

## UHDTV 수신환경 구축을 위한 T-DMB 갭 필러의 Feedback에 관한 연구

\*박성규 \*\*이상운

동아방송예술대학교

\*sparklight@naver.com

## A Research on The Feedback Phenomenon of T-DMB Gap Filler for The Construction of UHDTV Received Environment

\*Park, Seung-Kyu \*\*Lee, Sang-Un

Dong-Ah Institute of Media and Arts

## 요약

OFDM 변조방식의 특징 중 하나가 SFN(Single Frequency Network) 기능이다. 최근 지상파 UHDTV방송을 기대하면서 OFDM 변조방식의 SFN기능을 이용한 가정 내 무선수신 환경에 대한 관심이 높아지고 있다. 그러나 SFN기능이 가능할지라도 송·중계기와 갭 필러 측면에서 보면 프로그램을 전달하는 별도의 백본망 없이 수신과 송신이 동일한 주파수로 이루어지려면 송신된 전파가 다시 자기 안테나로 수신되는 Feedback현상에 대해 좀 더 많은 연구가 요구되고 있다.

본 연구에서는 현재 가정과 사무실 등에서 사용하고 있는 저가의 가정용 T-DMB 갭 필러를 이용한 수신실태와 Feedback 현상에 대해 몇 가지 실험을 실행해 보았다. 가정용 갭 필러의 Feedback현상과 사용 형태를 분석함으로써 향후 UHDTV방송의 원활한 SFN망 구축과 가정 내 무선 수신환경 구축을 위한 방안을 제시하고자 한다.

## 1. 서론

현재 지상파 방송 UHDTV 전송방식으로 실험되고 있는 유럽방식 DVB-T2 전송방식과 미국방식 ATSC3.0 전송방식 모두 변조방식 자체는 OFDM방식 사용이 기본이 된다. 그리고 제4세대 이동통신의 통신방식으로 사용되고 있는 LTE와 LTE-A 기술도 변조방식 자체는 OFDM을 사용하고 있다. 아울러 무선 LAN Wi-Fi 역시 OFDM 변조방식을 사용하고 있고, 지상파 T-DMB 전송방식도 OFDM 변조방식이 기본으로 사용되고 있다. 그 외에도 디지털라디오 전송방식으로 알려져 있는 DAB, DAB+, HD-Radio(IBC) 및 DRM, DRM+ 모두 OFDM 변조방식이며, 현재 ATSC(미국방식)을 제외한 나머지 DTN 전송방식인 DVB-T와 ISDB-T 모두 OFDM 변조방식을 사용한다.

위와 같은 사례를 보면 대용량 동영상 디지털 방송을 비롯하여 음성과 데이터까지 무선으로 방송과 통신을 하는데 OFDM 변조방식이 갖는 특징과 장점이 매우 중요한 포지션을 차지하고 있음을 부인할 수 없다. OFDM 변조방식의 특징 중 하나가 SFN(Single Frequency Network)기술이다. SFN 기술은 서비스 영역 내 모든 송신기를 동일한 주파수로 송신할 수 있는 기술을 의미하며, 주파수의 절약과 다중경로 수신의 강인함이 큰 특징과 장점이 된다.

그러나 송신기 측면에서 봤을 때 동일채널로 수신과 재전송이 쉽게 이루어질 수 있는 것인지는 좀 더 깊게 생각해볼 필요가 있다. 즉 SFN 송신망 기술과 SFN 송신기 기술은 서로 다른 내용임을 확인할 필요가 있다.

SFN 송신망 기술은 동일한 내용을 담은 소스 패킷이나 스트림을 별도의 백본 전달망을 통해 송신기까지 전달한 후 각각의 송신기가 GPS로 정확한 송신타임을 기다렸다가 다른 송신기와 동시에 동일한 주파수로 소스 패킷 혹은 스트림을 송신하는 기술을 말한다.

그러나 SFN 송신기 기술이란 특정한 주파수로 전달된 소스 패킷이나 스트림을 증폭하여 수신 주파수와 동일한 주파수로 재전송하는 기술을 의미한다. 이 때 송신된 전파가 다시 수신 안테나로 Feedback 되어 전파의 품질을 떨어트리는 역효과가 발생할 우려가 있다.

최근 지상파 UHDTV방송 준비가 이루어지면서 가장 우선적으로 생각해야 할 것은 이용자의 수신환경 개선이다. 이미 핸드폰과 태블릿 PC와 노트북 및 게임기 등 디스플레이를 가진 개인 휴대용 기기들이 HDTV의 4배 이상의 화소를 가지기 시작하였다. 그러므로 미래의 TV는 거실의 대형 TV뿐만 아니라 개인 휴대용 기기들까지 모두 TV가 될 수 있고 UHDTV도 될 수 있음을 쉽게 예측할 수 있다.

본 논문에서는 향후 UHDTV 등 지상파 방송이 사무실과 가정 내 무선 수신환경을 이루기 위해서는 저가형 가정용 갭 필러의 활용이 중요하다고 보고, 현재 활용되고 있는 OFDM방식의 T-DMB의 가정용 갭 필러의 이용 형태 및 문제점을 실험을 통해 파악해 본다. 특히 동일채널 중계기와 가정용 갭 필러에서 발생할 수 있는 Feedback 현상에 대해 실험해 봄으로써 향후 저가형 UHDTV 갭 필러 보급과 가정 내 무선 수신환경 구축 방안을 마련하는데 도움이 되고자 한다.

## 2. 연구문제 제시

지상파 방송은 무선 전파를 이용하는 매체이므로 디지털 무선의 특징과 장점을 충실히 살려나갈 수 있다면 이용자가 희망하는 언제 어디서나 쉽게 수신할 수 있는 환경을 구현하는데 매우 유리한 매체이다.

본 논문에서는 지상파 방송이 진정한 무선 환경 매체로써 좀 더 자유롭고 편리한 이용환경을 구축해 나가고자 한다면 어떤 문제점을 검토해야 할 것인지에 대한 연구문제를 제시하고 실험과 조사를 통해 문제점을 해결해 나갈 수 있는 방안을 도출해 보고자 한다.

**연구문제 1.**

현재 T-DMB 가정용 갭 필러와 같은 방법으로 가정 내 지상파 UHDTV방송의 무선 수신환경 구축이 가능할 것인가?

**연구문제 2.**

현재 지상파 HDTV 수신환경 개선을 위해 사용하고 있는 DOCR 중계기 및 동일채널 극소출력중계기와 같은 방법으로 지상파 UHDTV방송 SFN 전송망 구축이 가능할 것인가?

**연구문제 3.**

자유로운 설치와 저가형 UHDTV 송신망 구축 및 이용자 가정 내 무선환경 구축을 위한 방안은 어떤 방법이 있겠는가?

**3. 실험과 연구**

<연구문제 1번 실험>

현재 지상파 방송 중 OFDM 변조방식을 사용하고 있는 T-DMB의 가정용 갭 필러의 사용실태 조사와 성능을 실험해 본다.

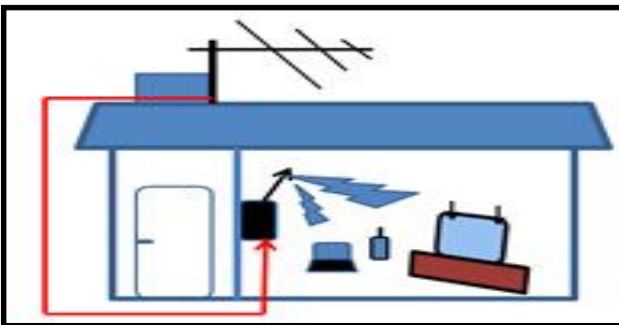


그림 1 일반적인 옥외수신 가정용 갭필러 활용 방법



그림 2 가정용 갭 필러의 실내수신 실험 위치 표시

대부분의 가정용 갭 필러의 경우 그림 1과 같이 외부 안테나 혹은

공청안테나로부터 갭 필러를 실외와 실내로 격리하여 사용하고 있다. 이 경우 송신된 신호가 다시 수신 안테나로 유입되는 Feedback 현상은 발생되지 않겠지만, 여전히 옥외 수신에 의존하는 형식은 변함이 없으므로 전파 환경과 수신 환경이 개선되었다고 단정하기는 어렵다.

이번 실험에서는 먼저 그림 3과 같이 갭 필러에 실내수신 안테나를 부착하고 그림 2와 같이 1번부터 4번 장소까지 창가에서부터 차츰 실내로 들어가면서 갭 필러 동작 유무에 따른 수신 상태를 점검하였다.



그림 3 갭 필러의 수신과 송신 안테나 동일 기기 부착 사진



그림 4 갭 필러 파워 OFF 시 T-DMB 수신상태(1번 위치)



그림 5 갭 필러 파워 ON 시 T-DMB 수신상태(1번 위치)



그림 6 갭 필러 파워 Off 시 T-DMB 수신상태(4번 위치)



그림 7 겹 필터 파워 ON 시 T-DMB 수신상태(4번 위치)

그림 4의 경우 1번 위치에서 겹 필터 파워 OFF 시 T-DMB의 레벨미터는 눈금 5 정도로 매우 깨끗한 영상을 받아볼 수 있었다. 반면에 그림 5와 같이 겹 필터의 파워 ON시 T-DMB의 레벨 미터는 눈금 1 수준으로 오히려 크게 떨어지는 현상을 사진의 왼쪽 수신레벨 눈금으로 확인할 수 있다.

그림 5와 6의 경우에도 4번 위치에서 파워 ON 시 T-DMB의 수신 레벨이 더 떨어져 결국 수신이 안 되는 현상을 확인할 수 있었다.

이처럼 겹 필터의 파워를 ON 시 T-DMB의 수신이 어렵게 되는 현상은 그림 3과 같이 겹 필터의 수신과 송신 안테나를 같은 공간에서 사용함으로 Feedback 현상이 발생하였기 때문이라고 판단된다.



그림 8 겹 필터의 수신안테나를 창가에 격리시킨 사진

앞에서 보여준 현상이 Feedback 현상 때문에 발생하는 것인지 다시 확인하는 차원에서 이번에는 그림 8과 같이 수신 안테나를 창가에 격리시키고, 안테나선을 겹 필터에 연결한 후 DMB 수신기와 함께 그림 2와 같이 창가에서 실내로 이동하면서 수신레벨을 측정해 보았다.



그림 9 겹 필터 파워 OFF 시 T-DMB 수신상태(1번 위치)



그림 10 겹 필터 파워 ON 시 T-DMB 수신상태(1번위치)



그림 11 겹 필터 파워 Off 시 T-DMB 수신상태(4번 위치)



그림 12 겹 필터 파워 ON 시 T-DMB 수신상태(4번 위치)

겹 필터의 수신과 송신 안테나를 격리시켜 사용자 앞서 보여 준 그림 5와 그림 6의 경우와 반대 현상이 나타났다. 그림 9에서 겹 필터의 파워 Off 시 수신레벨이 눈금 5 정도로 좋았지만, 그림 10처럼 겹 필터의 파워를 ON 시키자 수신레벨이 눈금 6으로 더욱 좋아졌다. 또 그림 11과 그림 12와 같이 4번 위치에서도 겹 필터의 파워를 켜자 눈금 1로 동영상 수신이 안 되던 T-DMB가 겹 필터의 파워를 ON 시키자 바로 눈금 6까지 올라가는 현상을 보였다.

표 1 안테나 격리 유무에 따른 실험위치별 실험결과표

측정 위치	송수신ANT	동일위치 측정		격리 측정	
	겹필터	OFF	ON	OFF	ON
1	수신레벨 (수신기 눈금 기준)	5	1	5	6
2		5	1	4	6
3		4	1	3	6
4		3	1	1	6



즉, 표 1과 같이 실험결과표로부터 겹 필러의 수신 안테나와 송신 안테나를 격리시킴으로써 Feedback 현상이 사라지고, 겹 필러가 정상적으로 작동하고 있음을 확인할 수 있다.

연구문제 1에서 제시된 것처럼 UHDTV 도입 시 가정용 겹 필러에 의해 옥내 무선수신을 하자면 우선 전파가 베란다 안쪽이나 창가 안쪽까지 도달할 수 있어야 한다, 그리고 실험결과처럼 송·수신 안테나를 격리시킬 수 있어야 저가의 가정용 겹 필러를 통해 집안 구석구석까지 무선수신환경을 구축할 수 있음을 예측할 수 있다.

<연구문제 2 자료 수집>

연구문제 2번에서는 현재 HDTV방송에 사용하고 있는 동일채널 중계기(DOCR: Digital On Channel Repeater)를 이용하여 UHDTV방송에서도 SFN 무선수신 환경을 만들 수 있는지 알아보려고 한다.

표 2 소출력 동일채널중계기 Type (송원호자료, MBC)

장비 Type 별 주요성능	ICS + IF	RF	IF
구조 및 회로설계	복잡	간단	간단
Isolation 최저 작동	62dB	85dB	102dB
Cancelation 기능	있음 20dB	있음 15dB	없음
주파수 일치	일치	일치	일치

HDTV 동일채널 극소출력중계기는 허가제가 아니고 신고제로 되어 있어 별도의 주파수 할당 없이 방송국이나 건물주가 쉽게 설치할 수 있는 장점을 가지고 있다. 그러나 송신과 수신 주파수가 동일하여 Feedback의 우려가 있으며, 출력은 60mW/ch로 제한되어 있다.

표 2와 같이 DOCR 중계기에는 Feedback 간섭 제거기(Feedback Interference Canceller)가 적용되어 있으나, 송수신 안테나가 충분히 격리되지 못하여 Feedback 신호가 제대로 제거되지 않았을 경우, 중계기 시스템의 안정성이 크게 떨어지고 중계기의 출력이 제한된다.

- DOCR중계기 설치시 아직도 다음과 같은 어려움이 남아있다.

- ① Isolation 확보의 어려움(ICS type : 62dB, RF Type : 85dB)
- ② 주파수 일치를 0 Hz로 맞추는 기술이 필요.
- ③ 약 전계 지역(-70dBm이하)에서 SNR 확보의 어려움

현재 장위동 등 수도권 및 군데에서 UHDTV SFN 동일채널 중계기를 이용하여 실험방송이 이루어지고 있지만, 송수신 안테나를 분리 설치했음에도 불구하고 출력을 제대로 못 내고 있어 출력 증강에 대한 실험과 연구가 계속되고 있는 실정이다.

<연구문제 3 연구>

UHDTV방송에서 Feedback의 염려 없는 SFN 망 구축 및 이용자 가정의 초저가 실내 무선 환경 구축을 위한 방안이 필요하다. 그 중 한 가지 방법으로 모체가 되는 주 송신기의 주파수와 그 외 중계기

의 주파수를 서로 다르게 사용하는 분산중계 형태의 SFN 망 구축이 있을 수 있다. 즉, 주 송신기 주파수는 VHF대역 주파수를 사용하고 그 외 권역 내 중계기와 겹 필러는 이종채널 중계기로서 UHF 대역 700MHz 주파수를 이용할 수 있다면 Feedback 걱정이 없으므로 저렴한 중계기와 겹 필러 활용으로 무선수신 환경을 구축할 수 있을 것으로 예상된다. 이 경우 별도의 방송용 백본망 유지비용도 줄어든다

또 하나 초저가 가정용 겹필러 제조를 위한 방법으로 UHDTV용 주파수를 지역별로 군집하여 허가할 필요가 있다. 만약 그림 13처럼 UHDTV주파수가 군집되지 못하고 가운데 통신주파수가 끼어 있을 경우 채널별 분리증폭의 어려움으로 초저가 제조가 어려워지게 된다.



그림 13 700MHz대역 주파수 분배안 (2015.7 미래부)

#### 4. 결론과 함의

OFDM 변조방식의 가장 큰 특징은 SFN 기능이다. 가정용 T-DMB 겹 필러를 이용한 실험을 통해 UHDTV 방송 환경에서도 실내 무선수신의 가능성과 문제점 해결 방안을 분석해 보았다.

<연구문제 1번>을 위한 실험한 결과 동일한 실내에 T-DMB 겹 필러의 송신과 수신 안테나가 같이 존재할 경우 Feedback 현상에 의해 수신이 불가능하게 되는 현상이 나타났다. 그러나 송신과 수신 안테나를 서로 격리시켰을 경우 오히려 T-DMB 수신 레벨이 증가하여 수신이 양호해졌다. 이러한 결과는 겹 필러의 동작이 OFDM 변조의 Guard Interval 효과에 영향을 주지는 않지만, 송·수신 안테나의 격리 없이는 Feedback에 의한 악영향이 나타날 수 있음을 의미한다.

<연구문제 2번>에서 요구하고 있는 UHDTV 수신환경 개선을 위해 SFN 중계기에 대한 기존의 자료와 문헌을 검토한 결과 DTVCOCR 중계기 및 극소출력 중계기까지 모두 송신과 수신안테나의 분리 설치 및 내부의 Feedback 간섭제거기 회로에 의존하고 있음을 알 수 있었다. 결국 이러한 설치 조건은 초저가 송신기 구축과 자유로운 이용에 제한을 가져올 것임을 쉽게 예측할 수 있다.

<연구문제 3번>은 초저가 UHDTV 방송망 구축 및 가정 내 무선 환경 구축을 위한 방안을 찾는 것이다. <연구문제 1, 2번>에 대한 실험과 자료를 검토한 결과 송·수신 안테나의 격리 없이 초저가의 자유로운 중계기 설치와 겹 필러의 활용이 이루어 지려면, 주 송신 주파수와 그 외 중계기가 사용하는 주파수를 달리하는 분산중계 형태의 SFN망 구성이 필요하다. 이 경우 프로그램 백본망 유지비용도 부담도 경감된다. 그 외에도 UHDTV용 주파수를 지역별로 군집하여 허가가 요구된다.

#### 5. 참고 문헌

1. 박성규외, "UHDTV 방송의 주파수 활용", 2014, 9. 전자파학회지
2. 전성호, "MRC-DOCR 극소출력중계기", 2012. 5. KBS기술연구소
3. 송원호, "난시청 해소를 위한 소출력 중계기", 2011, 방송과 기술