

논문-05-10-4-11

국내 DTV 방송망에서의 디지털 동일채널중계기의 적용

서영우^{a)*}, 김영민^{a)}, 목하균^{a)}, 권태훈^{a)}, 이상길^{a)}, 박성익^{b)}, 이용태^{b)}, 음호민^{b)},
서재현^{b)}, 김흥목^{b)}, 김승원^{b)}

Application of Digital On-Channel Repeater in a DTV Transmission Network in Korea

Young-Woo Suh^{a)*}, Young-Min Kim^{a)}, Ha-Kyun Mok^{a)}, Tae-Hoon Kwon^{a)}, Sang-Gil Lee^{a)},
Sung Ik Park^{b)}, Yong-Tae Lee^{b)}, Homin Eum^{b)}, Jae Hyun Seo^{b)}, Heung Mook Kim^{b)} and
Seung Won Kim^{b)}

요 약

2003년부터 2005년까지 KBS는 전자통신연구원(ETRI)과 공동으로 송수신 안테나의 낮은 분리도(isolation)하에서도 운용이 용이하며 중계기 내부의 왜곡을 보상할 수 있는 DOCR을 개발하였다. 개발된 DOCR의 커버리지를 측정하기 위하여 수원 지역에서 2004년과 2005년 두 차례의 필드테스트를 공동으로 실시하였다. 본 논문에서는 KBS와 ETRI에서 공동개발하고 있는 DOCR시스템에 대해서 그 특징을 설명하고 수원 지역에서 실시된 필드테스트 결과를 분석한다. 또한, 다양한 세대의 ATSC 수신기를 측정에 사용함으로써 수신기 성능에 따른 DOCR 서비스 커버리지의 변화를 측정하였다. 이를 통해서 DOCR을 국내 DTV방송망에 적용하기 위한 기본 방안을 제안한다.

Abstract

KBS and ETRI have co-developed an advanced DOCR(Digital On Channel Repeater) which has an equalization and pre-distortion function and can be operated properly under lower isolation of reception and transmission antennas. Field tests of the DOCR were performed twice in Suwon area in 2004 and 2005. This paper summarizes the characteristics of the DOCR system and field test results in Suwon. The changes in DOCR coverage according to the different generations of ATSC DTV receivers were also analyzed. Basic concept to apply the DOCR system in DTV broadcasting networks in Korea is suggested through test results.

Keyword: ATSC, DOCR, field test, DTV receiver, broadcast network

I. 서 론

-
- a) 한국방송 방송기술연구팀
Broadcast Technical Research Team, KBS
 - b) 전자통신연구원 디지털방송연구단
Digital Broadcasting Research Division, ETRI

2007년도부터 설치되는 간이국 DTV 중계망을 구축하기 위해서 방송국에서는 각 지역의 전계강도 현황의 조사와 함께 중계 채널 확보에 노력을 기울이고 있다. 그럼에도 불구하고

하고 아날로그 방송과 일정 기간 동시 방송을 해야 하는 상황에서 수백 개의 간이중계소에 주파수를 배정하는 것은 매우 어려운 일이다. 이와 같은 문제를 해결하기 위한 대안으로 같은 채널로 중계할 수 있는 동일채널중계기(OCR, On Channel Repeater)의 도입이 신중하게 검토되고 있다.

KBS 방송기술연구팀에서는 2001년도 수원 팔달산 중계소에서 아날로그 형태의 OCR을 설치하고 2세대와 3세대급의 수신기를 이용하여 필드테스트를 수행한바 있다^[1]. 측정 결과, 당시 수신기들은 OCR에 의한 강한 다중경로간섭 신호(multi-path fading signal, ghost)를 처리하는데 한계가 있었다. 이들 수신기를 대상으로 서비스를 한다면 2km이 내의 범위 또는 지형적으로 완벽히 격리된 곳에서 사용 가능할 것이라고 분석하였다. 그 뒤 DTV 수신칩 제조사를 중심으로 다중경로신호 처리 기술에 대한 집중적인 연구가 이루어진 끝에, 2004년에 선행 및 후행 다중경로간섭(pre and post ghost)에 대한 처리능력이 획기적으로 개선된 DTV칩셋들이 개발되었다. 방송사에서는 이들 신형 수신기를 이용하여, 도심지 등 DTV 서비스 구역에 대한 집중적인 전파 측정 및 수신기 성능 측정을 실시하였다. 이를 통해, 다중경로 간섭신호에 대한 처리능력 등 수신 성능이 향상되어 도심지의 수신성공률이 크게 개선되었으며 OCR의 적용가능범위가 확대 될 수 있음을 확인하였다.

KBS 방송기술연구팀과 ETRI 디지털방송연구단은,

2003년부터 2005년까지 공동으로 지상파 DTV RSFN (Regional Single Frequency Network)연구를 수행하여 개선된 성능의 DOCR(Digital On Channel Repeater)을 개발하여 발표하였다. 개발된 DOCR은 기존 아날로그 방식의 OCR의 단점을 극복하여 송수신 부분의 성능 향상을 이루었다. 이러한 송수신 부분의 성능 개선 여부를 실제 방송망에 적용하기 위하여, 2004년 4월과 2005년 3월 두 차례에 걸쳐서 수원지역에서 필드테스트를 수행하였다.

본 논문에서는 이들 결과와 2001년 측정결과와의 비교를 통해서 DOCR의 커버리지의 변화 등 개선된 DOCR의 성능 및 서비스 범위를 검증하고 아울러 DOCR 네트워크의 설계를 위한 기본 자료를 추출하고자 한다.

II. DTV 수신칩의 성능 개선

ATSC방송방식은 90년대 후반 도입초기에는 MFN (Multiple Frequency Network) 으로 설계되어 건물 옥상에 고정식 안테나를 설치하여 수신하는 형태가 일반적이었다. 이를 위해 수신기의 등화기는 인접건물에 의한 다중경로 간섭신호를 처리할 수 있는 수준이었다. DTV 칩셋은 주도적인 개발업체인 미국의 제니스(Zenith)사에서 새롭게 출시하는 칩셋의 사양을 기준으로 세대를 구분하는 것이 일

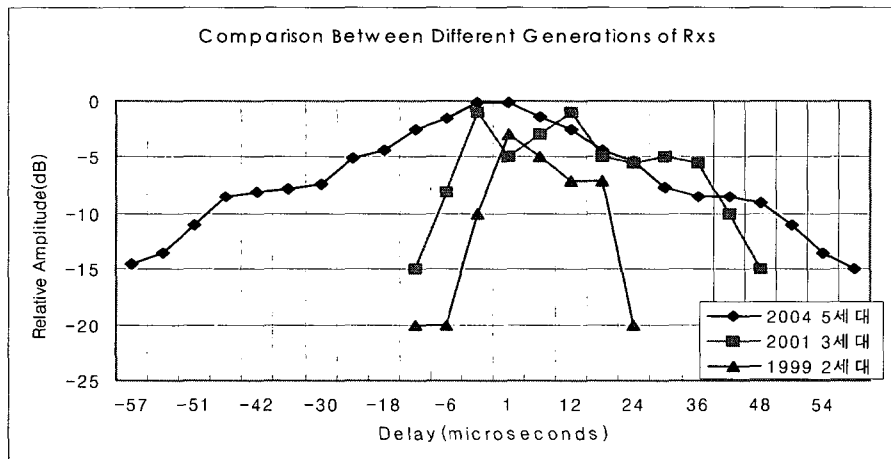


그림 1. ATSC 수신기 세대별 등화기 처리 영역 비교
Fig. 1. ATSC Receiver Equalization Range Test Result

반적인데 2000년대 이전의 2세대 수신기는 -3에서 20 μsec 의 처리 범위를 가지고 있었다. 2000년에서 2003년까지는 3세대 수신기가 주로 시판이 되었는데 이 수신칩의 경우 후행 고스트는 44 μsec 까지 처리할 수 있었으나 여전히 선행 고스트는 6 μsec 이내에서 제한적으로 처리되었다²⁾.

그러나 실내수신 및 휴대수신에 대한 기대와 동일채널 중계기술에 대한 상용시험 등³⁻⁵⁾ 후행 고스트 처리 성능 수준의 선행 고스트의 처리 능력에 대한 요구가 높아졌다. 2004년 후반, 이러한 요구에 부응하는 규격을 포함하고 있는 5세대 수신칩이 출시되었으며 방송사 및 학계에 발표되었다⁶⁾. 이 5세대 수신칩의 주요 특징은 53 μsec 까지 선행 고스트를 동일한 수준으로 제거할 수 있는 등화기 윈도우를 가진다는 점이다. 그림 1에서는 이들 수

신기들의 등화기 성능이 세대별로 변화되는 과정을 보여주고 있다.

III. 개선된 DOCR 시스템

KBS 방송기술연구팀과 ETRI 디지털방송연구단이 공동으로 개발한 DOCR 시스템의 구조는 다음 그림과 같이 수신부, 신호처리부, 송출부의 세부분으로 크게 나눌 수 있다.

이 중에서 신호처리부의 구조는 완벽하게 디지털 심볼 복구, 등화 및 재변조를 수행하는 모드로도 동작할 수도 있고 디지털 필터에 의한 기본적인 왜곡보상만 수행하는 모드로도 동작 가능하도록 듀얼모드를 지원한다.

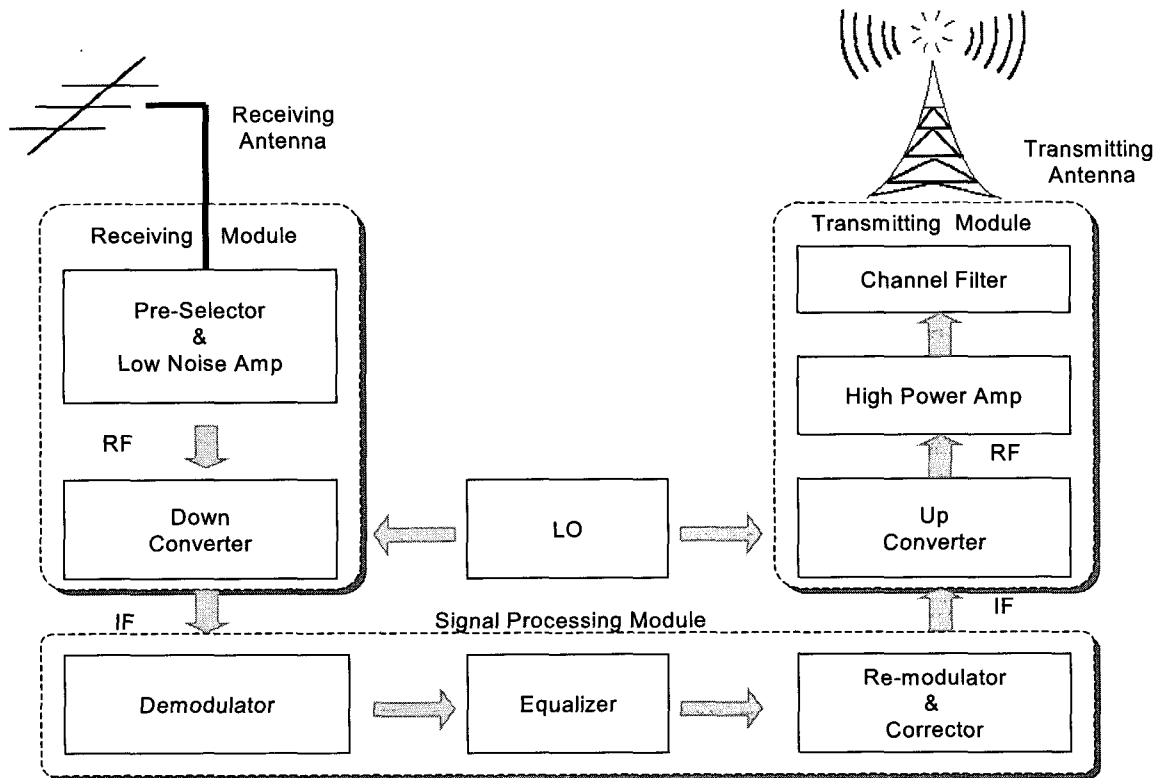


그림 2. 개발된 DOCR의 기본 구조
Fig. 2. Basic structure of the developed DOCR

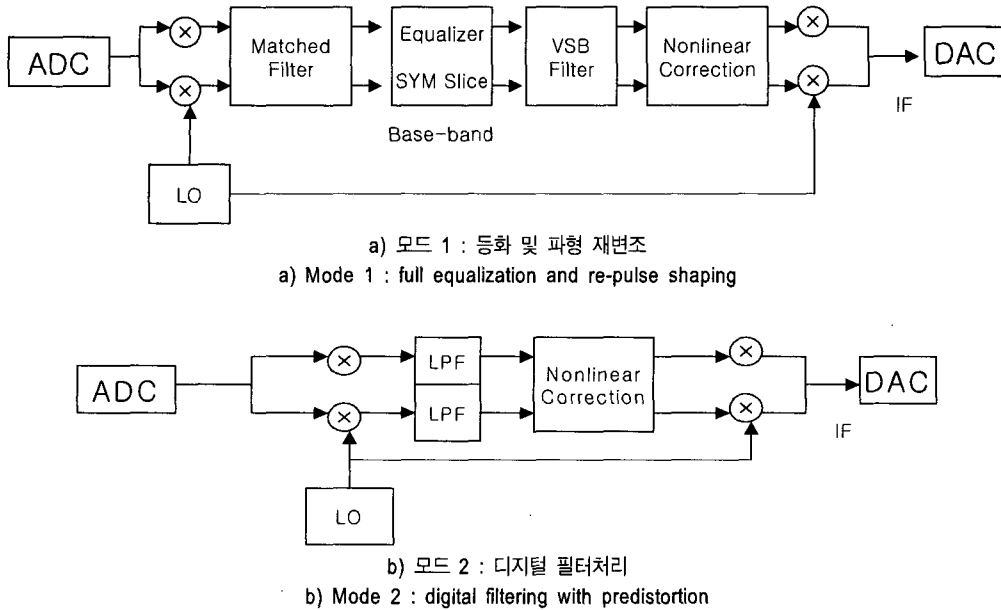


그림 3. DOCR 신호처리부의 두가지 동작 모드
Fig. 3. Two operating modes of a baseband conversion and digital processing module of the DOCR

등화 및 파형 재변조 모드인 경우 입력신호에 대해 트렐리스 복호에 의한 판정장치(intelligent slicer)를 이용하여 등화(equalization)를 수행하므로 상당히 우수한 심볼 복구 성능을 보장하며, 이렇게 복원한 심볼을 다시 재변조하는 과정을 거쳐 대역 제한이 우수하며 신호품질이 높은 출력을 제공할 수 있다^[7]. 캐나다에서 실시된 실험실 테스트 결과에 의하면, 등화형 DOCR(Equalization DOCR)은 -50dBm의 입력신호레벨에서 4.5~5.5dB 레벨(D/U: Desired to Undesire)의 레환신호를 제거하였다^[8]. 이는, 송출신호가 다시 수신안테나로 타고 들어오는 루프백(loop back) 왜곡을 기준 신호대비 -5dB의 비율까지는 등화함으로써, 송수신 안테나 사이의 분리도(isolation)에 대해 DOCR 송출출력을 높임으로써 설치조건을 완화시킬 수 있는 것을 의미한다. 또한 오타와(Ottawa)에서 실시한 필드테스트에서도 DOCR 커버리지의 1.5m 높이의 휴대수신실험에서도 우수한 성능을 보였다^[9].

디지털 필터처리모드의 경우 입력신호를 급격하게 대역제한 되도록 설계된 저역통과필터를 통해서 송출하므로 매우 짧은 지연시간을 보여준다. 짧은 지연시간은 선

행 고스트를 처리하는 능력이 떨어지는 3세대 급의 수신기들에게 매우 유리하지만 입력 신호 품질에 대한 복구를 수행하지 않아 송출 S/N이 저하되는 문제가 있다. 이 모드는 신호 품질의 복구를 일반 수신기에 의존하는 유형으로 저출력의 인접채널이 없는 지역이나 지역 특성상 등화 및 재변조 모드의 기능을 적용하기 힘든 경우 이용 될 수 있다.

IV. 기존 연구 결과 소개

2001년 1월 KBS에서는 아날로그 OCR의 성능을 측정하기 위하여 관악산 송신소를 주 송신소로 하는 수원 팔달산 중계소 지역에서 필드테스트를 실시하고 그 결과를 발표한 바 있다^[1]. 팔달산 중계소는 주송신소로부터 약 18km 떨어져 있으며 주변 지역이 높이 400~600m 정도의 산들에 가려진 약전계 지역이 많아 동일채널중계기를 적용하기 좋은 조건을 갖고 있다.

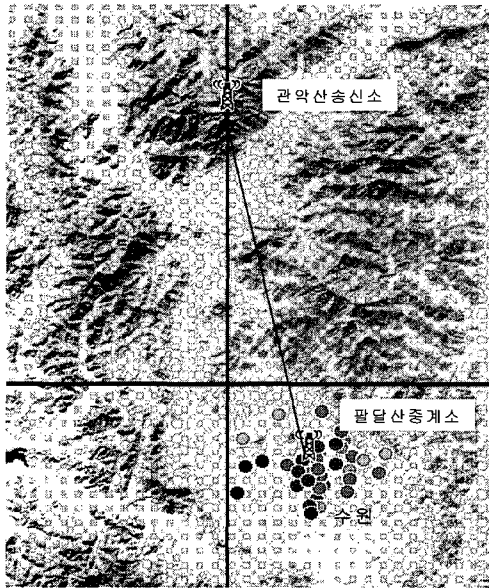


그림 4. 주송신소와 중계소 사이의 지형 및 측정 지점
 Fig 4. Test sites and terrain between the transmission station and the repeating station

당시 OCR은 5W의 출력으로 중계신호를 송출하였으며, 서비스 커버리지를 바둑판 모양으로 나눈 그리드(Grid) 측

정을 중심으로 OCR 서비스에 의한 기존 서비스 구역과의 변화를 측정하였다. 측정에는 제니스사의 2세대 수신기와 삼성전자의 3세대 수신기가 사용되었으며, 수신기의 등화기 정보를 통해 OCR이 각 측정지점에 미치는 영향이 주로 분석되었다. 당시 측정에 사용된 2세대 표준 수신기와 3세대 수신기는 각각 선행 고스트를 3, 6 μsec 범위에서만 제한적으로 처리할 수 있기 때문에, 주송신기와 서비스지역이 겹치는 일부 지역에서는 강한 선행 고스트로 인해 등화기의 처리 구간을 벗어나는 지점이 존재하였다. (그림 5)

2세대 표준 수신기는 ATSC의 권고표준에 따라 설계된 수신기로 방송구역검증을 위해 초기부터 사용되어 오고 있는 수신기로서 등화기 처리 영역은 -3 μsec 에서 +22 μsec 까지 이다. 즉, 초기 ATSC의 설계표준의 성능을 가지고 있는 수신기로 각종 필드테스트에서 기준(reference) 측정의 용도로 많이 사용된다.

전체적인 수신 성능은 (표 1)에서와 같이 3세대에서는 약간 개선되었고, 2세대에서는 오히려 수신능이 저하되었다. 이들 수신기들의 성능을 감안한다면, OCR 서비스 범위는 3세대 수신기의 선행고스트의 처리 범위인 6 μsec 의

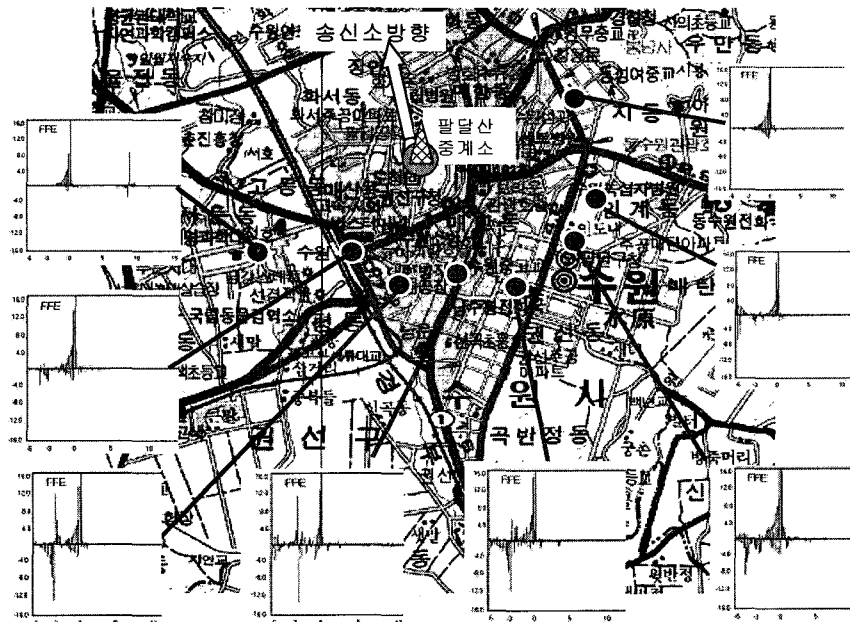


그림 5. 측정 지역별 고스트분포
 Fig 5. Distribution of multipath signals at each test site

2km 이내로 제한되며 기존 서비스 구역과의 치밀한 검토를 통해서 서비스 가능할 것이라고 결론 내린 바 있었다.

를 사용하여 측정의 효율화를 이루었다¹⁰⁾.

표 1. 수신 성공률 측정결과(2001)

Table 1. Average service availabilities(2001)

수신기 종류	DOCR OFF		DOCR ON	
	2세대	3세대	2세대	3세대
수신 양호 지점 개수	31	33	23	36
수신 불가 지점 개수	9	7	17	4
비율(%)	77.5	82.5	57.5	90

1. 1차 측정(2004년 4월~5월)

2004년의 필드테스트에서는 2001년도 측정했던 지역과 동일한 곳에서 필드테스트를 수행하였다. 팔달산 중계소에는 2001년도와 동일한 사양의 수신 및 송신 안테나를 설치하였고, 아날로그 OCR대신 개발 중이던 DOCR을 설치하였다. DOCR의 성능이 개선됨에 따라 출력은 20W로 기존보다 높여서 송출하였다.

V. 필드테스트 실시 결과 및 분석

앞서 소개한 수신기 기술의 비약적인 발전과 KBS와 ETRI에서 공동으로 개발한 개선된 성능의 DOCR을 이용해 국내 DTV중계환경의 OCR의 적용가능성 및 서비스 커버리지를 측정하기 위하여, 2004년과 2005년에 걸쳐 수원지역에서 두 차례의 필드테스트를 수행하였다. 측정은 9m안테나 높이에서 KBS 측정차량을 이용하여 실시되었으며, KBS에서 자체 개발한 통합측정소프트웨어 IMAS(Integrated Measurement and Analysis System)

측정에는 기존 측정에 사용되었던 제니스사의 2세대 표준 수신기(1999년)와 LG전자에서 출시된 4세대 수신기(2002년), 삼성전자의 4.5세대 수신기(2004년)가 이용되었다. 4세대 수신기는 3세대 수신기와 동일한 등화기의 사양(-6 μsec ~+44 μsec)을 가지며, 삼성전자의 4.5세대 수신기는 선행고스트를 15 μsec 까지 처리한다.

측정지점은 기존 측정지점에 9지점을 추가하여 총 50지점을 선택하였다. 그리고 이들 측정지역은 전체 서비스가 가능지역을 상세하게 살펴보기 위한 그리드 측정이 대부분이며 원거리 특성을 보기 위한 방사선측정, 중계소의 간섭신

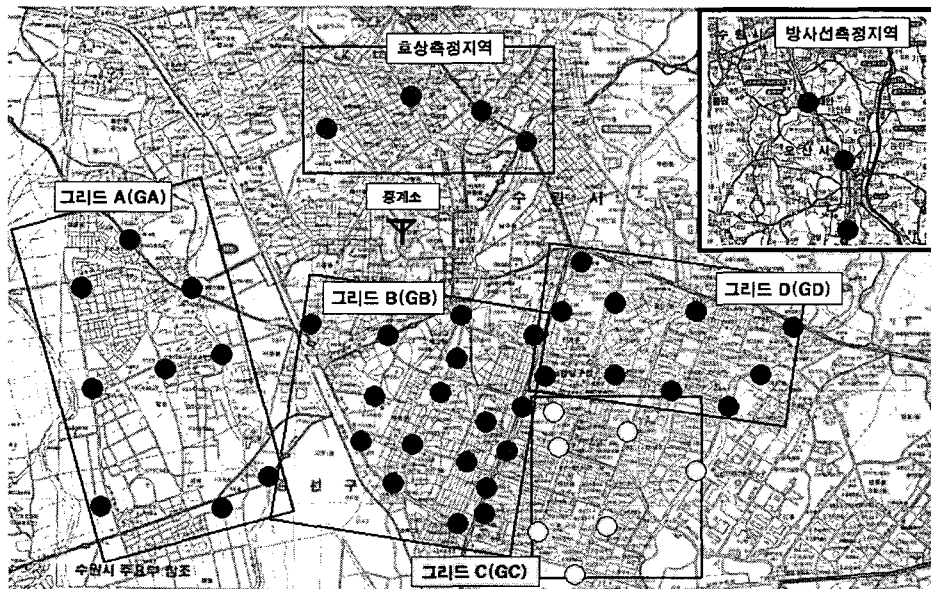


그림 6. 수원지역 1차 측정 측정지점(2004)
Fig 6. DOCR test site on the map of Suwon(2004)

표 2. 수신 성공률 측정결과(2004)
Table 2. Average service availabilities(2004)

수신기 종류	DOCR OFF			DOCR ON		
	2세대	4세대	4.5세대	2세대	4세대	4.5세대
수신 양호 지점 개수	35	43	37	22	43	39
수신 불가 지점 개수	15	7	3	28	7	1
비율(%)	70	86	92.5	44	86	97.5

호의 영향을 보기 위한 호상측정이 이루어졌다.(그림 6) 측정결과에서 2세대와 4세대는 2001년 측정결과와 유사한 결과를 보였다(표 2). 2세대 수신기는 전체적인 수신율이 70%정도인 상황에서 DOCR을 켜 경우 수신율이 44%로 떨어지면서 선형고스트에 매우 취약함을 보였다(표 3). 4세대 수신기는 DOCR을 운용함에 따라 4지점에서 수신

악화되었으나 다른 4지점에서 수신 가능해져서 전체적인 수신 성공률에서는 변화가 없었다. 선형고스트를 가장 길게 처리할 수 있는 4.5세대 수신기의 경우 기존 주송신소 신호에 대한 수신율도 높아졌을 뿐 아니라 DOCR을 켜므로 안나오던 지역 대부분이 수신 가능해졌다.

이를 통해서 새로 출시되는 수신기의 고스트 처리능력은 상당히 넓은 범위의 OCR의 적용을 가능하게 한다.

표 3. DOCR 동작에 따른 수신 상태의 변화 비교(2004)
Table 3. Comparison of successful reception ratios with DOCR ON (2004)

수신기 종류	DOCR ON		
	2세대	4세대	4.5세대
수신양호였으나 DOCR로 수신이 악화된 지점	19	4	1
수신불가였으나 DOCR로 수신 개선된 지점	4	4	3

2. 2차 측정(2005년 3월~4월)

2004년의 1차 측정이후로 등화기의 성능이 획기적으로 개선된 5세대 수신기가 출시되면서 DOCR의 응용범위가 그만큼 높아질 것으로 기대되어 2차 측정을 실시하였다.

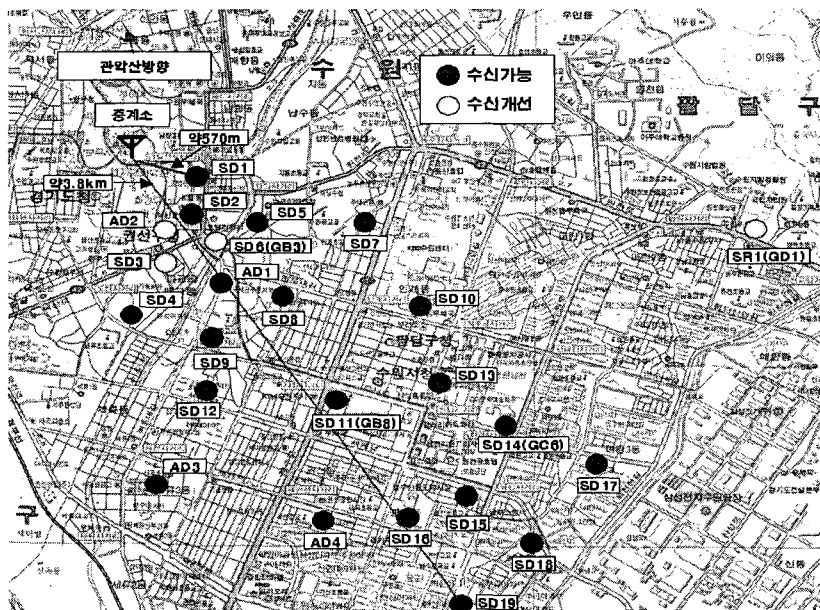


그림 7. 수원지역 2차 측정 측정결과 및 수신개선(5세대 수신기, 2005)
Fig 7. DOCR field test results(2005, 5th generation receiver)

2005년의 수원지역 2차 측정에서는 송출환경은 2004년과 동일하게 설정하였으며, 새로 개발된 5세대 수신기와 기존 2세대 표준 수신기를 비교하며 측정하였다.

측정지점은 1차 측정 결과에서 DOCR의 동작 전 후로 기존 수신기들이 수신상태에 영향을 받는 지역 위주로 선정되었다.(총 24지점)

측정은 2005년 3월~4월 중 총 8일에 걸쳐서 수행되었다.

측정결과를 분석해보면 2세대 표준수신기의 경우 수신율이 29%정도 밖에 되지 않을 정도로 수신전계강도가 열악하였다(기존 측정의 경우 표준수신기의 수신율은 70% 전후였음). 새로 개발된 5세대 수신기의 경우 수신율이 83%까지 측정이 되어 감도 및 등화기의 개선으로 인한 성능의 차이를 알 수 있었다. 특히 동일채널 중계기를 작동시켰을 때, 수신율은 100%가 되어 선행고스트에 대한 처리가 완벽하게 이루어졌다.

표 4. 수신 성공률 측정결과(2005)
Table 4. Average service availabilities(2005)

수신기 종류	DOCR OFF		DOCR ON	
	2세대	5세대	2세대	5세대
수신 양호 지점 개수	7	20	8	24
수신 불가 지점 개수	17	4	16	0
비율(%)	29.2	83.3	33.3	100

또한, 수신안테나를 회전시켜 수신가능범위를 측정하는

수신용이성(ease of reception) 측정을 통해서, DOCR을 켜에 따라 일부방향에서만 수신되던 수신가능각도가 거의 360도 전방향으로 대부분의 측정지점에서 증가(그림, 18개 지점)하였다. DOCR 환경에서는 수신안테나 방향의 설정에 크게 영향을 받지 않기 때문에, 지향성안테나 사용의 단점이었던 수신안테나 방향에 따른 방송국별 수신성능차이를 극복하는데도 도움이 된다.

또한, 고스트의 방향이 일정하지 않은 실내수신성능도 개선될 수 있음을 이를 통해 추정할 수 있다.

표 5. DOCR을 동작에 따른 수신 상태의 변화 비교(2005)
Table 5. Comparison of successful reception ratios with DOCR ON(2005)

수신기 종류	DOCR ON	
	2세대	5세대
수신양호였으나 DOCR로 수신이 약화된 지점	3	0
수신불가였으나 DOCR로 수신이 개선된 지점	4	4

3. 측정결과 정리

2001년도의 필드테스트와 2004년 및 2005년도의 필드테스트를 비교해보면, 관악산 수신호만 존재하는 경우에서의 2세대 표준수신기의 성능은 오히려 더 나빠졌다. 즉, 2004년 및 2005년도 측정지점이 더욱 열악한 측정조건을 가진다. 특히, DOCR의 출력증가(2001년 5W, 2004년

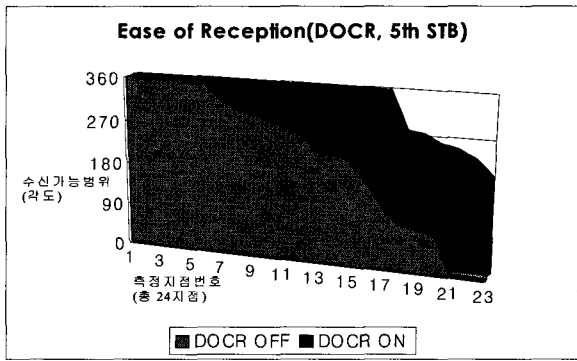
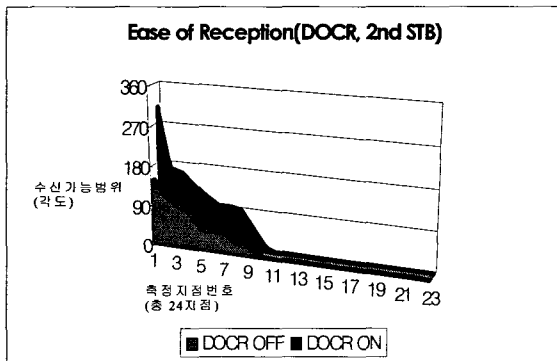


그림 8. 수신용이성 측정결과(2세대 수신기, 5세대 수신기, 2005)
Fig 8. Ease of reception measurement results (2005)

20W)에 따라 DOCR 운용시 성능의 열화가 더 심해지는 결과를 보였다. 그러나, 4세대 수신기의 성능은 기존 3세대 수신기보다 향상되었으며 DOCR을 송출해도 크게 영향을 받지 않았다.

특히, 2004년과 2005년도의 측정결과만을 비교해 보면 4.5세대 수신기와 5세대 수신기의 경우 수원 팔달산 DOCR의 운용결과 측정 지점에서 거의 100%의 수신성공률을 보였다. 이와 같이 ATSC DTV의 수신기의 발전에 따라 20W 급 DOCR의 서비스가 성공적으로 실시되어 DOCR의 적용 가능 커버리지도 그만큼 확대 될 수 있다.

4. 국내 방송망에서 DOCR의 적용 방안

DOCR의 서비스 가능구역은 기존 2km 미만에서 수신기의 고스트 처리 능력이 개선됨에 따라 5세대 수신기의 -6dB의 D/U(Desired to Undesired ratio) 구역(그림 1 참조)을 목표로 한다면 20 μ sec 즉 6km이내, -10dB를 목표로 한다면 15km이내에서 DOCR 서비스 커버리지를 설계할 수 있다. 다만, 2004년까지 보급된 3세대 및 4세대 DTV 수신기의 경우 서비스 반경 2km이상의 지역에서는 간섭으로 인한 수신불가 현상이 지역에 따라 발생할 수 있기 때문에, 해당 서비스 지역의 수신기 보급현황을 고려하여 DTV 망을 설계하여야 한다.

VI. 결 론

DTV 수신기의 성능이 비약적으로 발전하면서 ATSC 방송망에서도 동일채널중계기술에 의한 전파음영지역해소에 대한 기대가 높아지고 있다.

KBS와 ETRI는 2003년부터 2005년까지 공동연구를 통해서 낮은 송수신 안테나 분리도(isolation)에서도 높은 출력을 송출할 수 있는 개선된 성능의 DOCR을 개발하였다. 2004년 개발된 5세대 수신칩을 계기로 ATSC 수신기는 선행고스트(pre-ghost)에 대해서도 후행고스트(post-ghost)와 동일한 성능으로 등화(equalization)할 수 있게 되었다.

2004년과 2005년도에 수원 팔달산 지역에서 실시한 필드 테스트에서 15 μ sec의 선행고스트를 처리할 수 있는 4.5세대 수신기와 50 μ sec의 선행고스트를 처리할 수 있는 5세대 수신기는 DOCR을 사용함에 따라 거의 전 측정지점에서 안정된 수신을 할 수 있었다. 특히, 대부분의 지점에서 360도 전방향 수신이 가능해져 안테나 방향에 상관없이 어느 채널이든 깨끗하게 수신할 수 있는 결과를 보였다. 이번 실험결과와 DTV 수신기의 사양에 따르면, DOCR의 서비스 가능구역이 6km이상까지 확장 가능할 것으로 판단된다.

개발된 DOCR 역시 낮은 안테나분리도(isolation) 환경에서도 충분히 전력을 높여서 운용할 수 있어, DOCR을 설치하여 운용하기 위한 중계소의 위치 조건도 완화시킬 수 있었다. 다만, 2004년까지 보급되어있는 기존 수신기들이 선행고스트에 취약한 만큼 DOCR 대상 서비스 구역에 대한 수신기 보급현황 등의 면밀한 분석이 선행되어야 기존 서비스 이용자들의 불편을 최소화 할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 서영우, 목하균, 권태훈, "지상파 DTV 동일채널 중계기 필드테스트 결과 분석", 방송공학회 논문지 제7권 제1호(ISSN 1226-7953) pp10-20, 2002년 3월
- [2] ATSC Task Force on RF System Performance, "Performance Assessment of the ATSC Transmission System, Equipment and Future Directions (Draft 4.3)," ATSC, Nov. 2000.
- [3] Walt Husak, C. Einolf, S. Salamon, "Implementation and Test of an On-Channel Repeater," ATTC, 1999.
- [4] W. Husak, E. Helm, "Design and Construction of a Commercial DTV On-Channel Repeater," NAB Broadcasting Engineering Conference Proceedings, Apr. 2000.
- [5] Khalil Slachian et al., "On-Channel Repeater for Digital Television Broadcasting Service," IEEE Broadcast Symposium, Oct. 2001.
- [6] Tim Laud, "Performance of 5th Generation 8-VSB Receivers", Broadcast Technology Symposium, 2004.
- [7] 박성익, 음호민, 이용태, 김홍목, 서재현, 김형남, 김승원, "ATSC 지상파 디지털 TV 방송의 단일 주파수 망 구성을 위한 등화형 디지털 동일 채널 중계기", 방송공학회 논문지 제9권 제4호, pp371-383, 2004년.
- [8] 박성익, 이용태, 음호민, 서재현, 김홍목, 김승원, 이수인, "등화형 디지털 동일 채널 중계기 Part I : 실험실 테스트 결과", 방송공학회 논문지 제10권 제2호, pp210-220, 2005년.
- [9] 박성익, 이용태, 음호민, 서재현, 김홍목, 김승원, 이수인, "등화형 디

디지털 동일 채널 중계기 Part II : 필드 테스트 결과”, 방송공학회 논문
지 제10권 제2호, pp221-237, 2005년.

[10] Young-Min Kim, Young-Woo Suh, Tae-Hoon Kwon, and

Ha-Kyun Mok, "Development of an Integrated Measurement
and Analysis System for DTV Field Test", BCA Conference
Proceedings, June 2005.

저 자 소 개



서 영 우

- 1991년 3월~1995년 2월 : 서울대학교 제어계측공학과 학사
- 1995년 3월~1997년 2월 : 서울대학교 제어계측공학과 석사
- 1997년 3월~현재 : 한국방송 방송기술연구팀 선임연구원
- 주관심분야 : 디지털 신호처리, 디지털 방송 시스템, 멀티미디어 서비스



김 영 민

- 1994년 3월~1998년 2월 : 고려대학교 컴퓨터학과 학사
- 1998년 3월~2000년 2월 : 고려대학교 컴퓨터학과 석사
- 2000년 1월~2002년 11월 : 한국국방연구원 연구원
- 2002년 12월~현재 : 한국방송 방송기술연구팀 연구원
- 주관심분야 : 디지털 방송 시스템, 멀티미디어 서비스



목 하 균

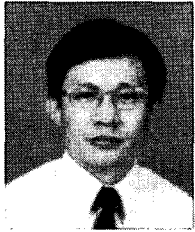
- 1976년 3월~1980년 2월 : 서울대학교 전기공학과(B.S.)
- 1980년 3월~1982년 2월 : 한국과학기술원 전기 및 전자공학과(M.S.)
- 1992년 9월~1995년 6월 : 무궁화 위성(Koreasat) 탑재체(payload) 현장 훈련 파견연수(영국, 미국)
- 1991년 3월~2000년 2월 : 한국과학기술원 전기 및 전자공학과(Ph.D.)
- 1982년 8월~현재 : 한국방송 방송기술연구팀 선임연구원
- 주관심분야 : 지상파 디지털TV 방송 시스템, RF 및 위성 시스템, 위성 방송



권 태 훈

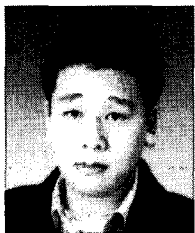
- 1992년 3월~1996년 2월 : 고려대학교 전파공학과 학사
- 1996년 3월~1998년 2월 : 고려대학교 전파공학과 석사
- 1998년 3월~현재 : 한국방송 방송기술연구팀 선임연구원
- 주관심분야 : 디지털 신호처리, 디지털 방송 시스템, MPEG, 멀티미디어 서비스

저 자 소 개



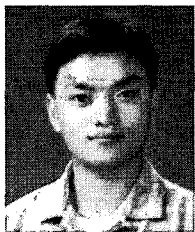
이 상 길

- 1977년 3월 - 1981년 2월 : 서울대학교 전자공학과 학사
- 1981년 3월 - 1983년 2월 : 서울대학교 전자공학과 석사
- 1987년 3월 - 1994년 2월 : 서울대학교 전자공학과 공학박사
- 1994년 11월 - 1995년 10월 : 일본 NHK 방송기술연구소 객원연구원
- 2000년 9월 - 2001년 8월 : 미국 ATTC 객원연구원
- 1983년 3월 - 현재 : 한국방송 방송기술연구팀 수석연구원
- 주관심분야 : DTV, 멀티미디어 방송, 영상신호처리



박 성 익

- 1996년 3월 - 2000년 2월 : 한양대학교 전기전자공학부 (공학사)
- 2000년 3월 - 2002년 2월 : 포항공과대학교 전자전기공학과 (공학석사)
- 2002년 2월 - 현재 : 한국전자통신연구원 방송시스템연구그룹 연구원
- 주관심분야 : 채널코딩, 디지털 신호처리, DTV전송시스템



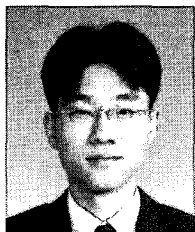
이 용 태

- 1989년 3월 - 1993년 2월 : 한국항공대학교 항공전자공학과 (공학사)
- 1993년 8월 - 1995년 8월 : 한국항공대학교 항공전자공학과 (공학석사)
- 2002년 8월 - 현재 : 연세대학교 전기전자공학과 박사과정
- 1995년 2월 - 현재 : 한국전자통신연구원 방송시스템연구그룹 선임연구원
- 주관심분야 : RF신호처리, 디지털 신호처리, DTV전송시스템



음 호 민

- 1992년 3월 - 1998년 2월 : 고려대학교 전파공학과 (공학사)
- 1998년 3월 - 2000년 2월 : 고려대학교 전파공학과 (공학석사)
- 2000년 5월 - 현재 : 한국전자통신연구원 방송시스템연구그룹 선임연구원
- 주관심분야 : 영상신호처리, DTV전송시스템



서 재 현

- 1993년 3월 - 1999년 2월 : 경북대학교 전자공학과 (공학사)
- 1999년 3월 - 2001년 2월 : 경북대학교 전자공학과 (공학석사)
- 2001년 1월 - 현재 : 한국전자통신연구원 방송시스템연구그룹 연구원
- 주관심분야 : 디지털 방송시스템, 디지털 신호처리

 저 자 소 개

**김 홍 목**

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

**김 승 원**

- 1982년 3월 - 1986년 2월 : 성균관대학교 전자공학과 (공학사)
- 1986년 3월 - 1988년 2월 : 성균관대학교 전자공학과 (공학석사)
- 1993년 8월 - 1999년 2월 : Florida University ECE(Electrical & Computer Engineering)(공학박사)
- 1989년 6월 - 현재 : 한국전자통신연구원 DTV시스템연구팀 팀장
- 주관심분야 : 디지털 신호처리, DTV 전송시스템