

## 지상과 UHD TV 를 위한 MIMO 전송 기법 연구

서재현, 김영민, 김홍묵, 강인웅\*, 김형남\*  
한국전자통신연구원, \*부산대학교

{jhseo, tomatos, hmkim}@etri.re.kr, \*{helaman88, hnkim}@pusan.ac.kr

## Research on MIMO Transmission Scheme for Terrestrial Ultra High-Definition Television

Seo Jae Hyun, Kim Young Min, Kim Heung Mook, Kang In-Woong\*, Kim Hyoung-Nam\*

ETRI, \*Pusan Natl. Univ.

### 요 약

본 논문에서는 지상과 디지털방송에서 UHD TV 전송을 위한 기술 현황들을 살펴보고, 현재 디지털방송 전송 표준을 이용하여 UHD TV 방송 서비스의 가능성을 알아 보고자 한다. 2010 년 영국 런던에서 본 방송에 적용되고 있는 2 세대 디지털방송 표준인 DVB-T2 시스템에 2x2 MIMO 전송 기법을 도입하여 모의실험을 통해 SNR 에 따른 BER 값을 비교해 보았다. 모의실험 결과 70 Mbps 이상의 전송율을 얻기 위해서는 BER =  $10^{-4}$  이하 조건에서 SNR = 23 dB 이상 요구됨을 알 수 있었다.

### I. 서 론

지상과 디지털방송은 HD 서비스를 목표로 개발된 ATSC 표준과 더불어 유럽에서도 2 세대 표준인 DVB-T2 를 도입하여 HD 서비스를 2010 년부터 영국 런던에서 본격적으로 시작하였다. 최근에는 HD 보다 화질이 우수한 초고화질의 UHD 서비스를 위한 기술개발이 활발히 이루어지고 있고, 특히, 미국의 표준화 단체인 ATSC 에서는 이에 대응하기 위해 ATSC 3.0 으로 명명된 표준화를 진행 중에 있다.

국내에서도 차세대 방송 서비스 중 대표적인 초고화질의 UHD 방송을 위한 방송실험이 2012 년부터 진행되었다. KBS 는 2012~13 년 2 차에 걸친 4K UHD TV 실험방송을 수행하였는데, 이때 적용한 송수신 규격으로 유럽의 DVB-T2 시스템을 적용하였다. 한편, 일본 NHK 에서는 2012 년 8K UHD TV 전송실험을 최초로 성공하였으며, 최근에는 27 km 떨어진 지점에서 송수신 실험에 성공하였다고 발표하였다. NHK 에서 실험한 송수신 규격은 일본의 ISDB-T 를 기반으로 4096-QAM, 수평/수직 편파 안테나를 사용하는 2x2 MIMO 기법을 적용하여 91.8 Mbps 의 전송율을 보였다. 그러나, 6 MHz 단일 대역에서 이러한 전송율을 가지기 위해서는 30 dB 이상의 수신 SNR 이 요구되어, 송신단에서 높은 출력이 필요하여 현재의 방송환경에 적용하기에는 어려울 것으로 전망하고 있다. 본 논문에서는 방송환경에 적합한 전송시스템을 고려하기 위해 2 세대 디지털 방송 표준인 DVB-T2 시스템을 기반으로 2x2 MIMO 전송 기법을 적용하였다. 또한, 다양한 채널 환경에서 요구되는 SNR 에 따른 전송율을 모의실험을 통해 알아보려고 한다.

### II. 지상과 디지털방송을 위한 2x2 MIMO 전송 기법

현재 2 세대 지상과 디지털방송 규격으로는 유럽의 DVB-T2 시스템이 유일하다. DVB-T2 시스템의 경우 OFDM 을 기반으로 LDPC 채널 부호화 기법을 결합하여 채널 대역폭 6 MHz 에서 최대 약 37 Mbps 의 전송율을 제공한다. 또한, 변조 차수는 최대 256-QAM 을 지원하지만 MIMO 기법은 표준에 반영되어 있지 않다[1]. 그 뒤로, 모바일 방송을 위한 DVB-NGH 시스템에서 최초로 MIMO 기법이 반영되어 있지만, 고정수신을 지향하는 UHD TV 서비스에는 적합하지 않은 규격이다[2]. 본 논문에서는 DVB-T2 시스템을 기반으로 수평/수직 편파 안테나를 적용한 2x2 MIMO 시스템[3]을 결합한 경우 모의실험을 통해 SNR 에 따른 BER 값과 그에 따른 전송율을 알아보려고 한다. 그림 1 에서는 일반적인 2x2 MIMO 송수신 시스템의 블록도를 보여주고 있다. 여기서, 채널부호화 및 인터리빙부 등은 DVB-T2 규격을 적용하였고, OFDM 변조 이후에 MIMO 시스템을 결합하였다.

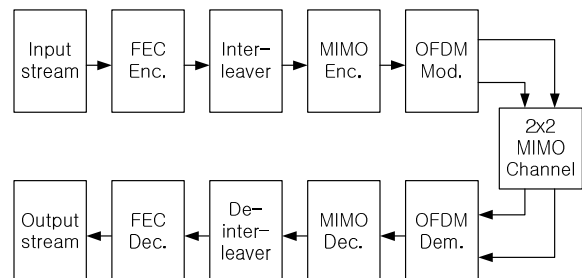


그림 1. 2x2 MIMO 송수신 시스템 블록도

모의실험 환경으로는 OFDM 을 위한 FFT 크기 32K, 보호구간 1/128, LDPC 부호율 1/2, 2/3, 3/5, 3/4, 4/5, 5/6, 변조된 심볼은 {64, 256, 1024, 4096}-QAM 을 적용하였다. 표 1 은 6 MHz 대역에서 전송 파라미터에 따른 데이터 전송율을 표시하였다. 즉, 전송 파라미터를 (변조 차수, 부호율)로 나타내었으며, 예를 들면, (6, 4/5)에서 6 은 변조 차수로 64-QAM 심볼에 6 bits 할당되었고, 4/5 의 LDPC 코드율을 적용하였음을 나타낸다. 특히, 4096-QAM 을 적용할 경우 최대 86.4 Mbps 의 전송율을 제공할 수 있다. 그리고, 모의실험에 적용한 채널 모델은 Ricean factor K=10 인 Flat Fading 채널과 모바일 환경의 TU-6 채널이 있다. 수평/수직 편파 안테나 사이의 편파된 평균 수신 전력과 교차 편파된 평균 수신 전력과의 비를 나타내는 XPD(cross-polar discrimination)의 경우 고정수신 환경을 고려하여 18 dB 를 적용하였다. 그리고, MIMO 수신 기법으로는 soft MMSE 를 적용하였다.

표 1. 전송 파라미터 별 전송율 [단위: Mbps]

파라미터	(6,4/5)	(8,3/5)	(8,3/4)	(10,3/5)	(12,1/2)
전송율	51.9	51.9	64.8	64.8	64.8
파라미터	(8,5/6)	(10,2/3)	(10,4/5)	(12,2/3)	-
전송율	72.0	72.0	86.4	86.4	-

그림 2 에서는 Flat Fading 채널 환경에서의 전송 파라미터 별 BER 성능을 비교하였다. 64-QAM 에 코드율 4/5 를 적용한 경우 BER = 10<sup>-4</sup> 에서의 요구 SNR 은 17.1 dB 를 나타내었다. 또한, 256-QAM 에 코드율 3/5~5/6 를 적용한 경우의 요구 SNR 은 18.6~23 dB 를 나타내었다. 그리고, 1024-QAM 이상의 변조 차수일 때는 최소 23.3 dB 이상의 요구 SNR 을 나타내었다. Flat Fading 채널 환경에서 전송율이 70 Mbps 이상을 만족하기 위해서는 최소 256-QAM, 코드율은 5/6 가 되어야 하며, SNR 은 23 dB 이상이 요구됨을 알 수 있다.

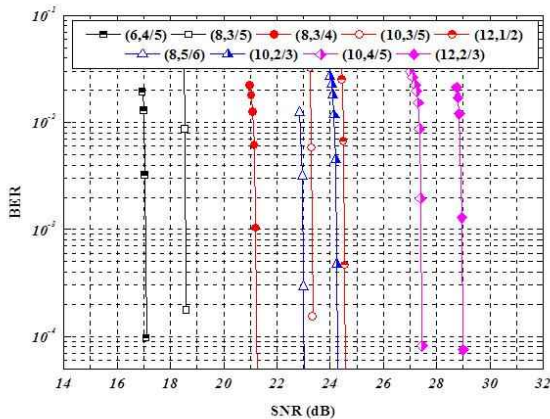


그림 2. Flat Fading (K=10) 채널 환경에서의 전송 파라미터 별 BER 성능 비교

그림 3 에서는 TU-6 채널 환경에서의 전송 파라미터 별 BER 성능을 비교하였다. 64-QAM 에 코드율 4/5 를 적용한 경우 BER = 10<sup>-4</sup>에서의 요구 SNR 은 20.8 dB 를 나타내었다. 또한, 256-QAM 에 코드율 3/5~5/6 를 적용한 경우의 요구 SNR 은 20.1~26.7 dB 를 나타내었다. 그리고,

1024-QAM 이상의 변조 차수일 때는 최소 24.5 dB 이상의 요구 SNR 을 나타내었다. Flat Fading 채널 환경에 비해 변조 차수와 코드율에 따라 약 1~3 dB 이상 성능 열화를 보였으며, 변조 차수가 높아질수록 성능이 매우 낮아짐을 알 수 있다.

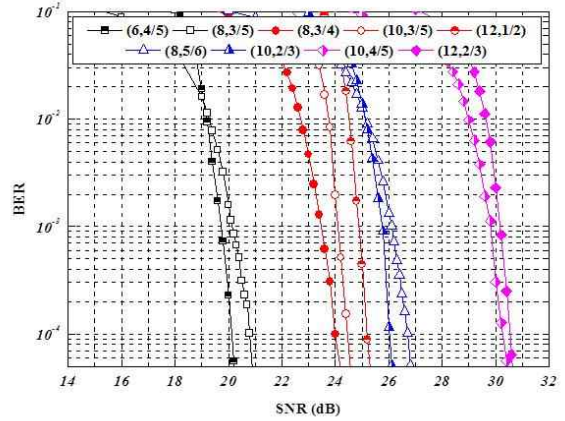


그림 3. TU-6 채널 환경에서의 전송 파라미터 별 BER 성능 비교

III. 결론

본 논문에서는 지상과 디지털방송을 위한 UHDTV 서비스의 가능성을 알아보기 위해 2 세대 디지털방송 표준인 DVB-T2 시스템과 2x2 MIMO 기법을 적용하였다. 모의실험을 통해 다양한 채널환경에서 SNR 에 따른 전송율을 비교해 본 결과 약 70 Mbps 이상의 전송율을 달성하기 위해서는 SNR 이 약 23 dB 이상 요구됨을 알 수 있었다. 기존 DTV 고정수신에서 요구되는 SNR 이 약 15 dB 임을 감안할 때 상대적으로 높은 송신 출력이 요구된다. 특히, TU-6 채널 모델과 같이 이동 환경에서는 수신 가능 SNR 이 추가적으로 1~3 dB 이상 높아져 이동 수신에는 적합하지 않을 것으로 예상된다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 미래창조과학부가 지원한 2014 년 정보통신·방송(ICT) 연구개발사업의 연구결과로 수행되었음

참고 문헌

[1] DVB-T2, "Digital Video Broadcasting (DVB); Framing Structure, channel coding and modulation for a second generation digital terrestrial television broadcasting system (DVB-T2)," ETSI EN 302 755 v.1.3.1, Apr. 2012.

[2] DVB TM-H NGH, "Call for Technologies(CfT)", v1.0, DVB TM-NGH019r6/TM 4270r2, Nov. 2009.

[3] In-Woong Kang, Ki-Hwan Suh, Tae-Jin Jung, Hyoungsoo Lim, Hyun-Chool Shin, Hyoung-Nam Kim, "Performance of the DVB-T2 system with MIMO Spatial Multiplexing", IEEE 2011 International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communications Systems (ISPACS), Dec., 2011.