

이중 편파 안테나 공간 다중화 기술이 적용된 DVB-T2 시스템의 다중 입출력 비트 매핑 성능 분석

강인웅, 김형남
부산대학교

hnkim@pusan.ac.kr

Performance analysis of MIMO bit mapping for dual polarized MIMO DVB-T2 system

Kang Inwoong, Kim Hyoung-Nam
Dept. of Electronics Engineering, Pusan National University

요 약

본 논문은 전송률 고도화를 위한 이중 편파 안테나 기술을 적용하여 디지털 방송 시스템의 다중입출력 비트 매핑 기법의 성능을 분석하였다. 기존의 DVB-T2 시스템은 비정규 LDPC 채널부호가 생산한 비트 내의 비균질 오류 정정 능력과 DVB-T2 시스템의 고차 성상 내 각각 다른 변조 레벨의 부정합 문제를 해결하기 위해 두 블록 사이에 비트 매핑을 삽입한다. 본 논문에서는 시스템의 전송률 고도화를 위하여 이중 편파 안테나를 이용한 공간 다중화(Polarized-MIMO Spatial Multiplexing) 기술을 기존의 DVB-T2 시스템의 비트 매핑 출력에서 적용하였다. 또한 모의 실험을 통하여 이와 같은 시스템이 기존의 DVB-T2 시스템의 비트 매핑 모듈의 기능을 효과적으로 승계할 수 있을 뿐 아니라 페이딩 채널에서 추가적인 성능 향상 또한 확보 할 수 있음을 확인하였다.

I. 서 론

유럽식 디지털 지상파 방송 표준인 Digital Video Broadcasting-Terrestrial the 2nd Generation(DVB-T2) 시스템은 비정규 low-density parity-check(LDPC) 부호화된 비트열을 고차 성상 변조함으로써 전송률 증대와 동시에 신호의 강건성을 함께 확보하는 구조를 가지고 있다. 비정규 LDPC 부호화된 비트열은 각 비트마다 서로 다른 오류 정정 능력을 갖게 되며 이를 효과적으로 이용할 때 일반적으로 정규 LDPC 부호화된 비트열 보다 평균적으로 더 우수한 오류 정정 능력을 나타내는 것으로 알려져 있다. 이러한 비정규 LDPC 부호의 비균질 오류 정정 능력과 고차 성상 변조내의 서로 다른 변조 레벨 사이에는 부정합이 발생하게 된다. 이러한 문제를 해결하기 위해 현재의 DVB-T2 시스템은 비트 매핑 블록을 두 모듈 사이에 추가하여 이러한 부정합을 효과적으로 보정한다[1-3].

이와 같은 구조를 통하여 지금의 DVB-T2 시스템이 확보하는 데이터 전송률이 현존하는 상용 지상파 방송 시스템 가운데 가장 우수한 것 중의 하나임에도 불구하고, 향후 최대 약 16 배에 달하는 Ultra High Definition Television(UHDTV) 방송 서비스의 데이터 양의 증대에 대해 충분한 전송률을 제공하지는 못한다. 따라서 이에 대한 대책으로 일본, 유럽 등에서는 이중 편파 안테나를 이용한 공간 다중화 기법을 미래 세대의 방송시스템에 적용하는 것을 매우 유력하게 고려하고 있다[4].

다중안테나를 통하여 복수의 독립 데이터를 동시에 전송하기 위해서는 자연적으로 단일 데이터 열을 복수의 데이터 열로 나누는 다중화 과정이 필요한데, 본 논문에서는 DVB-T2 시스템의 비트 매핑의 출력에서 공간 다중화를 수행하였다. 이러한 구조의 다중화 방식이 기존의 단일입출력 비트 매핑 구조의 기능을 승계할 수 있을 뿐만 아니라 다중화 방식에 따라서 향상된 수신 성능을 보일 수 있음을 확인하였다.

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. II 장에서는 DVB-T2 기반으로 이중 편파 안테나를 이용한 공간 다중화 기법이 적용된 시스템의 구조를 설명한다. II 장에서 설명한 공간 다중화 방식의 모의 실험 결과 및 실험 결과 분석을 III 장에서 정리한 뒤 본 논문의 결론을 IV 장에서 내린다.

II. 이중 편파 안테나를 이용한 DVB-T2 기반 공간 다중화 기법

DVB-T2 구조에 이중 편파 안테나를 적용한 시스템은 그림 (1)의 블록 다이어그램과 같다. 추가된 공간 다중화 기술은 원 데이터 열을 복수의 독립 데이터 열로 나누어 이중 편파 안테나를 통해 무선 채널로 송출함으로써 제한된 주파수 대역의 효율을 높인다. 이러한 공간 다중화 기법은 기존의 DVB-T2 구조의 bit-to-cell 역다중화 블록의 출력에 위치하여 M 개의 비트 단위로 다중화를 수행되도록 하였고, 이 M 값에 의하여 공간 다중화 기법의 성능이 차이를 보인다.

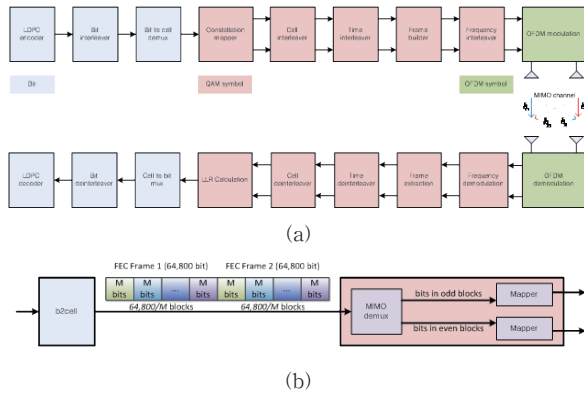


그림 1. 이중 편파 안테나를 이용한 공간 다중화가 적용된 DVB-T2 시스템 (a) 전체 블록도; (b) bit-to-cell 역다중화 출력에서 M 비트 단위의 공간 다중화

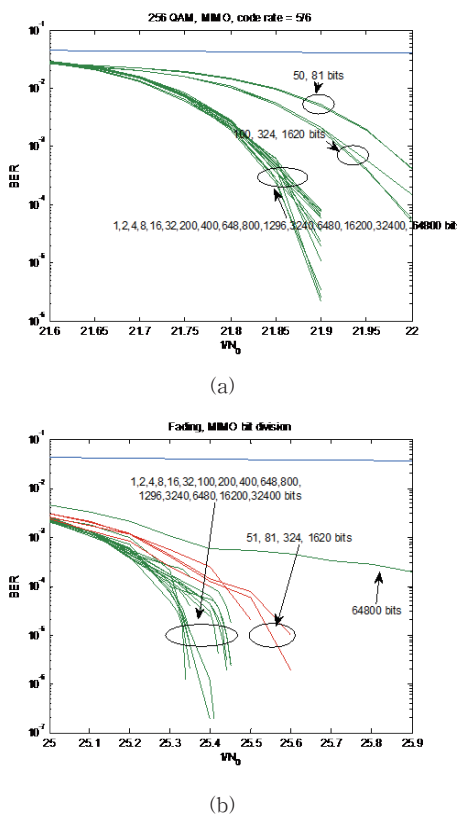


그림 2. 이중 편파 안테나를 이용한 공간 다중화가 적용된 DVB-T2 시스템의 BER 성능 (a) AWGN 채널; (b) 페이딩 채널.

III. 모의 실험 결과 분석

그림 2(a)와 2(b)는 각각 M 값에 따른 공간 다중화 기법의 수신 성능을 AWGN 채널과 페이딩 채널에서 모의 실험을 수행한 결과이다. 그림 2(a)와 2(b)의 BER 커브들은 다양한 M 값에 따른 공간 다중화 모듈이 시스템의 수신 성능에 미치는 영향을 보여준다. AWGN의 경우 수신 성능이 M 값에 따라서 크게 3 가지 경향을 보인다. 첫 번째로 가장 좋은 BER 성능을 보이는 M 값들은 처음 1, 2, 4 를 제외하면 모두 8의 배수이며 다른 두 가지 성능 군은 8의 배수가 아닌 M 값에 의한

것이다. 이러한 결과의 원인은 256 QAM 변조에 해당하는 DVB-T2의 bit-to-cell 역다중화 출력의 VND 분포가 M 값이 8의 배수일 때 크게 훼손되지 않은 반면 그렇지 않은 M 값의 경우에는 VND 분포가 평균화 되어 비트 매핑의 성능을 상실하기 때문이다. 한편 페이딩 채널을 겪는 그림 2(b)의 결과에서는 DVB-T2 시스템의 FEC 프레임 크기보다 M 값을 설정한 경우보다 M 값을 FEC 프레임 크기보다 작은 값으로 설정한 경우 공간 다중화 성능의 향상이 있음을 확인하였다. 이와 같은 성능 향상의 원인은 FEC 프레임 크기보다 작은 M 값으로 공간 다중화를 수행한 경우 각각의 FEC 프레임이 독립적으로 형성된 이중 편파 채널을 평균적인 효과 면에서 절반씩 겪게 되어 각각의 프레임은 두 채널을 인터리빙한 효과를 보기 때문이다.

IV. 결론

본 논문은 이중 편파 안테나를 이용하는 공간 다중화 기법의 구조를 DVB-T2 시스템을 바탕으로 구성하였으며, 구성된 다중화 구조의 BER 성능을 M 비트 단위로 다중화를 수행하면서 분석하였다. 논문에서 소개한 구조의 공간 다중화의 단위는 FEC 프레임 크기보다 작고, bit-to-cell 역다중화 단위의 배수일 때 기존의 비트 매핑 성능을 유지하면서 추가적인 다이버시티 이득을 얻게 됨을 확인하였다. 이와 같은 분석 결과는 향후 이중 편파 안테나를 이용한 공간 다중화 기술이 적용되는 방송 시스템에서 다중화 기술 설계에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

ACKNOWLEDGMENT

Put sponsor acknowledgments.

참고 문헌

- [1] Keqian Yan, Tao Cheng, Fang Yang, Kewu Peng, and Jian Song, "Improved Design of Bit Mapping Based on EXIT-Chart Analysis for DVB-T2 System," IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 57, No.4, Nov. 2011.
- [2] Takashi Yokokawa, Makiko Kan, Satoshi Okada, Lui Sakai, "Parity and Column Twist Bit Interleaver for DVB-T2 LDPC Codes," IEEE International Symposium on Turbo Codes and Related Topics, p.123-127, Sep. 2008.
- [3] ETSI 302 755 v1.2.1, "Frame structure channel coding and modulation for a second generation digital terrestrial television broadcasting system(DVB-T2)," ETSI, Oct, 2010.
- [4] ITU-R Recommendation BT.2020, "Parameter values for ultra-high definition television systems for production and international programme exchange," ITU, Aug, 2012.