

지상파방송 난시청 해소를 위한 특정소출력 DTV 중계기(II): 구현 및 현장시험

Low Power On-channel Repeater for Terrestrial DTV Broadcasting Services(II): Implementation and Field Trials

권 원 현*

Won-Hyun Kwon *

Abstract

In this paper, low power on-channel DTV repeater is implemented to improve the fringe area of terrestrial DTV broadcasting services and its effectiveness is verified by field trials. System requirements of on-channel repeater are drive from received signal model and gain transfer model. Implemented on-channel DTV repeater has coverage of about 1km with 10mW/MHz output power. Experimental results show that implemented system can effectively improve small/medium size DTV fringe areas in Korea.

요 약

본 연구에서는 중소규모 지상파 DTV 방송의 난시청지역 해소를 위한 특정소출력동일채널 DTV 중계기를 구현하였으며, 현장시험을 통하여 실효성을 입증하였다. 동일채널중계기 구현을 위한 설계요구조건들을 수신신호모델 및 이득전달모델을 이용하여 도출하여 시스템 설계에 적용하였다. 구현된 시스템은 출력 10mW/MHz 이하인 특정소출력 DTV 방송중계용 무선기기로 1km 내외의 커버리지를 갖도록 설계하였다. 시험결과 기존 중계기에 비해 효율적으로 시스템을 구축할 수 있었으며, 수 km 미만의 중소규모 난시청 지역이 많이 발생하는 우리나라 DTV 수신환경 개선에 널리 사용될 수 있다.

Key words : DTV, Lower Power DTV Repeater, fringe area, on-channel repeater

1. 서론

최근 방송통신융합 환경 수용과 우수한 품질의 방송서비스 수요증가에 대응하기 위하여 지상파방송의 디지털화가 급속히 이루어지고 있다. 세계 각국들은 미래의 디지털방송 강국으로 도약하기 위하여 지상파

DTV 방송 시스템 도입을 활발히 추진하고 있으며, 우리나라도 2012년 12월 31일 04시에 디지털 전환을 완료할 계획이다. 디지털 전환과정에서 필수적으로 고려되어야 할 방송 수신권 확보를 위해 우리나라는 2012년 말까지 현재의 아날로그방송권역 수준인 96% 이상의 DTV 방송권역을 확보할 예정이다.

방송권역 확대 및 방송 음영지역 개선은 주로 방송국, 송신소 및 중계국 등의 방송인프라 구축을 통하여 이루어지며, 우리나라는 2009년 마련된 디지털전환 기본계획에 따른 방송인프라 구축사업이 추진되고 있다^[1]. 그러나 방송국 또는 대출력 송신소를 설치운용하기 위해서는 필요한 방송채널 주파수자원 및 과도한 중계기 구축비용의 확보가 전제되어야 하며, 그

* 안양대학교 정보통신공학과
(Dept. of I&C, Anyang University)

※중소기업청(C0015368)과제 연구결과임

接受日:2012年 07月 30日, 修正完了日: 2012年 08月 30日

掲載確定日: 2012年 09月 10日

럼에도 불구하고 산악 및 건물이 많은 우리나라의 지형적인 특성에 따라 발생하는 중소 규모의 인위적·자연적 난시청 및 음영지역 해소에는 대출력 송중계소의 실효성이 떨어진다.

따라서 성공적인 디지털 전환을 위하여 우리나라 전파환경에 적합한 중계기의 도입이 필요하며, 이를 위해 주파수자원 활용도가 높고 중소규모 전파음영지역을 경제적으로 해결 가능한 동일채널소출력중계기(on-channel low power repeater)의 도입을 위한 연구가 요구된다^[2].

지금까지 동일채널중계기에 대한 연구는 주로 단일주파수방송망(single frequency network, SFN)에 사용되는 대출력중계기나 FM 라디오방송 중계기의 용도로 연구되어왔으나, 소출력 DTV 동일채널중계기에 대한 연구는 아직 없는 실정이다^{[5][7]}.

본 연구에서는 국내의 중소규모 난시청 및 전파 음영지역의 효율적 개선을 위한 동일채널중계기의 구현방안을 연구하였다. 또한 우리나라 방송통신위원회고시 제2009-34호 "신고하지 아니하고 개설할 수 있는 무선국용 무선기기" 기준^[3]을 활용하여 출력 10mW/MHz 이하의 지상파 DTV 소출력중계기(이하 '특정소출력 DTV동일채널중계기'라 함)를 구현하였으며, 디지털 전환시범지역들에 대한 현장시험을 통하여 유효성을 입증하였다.

II. 동일채널중계기 특성분석

텔레비전 방송설비는 방송국 송출출력에 따라 TV 방송국(150kW 이상), 저출력방송국(Class-A, LPTV, TV translator) 등으로 구분되며, 방송프로그램 형식에 따라 방송국(TV station) 및 방송중계국(translator 또는 repeater) 등으로 구분한다^[4]. 우리나라 DTV 중계기는 10W 이상의 송출전력으로 시군 단위 이상의 비교적 넓은 수신권역 확보를 위해 사용되고 있으나, 우리나라 전역에 산재해있는 반경 1 km 내외의 인위적/자연적 난시청 해소에는 비효율적이다. 따라서 기존 방식보다 저립하고 손쉽게 설치 운용할 수 있는 새로운 중계기 구현을 위하여 전파법상의 특정 소출력 중계기를 활용한 동일채널중계기(OCR: on channel repeater)의 개발 및 보급이 절실히 요구된다^{[2],[5]}.

중계기는 중계신호의 송수신 주파수 변동여부에 따라 변파중계기 및 동일채널중계기, 방송신호의 재가공 여부에 따라서는 단순중계기 및 재생중계기로 구분할 수 있으며, 본 연구에서 구현하고자하는 중계기는 DTV 방송중계를 위한 동일채널 단순중계기이다.

동일채널중계기는 주송신소의 방송신호가 약하게

수신되는 지역을 대상으로 모국신호와 동일한 채널을 사용하여 난시청을 해소하거나 방송권역을 확대하는 중계기이다.

동일채널중계기는 원래 방송신호와 중계신호의 주파수가 동일하므로 송수신신호 간의 간섭영향이 최소화될 수 있도록 시스템을 구현하여야 한다. 특히, 송신측 신호가 수신안테나로 케환되어 발생하는 송신신호 품질저하와 출력전력 제한현상을 최소화할 수 있도록 송/수신안테나 간의 높은 격리도(isolation)가 확보되어야 하며, 다중 고스트(ghost) 신호에 의한 수신기 적응등화기의 성능저하 방지를 위하여 송수신신호의 주파수 편차와 중계기의 중계지연시간을 최소화하여야 한다.^{[5][7]}, 이와 같은 설계요구조건들을 수신신호모델 및 시스템이득모델을 이용하여 분석하였다.

1. 수신신호모델

그림 1은 동일채널중계기를 사용하는 방송시스템의 수신신호 모델이다. 중계기에 도달한 주방송국 신호 $s(t)$ 는 중계기를 거쳐 재전송되며, 주변의 건물, 산 등 전파반사체에 의한 다중반사신호(multiple reflected waves)들과 합쳐져서 TV 수신기에 입력된다. 즉,

$$s_r(t) = A \cos 2\pi f t \tag{1}$$

$$s_r(t) = \text{retransmitted signal} + \text{reflected signals}$$

$$= A_2 \cos 2\pi f_2(t - \tau_2) + \sum_{n=3}^{\infty} A_n \cos 2\pi f_n(t - \tau_n) \tag{2}$$

이때 시청자가 인식하는 TV 수신화질은 반사신호와 중계국 신호간의 주파수 편차, 지연 편차, 진폭 편차에 따라 변화하며, 수신기에 내장된 채널등화기(channel equalizer)가 이러한 변화를 얼마만큼 보상하느냐에 따라 결정된다. 그림 2는 일반적인 5세대 DTV 수신칩에 대한 성능으로 주파수편차 및 수신신호간 delay 편차가 적을수록, 신호간 진폭차이가 클수록 양호하게 수신할 수 있음을 알 수 있다^[8].

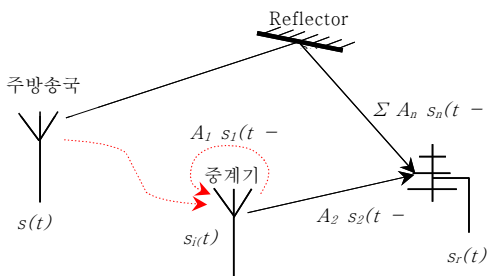


Fig. 1. Signal model of on-channel repeater

그림 1. 동일채널중계기의 수신신호 모델

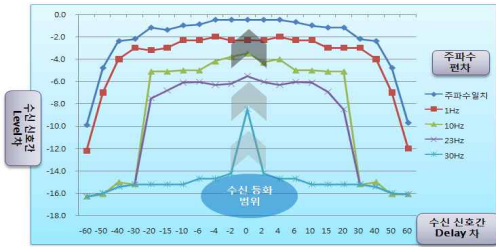


Fig. 2. Performance of 5th generation DTV receiver chip
그림 2. 5세대 DTV 수신칩 성능

한편, 동일채널중계기에 입사되는 dominant 신호는 모국으로부터 수신되는 방송신호와 중계용 송신안테나 후방방사에 의해 생기는 캐환신호로 구성된다.

$$s_i(t) = \text{original signal} + \text{feedback signal} \\ = A_0 \cos 2\pi f_0(t - \tau_0) + A_1 \cos 2\pi f_1(t - \tau_1) \quad (3)$$

동일채널중계기의 성능은 원래신호와 캐환신호 사이의 진폭편차 $|A_0 - A_1|$, 시간지연 차이 $|\tau_0 - \tau_1|$ 및 주파수 편차를 중계기가 얼마만큼 보상할 수 있는가에 따라 결정된다. 이러한 보상능력은 내장된 수신동화기의 등화성능과 시스템 설치/운용과정에서 얻을 수 있는 캐환신호의 차폐 정도에 의존한다.

2. 이득전달모델

동일채널중계기는 송수신신호의 주파수가 동일하여 중계용 송신신호가 수신안테나로 캐환될 수 있으므로 캐환신호를 효과적으로 제거하거나 캐환신호가 수신신호에 영향을 미치지 않도록 정밀하게 설계 운용되어야 한다.

그림 3은 동일채널중계기의 시스템 이득모델이다. 동일채널중계기는 모국으로부터의 방송신호를 수신하는 수신안테나(이득 G_R , 전후방비 $G_{FB,R}$), 중계신호를 재전송하는 송신안테나(이득 G_T , 전후방비 $G_{FB,T}$), 디지털동일채널중계부(digital OCR)로 구성된다. DOCR은 신호의 재전송 이외에도 캐환간섭신호억제회로(FIC, feedback interference canceller)를 이용하여 캐환신호로부터의 간섭을 억제할 수 있도록 구성된다.

만약 송수신 안테나가 거리 R 만큼 공간적으로 분리되어있을 경우 자유공간전파손실(free space path loss, FSPL)은 식 (4)와 같이 표현되며, 송신안테나에서 후방으로 방사되는 중계신호는 FSPL 만큼 감쇄된 후 수신안테나에 도달한다.

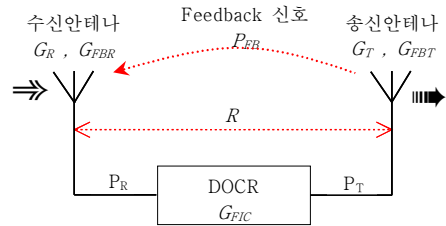


Fig. 3. Gain transfer model of on-channel repeater
그림 3. 동일채널중계기의 이득전달모델

$$FSPL = 20 \log \left(\frac{4\pi R}{\lambda} \right) \\ \cong 32.44 + 20 \log f(\text{MHz}) + 20 \log R(\text{km}) \quad (4)$$

텔레비전 방송용 수신 및 송신안테나는 특정방향에 대한 지향성을 지니도록 설계되어 있으며, 이는 전후방 이득 차이를 나타내는 안테나 전후방비(front-to-back ratio, G_{FB})에 의해 정의된다.

$$G_{FB} \text{ (dB)} = 20 \log_{10} \left(\frac{E_F}{E_B} \right) \quad (5)$$

송신 및 수신안테나가 동작방향별로 얼마의 이득을 갖는지는 안테나 이득과 전후방비의 차이를 나타내는 송수신안테나 지향방향이득비(directional gain, D_R 또는 D_T)로 정의되며, 식에 보인 것처럼 송수신안테나의 후방향이득이 적을수록 후방캐환에 의한 영향이 줄어든다.

$$D_R = G_R - G_{FB,R} \quad (6)$$

$$D_T = G_T - G_{FB,T} \quad (7)$$

지향성 및 지형적 특성 등 동일채널중계기의 설치 환경에 의해 확보할 수 있는 안테나 격리도(antenna isolation, I_a)는 식 (8)과 같이 예측할 수 있으며, 송수신 전파실험을 통하여 실제 확인할 수 있다.

$$I_a \text{ (dB)} = FSPL + D_R + D_T = P_T - P_R \quad (8)$$

만약 캐환간섭신호억제 이득성능이 G_{FIC} 인 채널동화기를 사용하는 동일채널중계기의 경우, 원하는 출력레벨에서 정상적인 동작을 하기위한 요구격리도(required isolation, I_r)는 다음 식으로 구할 수 있다.

$$I_r \text{ (dB)} = P_T - P_R - G_{FIC} \quad (9)$$

여기에서 P_T 는 최대송신전력을, P_R 은 모국으로부터의 수신전력을 나타낸다.

동일채널중계기 사용을 위해서는 안테나격리도가 요구격리도보다 큰 식 (10)의 조건을 만족하여야 하며, 두 값의 차이가 클수록 시스템 동작특성이 양호해진다.

$$I_a \gg I_r \quad (10)$$

III. 시스템 구성 및 시험

본 논문에서 분석한 특정소출력 동일채널 DTV 중계기의 성능을 검증하기 위하여 그림 4와 같이 시스템을 구성하였다. 방송국 또는 중계소로부터의 미약 수신신호는 저잡음증폭기(LNA)에 의해 증폭된 후 각 6MHz 대역폭의 방송주파수 채널별로 분배된다. 지상파 DTV의 의무전송채널인 KBS1, KBS2, EBS, MBC 및 지역민방 방송채널들을 동시에 처리할 수 있도록 설계하였다. 수신 후 분배된 신호는 간섭신호 제거회로인 ICS block(A/D변환기, ICS 신호처리 및 D/A 변환기로 구성)에 의해 송신안테나로부터의 역계환신호 및 주변으로부터의 다중반사신호가 최소로 억압된 신호로 재생된다. 재생된 신호는 전력증폭기 및 채널필터를 통과한 후 결합기(combiner) 및 송신안테나를 통하여 재전송된다.

구현된 시스템에는 FCC simple mask 특성을 갖는 3-pole 공동형 채널필터를 채택함으로써 기존 중계기보다 매우 저렴한 가격으로 시스템 구현이 가능하도록 하였다.

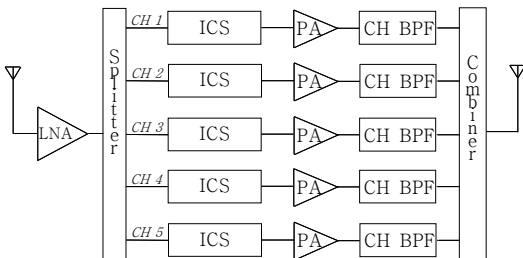


Fig. 4. Block diagram of on-channel repeater

그림 4. 동일채널중계기의 구성도

그림 5는 시스템 구현에 사용된 송수신 안테나 방사패턴이다. 송수신안테나는 전후방비 특성이 우수한

안테나를 사용하여 송신신호의 후방입사에 의한 간섭영향을 최소화할 수 있도록 하였으며, 실험에서는 이득 12 dBi 및 전후방비 23dB의 수신안테나와, 이득 9dBi 및 전후방비 20dB의 송신안테나를 사용하였다.

표 1은 구현된 특정소출력중계기의 주요특성으로 채널당 최대 17.8dBm의 출력과 최소 25dB 이상의 ICS 억압능력을 갖도록 설계하였다.

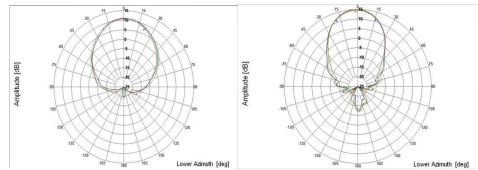


Fig. 5. Radiation patterns of TX/RX antenna

그림 5. 송수신안테나 방사특성

Table 1. Specification of low power OCR

표 1. 특정소출력중계기의 주요성능

항 목	특 성
동작주파수	470 ~ 806MHz
신호형태	ATSC(8VSB)
입력전력	-65dBm ~ -35dBm
채널대역폭	6.0MHz
최대출력	17.8dBm/6MHz
주파수응답	±1.0dBmax
채널필터특성	FCC Simple Mask
잡음지수	3.5dBmax
ICS 억압능력	25dBmin
시스템지연시간	6us max
주파수편차	0.01Hz max
수신안테나(이득/전후방비)	12dBi / 23dB min
송신안테나(이득/전후방비)	9dBi / 20dB min

구현된 시스템을 이용하여 우리나라 디지털방송 10 개 시범지역에서 특정소출력 DTV 중계기를 시험하였으며, 설치지역 모두 매우 양호한 수신환경 개선효과가 있음을 확인하였다^[9]. 본 논문에서는 시범지역의 하나인 강진군에 대한 시험 결과를 활용하여 분석하였다.

그림 6은 성전면 일대 사진으로 흰색 원으로 표시된 지역이 난시청 해소대상지역이다. 특정소출력중계기시스템은 성전면 월평리 소재 해발고 132m 지점에 설치하였으며, TV 신호 수신용 안테나를 중계기 장치 설치지점 기준으로 북서 방향의 후면에 설치하여 남서쪽 방향으로부터의 신호를 수신하고, 이로부터

남동방향으로 약 63m 떨어진 지점의 산지 배면에 송신안테나를 설치하여 송신안테나의 후방방사신호에 의한 수신안테나로의 간섭영향을 최소화하여 안테나 격리도를 최대로 할 수 있도록 하였다.

수신신호는 남서쪽 25km 거리에 위치한 대둔산 송신소(출력 2kW, KBS1 (CH34), KBS2(CH42), EBS(CH49), MBC (CH23), KBC(CH40))로부터의 신호를 이용하였으며, 동일채널소출력증계기 ON/OFF시 DTV방송 커버리지 변화 및 대둔산 증계소와 동일채널소출력증계기 간의 전파간섭영향을 조사하였다.

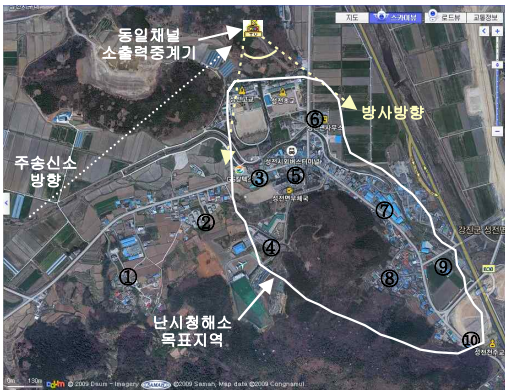


Fig. 6. Coverage of on-channel repeater
그림 6. 동일채널증계기 서비스 영역

먼저 증계기 설치지점이 적합한지를 평가하기 위하여 설치지점에서의 전파환경을 조사하였다. 수신점(증계기 수신안테나 설치지점)에서 주송신소로부터의 수신 신호는 KBS1 방송신호(CH34,590~596MHz)를 기준으로 할 때 42.3 dBuV/m (약 -64.7dBm)로 약전계이었지만 31 dB의 비교적 양호한 SNR 값으로 측정되었다. 구현된 특정소출력증계기는 최대전력 17.8dBm(60mW/CH) 까지 송출 가능하여야하므로 시스템 설치 시 확보하여야 하는 요구 격리도는 식(9)를 이용하여 다음과 같이 구할 수 있다.

$$I_r = 17.8 - (-64.7) - 25 \cong 57.5 \text{ dB} \quad (11)$$

안테나 설치지점에서 송수신안테나의 최대지향방향을 서로 마주보게 한 후 20dBm의 TV 신호를 송수신하여 전력을 측정하고, 실제안테나 설치방향에 대해서도 동일한 실험을 수행한 후 각각의 격리도를 산정하였으며, 결과를 표 2에 나타내었다.

Table 2. Test results of antenna isolation

표 2. 안테나 격리도 시험결과

구분	최대지향방향	실제설치방향
송신전력 P_T	20 dBm	20dBm
수신전력 P_R	-47.7 dBm	-82.6dBm
안테나격리도	67.7 dB	102.6dB

송수신안테나를 최대이득방향으로 서로 마주보게 할 경우 안테나 전후방비는 0 dB이므로 자유공간상에서의 예상 격리도를 구할 수 있다. 식 (13)에 보인 것처럼 자유공간상의 예상 안테나격리도는 42.9dB이나 실험결과 67.7 dB로 24.8dB 이상 높아짐을 알 수 있었다. 이는 산지 배후면을 이용한 지형적인 차단 특성이 크도록 송수신안테나를 배치함으로써 발생한 것으로 설치 지점의 지형특성을 적절히 활용하면 안테나 격리도를 25dB 정도 양호하게 할 수 있음을 의미한다.

$$FSPL = 32.44 + 20\log 593 + 20\log 0.063 \cong 63.9 \text{ dB}$$

$$\text{최대방향 } I_a \cong -63.9 + 12 - 0 + 9 - 0 = -42.9 \text{ dB} \quad (12)$$

$$\text{최소방향 } I_a \cong -63.9 + 12 - 23 + 9 - 20 = -85.9 \text{ dB}$$

다음으로 실제 동작환경과 같이 수신안테나는 주송신소 방향으로, 송신안테나는 목표방향으로 설치한 후 동일한 방법으로 실험하였다. 송수신안테나의 최대지향방향 사이 각도는 약 75°이었으며, 실험결과 약 102.6 dB의 양호한 안테나 격리도를 얻을 수 있었다. 이는 식 (12)의 최소방향 예상격리도 -85.9dB 보다 16.7 dB 양호한 값이지만, 최대방향일 경우보다는 방사패턴의 영향으로 지형지물에 의한 격리도 개선효과가 다소 줄어들었음을 알 수 있었다.

이상에서 분석한 것처럼, 증계기 설치지점에서 확보가능한 안테나 격리도는 식(11)의 요구격리도보다 45dB 이상 양호하므로 특정동일채널 증계기 설치장소로 적합함을 알 수 있었다.

본 논문에서 제시한 특정소출력증계기의 난시청 해소 특성을 측정하기 위하여 방송통신위원회 고시 제 2012-2호의 측정기준 및 평가방법에 따라 특정소출력 증계기 설치 후의 전계강도 및 화질평가를 수행하였다. 측정방법은 측정용 수신안테나를 지상 9m 높이로 설치하고, 360°회전하여 최대전계수신 방향에서 수신등급을 표준평가방식^[10]에 따라 평가하였다.

먼저 증계기를 OFF한 경우, 측정지점 ①과 ②에서는 대둔산 송신소로부터의 미약한 DTV방송신호가 수신되었으며, 나머지 지점인 ③~⑩은 기준 송신소로부터의

송신소 DTV방송신호가 전혀 수신되지 않는 난시청 지역이었다.

다음으로 중계기를 ON할 경우 평균 50.06 dB μ /m의 전계강도가 확보되어 중계기가 없을 경우에 비해 약 20dB 정도의 전계강도가 향상되었다. 안테나 방사패턴 영향으로 주전파방사각도를 벗어나는 ① 및 ② 지점의 수신전계강도도 약간씩 증가하였으며, ③~⑦, ⑨, ⑩ 번 지점은 모두 양호한 수신등급으로 수신환경이 개선되었다. ⑧번 지점은 중계기 사이에 있는 산에 의한 전파감쇄가 발생하여 개선효과가 적은 것으로 판단되며, 약 1.4 km 떨어진 ⑩번 지역까지도 방송수신이 가능하였다.

특히 ②~⑥ 번 지역은 주송신소 신호와 중계기로부터의 신호가 중첩되는 지역으로 두 신호간의 간섭에 의한 수신환경 저하가 우려되었으나 측정결과 수신환경에는 영향을 미치지 못하는 것으로 평가되었다. 이는 ②번 지역을 기준으로 최대 7.8us (시스템지연 6us + 전송지연 1.8us)의 지연이 발생하지만 그림 3에 보인 TV 수신기의 등화범위를 충분히 만족하였기 때문인 것으로 분석된다.

Table 3. Test results of OCR

표 3. 중계기 시험결과

구분	중계기 OFF		중계기 ON		중계기와의 거리(m)
	전계강도 (dB μ /m)	화질평가	전계강도 (dB μ /m)	화질평가	
①	39.2	보통	43.1	보통	824
②	40.3	보통	44.8	양호	541
③	37.1	불량	59.7	양호	470
④	30.2	불량	55.2	양호	715
⑤	35.5	불량	60.3	양호	485
⑥	32.8	불량	62.3	양호	322
⑦	26.6	불량	54.1	양호	736
⑧	19.2	불량	35.8	보통	994
⑨	21.1	불량	44.7	양호	1,067
⑩	18.3	불량	40.6	양호	1,421
평균	30.03	-	50.06	-	-

이상의 실험결과에서 알 수 있듯이 본 논문에서 제안한 특정소출력 DTV동일채널중계기는 반경 1km 내외의 소규모 난시청 지역을 매우 효과적으로 개선할 수 있다.

IV. 결론

본 연구에서는 중소규모의 음영지역이 많이 발생하는 우리나라 지상파 DTV 난시청 문제를 효율적으로 해결하기 위하여 특정 소출력 DTV 동일채널중계기

를 구현한 후 시험하였다. 이를 위하여 방송통신위원회 고시 제2009-34호에 제시된 기술기준을 응용한 출력 10mW/MHz (TV 1CH 당 60mW) 이하의 지상파 특정소출력 DTV 중계기를 동일채널중계방식을 사용하여 구현함으로써 주파수사용효율 및 경제성을 높일 수 있도록 하였다. 또한 동일채널 중계기 시스템 구성에 필요한 설계조건들을 수신신호모델과 이득전달모델을 활용하여 도출하였으며, 중계기 설치 시 고려하여야 하는 제반요인들을 분석하였다.

구현된 시스템은 FCC simple mask 특성의 공동형 필터를 채택하여 기존 중계기보다 매우 저렴한 가격으로 구현 가능하며, 의무전송채널인 지상파 5개 방송을 동시에 중계할 수 있도록 하였다.

현장시험결과, 특정 소출력 DTV 동일채널중계기는 반경 1km 내외의 중소규모 난시청 지역의 수신환경을 매우 효율적으로 개선할 수 있었으며, 이와 같은 결과를 도출하기위해 애써주신 난시청해소추진반 위원들과 제조사들에게 감사드립니다.

개발된 시스템은 기존 방식에 비해 경제적이고도 쉽게 중계기를 구현할 수 있어 앞으로 수 km 미만인 중소규모의 자연적, 인위적 난시청 지역 해소에 널리 사용될 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] 방송통신위원회, *디지털 전환 시범사업 시행계획*, 2009.12
- [2] 박성의 외, "지상파 방송의 단일주파수 방송망 구성을 위한 기술," *전자통신동향분석*, 제19권 제4호 2004년 8월
- [3] 방송통신위원회고시 제2009-34호, "신고하지 아니하고 개설할 수 있는 무선국용 무선기기(특정소출력 무선기기)," 2009.11
- [4] FCC, FCC CFR 47 §73.622 *Digital television table of allotments*, 1990
- [5] Ofcom, "The feasibility of DVB-T on-channel repeaters for coverage repair on Channel 60," *Ofcom 2109/OCR/R/3.0*, August 2009
- [6] Jaekwon Lee et. al., "VSB-Based Digital On-Channel Repeater with Interference Cancellation System," *ETRI Journal*, Volume 33, Number 5, October 2011
- [7] Avateq Inc., "AVQ1030-ActiveCoreTM On-channel Repeater/Gap-Filler", <http://www.avateq.com/>
- [8] "LGDT3303 datasheet and application note, data sheet," www.datasheetarchive.com

[9]방송통신위원회, 2010~11년 디지털전환시범사업평가
결과보고서, 2012.1

[10]방송통신위원회 중앙전파관리소고시 제 2012-2
호, "무선국의 운용 등에 관한 규정," 2012.3.14

저 자 소 개

권 원 현 (정회원)



1983년 :연세대학교 전자공학과
(공학사)

1990년 :연세대학교 대학원 전자공
학과 (공학박사)

1985년 3월 ~ 1994년 2월 : 삼성
전자 무선연구실

1994년 3월~현재 :안양대학교

정보통신공학과 교수

<주관심분야> 이동통신 및 무선부품, 디지털방송기
술 및 표준화, 전파전파 등