

UHDTV 전송을 위한 1024-QAM DVB-T2 시스템의 비트 매핑 설계

강인웅*, °김영민, °서재현, °김흥묵, 김형남*

*부산대학교, °한국전자통신연구원

hnkim@pusan.ac.kr

Design of bit mapper of the 1024-QAM DVB-T2 system for UHDTV broadcasting

In-Woong Kang*, Youngmin Kim°, Jae Hyun Seo°, Heung Mook Kim°, and Hyoung-Nam Kim*

*Dept. of Electronics Engineering, Pusan National University

°Broadcasting System Research Department, Electronics and Telecommunications Research Institute

요약

Ultra-High Definition Television (UHDTV)과 같이 큰 전송량을 만족하는 전송시스템 설계와 관련하여 1024-QAM 과 같은 초고차 성상 변조에 대한 연구가 진행되고 있다. 초고차 성상을 사용할 경우 채널 부호화기의 성능을 최대화 하기 위하여 부호화기와 성상 변조 사이에 비트 인터리버와 비트-셀 역다중화기로 구성된 비트 매핑이 사용된다. 본 논문은 Digital Video Broadcasting- 2nd Generation Terrestrial (DVB-T2) 시스템을 기반으로 1024-QAM 성상에 대한 비트 매핑을 설계한다.

I. 서론

UHDTV 는 기존의 HDTV 에 비해 매우 큰 데이터를 갖는다. 이와 같은 대용량 방송을 지상파에서 제공하기 위하여 다중 입출력, 1024-QAM 과 같은 초 고차 성상 변조 기술과 같은 기술들이 연구되고 있다. 다중 입출력 기술을 통해 비약적인 전송량 증대를 얻기 위하여 송수신단에 추가적인 안테나 설비를 갖추는데 비용이 발생하는 것과는 달리, 초 고차 성상 변조를 이용한 전송용량 증대는 전송용량의 증량이 상대적으로 적은 반면 기존의 지상파 전송시스템의 큰 변경이 필요하지 않다는 특징이 있다. 이와 같은 기술들은 독립적인 주제로 연구되고 있을 뿐만 아니라 이 두 가지 기술을 접목하여 UHDTV 서비스의 요구 데이터 전송량을 온전히 충족하는 전송시스템 설계 관련 연구 또한 진행되고 있다 [1]. 특히 추가적인 안테나가 요구되는 다중 안테나 기술 적용에 앞서, 주파수 효율이 우수한 DVB-T2 시스템과 같은 기존의 전송 시스템을 효율적으로 개선하여 UHDTV 의 요구 전송량 중 일부를 확보하는 것이 우선 고려되고 있다.

기존의 DVB-T2 시스템은 강력한 LDPC 오류 정정 부호, 256-QAM 과 같은 고차 성상 변조, 및 매우 작은 채널 추정관련 오버헤드를 통해 높은 전송 효율을 얻는다. 전송량 증가를 위해서 1024-QAM 변조를 추가할 경우 256-QAM 대비 약 20%의 전송량 증대를 얻을 수 있다. 이에 따라서 본 논문은 1024-QAM 변조에 적합한 비트 인터리버를 설계하였다.

II. 1024-QAM 에 적합한 비트 매핑 설계

그림 1 은 DVB-T2 시스템의 블록도를 나타낸다. DVB-T2 시스템은 LDPC 채널 부호화기의 오류 정정 성능을 고차 성상에 대해 최적화 하기 위하여 비트

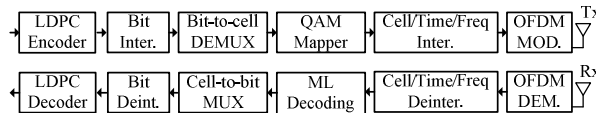


그림 1. DVB-T2 시스템 블록도

인터리버와 비트-셀 역다중화기로 구성된 비트 매핑을 삽입하였다 [2]. QAM 성상은 추가적인 인터리버를 거친 후 OFDM 변조되어 주파수 선택적 페이딩에 의해 발생하는 군집오류에 강한 신호가 된다.

구체적으로 DVB-T2 의 비트 인터리버는 LDPC 채널 부호의 패리티(parity)를 cyclic 구조로 만들어 주는 패리티 인터리버와 군집 오류에 강한 신호를 만들기 위해 비트 열을 뒤섞는 열 트위스트(column twist) 인터리버로 이루어져 있다. LDPC 부호의 부호화율 (code rate)에 따라 고유한 패리티 체크 행렬 (Parity check matrix)가 존재하며, 패리티 인터리버는 각 패리티 체크 행렬에 대하여 DVB-T2 표준의 것을 사용하였다. 패리티 인터리버를 통해 cyclic 패리티를 갖게 된 패리티 체크 행렬은 열 트위스트 인터리버를 통해 다시 한번 뒤섞인다. 일렬로 입력된 비트열은 고차 성상 내 비트 수만큼의 부 비트열로 나뉘어져서 다시 뒤섞이게 된다. 뒤섞는 과정에서 각 부 비트열에 트위스팅 파라미터를 적용하여, 하나의 고차 성상 내 복수의 비트들이 하나의 패리티 체크 식 (parity check equation)에 관련되지 않도록 한다. 이와 같은 인터리빙 방식을 통하여 주파수 선택적 페이딩 채널에 의한 성상 소실에도 강한 신호를 만들 수 있다. 기존의 DVB-T2 는 최대 256-QAM 변조에 대한 비트 인터리버 표준을 제공하고 있기 때문에 전송률 증대를 위해 1024-QAM 을 현재 DVB-T2 시스템에 추가할 경우

필요한 새로운 트위스팅 파라미터가 표 1에 정리되어 있다[3].

비트-셀 역다중화기는 비트 인터리버에서 나눈 부비트열을 정상 내 변조 레벨에 재배치한다. 지상파 방송 시스템에서 고려하고 있는 낮은 수준의 잡음 환경에서는 대체적으로 높은 오류 정정 능력을 갖는 부비트열을 LSB로 배치하고 낮은 오류 정정 능력을 갖는 부비트열은 MSB로 배치하여 오류 정정 부호의 성능을 극대화 한다. 표 2는 1024-QAM의 비트-셀 다중화를 설계하여 정리한 것이다[4].

III. 모의 실험

표 3은 새롭게 설계한 비트 인터리버와 비트-셀 역다중화기의 성능을 검증하기 위해 수행한 모의실험의 파라미터를 정리한 것이다. AWGN에서 수행한 모의실험 결과는 그림 2에 BER(Bit-error rate)로 주어졌다. 그림 2를 통하여 1024-QAM에 대하여 설계한 비트 매핑(비트 인터리버와 비트-셀 역다중화기)을 이용하면 약 10^{-3} 보다 작은 BER에서 0.1 dB 정도의 성능 이득을 얻을 수 있음을 알 수 있다.

IV. 결론

본 논문은 UHD TV 방송을 위한 대용량 전송 시스템 설계를 위하여 1024-QAM 변조에 적합한 비트 인터리버와 비트-셀 역다중화기를 설계하였다. 모의실험을 통하여 설계 결과물이 시스템 성능 향상을 가져옴을 확인하였다. 이와 같은 초고차 성상에 대한 연구는 향후 다중 안테나 기술 등과 함께 연구되어 UHD TV 방송에 적합한 전송 시스템 개발에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 미래창조과학부가 지원한 2013년 정보통신방송(ICT) 연구개발사업의 연구결과로 수행되었음.

참고 문헌

[1] T. Shitomi, K. Murayama, M. Taguchi, S. Asakura, and K. Shibuya, "Technology for next-generation digital terrestrial broadcasting-field experiments of dual-polarized MIMO-OFDM transmission using LDPC codes-," IEEE International Symposium on Broadband Multimedia Systems and Broadcasting (BMSB 2012), mm12-16, Jun. 2012.

[2] ETSI EN 302 755, Digital Video Broadcasting (DVB); Frame structure channel coding and modulation for a second generation digital terrestrial television broadcasting system (DVB-T2), Oct. 2010.

[3] T. Yokokawa, M. Kan, S. Okada, and L. Sakai, "Parity and column twist bit interleaver for DVB-T2 LDPC codes," International Symposium on Turbo Codes and Related Topics, 2008.

표 1. 1024-QAM에 대하여 설계한 트위스팅 파라미터

c	1	2	3	4	5
t_c	0	1	3	3	5
c	6	7	8	9	10
t_c	6	6	9	12	15
c	11	12	13	14	15
t_c	15	16	19	19	21
c	16	17	18	19	20
t_c	21	23	25	28	28

c : 부비트열 번호, t_c : 부비트열 c 의 트위스팅 파라미터

표 2. 1024-QAM에 대하여 설계한 비트-셀 역다중화기

c_{in}	1	2	3	4	5
c_{out}	10	9	8	3	5
c_{in}	6	7	8	9	10
c_{out}	7	4	6	2	1

c_{in} : 비트-셀 역다중화기 입력의 부비트열 번호
 c_{out} : 비트-셀 역다중화기 출력의 부비트열 번호

표 3. 모의실험 파라미터

Parameter	Specification
FFT size	32K
Modulation order	1024-QAM
Code rate	5/6
Channel model	AWGN

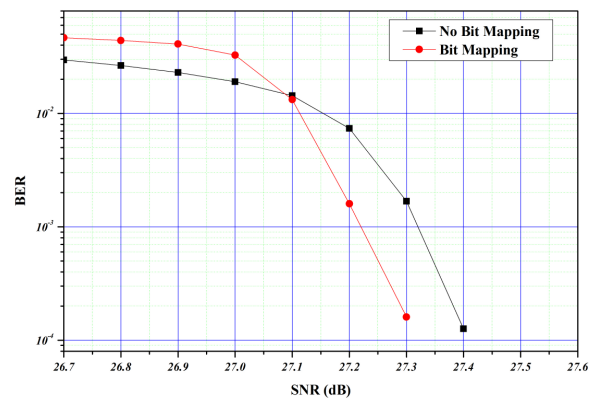


그림 2. Coded BER 성능.

[4] K. Yan, T. Cheng, F. Yang, K. Peng, and J. Song, "improved design of bit mapping based on EXIT-chart analysis for DVB-T2 System," IEEE Trans. Consum. Electron., Vol. 57, No. 4, Nov, 2011.