

ATSC 3.0 시스템의 고품질 서비스를 위한 채널 본딩 연구

김형석, 김정창¹, 박성익*, 김흥목*

한국해양대학교

*한국전자통신연구원

{khseok19, jchkim}@kmou.ac.kr, {*psi76, *hmkim}@etri.re.kr

Study on Channel Bonding Scheme for High Quality Service in ATSC 3.0 Systems

Hyeongseok Kim, Jeongchang Kim, Sung Ik Park*, and Heung Mook Kim*

Korea Maritime and Ocean University

*Electronics and Telecommunications Research Institute

요 약

본 논문에서는 ATSC 3.0 시스템의 고품질 서비스를 위한 채널 본딩 (channel bonding) 송수신기 구조를 제시하고 성능을 확인한다. 채널 본딩은 ATSC 3.0 시스템의 물리 계층 규격에서 두 개 이상의 주파수 대역을 묶어서 더 많은 데이터를 동시에 전송할 수 있다. 시뮬레이션 결과는 채널 본딩을 사용하여 단일 채널을 사용하는 시스템에 비해 데이터율을 최대 2 배 증대시킬 수 있음을 보여준다.

1. 서론

최근, 방송사들의 다양한 요구에 따라 ATSC (Advanced Television Systems Committee)에서는 차세대 지상파 방송 규격으로서 ATSC 3.0 표준을 개발하였다. ATSC 3.0 시스템에서는 주어진 방송 주파수 대역에서 전송 효율을 향상하기 위한 다양한 기술들이 적용되었다. 특히, 데이터 전송률의 획기적인 향상을 위하여 채널 본딩 (channel bonding)이 옵션 기술로 채택되었다.

채널 본딩은 두 개 이상의 주파수 대역을 묶어서 더 많은 데이터를 동시에 전송할 수 있는 방법이다[1]. 이 방법은 하나의 PLP (physical layer pipe)에 해당하는 페이로드 (payload) 데이터를 채널 본딩에 사용되는 주파수 대역 개수만큼 분할하여 전송하는 것으로서, 단일 주파수 채널 대역의 전체 데이터율보다 더 높은 데이터율의 서비스를 제공할 수 있다[2]. 그리고 여러 개의 주파수 대역을 이용하여 데이터를 전송하므로 주파수 다이버시티 (frequency diversity) 이득을 추가로 얻을 수도 있다. 현재 ATSC 3.0 규격의 채널 본딩에서는 두 개의 RF 채널만 사용하고 두 개의 채널은 서로 인접하지 않을 수 있다[3].

본 논문에서는 채널 본딩을 구현하기 위한 송신기와 수신기의 구조를 제안하고 채널 본딩을 사용하였을 때의 성능을 확인하였다. 시뮬레이션 결과는 채널 본딩을 사용하는 시스템이 단일 주파수 채널 대역을 사용하는 시스템에 비해 동일한 프레임 오류율 (frame error rate: FER) 성능을 만족하면서 최대 2 배의 데이터율을 얻을 수 있음을 보여준다.

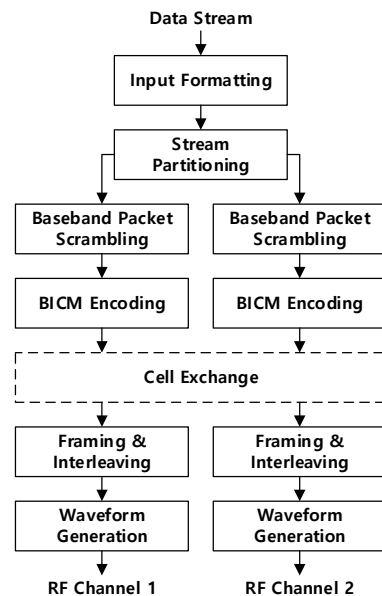


그림 1. 채널 본딩을 위한 송신기의 블록 다이어그램

2. 송신기 구조

그림 1 은 채널 본딩을 위한 송신기의 블록 다이어그램을 나타낸다. 입력 포맷팅 (Input Formatting) 블록은 데이터

¹ Corresponding author

스트림을 입력으로 받아서 기저대역 패킷 (baseband packet)을 생성하고 기저대역 패킷 헤더를 삽입한다. 기저대역 패킷 헤더는 기저 필드 (base field), 선택 필드 (optional field), 그리고 확장 필드 (extension field)로 구성되어 있다. 기저 필드는 온전한 데이터 패킷의 시작점을 알려주고 선택 및 확장 필드의 모드에 대한 정보를 포함하고 있다. 선택 필드는 사용되지 않을 수도 있으며 사용될 경우에는 3 가지 모드를 지원한다. 채널 본딩에서 선택 필드를 사용할 경우 짧은 길이 확장 모드, 긴 길이 확장 모드, 복수 확장 모드 중 하나를 선택할 수 있다. 그리고 선택 필드는 확장 필드의 타입과 길이에 대한 정보를 포함하고 있다. 이때 확장 필드의 타입은 카운터 타입 (counter type)과 패딩 타입 (padding type)으로 나뉜다. 카운터 타입은 동일 PLP 내의 기저대역 패킷의 순서를 나타내기 위한 카운터의 사용을 의미하고, 패딩 타입은 0 으로 채우는 것을 의미한다. 확장 필드는 선택 필드에서 선택한 타입과 길이에 따라 값이 채워진다. 채널 본딩을 적용하기 위해서는 기저대역 패킷 헤더에 카운터를 포함하고, 수신기에서 두 개의 RF 채널로부터 수신된 데이터를 다시 정렬할 수 있게 한다.

생성된 기저대역 패킷은 스트림 분배기 (Stream Partitioning) 블록에서 두 개의 RF 채널에 대한 두 개의 패킷 스트림으로 분할되고, 기저대역 패킷 스크램블링 (Baseband Packet Scrambling) 블록에서 스크램블링 된 후, BICM (Bit Interleaved and Coded Modulation) 인코딩 블록에서 인코딩된다. 그 이후, 채널 본딩의 모드에 따라 셀 교환 (Cell Exchange) 블록의 동작 여부가 결정된다. 채널 본딩은 일반 채널 본딩 (plain channel bonding) 모드와 SNR 평균 채널 본딩 (SNR average channel bonding) 모드로 동작할 수 있다. 일반 채널 본딩 모드일 경우 셀 교환 블록은 동작하지 않고 스트림 분배기 이후 각 채널의 신호는 독립적으로 생성된다. 이때 생성되는 신호의 파라미터 값은 RF 채널 별로 독립적으로 설정이 가능하다. SNR 평균 채널 본딩 모드일 경우 셀 교환 블록이 동작하며, 분할된 데이터가 두 RF 채널 간에 서로 교환된다. 이로 인해 주파수 다이버시티 이득을 추가로 얻을 수 있다. SNR 평균 채널 본딩 모드는 일반 채널 본딩 모드와 달리 두 개의 RF 채널의 데이터율은 동일해야 한다. 셀 교환 블록 이후는 두 개의 채널이 독립적으로 프레임링 및 인터리빙 (Framing & Interleaving) 블록과 파형 생성 (Waveform Generation) 블록을 거쳐서 두 개의 송신 신호가 생성되고 두 개의 RF 채널로 각각 송신된다.

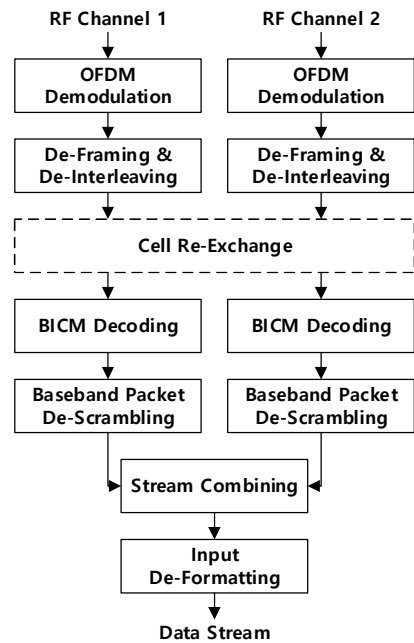


그림 2. 채널 본딩을 위한 수신기의 블록 다이어그램

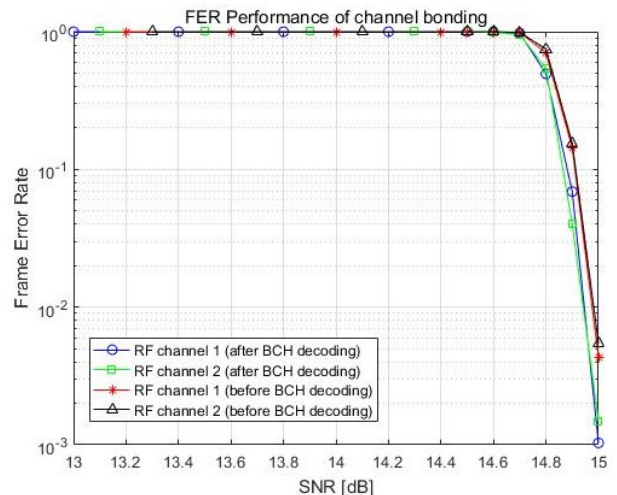


그림 3. 채널 본딩의 FER 성능

표 1. BICM, OFDM 파라미터

Parameters	Specification
Outer code	BCH
Inner code	LDPC length: 64800 code rate: 9/15
Modulation	Non-uniform 256QAM
FFT size	16384 (16k)
Bandwidth	6MHz
Guard interval length	1024
Scattered pilot pattern	SP6_2

3. 수신기 구조 및 실험 결과

그림 2 는 채널 본딩을 위한 수신기의 블록 다이어그램을 나타낸다. 각 RF 채널로부터 수신된 데이터는 차례로 OFDM 복조 블록과 역프레이밍 및 역인터리빙 블록을 거친다. 그 이후, 채널 본딩의 모드에 따라 셀 재교환 블록의 동작이 결정된다. 일반 채널 본딩 모드일 경우 각 채널의 데이터는 셀 재교환 블록을 거치지 않고 곧바로 BICM 디코딩 블록으로 입력된다. SNR 평균 채널 본딩 모드일 경우 셀 재교환 블록이 동작하며, 여기에서는 분할된 데이터가 두 채널 간에 서로 재교환되어 송신기에서 셀 교환 블록 전의 데이터 순서로 복구된다. 셀 교환 블록 이후는 두 개의 채널이 독립적으로 BICM 디코딩과 기저대역 패킷 역스크램블링이 수행된다. 역스크램블링 블록의 출력은 스트림 결합기 (Stream Combining) 블록으로 입력되고, 각 채널의 기저대역 패킷 헤더의 카운터 값을 이용하여

분할되었던 기저대역 패킷을 원래 순서대로 병합한다. 앞에서 병합된 하나의 기저대역 패킷은 입력 역포맷팅 블록에 입력되고 원래의 데이터 스트림이 출력된다.

그림 3 은 채널 본딩을 적용하였을 때 BICM 디코딩 블록

내의 LDPC (low-density parity check) 디코딩 출력과 BCH 디코딩 출력의 FER 성능을 나타낸 것이다. 여기서, 일반 채널 본딩 모드를 적용하였고 표 1 과 같은 파라미터로 두 개의 RF 채널의 파라미터를 동일하게 설정하였다. RF Channel 1 과 RF Channel 2 에서 각각의 FER 성능은 동일한 파라미터를 사용하였으므로 서로 같은 성능을 보임을 알 수 있다. SNR 이 15dB 이상에서 BCH 디코딩 출력이 10^{-3} 이하의 FER 을 달성함을 알 수 있다. 따라서, 하나의 RF 채널을 사용한 경우에 비해 동일한 FER 성능을 만족하면서 최대 2 배의 데이터 전송이 가능함을 알 수 있다.

4. 결론

본 논문에서는 ATSC 3.0 시스템의 고품질 서비스를 위해 채널 본딩 기술을 적용하였다. 채널 본딩의 송신기와 수신기의 구조를 제시하였고, 시뮬레이션을 통해 동일한 FER 성능을 만족하면서 최대 2 배의 데이터율을 달성할 수 있음을 확인하였다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술진흥센터의 정보통신·방송 연구개발 사업의 일환으로 수행되었음. [Development of Transmission Technology for Ultra High Quality UHD, 2017-0-00081].

참고문헌

- [1] Advanced Television Systems Committee, *ATSC Standard: A/322, Physical Layer Protocol*, Doc. A322, Feb. 2017.
- [2] 차세대방송표준포럼표준, “지상파 UHDTV 방송 송수신 정합 - 파트 4. 물리계층”, TTAK.KO-07.0127 /R1, 2016.
- [3] L. Stadelmeier, D. Schneider, J. Zöllner, and J. J. Gimenez, “Channel Bonding for ATSC 3.0,” *IEEE Transactions on Broadcasting*, vol. 62, no. 1, pp. 289–297, Mar. 2016.