일반논문-10-15-3-10

ATSC DTV 시스템에서 TxID 신호가 기존 수신기에 미치는 영향 분석

목 하 균^{a)†}, 박 성 익^{b)}, 이 재 권^{a)}, 유 호 진^{a)}, 김 흥 목^{b)}

The Analysis of TxID Signal's Effect to Legacy Receivers in ATSC DTV System

Ha-Kyun Mok^{a)†}, Sung Ik Park^{b)}, Jackwon Lee^{a)}, Ho Jin Ryu^{a)}, and Heung Mook Kim^{b)}

요 약

ATSC 방식의 지상파 디지털 TV 방송에서는 단일 주파수 망 구성 시 송신기들과 중계기들이 동일한 주파수를 사용함에 따라 수신기에서 간섭 문제가 발생한다. 이를 해결하기 위하여 ATSC 에서는 각 송신기 및 중계기에 송신기 식별 (TxID: Transmitter Identification) 신호를 할당하여 송신 및 중계 신호에 부가하여 전송하도록 권고하고 있다. 본 논문에서는 기존 DTV 신호에 부가되어 전송되는 TxID 신호가 기존의 상용 수신기에 미치는 영향을 전산실험, 실험실 테스트, 그리고 필드 테스트를 통해 살펴본다. 이러한 테스트 결과에 의하면 TxID 신호가 기존 DTV 신호보다 30 dB 이하의 삽입레벨로 부가하여 전송될 때 상용 DTV 수신기의 TOV (Threshold of Visibility) 의 증가량은 0.17 dB 보다 작았다. 이것은 TxID 신호를 30 dB이하로 부가하여 전송하면 기존의 상용 수신기에 미치는 영향이 거의 없음을 의미한다.

Abstract

When we implement the single frequency network (SFN) in ATSC terrestrial DTV system, there is an interference problem to DTV receivers due to the use of same frequency channel among transmitters and repeaters. To resolve this problem, it is recommended to adopt the transmitter identification signals in transmitting equipments. In this paper, we analyzed the influence suffered by legacy DTV receivers when the TxID signal is added to the DTV transmitting signals and the results were further verified by computer simulation, laboratory test and field test. The above tests show that if the TxID signal is added to the level of -30dB compared to the original DTV signal, the TOV(Threshold Of Visibility) increment in legacy receivers is about 0.17 dB. It means that we can insert and transmit the TxID signal in ATSC terrestrial DTV system without making the negative effect to the legacy DTV receivers.

Keywords : SFN, ATSC, DTV, TxID, TOV.

a) 한국방송공사 방송기술연구소

Broadcast Technical Research Institute, KBS

b) 한국전자통신연구원 방송시스템연구부

Broadcasting System Research Department, ETRI

† 교신저자 : 목하균(mok@kbs.co.kr)

※ 본 연구는 지식경제부, 방송통신위원회 및 한국산업기술평가관리원의 산업원천기술개발사업(정보통신)의 일환으로 수행하였음.[K1002067, 지상파 DTV 전송효율 고도화 기술개발]

· 접수일(2010년3월11일), 수정일(2010년4월28일), 게재확정일(2010년4월28일)

I. 서 론

ATSC 방식의 지상파 디지털 TV 방송에서 단일 주파수 망(Single Frequency Network: SFN) 구성을 위한 기술로는 크게 송신기간에 동일 주파수를 사용하는 분산 송신기(Distributed Transmitters: DTxT) 기술과 송신기와 중계기

가 동일 주파수를 사용하는 디지털 동일채널 중계기 (Digital On-Channel Repeater: DOCR) 기술로 나누어진 다^{[1][6]}. DTxT와 DOCR를 이용하여 SFN을 구성할 경우 주 파수 이용 효율은 높일 수 있으나 송신기들과 중계기들 이 단일 주파수를 사용함에 따라 수신기에서 다중 송신 기 및 중계기 신호가 동시에 수신되는 간섭 현상이 발생 한다.

이러한 문제는 송신기 혹은 중계기의 출력 및 상대적인 송출시간 조정을 통하여 방송망을 제어함으로써 해결할 수 있다. 이러한 망 제어를 용이하게 하기 위하여 ATSC Recommended Practice (RP) A/111에서는 각 송신기 및 중 계기에 상관(correlation) 특성이 우수한 식별 (TxID: Trans-mitter Identification) 신호를 할당하여 송신 및 중계 신호에 부가하여 전송하고 TxID 신호분석기를 통하여 각 송신기 및 중계기에 의해 발생하는 채널환경을 검출하도록 권고하 고 있다^{[2][7][9]}. TxID 신호는 대역확산(spread-spectrum) 형 태로 기존 DTV 신호에 부가되어 전송되기 때문에, 기존 DTV 수신기는 TxID 신호를 잡음으로 인식한다. 따라서, 망 제어를 위한 TxID 신호의 사용은 기존 DTV 수신기의 성능 열화를 필연적으로 발생시킨다.

본 논문에서는 TxID 신호로 사용되는 Kasami 수열의 생 성 및 DTV 방송 신호에 삽입하는 방법에 대하여 살펴보고, TxID 신호가 상용 수신기에 미치는 영향을 전산실험, 실험 실 테스트, 그리고 필드 테스트를 수행하고 그 결과를 분석 한다.

II. TxID 신호 생성 및 삽입

ATSC RP A/111에서는 SFN 구성을 위해 송신기 혹은 중계기의 식별신호로 Kasami 수열을 사용한다^[2]. Kasami 수열은 차수 n 이 짝수 일 때 존재하며, 'Large set (K_L)'과 'Small set (K_S)'으로 분류되고, 'Large set'은 'Small set'의 모든 수열을 포함한다. 또한, Kasami 수열은 자기상관 (auto-correlation) 및 상호상관(cross-correlation) 특성이 우 수할 뿐만 아니라 많은 패밀리사이즈(family size)를 가지는 장점이 있다^[10]. ATSC RP A/111에서 정의된 Kasami 수열 은 $n=16$ 인 'Large set'이며, MSRG (Modular Shift Register Generator) 형태의 Kasami 수열 생성기는 그림 1 과 같다.

Kasami 수열은 필드싱크(field sync) 신호를 제외한 모든 VSB 데이터에 삽입되며, Kasami 수열 삽입 전후에서의 심볼 레벨 및 신호 성상은 그림 2와 같다. 한 필드에서 필드 싱크 세그먼트(segment)를 제외한 312 데이터 세그먼트의 총 심볼 수는 259,584 ($=312 \times 832$)이고 Kasami 수열의 주기는 65,535($=2^{16}-1$)이다. 따라서, Kasami 수열이 VSB 데이 터에 삽입되기 위해서는 길이가 64,896($=65,535-639$)인 4 개의 truncated Kasami 수열이 사용되거나 혹은 길이가 65,535인 3개의 Kasami 수열과 길이가 62,979인 1개의 truncated Kasami 수열이 사용되어야 한다^{[2][8]}.

시간 인덱스 k 에서의 ATSC 데이터, BPSK 변조된 Kasami 수열, 그리고 삽입레벨(injection level)을 각각

그림 1. Kasami 수열 생성기
Fig. 1. Kasami sequences generator

$d(k)$, $x(k)$, 그리고 α 라 두면, 8-VSB 신호와 확산대역 (spread spectrum) 형태로 삽입된 Kasami 신호와의 평균 전력비, 즉, BR(Bury Ratio)은 다음과 같다:

$$BR = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{a^2 \cdot E[x^2(k)]}{E[d^2(k)]} \right) \quad (1)$$

VSB 데이터의 평균전력은 $E[d^2(n)] = 21$ 이고 BPSK 변조된 Kasami 수열의 평균전력은 $E[x^2(n)] = 1$ 이므로, 삽입 레벨 a 는 다음과 같이 유도된다.

$$a = \sqrt{\frac{21}{10^{-BR/10}}} \quad (2)$$

ATSC RP A/111에서는 표 1과 같이 8 단계의 BR을 정의하고 있으며, 각각의 BR에 따른 삽입레벨 역시 표 1에

나타내었다.

표 1. BR에 따른 삽입레벨

Table 1. Injection level corresponding to BR

Bury Ratio	Injection Level [Amplitude]
-21 dB	0.40842248871983
-24 dB	0.28914097913688
-27 dB	0.20469613727266
-30 dB	0.14491376746189
-33 dB	0.10259109077387
-36 dB	0.07262893022873
-39 dB	0.05141734497976
Off	0

그림 2. Kasami 수열 삽입 전후에서의 심볼 레벨 및 신호 성상

Fig. 2. Signal constellation before and after Kasami sequence injection

III. TxID 신호가 기존 수신기에 미치는 영향

1. 전산실험

본 절에서는 TxID 신호가 DTV 수신기에 미치는 영향을 알아보기 위해 AWGN 채널환경에서 전산실험을 수행하였다. 전산실험에서는 TxID 신호의 삽입레벨에 따른 기존 DTV 수신성능 열화를 관찰하였다. TxID 신호로 사용되는 Kasami 수열은 길이가 64,896이며, 한 필드에 4개씩 삽입되었다. 전산실험을 위해 주파수 및 타이밍 동기는 완벽하다고 가정하였으며, 송신기 펄스성형필터와 수신기 정합필터로 481 탭과 121 탭의 SRRC (Square Root Raised Cosine) 필터를 각각 사용하였다. 또한, IF 중심 주파수는 10.76 MHz로 설정하였다. 그림 3은 AWGN 채널에서 TxID 신호의 BR 변화에 따른 DTV 신호에 대한 RS (Reed-Solomon) 복호 후 BER 성능이다. TxID 신호는 ATSC DTV 신호에 잡음으로 작용하기 때문에, TxID 신호의 삽입레벨이 높을수록 수신을 위한 TOV (Threshold of Visibility)가 증가한다. TxID 신호의 BR 변화에 따른 TOV

증가량은 표 2와 같다. 표 2에 의하면, -30 dB 이하의 BR은 TOV 증가량이 0.1 dB 이하이기 때문에, 기존 ATSC DTV 신호에 미치는 영향이 매우 작다.

표 2. BR 변화에 따른 TOV 증가량
Table 2. TOV increments with BR change

BR [dB]	TOV 증가 [dB]
Off	None
-39	< 0.1
-36	< 0.1
-33	< 0.1
-30	0.1
-27	0.2
-24	0.5
-21	1.0

2. 실험실 테스트

본 절에서는 TxID 신호가 DTV 수신기에 미치는 영향을

그림 3. TxID 신호의 BR에 따른 RS (Reed-Solomon) 복호 후 BER 성능
Fig. 3. BER performance after RS decoded with various BR

알아보기 위해 TxID 삽입기능이 포함된 DTV 분산중계기를 제작하여 AWGN 채널환경에서 실험실 테스트를 수행하였다^{[11],[12]}. 실험실 테스트에서는 04년, 05년, 08년에 제작된 4대의 상용 DTV 수신기를 사용하여 AWGN 채널환경에서의 BR 변화에 따른 TOV 증가량을 측정하였으며, 그 결과는 표 3과 같다. 표 3에 의하면, BR이 -30 dB이면 상용 수신기의 TOV가 평균 0.13 dB 증가하였고, -21 dB이면 평균 1.28 dB 증가하였다. 이는 앞 절의 전산실험 결과

표 3. BR 변화에 따른 상용 DTV 수신기의 TOV 증가량
Table 3. TOV increments in commercial DTV receivers with BR change

수신기종류 BR(dB)	수신기('04) (dB)	수신기('05) (dB)	수신기A('08) (dB)	수신기B('08) (dB)	평균 (dB)
-39	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
-36	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
-33	0.2	0.0	0.0	0.0	0.05
-30	0.2	0.1	0.1	0.1	0.13
-27	0.4	0.3	0.3	0.1	0.28
-24	0.6	0.6	0.6	0.5	0.58
-21	1.5	1.4	1.1	1.1	1.28

와 매우 유사하며, -30 dB 이하의 BR을 사용하면 상용 DTV 수신기에 미치는 영향이 미미함을 의미한다. 04년, 05년, 08년에 제작된 수신기의 수신 능력은 내재된 수신등화기 성능에 따라 차이가 나며 단일 정적 에코에 대한 수신 능력의 차이를 그림 4에 나타내었다.

3. 필드 테스트

본 절에서는 TxID 신호가 상용 DTV 수신기에 미치는 영향을 필드 테스트를 통해 분석하였다. 필드테스트에는 실험실 테스트에서 사용된 것과 동일한 분산중계기와 수신기를 사용하였다. 그림 4는 필드 테스트를 위해 사용된 수신기들의 단일 정적 에코 제거 능력을 나타내며, 수신기 테스트 과정에서 단일 에코의 위상 변화에 무관하게 하기 위하여 0.05 Hz의 도플러 주파수가 삽입되었다. 분산중계기에서 송출되는 TxID 신호의 BR은 -39 dB ~ -21 dB 범위 내에서 3 dB 간격으로 조정되었으며, TxID 신호를 삽입하지 않은 경우에 상용 수신기 TOV와 비교하여 그 증가량이 측정되었다.

그림 4. 상용 수신기들의 단일 정적 에코 제거능력
Fig. 4. Susceptibility to single static echo of commercial receivers

3.1 중계기 설치 및 측정 지역

필드 테스트를 위해 망운산 KBS 신호를 모국으로 하는 3대의 분산중계기가 여수지역 중계소 사이트인 구봉 중계소, 쌍봉 중계소, 문수 중계소에 각각 설치되었다. 각 송/중계소 사이트 별 제원은 표 4와 같고, 구봉 중계소에 설치된 분산중계기 및 송수신 안테나는 그림 5와 같다. 측정은 여수시 일원의 구봉 중계소 방송구역에서 수행되었으며, 측정 지점은 구봉 중계소 신호가 수신 가능한 지점 중에서

문수와 쌍봉 중계소 신호의 영향을 볼 수 있는 지점으로 선정하였다. 본 측정의 목적은 TxID 신호가 상용 DTV 수신기에 미치는 영향분석이기 때문에, 측정에 사용된 모든 수신기가 구봉 중계소 신호를 수신할 수 있는 24 지점을 선정하였으며, 선정된 24 지점 중에서 문수 또는 쌍봉 중계소 신호가 구봉 중계소 신호와 동시에 수신되는 곳은 12 지점이었다. 그림 6은 송/중계기의 위치 및 측정 지점을 나타낸다.

표 4. 송/중계소 제원

Table 4. Specifications of transmitter and repeater system

송/중계소명	위치	해발고 (m)	철탑 (m)	매체	수신 CH	송신 CH	출력	안테나 패턴
망운(송)	남해군 서면	770	40	DTV1		44	1kW	4:4 (215:305)
구봉(중)	여수 여서동	380	25	분산중계	44	32	90W	1:2:2 (80:170:350)
쌍봉(중)	여수 소리면	240	25	분산중계	44	32	20W	4D-3P (50(2),140)
문수(중)	여수 문수동	340	20	분산중계	44	32	10W	4D-3P (15:105:275)

그림 5. 분산중계기 및 송수신 안테나 (구봉 사이트)

Fig. 5. Distributed system and transmitting/receiving antennas (Kubong site)

그림 6. 송/중계기의 위치 및 측정 지점
Fig. 6. Location of transmitter/DTVRs and test sites

3.2 측정 차량 및 장비

그림 7은 본 필드 테스트를 위해 사용된 측정차량 및 수신 안테나를 나타낸다. 측정 차량에는 먼저 9 m 높이에서 DTV 신호를 수신할 수 있도록 공기압을 이용한 안테나 마

스트가 설치되어 있으며, 안테나 마스트 끝에는 광대역 지향성 및 무지향성 안테나가 설치되어 있다. 안테나가 최적의 수신 전계 분포를 수신할 수 있는 방향을 파악하여 해당 방향으로 고정할 수 있도록 하는 안테나 방향 설정 장치가

그림 7. 측정 차량 및 수신 안테나
Fig. 7. Test vehicle and receiving antenna

내장되어 있으며, 설정 장치의 구동은 측정 소프트웨어를 통해 조절 가능하다. 측정 시스템에는 수신 전계 분포를

그림 8. 측정차의 측정 장비 및 DTV 수신기
Fig. 8. Test equipments in test vehicle

360도 방향에 따라 측정하여 수신 전계 패턴을 파악하고, 신호 스펙트럼을 저장할 수 있는 기능을 가지고 있다. 측정 차량 내부에는 그림 8과 같이 스펙트럼 분석기, 전자 나침반, TxID 신호 분석기, 로터(Rotor), 시스템 컴퓨터 등과 같은 각종 측정 장비들과 여러 종류의 DTV 수신기를 설치하였다. 그림 9는 측정차량 전체 구성도를 나타낸다. 특히 본 측정에서는 문수 및 쌍봉 중계소에 CDMA 모뎀을 설치, 원격으로 분산중계기들의 On/Off 를 제어하여 측정의 효율을 높였다.

본 필드 테스트에서는 측정 시간의 단축과 측정 데이터의 신뢰성 향상을 위해 KBS에서 개발된 그림 10과 같은 IMAS (Integrated Measurement and Analysis System)를 사용하였다. IMAS 는 지리정보를 분석하는 지리정보 (Geographic Information System: GSI) 모듈, 측정을 담당하는 자동측정 모듈, 측정된 데이터를 분석하여 사용자가 원하는 양식의 보고서를 자동 생성하는 데이터 분석 및 보고서 작성 모듈, 계측장비(스펙트럼 분석기 등) 및 운용장비

그림 9. 측정 장비 구성도
Fig. 9. Block diagram of test equipments in Test vehicle

그림 10. DTV 통합 측정 분석 시스템

Fig. 10. DTV IMAS

(GPS, 로터)를 연결하고 제어하는 장비 인터페이스 및 관리 모듈로 구성되어있다.

3.3 측정 절차

측정 절차는 DTV 필드 테스트의 고정 측정 절차를 준용하되, 문수 및 쌍봉 중계소를 off한 상황에서 구봉 중계

소의 TxID 신호 삽입레벨을 변경하면서 상용 수신기의 TOV 증가량을 측정한다. 그리고 좀 더 열악한 채널환경을 생성하기 위해 문수 및 쌍봉 중계소를 켜 상황에서 TxID 신호의 삽입레벨에 따른 상용 수신기의 TOV 증가량을 측정한다. 본 필드 테스트를 위한 측정 절차는 다음과 같다.

그림 11. 측정 절차

Fig. 11. Test procedure

- 단계 0. 선정된 교정(Calibration) 사이트에서 계측기 및 시스템을 점검, 교정한다.
- 단계 1. 측정 지점에 도착 후 구봉 중계기만 켜진 상황에서 TxID 신호 삽입을 off시키고 상용 수신기의 TOV를 측정한다.
- 단계 2. 구봉 중계기만 켜진 상황에서 TxID 신호의 BR을 -39 dB ~ -21 dB 범위 내에서 3 dB 간격으로 조정하면서, TxID 신호를 삽입하지 않은 상태에서 상용 수신기 TOV와 비교하여 그 증가량을 측정한다.
- 단계 3. 문수 및 쌍봉 중계기를 켜진 상황에서 TxID 신호분석기를 통해 문수 또는 쌍봉 중계기 신호를 검출한다.
- 단계 4. 문수 또는 쌍봉 중계기 신호가 검출되면, 구봉, 문수, 쌍봉 중계소의 TxID BR을 off시키고 상용 수신기의 TOV를 측정한다.
- 단계 5. 구봉, 문수, 쌍봉 중계소의 TxID BR을 단계 2와

동일하게 조정하면서 BR off에서의 상용 수신기 TOV와 비교하여 그 증가량을 측정한다.

3.4 측정 결과

그림 12는 24개의 측정지점에서 구봉 중계소 신호만 존재하는 24가지의 경우와 구봉/문수 또는 구봉/쌍봉 중계소 신호가 동시에 존재하는 12가지의 경우, 즉 36가지 경우에서의 TxID 삽입레벨 변화에 따른 상용 수신기 평균 TOV 증가량을 나타낸다. 그림 12에 의하면, 필드 테스트에서 측정된 상용 수신기의 평균 TOV 증가량은 전산실험 및 실험실 테스트 결과와 매우 비슷하였다. 특히, TxID 신호의 BR을 -30 dB로 가정하였을 때, TxID 신호를 삽입하지 않은 경우 대비 수신기들의 평균 TOV 증가량은 0.17 dB로, 전산실험 결과보다 0.07 dB, 실험실 테스트 결과보다 0.04 dB 높았다. 이는 -30 dB 이하의 삽입레벨을 사용한다면, TxID 신호삽입에 따른 기존 수신기의 영향은 무시할 수 있다는 것을 의미한다.

그림 12. BR 변화에 따른 상용 DTV 수신기의 TOV 증가량

Fig. 12. TOV increments of commercial DTV receivers according to BR change

IV. 결 론

본 논문에서는 지상파 DTV방송인 ATSC 시스템에서 TxID 신호의 생성 및 DTV 방송 신호에 삽입하는 방법에 대하여 살펴보고, TxID 신호가 상용 수신기에 미치는 영향을 전산실험, 실험실 테스트, 그리고 필드 테스트를 통해 분석하였다. 전산실험과 실험실 및 필드 테스트에서는 TxID 신호의 BR을 -39 dB ~ -21 dB 범위 내에서 3 dB 간격으로 조정하면서, TxID 신호를 삽입하지 않은 경우에서의 상용 수신기 TOV와 비교하여 그 증가량을 측정하였다. 이와 같은 테스트 결과에 의하면, TxID 신호가 기존 DTV 신호보다 30 dB 작게 삽입되어 전송될 때 상용 DTV 수신기의 TOV (Threshold of Visibility) 증가량은 0.17 dB 보다 작았다. 이는 -30 dB 이하의 삽입레벨을 상용한다면, TxID 신호삽입에 따른 기존 수신기의 영향은 무시할 수 있다는 것을 의미한다.

참 고 문 헌

- [1] ATSC, "Standard A/110: Synchronization Standard for Distributed Transmission," Advanced Television Systems Committee, Washington, D.C., July 2004.
- [2] ATSC, "Recommended Practice A/111: Design of Synchronized Multiple Transmitter Networks," Advanced Television Systems Committee, Washington, D.C., Sept. 2004.
- [3] S. W. Kim, Y.-T. Lee, S. I. Park, H. M. Eum, J. H. Seo, and H. M. Kim, "Equalization Digital On-Channel Repeater in Single Frequency Networks," IEEE Trans.on Broadcasting, vol.52, no.2, pp.137-146, June 2006.
- [4] Y.-T. Lee, S. I. Park, H. M. Eum, J. H. Seo, H. M. Kim, S. W. Kim, and J. S. Seo, "A Design of Equalization Digital On-Channel Repeater for Single Frequency Network ATSC System," IEEE Trans.on Broadcasting, vol.53, no.1, pp.23-37, Mar. 2007.
- [5] S. I. Park, H. Eum, S. R. Park, G. Kim, Y.-T. Lee, H. M. Kim, and W. Oh, "Novel Equalization On-Channel Repeater with Feedback Interference Canceller in Terrestrial-Digital Multimedia Broadcasting System," ETRI Journal, Vol. 31, no. 4, pp. 357-364, Aug. 2009.
- [6] K. Salehian, Y. Wu and B. Caron, "Design Procedures and Field Test of a Distributed-Translator Network, and a Case Study for an Application of Distributed-Transmission," IEEE Transactions on Broadcasting, vol.52, no.3, pp.281-291, Sept.2006.
- [7] X. Wang, Y. Yu, and B. Caron, "Transmitter Identification Using Embedded Pseudo Random Sequences," IEEE Trans. Broadcasting, vol.50, no.3, pp.244-252, Sept.2004.
- [8] S. I. Park, J. -Y. Lee, H. M. Kim, and W. Oh, "Transmitter Identification Signal Analyzer for Single Frequency Network," IEEE Trans.on Broadcasting, vol.54, no.3, pp.383-393, Sept.2008.
- [9] S. I. Park, H. M. Kim, and W. Oh, "Reception Power Estimation Using Transmitter Identification Signal for Single Frequency Network," IEEE Trans. on Broadcasting, vol.55, no.3, pp.652-655, Sept.2009.
- [10] D. V. Sarwate and M. B. Pursley, "Crosscorrelation Properties of Pseudorandom and Related Sequences," IEEE Proc., vol.68, no.5, pp.593-619, May 1980.
- [11] H. M. Kim, S. I. Park, H. M. Eum, Y.-T. Lee, J. H. Seo, J. Y. Lee, and S. I. Lee, "Development of Distributed Translator," 57th Annual IEEE Broadcast Symposium, Oct. 2007.
- [12] H. M. Kim, S. I. Park, J. H. Seo, S. I. Lee, Y. Wu, and H. Lee, "Field Test Results of Equalization Distributed Translators," 59th Annual IEEE Broadcast Symposium, Oct. 2009.

저 자 소 개

목 하 군

- 1976년 3월 ~ 1980년 2월 : 서울대학교 전기공학과 (공학사)
- 1980년 3월 ~ 1982년 8월 : 한국과학기술원 전기및전자공학과 (공학석사)
- 1992년 9월 ~ 1995년 6월 : 무궁화위성(Koreasat) 탑재체(payload) 현장 훈련 파견연수(영국, 미국)
- 1991년 3월 ~ 2000년 2월 : 한국과학기술원 전기및전자공학과 (공학박사)
- 1982년 8월 ~ 현재 : 한국방송 방송기술연구소 수석연구원
- 주관심분야 : 지상파 디지털TV 방송시스템, RF 및 위성 시스템, 위성방송

저 자 소 개

박 성 익

- 1996년 3월 ~ 2000년 2월 : 한양대학교 전자전기공학부 (공학사)
- 2000년 3월 ~ 2002년 2월 : 포항공과대학교 전자전기공학과 (공학석사)
- 2002년 2월 ~ 현재 : 한국전자통신연구원 방송시스템연구부 지상파방송기술연구팀 선임연구원
- 주관심분야 : 오류정정부호, 디지털 방송시스템, 디지털 신호처리

이 재 권

- 2002년 3월 ~ 2006년 2월 : 충남대학교 전자전파정보통신공학과 (공학사)
- 2006년 3월 ~ 2008년 2월 : 과학기술연합대학원대학교 이동통신 및 디지털방송공학과 (공학석사)
- 2006년 3월 ~ 2008년 3월 : 한국전자통신연구원 인지접속연구팀 석사과정연구생
- 2008년 3월 ~ 현재 : KBS 방송기술연구소 연구원
- 주관심분야 : VSB 및 OFDM 전송시스템, 디지털 RF, 무선인지기술

유 호 진

- 1987년 3월 ~ 1991년 2월 : 연세대학교 전자공학과 (공학사)
- 1996년 3월 ~ 1998년 2월 : 충북대학교 전자공학과 (공학석사)
- 1998년 3월 ~ 2002년 8월 : 충북대학교 전자공학과 (공학박사)
- 1994년 12월 ~ 2007년 9월 : KBS 기술본부
- 2007년 10월 ~ 현재 : KBS 방송기술연구소 선임연구원
- 주관심분야 : 디지털 통신, RF 신호처리

김 흥 목

- 1989년 3월 ~ 1993년 2월 : 포항공과대학교 전자전기공학과 (공학사)
- 1993년 2월 ~ 1995년 2월 : 포항공과대학교 전자전기공학과 (공학석사)
- 1995년 3월 ~ 2001년 12월 : 포스코 기술연구소 연구원
- 2002년 1월 ~ 2003년 10월 : (주)맥스웨이브 연구개발팀 팀장
- 2004년 2월 ~ 현재 : 한국전자통신연구원 방송시스템연구부 지상파방송기술연구팀 팀장
- 주관심분야 : RF 신호처리, 디지털 신호처리, DTV 전송시스템