOC의 또 다른 이름으로 기존의 FM대역 위아래에 동일한 디지털 신호를 추가하여 아날로그와 디지털방송을 제공하는 방식이며 미국, 브라질 등에서 서비스 중이다. DRM+는 기존 FM 사용 주파수 사이의 보호대역에 100kHz 대역폭의 디지털 신호를 삽입하여 방송서비스를 하는 방식이며, 기술표준은 2009년 ETSI(European Telecommunications Standards Institute)승인을 받았다. 유럽 일부 국가(독일, 프랑스 등)에서 실험방송을 실시하였다. 마지막으로 Eureka 147방식의 DAB계열에는 현재 유럽 다수 국가에서 방송 서비스를 실시하고 있는 DAB방식(오디오코덱 : MUSICAM)과 향상된 오디오 코덱(HE-ACC)을 적용하여 전송률을 2배 이상 향상시킨 DAB+, 그리고 한국에서 적용하고 있는 T-DMB 오디오방송(오디오코덱 : BSAC)이 있다. 미국에서는 HD Radio가 이미 보편화 되어 있으며, DAB는 유럽 대다수 국가에서 방송 중으로 수신기도 저렴한 가격으로 상용화 되어 있다³⁾.

지난 20세기 동안 아날로그 방송을 통해 많은 사람들에게 다양한 정보를 제공해 왔지만, 이동시 수신 신호 품질이 급격히 저하되고, 잡음의 영향을 줄이기 위해 높은 송신 전력을 사용함으로써 전력효율이 감소되며, 동일 채널 간섭을 피하기 위하여 근접지역에서 다른 주파수를 사용함으로써 스펙트럼 효율이 저하되는 등의 기술적인 한계를 가지고 있다⁴⁾. 그러나 디지털 방송은 기존의 아날로그 방식에 비하여 주파수 이용 효율이 높아 다양한 방송 서비스와 부가 서비스를 함께 제공할 수 있을 뿐만 아니라 아날로그 방식에 비하여 우수한 품질의 신호를 전송할 수 있는 등 많은 이점을 제공할 수 있다. 따라서 라디오의 디지털 전환은 필수적이다. 향후 국내에서도 먼저 HD Radio 시스템을 설치할 계획을 가지고 있다. 효율적인 설치를 위해 먼저 기존 아날로그 방송과의 간섭 분석을 한 다음 HD Radio를 위한 채널 배치를 추진해야 한다.

본 논문에서는 HD Radio 시스템에 대해 간단히 설명하고, 기존 아날로그 라디오방송과 상호공존을 위해 HD Radio 신호의 효율적인 채널 배치 방안을 제시하고, 전파 간섭영향을 모의실험을 통해 검증하였다.

II. HD Radio 기술개요

HD Radio는 미국의 아이비퀴티(Ibiquity)가 개발한 IBOC(In-Band On-Channel)라는 새로운 라디오

기술 방식에 기반을 두고 있다. HD Radio는 일반인들이 이해하기 쉽도록 만든 일종의 서비스 이름이다. HD Radio는 직교주파수분할(OFDM) 방식과 블렌딩(Blending) 기술을 활용해 이동 수신 성능이 우수하고 디지털 번복조 기능으로 아날로그 방송보다 송신 전력을 적게 해도 동일한 커버리지를 유지할 수 있다. 또, 기존 아날로그 방송 주파수를 그대로 사용할 수 있다는 점도 강점으로 부각되고 있다⁴⁾. HD Radio는 기존의 아날로그 스펙트럼 양 옆에 디지털 데이터가 실리기 때문에 아날로그 방송의 전송 품질을 손상시키지 않고 청취자를 위한 원활한 공급을 해야 한다. 현재의 HD Radio의 방송은 아날로그와 디지털을 모두 전송하는 Hybrid 모드 안에서 운영되고 있으며, 아날로그와 디지털의 동시 수신 및 디지털 방송을 위해 Hybrid 모드, Extended Hybrid 모드, All Digital 모드로 점차 발전될 것이다.

2.1 Hybrid 모드

HD Radio의 Hybrid 모드 전송 방식은 디지털 신호가 PM(Primary Main) Sideband에서 아날로그의 FM신호의 양쪽에 전송된다. 각 PM Sideband는 부반송파 356 에서 545 사이에 주파수 파티션을 10개로 할당하여 구성되었고, PM Sideband내에서 부반송파의 진폭은 진폭 스케일 팩터 a0에 의해 균등하게 나뉘게 된다⁵⁾.

2.2 Extended Hybrid 모드

Extended Hybrid 모드는 기존 Hybrid 모드에 Primary Extended Sideband가 추가되어 구성이 된다. PM Sideband 안쪽에 Extended Sideband를 추가하여 만들어져 기존의 Hybrid 모드 보다 PM Sideband가 확장된 개념이다⁵⁾.

2.3 All Digital 모드

All Digital 모드는 Primary Sidebands와 Secondary Sideband가 완전한 디지털 영역으로 기존 아날로그 대역도 모두 디지털 영역으로 확장된 것이다⁵⁾.

HD Radio는 기존의 아날로그 스펙트럼 양쪽으로 디지털 데이터가 실리기 때문에 인접채널과의 혼신이 일어나지 않아야 한다. 만약 회파신호가 HD Radio이면서 -200, +200kHz에 모두 간섭 신호가 존재하는 경우 HD Radio의 신호가 양쪽 간섭 동시에 받아 수신 성능이 대폭 저하된다. HD Radio 디지털 신호에 간섭이 발생하면 원활한 수신이 불가능하기 때문에 HD Radio의 전파 간섭 분석이 필요하다. 전파 간섭 분석

을 통해 기존 방송 및 타 방송과의 간섭에 최대한 영향을 주지 않는 채널 배치 방안을 도출해야 한다.

III. 국내 HD Radio를 위한 채널 배치 방안 제시

간섭 분석을 위해서 우선 희망 신호를 송출하는 희망국을 설정한다. 희망국에게 간섭을 줄 수 있는 D/U비와 거리에 따른 동일 및 인접채널 방송국을 설정한다. 그 후 채널 간격 및 간섭 유형에 따른 D/U (Desired signal/Undesired signal ratio)비와 최소 수신전계 강도를 설정한다. 그림 1은 전파 간섭 분석 단계를 나타내었다.

전파 간섭 분석을 위해서 아날로그와 디지털 신호의 비교분석을 다음 그림 2와 같이 네 가지 패턴으로 구분하여 분석한다. FM은 아날로그 신호를 칭하며 HD Radio는 아날로그 신호와 디지털 신호가 혼합된 디지털라디오 신호를 칭한다. 따라서 Case 1의 경우는 기존 FM 방송을 의미하며 Case 2, 3, 4가 디지털 신호가 혼합된 방식을 비교하는 경우이다. Case 1은 기존 아날로그 FM 방송의 경우로, HD Radio 방송이 미치는 간섭이 기존 방송과 얼마나 차이가 있는지를 비교하기 위한 기준으로 사용되었다.

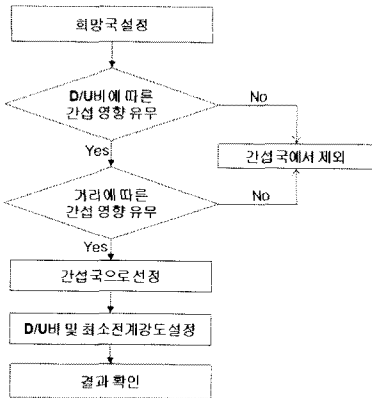


그림 1. HD Radio 전파 간섭 분석
Fig. 1. HD Radio interference analysis step



그림 2. 간섭분석 유형
Fig. 2. Type of interference analysis

3.1 희망 방송국 설정

HD Radio 전파간섭분석을 위해서 본 논문에서는 패방산 송신탑을 희망 방송국으로 설정하여 설명한다. 전국지역 간섭 분석을 위해서 패방산 송신탑을 희망 방송국으로 설정하고 전국 송신소의 간섭여부를 검색하였다.

3.2 D/U비에 따른 간섭국 설정

D/U비는 수신하고 있는 희망 신호와 수신을 원하지 않는 불요 신호와의 크기의 비이다. 목적으로 하는 수신파(희망신호)에 다른 전파(불요신호)의 혼입으로 나타나는 방해의 정도를 나타낼 때 사용하며 보통 dB로 나타낸다. 표 1은 ETRI에서 측정된 채널간격과 송출 전력에 따른 D/U비⁶⁾을 나타낸 것으로 $\pm 600\text{MHz}$ 이상 이격일 때의 D/U비 희망 방송국에 간섭 영향이 거의 주지 않는다. 따라서 동일채널에서 $\pm 400\text{MHz}$ 이하 이격된 방송국만 간섭국으로 설정하였다.

표 1. HD Radio 간섭을 받는 아날로그 FM의 D/U비
Table 1. D/U ratio from HD Radio into analog FM

채널간격 [kHz]	-800	-600	-400	-200	0	+200	+400	+600	+800
HD Radio 송출 전력									
FM 전력의 -10dB	-40.1	-31.3	-14.8	20.2	33.7	20.3	-16.4	-31.2	-40.2
FM 전력의 -14dB	-44.8	-41.1	-21.4	17.2	33.9	16.9	-18.5	-37	-44.7
FM 전력의 -20dB	-43	-42.3	-39.7	10	32.9	9.9	-35	-42.3	-42.1
FM 기준치	-	-	-20	7	45	7	-20	-	-

3.3 거리에 따른 간섭국 설정

전국 FM 허가 현황⁸⁾에 의해 검색된 동일 및 인접 채널 방송국들은 다음 그림 3과 같다. 패방산 송신탑 주파수 103.5MHz를 중심으로 동일 채널 3개소, $\pm 200\text{kHz}$ 인접채널 7개소, $\pm 400\text{kHz}$ 인접채널 6개소까지 총 16개소의 방송국들이 존재하였다.

그러나 실제로는 패방산 송신탑에서의 거리가 반경 200km 이내에 있는 송신소들만 간섭국으로 선정하여 시뮬레이션을 하였다. 그 이유로는 그림 4에 나온 전 주 중계소와 패방산과의 혼신 분석 결과를 보면 반경 200km 밖에 있는 송신소들은 패방산 송신탑에 간섭 영향을 주지 못했다.

따라서 시뮬레이션을 할 때는 표 2에 나와있는 패방산 송신탑으로부터 반경 200km 이내에 있는 동일 채널 2개소, $\pm 200\text{kHz}$ 인접채널 4개소, $\pm 400\text{kHz}$ 인접채널 4개소까지 총 10개소를 간섭국⁷⁾으로 설정했다.

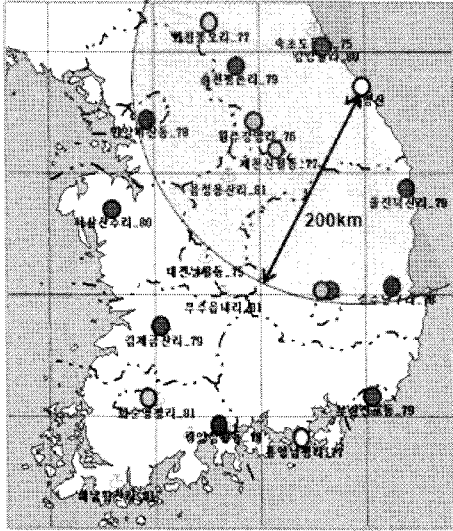


그림 3. 패방산을 중심으로 전국의 중계소들 분류
Fig. 3. The classification of nationwide repeater stations based on Mt.Gwae-bang

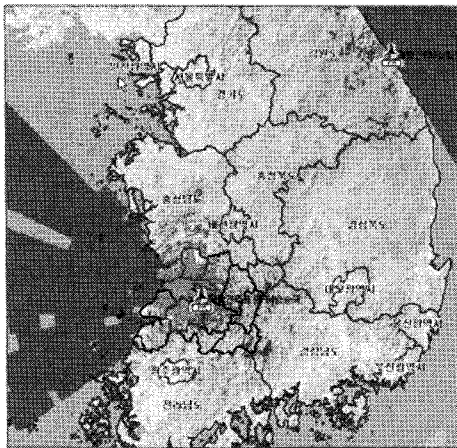


그림 4. 전주 중계소와 패방산 중계소간의 간섭 분석 결과
Fig. 4. A result of the interference analysis to Jeon-ju repeater station between Mt.Gwae-bang repeater station

표 2. 패방산 기준 반경 200km이내의 간섭국
Table 2. Interference station is within 200km radius witch is based on Mt.Gwae-bang.

항목	주파수		103.5MHz (동일채널)		103.7MHz (+200kHz)		103.9MHz (+400kHz)			
	103.1MHz (-400kHz)	103.3MHz (-200kHz)	103.5MHz (-200kHz)	103.5MHz (+200kHz)	103.7MHz (+200kHz)	103.7MHz (+400kHz)	103.9MHz (+400kHz)	103.9MHz (+400kHz)		
간섭국 위치	원주	대구	제천	화천	관악산	경주	춘천	울진	양양	대구
기준국과의 거리(km)	96	189.8	92.9	139.9	181.8	183.4	105.9	100.4	51.3	189.8
출력(kW)	0.5	5	0.25	0.02	0.01	0.5	3	0.5	0.1	3

3.4 D/U비 및 최소 전계강도 설정

D/U비는 비교되는 신호의 종류에 따라 다양한 값을 갖는다. Case 1과 Case 2가 유사하며 Case 3과 Case 4가 유사하다. 이것은 Case 1과 Case 2의 회망 신호가 아날로그 FM이고 Case 3과 Case 4의 회망 신호가 HD Radio이기 때문이다. 즉 디지털 신호가 아날로그 신호에 비해 간섭영향이 적다는 것을 나타낸다.

최소 수신전계 강도는 기지국에서 전파를 송출하였을 때 방송범위로 인식되는 기준 값이다. 설정된 값보다 높게 측정되는 지역은 기지국의 범위 내에 있는 것으로 인식되고 기준 값보다 작게 수신되는 지역은 방송 범위가 아님을 의미한다. FM 아날로그 신호에 대한 최소 수신전계 강도 기준은 초단파 방송에 해당하는 방송구역전계강도 값을 적용한다. 잡음 등급별로 고 잡음지역은 70dB μ V/m, 중 잡음지역은 60dB μ V/m, 저 잡음지역은 48dB μ V/m으로 나뉜다⁸⁾.

HD Radio의 디지털신호에 대한 최소 수신전계 값은 아날로그신호보다 우수한 38dB μ V/m이다. 그러나 우리가 설정한 HD Radio의 출력은 아날로그 부분까지 혼합한 전체 출력으로 설정하였다. 따라서 전체 출력이 디지털 신호 출력에 비해 10dB가 상승되었으므로 이를 보상해주기 위하여 최소 수신전계 값 역시 10dB를 높여 48dB μ V/m를 적용한다. 디지털 신호는 잡음등급의 영향을 받지 않으므로 고, 중, 저 잡음 지역 모두 48dB μ V/m를 설정하였다.

IV. 모의실험결과 및 분석

HD Radio와 기존 아날로그 방송과의 간섭영향을 알아보기 위하여 회망국은 103.5MHz를 사용하는 패방산 송신탑으로부터 반경 200km이내에 있는 동일 채널 2개소, ± 200 kHz 인접채널 4개소, ± 400 kHz 인접채널 4개소까지 총 10개소를 간섭국⁷⁾으로 설정하여 모의실험을 하였다. 모두 네 가지 패턴으로 Case 1의 경우는 기존 FM 방송을 의미하며 Case 2, 3, 4가 디지털 신호가 혼합된 방식을 비교하는 경우이다. 최소 전계강도는 FM 아날로그의 경우 고 잡음지역은 70dB μ V/m, 중 잡음지역은 60dB μ V/m, 저 잡음지역은 48dB μ V/m이고⁸⁾, HD Radio의 경우에는 고, 중, 저 잡음 지역 모두 48dB μ V/m를 설정한다. D/U비는 표 3에 모의실험결과를 분석하여 패방산 송신소의 HD Radio 채널 배치 가능여부를 확인한다.

4.1 동일채널 간섭 분석 결과

패방산을 채널 103.5MHz과 동일채널을 사용하는

표 3. Case1, 2, 3, 4의 D/U비
Table 3. D / U ratio of Case1, 2, 3, 4

간섭종류	D/U비		
	동일채널	±200kHz 인접채널	±400kHz 인접채널
Case1(FM-FM)	45 dB	7 dB	-20 dB
Case2(FM-HD)	45 dB	21 dB	-14 dB
Case3(HD-FM)	3 dB	-23 dB	-40 dB
Case4(HD-HD)	3 dB	-22 dB	-42 dB

송신소인 SBS 표준FM과 교통도음산FM에 대한 간섭 결과는 다음과 같다.

그림 5는 회양국이 폐방산이고 간섭국은 SBS 표준 FM일 때의 폐방산지역의 간섭 분석 영역을 나타냈다. 비 혼신 지역은 하늘색으로 표현되고 혼신 지역은 빨간색으로 표현이 된다. 이 때 방송 면적률은 27.13% 이고 방송 면적률 중 98.49%가 가청 면적률로 나왔다. 혼신 면적률은 1.51%가 나왔다.

그림 6은 반대로 회양국이 SBS 표준FM이고 간섭국은 폐방산일 때의 SBS 표준FM지역의 간섭 분석 영역을 나타냈다. 방송 면적률은 64.1%, 가청 면적률은 99.98% 그리고 혼신 면적률은 0.02%이 나왔다.

그림 7~그림 8은 Case 2의 간섭 분석 결과이다. Case 1의 간섭 분석 결과와 동일하게 나온 것을 확인할 수 있다. D/U를 보면 적용되는 값이 같기 때문에 간섭 결과 역시 Case1과 같다.

그림 9~그림 10은 Case 3의 간섭 분석 결과이다. Case 1, 2에 비해 방송 면적률은 변화가 없지만 가청



그림 5. 폐방산이 관악산SBS으로부터 받는 간섭 분석 결과 (동일채널 Case 1)
Fig. 5. A result of the interference analysis from Mt.Gwan-ak SBS to Mt.Gwae-bang (co-channel Case 1)

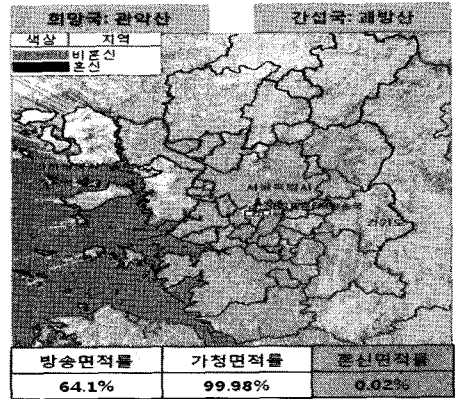


그림 6. 관악산SBS가 폐방산으로부터 받는 간섭 분석 결과 (동일채널 Case 1)
Fig. 6. A result of the interference analysis from Mt.Gwae-bang to Mt.Gwan-ak SBS (co-channel Case 1)



그림 7. 폐방산이 관악산SBS으로부터 받는 간섭 분석 결과 (동일채널 Case 2)
Fig. 7. A result of the interference analysis from Mt.Gwan-ak SBS to Mt.Gwae-bang (co-channel Case 2)



그림 8. 관악산SBS가 폐방산으로부터 받는 간섭 분석 결과 (동일채널 Case 2)
Fig. 8. A result of the interference analysis from Mt.Gwae-bang to Mt.Gwan-ak SBS (co-channel Case 2)

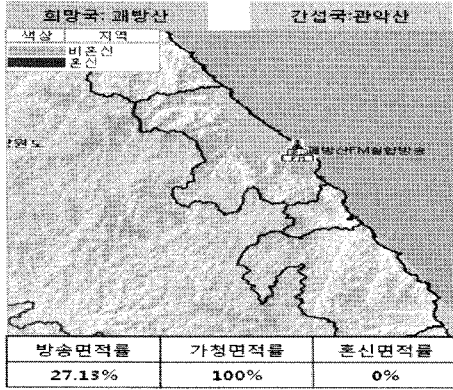


그림 9. 괘방산이 관악산SBS으로부터 받는 간섭 분석 결과 (동일채널 Case 3)
 Fig. 9. A result of the interference analysis from Mt.Gwan-ak SBS to Mt.Gwae-bang (co-channel Case 3)

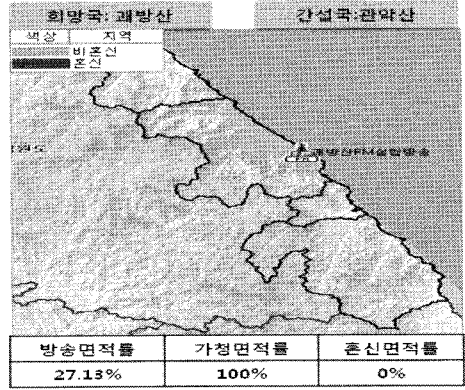


그림 11. 괘방산이 관악산SBS으로부터 받는 간섭 분석 결과 (동일채널 Case 4)
 Fig. 11. A result of the interference analysis from Mt.Gwan-ak SBS to Mt.Gwae-bang (co-channel Case 4)

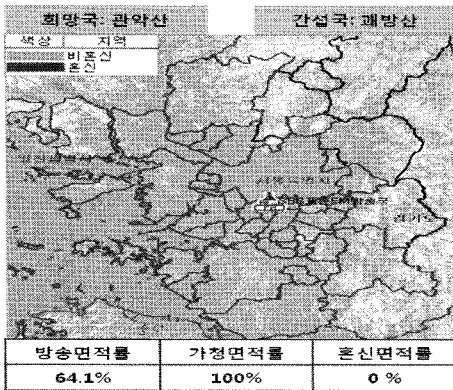


그림 10. 관악산SBS가 괘방산으로부터 받는 간섭 분석 결과 (동일채널 Case 3)
 Fig. 10. A result of the interference analysis from Mt.Gwae-bang to Mt.Gwan-ak SBS (co-channel Case 3)

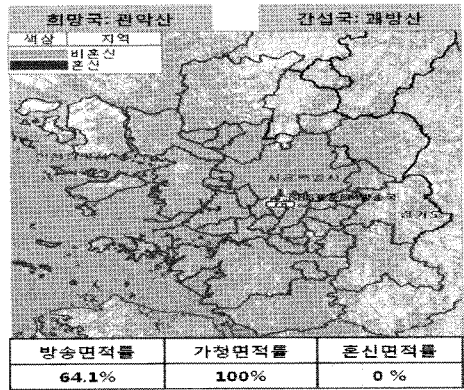


그림 12. 관악산SBS가 괘방산으로부터 받는 간섭 분석 결과 (동일채널 Case 4)
 Fig. 12. A result of the interference analysis from Mt.Gwae-bang to Mt.Gwan-ak SBS (co-channel Case 4)

면적률이 100%로 늘어남으로써 혼신 면적률이 0%로 혼신 지역이 발생하지 않았다. Case 1에 비해 Case 3이 요구하는 D/U비가 낮기 때문에 간섭영향도 적어짐을 볼 수 있다.

그림 11~그림 12는 Case 4의 간섭 분석 결과이다. Case 3의 간섭 분석 결과와 동일하게 나온 것을 확인하였다.

표 4는 위의 간섭 분석 결과를 정리한 표이다. 회만국에서 FM신호를 사용한 Case1, 2에 비해 HD Radio를 사용한 Case3, 4가 방송 면적, 가청 면적은 늘어나고 혼신 면적은 줄어드는 것을 볼 수 있었다. FM신호보다 HD Radio가 더 뛰어난 성능을 보였다. HD Radio가 회만신호가 되는 Case3, 4에서 방송면적이 3% 이상 커진 결과를 볼 수 있는데, 그 이유는 관악산 SBS 방송이 수도권에 분포하고 있기 때문이다. FM

표 4. 괘방산과 관악산SBS간의 간섭 분석 결과
 Table 4. A result of the interference analysis to Mt.Gwan-ak SBS between Mt.Gwae-bang

	회만국:괘방산 실험방송 간섭국:관악산SBS			회만국:관악산SBS 간섭국:괘방산 실험방송		
	방송면적	가청면적	혼신면적	방송면적	가청면적	혼신면적
Case 1 (FM-FM)	27.13%	98.49%	1.51%	64.1%	99.98%	0.02%
변화량	기준					
Case 2 (FM-HD)	27.13%	98.49%	1.51%	64.1%	99.98%	0.02%
변화량	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Case 3 (HD-FM)	27.13%	100%	0%	67.12%	100%	0%
변화량	0%	+1.51%	-1.51%	+3.02%	+0.02%	-0.02%
Case 4 (HD-HD)	27.13%	100%	0%	67.12%	100%	0%
변화량	0%	+1.51%	-1.51%	+3.02%	+0.02%	-0.02%

아날로그 방송은 수도권지역과 같이 중 잡음 지역에서는 최소 수신 전계 값이 60dB μ V/m이지만 HD Radio는 잡음지역과 상관없이 48dB μ V/m가 적용되어 방송구역이 더 커졌다.

표 5는 폐방산과 교통도음산 FM의 간섭 분석 결과를 정리한 표이다. 여기서도 회방국에서 FM신호를 사용한 Case1, 2에 비해 HD Radio를 사용한 Case3, 4가 더 뛰어난 성능을 보였다.

표 5. 폐방산과 교통도음산FM간의 간섭 분석 결과
Table 5. A result of the interference analysis to Mt.Do-eum FM between Mt.Gwae-bang

	회방국: 폐방산 실험방송 간섭국: 교통도음산FM			회방국: 교통도음산FM 간섭국: 폐방산 실험방송		
	방송면적	가청면적	혼신면적	방송면적	가청면적	혼신면적
Case 1 (FM-FM)	27.13%	99.89%	0.11%	20.89%	99.97%	0.03%
변화량	기준					
Case 2 (FM-HD)	27.13%	99.89%	0.11%	20.89%	99.97%	0.03%
변화량	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Case 3 (HD-FM)	27.13%	100%	0%	26.64%	100%	0%
변화량	0%	+0.11%	-0.11%	+5.75%	+0.03%	-0.03%
Case 4 (HD-HD)	27.13%	100%	0%	26.64%	100%	0%
변화량	0%	+0.11%	-0.11%	+5.75%	+0.03%	-0.03%

4.2 +200kHz 이격된 채널(103.7MHz)간섭 분석 결과

동일채널 분석에 이어 동일채널에서 +200kHz 이격된 인접 채널을 사용하는 송신소들에 대한 간섭 결과를 분석한다. 여기서도 폐방산을 기준으로 반경 200km이내에 있는 중계소는 교통느랏재FM과 교통현중산FM이 있다.

표 6은 폐방산과 교통느랏재FM간의 간섭 분석 결과이다. Case 2는 Case 1에 비해 가청면적은 줄어들고 혼신면적이 늘었다. 그 이유는 Case 2에서는 HD Radio가 간섭신호로 적용되기 때문이다. HD Radio는 기존 아날로그 신호의 양 옆에 디지털 신호가 추가되기 때문에 차지하는 대역폭이 넓어지므로 간섭영향이 커진다. 반면에 HD Radio를 희망신호로 사용한 Case 3, 4는 수신 성능이 뛰어난 디지털 신호 특성 때문에 Case 1, 2에 비해 혼신 면적이 줄어들었다.

표 7은 폐방산과 교통현중산FM간의 간섭 분석 결과이다. 여기서도 마찬가지로 Case 2는 Case 1에 비해 혼신면적은 커졌고, Case 3, 4에서는 Case 1, 2에 비해 혼신 면적이 줄어들었다.

표 6. 폐방산과 교통느랏재FM간의 간섭 분석 결과
Table 6. A result of the interference analysis to Neu-rat-jae FM between Mt.Gwae-bang

	회방국: 폐방산 실험방송 간섭국: 교통느랏재FM			회방국: 교통느랏재FM 간섭국: 폐방산 실험방송		
	방송면적	가청면적	혼신면적	방송면적	가청면적	혼신면적
Case 1 (FM-FM)	27.13%	99.85%	0.15%	22.06%	99.87%	0.13%
변화량	기준					
Case 2 (FM-HD)	27.13%	99.34%	0.66%	22.06%	99.59%	0.41%
변화량	0%	-0.51%	+0.51%	0%	-0.28%	+0.28%
Case 3 (HD-FM)	27.13%	99.99%	0.01%	22.06%	99.98%	0.02%
변화량	0%	+0.14%	-0.14%	0%	+0.11%	-0.11%
Case 4 (HD-HD)	27.13%	99.99%	0.01%	22.06%	99.98%	0.02%
변화량	0%	+0.14%	-0.14%	0%	+0.11%	-0.11%

표 7. 폐방산과 교통현중산FM간의 간섭 분석 결과
Table 7. A result of the interference analysis to GTB Mt.Hyeon-jong FM between Mt.Gwae-bang

	회방국: 폐방산 실험방송 간섭국: 교통현중산FM			회방국: 교통현중산FM 간섭국: 폐방산 실험방송		
	방송면적	가청면적	혼신면적	방송면적	가청면적	혼신면적
Case 1 (FM-FM)	27.13%	99.1%	0.9%	24.71%	99.99%	0.01%
변화량	기준					
Case 2 (FM-HD)	27.13%	98.44%	1.56%	24.71%	98.79%	1.21%
변화량	0%	-0.66%	+0.66%	0%	-1.2%	+1.2%
Case 3 (HD-FM)	27.13%	99.94%	0.06%	24.71%	100%	0%
변화량	0%	+0.84%	-0.84%	0%	+0.01%	-0.01%
Case 4 (HD-HD)	27.13%	99.91%	0.09%	24.71%	100%	0%
변화량	0%	+0.81%	-0.81%	0%	+0.01%	-0.01%

4.3 -200kHz 이격된 채널(103.3MHz)간섭 분석 결과

다음은 103.3MHz를 사용하는 송신소와의 간섭을 분석한다. 폐방산 송신소와 간섭을 일으킬만한 기지국이 KBS용두산 제1표준FM 송신소와 국군대성산FM 송신소가 있지만 모두 출력이 작은 송신소들이다. 따라서 표 6~표 7에서 보듯 간섭이 거의 없음을 알 수 있다.

표 8은 폐방산과 KBS용두산 제1표준FM간의 간섭 분석 결과이다. +200kHz와 동일한 이유로 Case 2는 Case 1에 비해 가청면적은 늘어나고 혼신면적이 줄어들었지만 그 변화량이 거의 미약함을 알 수 있다. Case 3, 4에서도 FM이 희망신호인 Case 1, 2에 비해

가칭 면적은 늘어나고 혼신 면적은 줄어들었다.

표 9는 패방산과 국군대성산FM간의 간섭 분석 결과이다. 혼신면적이 0%로 두 송신소는 서로 간섭영향이 없다.

표 8. 패방산과 KBS용두산 제1표준FM간의 간섭 분석 결과
Table 8. A result of the interference analysis to KBS Mt.Yongdu FM between Mt.Gwae-bang

	회망국: 패방산 실험방송 간섭국: KBS용두산 제1표준			회망국: KBS용두산 제1표준FM 간섭국: 패방산 실험방송		
	방송면적	가칭면적	혼신면적	방송면적	가칭면적	혼신면적
Case 1 (FM-FM)	27.13%	99.99%	0.01%	42.25%	100%	0%
변화량	기준					
Case 2 (FM-HD)	27.13%	99.92%	0.08%	42.25%	100%	0%
변화량	0%	-0.07%	+0.07%	0%	0%	0%
Case 3 (HD-FM)	27.13%	100%	0%	42.25%	100%	0%
변화량	0%	+0.01%	-0.01%	0%	0%	0%
Case 4 (HD-HD)	27.13%	100%	0%	42.25%	100%	0%
변화량	0%	+0.01%	-0.01%	0%	0%	0%

표 9. 패방산과 국군대성산FM간의 간섭 분석 결과
Table 9. A result of the interference analysis to Mt.Dae-seong FM between Mt.Gwae-bang

	회망국: 패방산 실험방송 간섭국: 국군대성산FM			회망국: 국군대성산FM 간섭국: 패방산 실험방송		
	방송면적	가칭면적	혼신면적	방송면적	가칭면적	혼신면적
Case 1 (FM-FM)	27.13%	100%	0%	0.3%	100%	0%
변화량	기준					
Case 2 (FM-HD)	27.13%	100%	0%	0.3%	100%	0%
변화량	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Case 3 (HD-FM)	27.13%	100%	0%	0.3%	100%	0%
변화량	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Case 4 (HD-HD)	27.13%	100%	0%	0.3%	100%	0%
변화량	0%	0%	0%	0%	0%	0%

4.4 +400kHz 이격된 채널(103.9MHz)간섭 분석 결과

패방산 송신소와 103.9MHz를 사용하는 간섭국들의 간섭 영향을 비교 분석한다. 패방산을 기준으로 반경 200km이내에 있는 송신소는 KBS양양 제2표준FM과 교통대구FM이 있다.

표 10은 패방산과 KBS양양 제2표준FM간의 간섭 분석 결과이다. Case 2는 Case 1에 비해 약간 가칭면

표 10. 패방산과 KBS양양 제2표준FM간의 간섭 분석 결과
Table 10. A result of the interference analysis to GTB Won-ju FM between Mt.Gwae-bang

	회망국: 패방산 실험방송 간섭국: KBS양양 제2표준			회망국: KBS양양 제2표준 간섭국: 패방산 실험방송		
	방송면적	가칭면적	혼신면적	방송면적	가칭면적	혼신면적
Case 1 (FM-FM)	27.13%	97.06%	2.94%	40.7%	98.33%	1.67%
변화량	기준					
Case 2 (FM-HD)	27.13%	96.8%	3.2%	40.7%	97.82%	2.18%
변화량	0%	-0.26%	+0.26%	0%	-0.51%	+0.51%
Case 3 (HD-FM)	27.13%	99.66%	0.34%	40.7%	100%	0%
변화량	0%	+2.6%	-2.6%	0%	+1.67%	-1.67%
Case 4 (HD-HD)	27.13%	99.76%	0.24%	40.7%	100%	0%
변화량	0%	+2.7%	-2.7%	0%	+1.67%	-1.67%

적은 늘어나고 혼신면적이 줄어들었다. HD Radio를 희망신호로 사용한 Case 3, 4는 FM이 희망신호인 Case 1, 2에 비해 가칭 면적은 늘어나고 혼신 면적은 줄어들었다.

표 11은 패방산과 교통대구FM간의 간섭 분석 결과이다. 혼신면적이 0%로 두 송신소는 서로 간섭영향이 없다.

표 11. 패방산과 교통대구FM간의 간섭 분석 결과
Table 11. A result of the interference analysis to Dae-gu FM between Mt.Gwae-bang

	회망국: 패방산 실험방송 간섭국: 교통대구FM			회망국: 교통대구FM 간섭국: 패방산 실험방송		
	방송면적	가칭면적	혼신면적	방송면적	가칭면적	혼신면적
Case 1 (FM-FM)	27.13%	100%	0%	45.14%	100%	0%
변화량	기준					
Case 2 (FM-HD)	27.13%	100%	0%	45.14%	100%	0%
변화량	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Case 3 (HD-FM)	27.13%	100%	0%	45.14%	100%	0%
변화량	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Case 4 (HD-HD)	27.13%	100%	0%	45.14%	100%	0%
변화량	0%	0%	0%	0%	0%	0%

4.5 -400kHz 이격된 채널(103.1MHz)간섭 분석 결과

103.1MHz를 사용하는 송신소들과의 간섭을 비교 분석한다. GTB원주FM 송신소는 패방산에 간섭을 일으킬만한 거리에 있지만 출력이 작아서 실제 간섭은 일어나지 않는다. 아래의 표 12~표 13의 결과를 보면 간섭이 발생하지 않음을 알 수 있다.

표 12는 패방산과 GTB원주FM간의 간섭 분석 결

표 12. 패방산과 GTB원주FM간의 간섭 분석 결과
Table 12. A result of the interference analysis to GTB Won-ju FM between Mt.Gwae-bang

	희망국: 패방산 실험방송 간섭국: GTB원주FM			희망국: GTB원주FM 간섭국: 패방산 실험방송		
	방송면적	가정면적	혼신면적	방송면적	가정면적	혼신면적
Case 1 (FM-FM)	27.13%	100%	0%	30.64%	100%	0%
변화량	기준					
Case 2 (FM-HD)	27.13%	100%	0%	30.64%	100%	0%
변화량	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Case 3 (HD-FM)	27.13%	100%	0%	30.64%	100%	0%
변화량	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Case 4 (HD-HD)	27.13%	100%	0%	30.64%	100%	0%
변화량	0%	0%	0%	0%	0%	0%

표 13. 패방산과 CBS대구표준FM간의 간섭 분석 결과
Table 13. A result of the interference analysis to CBS Dae-gu standard FM between Mt.Gwae-bang

	희망국: 패방산 실험방송 간섭국: CBS대구표준FM			희망국: CBS대구표준FM 간섭국: 패방산 실험방송		
	방송면적	가정면적	혼신면적	방송면적	가정면적	혼신면적
Case 1 (FM-FM)	27.13%	100%	0%	50.86%	100%	0%
변화량	기준					
Case 2 (FM-HD)	27.13%	100%	0%	50.86%	100%	0%
변화량	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Case 3 (HD-FM)	27.13%	100%	0%	50.87%	100%	0%
변화량	0%	0%	0%	+0.01%	0%	0%
Case 4 (HD-HD)	27.13%	100%	0%	50.87%	100%	0%
변화량	0%	0%	0%	+0.01%	0%	0%

과이다. 혼신면적이 0%로 두 송신소는 서로 간섭영향이 없다.

표 13은 패방산과 CBS대구표준FM간의 간섭 분석 결과이다. 희망국이 CBS대구표준FM이고 간섭국이 패방산일 때 FM신호를 사용한 Case 1, 2에 비해 HD Radio를 사용한 Case 3, 4에서는 중첩을 지역인 대구 특성상 방송면적이 0.01%가 늘어났고, 혼신 면적은 0%로 간섭영향이 없었다.

표 14는 패방산이 동일 채널, ±200kHz 인접 채널, ±400kHz 인접 채널로부터 받는 간섭 분석 결과를 정리한 것이다. Case 2의 경우에는 혼신 면적이 Case 1에 비해 늘어난 곳이 4군데가 발생했다. Case 3, 4는 대체적으로 Case 1, 2보다 혼신 면적이 줄어드는 것

표 14. 패방산이 타 지역으로부터 받는 간섭 분석 결과
Table 14. A result of the interference analysis from other regions to Mt.Gwae-bang

항목	주파수		103.1MHz (-400kHz)	103.3MHz (-200kHz)	103.5MHz (동일채널)	103.7MHz (+200kHz)	103.9MHz (+400kHz)				
	원주	대구	채천	화천	관악산	경주	춘천	울진	양양	대구	
간섭국 위치	원주	대구	채천	화천	관악산	경주	춘천	울진	양양	대구	
기준국과의 거리(km)	96	189.8	92.9	139.9	181.8	183.4	105.9	100.4	51.3	189.8	
출력	500W	5kW	250W	20W	10kW	500W	3kW	500W	100W	3kW	
Case 1	혼신면적 (%)	0	0	0.01	0	1.51	0.12	0.15	0.9	2.94	0
	변화량 (%)	기준		기준	기준	기준		기준	기준		
Case 2	혼신면적 (%)	0	0	0.08	0	1.51	0.12	0.66	1.56	3.2	0
	변화량 (%)	0	0	+0.07	0	0	0	+0.51	+0.66	+0.26	0
Case 3	혼신면적 (%)	0	0	0	0	0	0	0.01	0.06	0.34	0
	변화량 (%)	0	0	-0.01	0	-1.51	-0.11	-0.14	-0.84	-2.6	0
Case 4	혼신면적 (%)	0	0	0	0	0	0	0.01	0.09	0.24	0
	변화량 (%)	0	0	-0.01	0	-0.51	-0.11	-0.14	-0.81	-2.7	0
판정 및 의견	간섭 없음	간섭 없음	case2 일부 열화	간섭 없음	성능 개선	성능 개선	case2 일부 열화	case2 일부 열화	case2 일부 열화	간섭 없음	

을 확인했다.

표 15는 패방산이 동일 채널, ±200kHz 인접 채널,

표 15. 패방산이 타 지역으로 주는 간섭 분석 결과
Table 15. A result of the interference analysis from Mt.Gwae-bang to other regions

항목	주파수		103.1MHz (-400kHz)	103.3MHz (-200kHz)	103.5MHz (동일채널)	103.7MHz (+200kHz)	103.9MHz (+400kHz)				
	원주	대구	채천	화천	관악산	경주	춘천	울진	양양	대구	
간섭국 위치	원주	대구	채천	화천	관악산	경주	춘천	울진	양양	대구	
기준국과의 거리(km)	96	189.8	92.9	139.9	181.8	183.4	105.9	100.4	51.3	189.8	
출력	500W	5kW	250W	20W	10kW	500W	3kW	500W	100W	3kW	
Case 1	혼신면적 (%)	0	0	0	0	0.02	0.03	0.13	0.01	1.67	0
	변화량 (%)	기준		기준	기준	기준		기준	기준		
Case 2	혼신면적 (%)	0	0	0	0	0.02	0.03	0.41	1.21	2.18	0
	변화량 (%)	0	0	0	0	0	0	+0.28	+1.2	+0.51	0
Case 3	혼신면적 (%)	0	0	0	0	0	0	0.02	0	0	0
	변화량 (%)	0	0	0	0	-0.02	-0.03	-0.11	-0.01	-1.67	0
Case 4	혼신면적 (%)	0	0	0	0	0	0	0.02	0	0	0
	변화량 (%)	0	0	0	0	-0.02	-0.03	-0.11	-0.01	-1.67	0
판정 및 의견	간섭 없음	간섭 없음	간섭 없음	간섭 없음	성능 개선	성능 개선	case2 일부 열화	case2 일부 열화	case2 일부 열화	간섭 없음	

±400kHz 인접 채널로부터 주는 간섭 분석 결과를 정당한 것이다. Case 3, 4도 역시 Case 1, 2에 비해 혼신 면적이 줄어드는 것을 확인할 수 있었다.

V. 결 론

HD Radio는 아날로그와 디지털 신호가 동시에 존재하기 때문에 서로 간에 간섭이 발생하면 원활한 수신에 불가능하므로 HD Radio와 기존FM방송 간의 간섭을 정확히 분석해야한다. 본 논문에서는 국내의 강릉 지역 패방산 송신소를 기준 삼아 시물레이션을 통해 간섭 영향을 분석했다. 간섭 분석 결과 HD Radio를 사용할 때 기존FM방송보다 방송 면적은 확장되었고 혼신 면적은 줄어드는 결과를 확인할 수 있었다. Case2(FM-HD)에서는 일부 지역에서 간섭 영역이 늘어나긴 했지만 최대 변화량이 +0.66%로 큰 변화는 없었다. 그 외는 주파수 차이가 크고 기존FM방송에서도 간섭이 거의 없어 HD Radio를 적용했을 때 역시 간섭이 일어나지 않으면서 방송 영역을 확장하는 효과를 가져왔다. 그 결과 일부지역에서 간섭이 발생했지만 강도가 미약했기 때문에 기준국으로 삼은 패방산 송신소 103.5MHz 채널에는 HD Radio를 배치할 수 있다는 결론이 나왔다. 국내 라디오 방송의 디지털화가 외국에 비하여 뒤쳐지고 있는 실정에서 본 논문을 통해 국내 HD Radio 채널 배치 방안에 도움이 되고자 한다.

참 고 문 헌

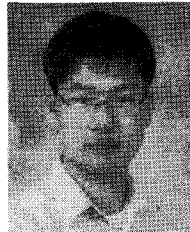
- [1] 이상운, "디지털 라디오 방송기술 및 표준화 동향", (정보통신표준화소식) TTA Journal 통권 제 109호, pp. 71-76, 2007.
- [2] 강민구, 백종호, "디지털 라디오방송과 DMB 재난방송 연구", 통신위성 우주산업 연구회 논문지 제3권 제1호, 2008.
- [3] 정용준, "디지털 라디오 방송 기술", 한국특허정보원, 2003.
- [4] 강희중, "[알아봅시다] 디지털 라디오", 디지털 타임즈, June 2009.
- [5] iBiquity Digital Corporation, "IBOC FM Transmission Specification", IBOC FM Transmission Specification, August 2001.
- [6] 한국전자통신연구원, "디지털라디오 비교실험방송", 2009년 연구개발 결과 보고서, 2009.
- [7] "SMI (Spectrum Management Integration

System, 방송망분석시스템)", 방송통신위원회.

- [8] 방송통신위원회위원장, "잠음등급별 방송구역전계", 방송구역전계강도의 작성요령 및 표시방법, 정보통신부고시 제2008-17호, 19 May 2008.

김 주 석 (Joo-Seok Kim)

준회원

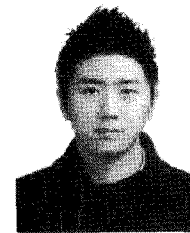


2007년 2월 충북대학교 정보통신공학과 졸업
 2009년 2월 충북대학교 전파공학과 대학원(공학석사)
 2009년 3월~현재 충북대학교 전파통신공학과 대학원(박사과정)

<관심분야> Cross Layer, Scheduling, CR, WLAN, 디지털 라디오

신 성 균 (Seong-Kyun Shin)

준회원



2011년 2월 충북대학교 정보통신공학과 졸업
 2011년 3월~현재 충북대학교 전파공학과 석사과정
 <관심분야> Wavelet OFDM, DDC, 디지털 라디오

이 용 태 (Yong-Tae Lee)

준회원



1993년 2월 한국항공대학교 항공전자공학과 학사
 1995년 8월 한국항공대학교 항공전자공학과 석사
 2007년 2월 연세대학교 전기전자공학과 박사
 1995년 8월~현재 한국전자통신연구원 방송시스템연구부 책임연구원

<관심분야> DTV, DMB, 디지털라디오 시스템

김 경 석 (Kyung-Seok Kim)

정회원



1989년 1월~1998년 12월 한국전자통신연구원 무선통신연구단 선임연구원

1999년 1월~2002년 3월 University of Surrey(영국) 전기전자공학과 대학원 졸업 (공학박사)

2002년 2월~2004년 8월 한국전자통신연구원 이동통신연구단 책임연구원

2004년 9월~2005년 2월 전북대학교 생체정보공학부 전임강사

2005년 3월~현재 충북대학교 정보통신공학과 부교수 <관심분야> 전파신호처리, SDR, Cognitive Radio, MIMO-OFDM, 전력선통신, 디지털라디오, 무선 채널분석