

ATSC 3.0 융합형 3DTV를 위한 채널등화 시뮬레이터

*임솔, *김승기, **김성훈, **김희용, *김대진

*전남대학교, **한국전자통신연구원

*yimski0@naver.com, *seunggi_kim@naver.com, **steve-kim@etri.re.kr, **hykim5@etri.re.kr,
*djinkim@jnu.ac.kr

Channel Equalization Simulator for Hybrid 3DTV Based on ATSC 3.0

*Lim, Sol, *Kim, Seung Gi, **Kim, Sung-Hoon, **Kim, Hui Yong, *Kim, Dae Jin

Chonnam National University, ETRI

요약

최근 디지털 방송의 새로운 서비스에 대한 소비자의 기대와 무선 통신 및 영상 압축 기술의 발전으로 인해 차세대 방송 기술에 대한 관심이 고조되고 있다. 미국 방송 표준화 기구인 ATSC에서는 차세대 국제 방송 표준을 위해 ATSC 3.0을 시작하였고, 고정 방송 및 이동 방송의 동시 서비스 제공을 목표로 하고 있다. TDM을 사용하여 두 방송 서비스를 제공하는 경우 ATSC 3.0 융합형 3DTV 서비스를 제공할 수 있으며, 모바일 방송의 파일럿 심볼을 이용한 채널 추정 가능성이 있으므로 고정 방송만을 제공하는 경우보다 채널 등화 성능 측면에서 더 유리하다. 이에 본 논문에서는 ATSC 3.0 융합형 3DTV를 위한 채널 등화 시뮬레이터를 설계 및 구현하여 고정 방송 환경과 성능을 비교한다.

1. 서론

최근 디지털 방송의 새로운 서비스에 대한 소비자의 기대와 무선 통신 및 영상 압축 기술의 눈부신 발전으로 인해 차세대 방송 기술에 대한 관심이 고조되고 있다. 이로 인해 미국 방송 표준화 기구인 ATSC(Advanced Television Systems Committee)에서는 차세대 국제 방송 표준을 위해 ATSC 3.0을 시작하였고 이를 위한 표준안을 받기 시작하였다[1].

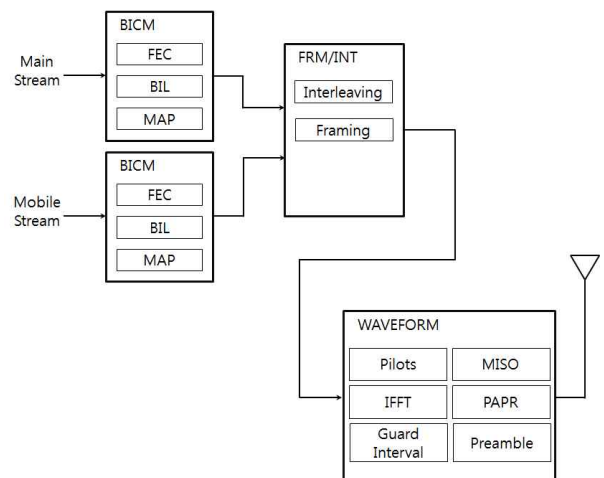
ATSC 3.0은 초 고화질(UHD) 방송의 고정 수신 뿐만 아니라 고화질(HD) 방송의 이동수신 동시 서비스를 목표로 하고 있다[2]. 만약 두 개의 서비스를 동시 수신이 가능하다면 두 서비스에서 제공하는 영상을 이용하여 ATSC 3.0 융합형 3DTV 서비스가 가능하다. ATSC 3.0 융합형 3DTV 서비스는 SC-MMH(Service Compatible Main and Mobile Hybrid delivery)[3]와 유사한 방법으로 지상파 서비스 영상과 모바일 서비스 영상을 동시에 수신하여 3D 콘텐츠를 재생하는 방식이다. 특히 in-band 내에서 UHD 2DTV, 모바일 HDTV, UHD 3DTV 서비스를 추가적인 정보 없이 동시에 제공이 가능하다는 점에서 전송 대역폭 부족을 해결할 수 있는 기술이다[4].

ATSC 3.0에서 서로 다른 화질의 비디오 스트림을 동시에 전송하는 다중화(multiplexing) 방식으로 TDM(Time Division Multiplexing), LDM(Layer Division Multiplexing) 등이 고려되고 있다. TDM 방식을 사용하는 경우 여러개의 방송 스트림을 짧은 시간 영역의 세그먼트로 분할하여 전송시킬 수 있으며, 고정 방송 서비스와 모바일 방송 서비스를 각 세그먼트에 할당하여 실시간으로 동시시간에 서비스 제공이 가능하다.

여기서 각 세그먼트는 고정 수신을 위한 심볼과 모바일 수신을 위

한 심볼로 구성될 수 있다. 각 심볼은 멀티 캐리어 전송 방식인 OFDM 변조를 통해 생성되며, 이동 수신 성능 향상을 위해서 모바일 심볼이 고정 수신 심볼보다 더 많은 파일럿을 보유한다. 따라서 고정 방송 서비스만을 제공하는 송신기보다 모바일 방송 서비스를 함께 제공함과 동시에 3D 콘텐츠를 송신하는 송신기가 모바일 심볼을 포함하고 있기 때문에 더 많은 파일럿을 전송하고 있다. 즉, 고정 수신을 위한 방송 서비스를 개시하였을 경우와 비교하여 채널 등화 성능 측면에서 더 유리하다. 본 논문에서는 ATSC 3.0 융합형 3DTV를 위한 채널 등화 시뮬레이터를 설계하고 구현하여 고정 방송 환경과 등화 성능을 비교한다.

2. ATSC 3.0 융합형 3DTV

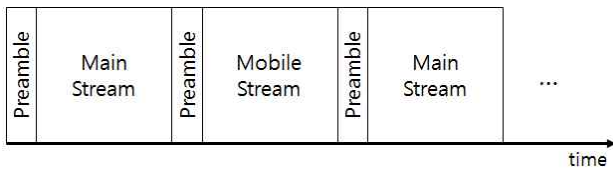


[그림 1] ATSC 3.0 융합형 3DTV 송신기 블록 다이어그램

[그림 1]은 ATSC 3.0 융합형 3DTV를 위한 송신기의 물리계층 블록 다이어그램이다. 물리계층은 크게 BICM(Bit-Interleaved Coded Modulation), FRM/INT(Framing/Interleaving), WAVEFORM부로 나눌 수 있다.

BICM부는 채널 왜곡 및 오류를 극복하기 위한 오류 정정 부호(FEC), 비트 단위 인터리버(BIL)와 변조(MAP)부분으로 구성되어 있다. 오류 정정 부호로는 inner code로 LDPC (Low Density Parity Check)와 outer code로 BCH가 사용되며, 변조 방식으로 비 균등 성상도(NUC : Non-Uniform Constellation)가 핵심 기술이다. ATSC 3.0 융합형 3DTV는 고정 방송 신호인 Main 스트림과 이동 방송 신호인 Mobile 스트림을 각각의 방송 환경을 고려한 FEC 및 변조 방법을 사용할 수 있다.

FRM/INT부는 시간/주파수 영역의 인터리빙과 프레임화를 수행하는 역할을 수행하는 부분이다. ATSC 3.0 융합형 3DTV는 Main 스트림과 Mobile 스트림의 두 스트림을 6 MHz의 in-band에서 전송하여야 하는 점을 고려하였을 때, 두 스트림은 하나의 융합형 3DTV 프레임으로 다중화를 하여 전송할 수 있다. 이 때 TDM 방식을 사용하는 경우 융합형 3DTV 프레임은 시간 자원을 이용하여 각 스트림을 할당한다. 만약 Main 스트림과 Mobile 신호를 1:1로 할당시키는 경우 [그림 2]와 같은 프레임 구조를 보이게 된다.

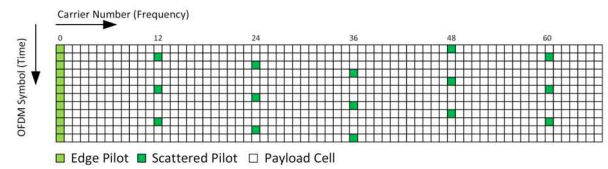


[그림 2] ATSC 3.0 융합형 3DTV 프레임 구조

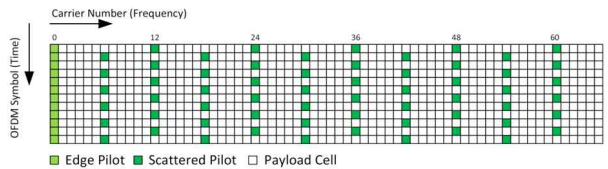
WAVEFORM부는 OFDM 심볼 내의 파일럿을 삽입하기 위한 Pilots, OFDM 변조를 위한 IFFT(Inverse Fast Fourier Transform), 심볼간 간섭을 보호하기 위한 보호 구간(Guard Interval), 다중 송신 안테나 기술(MISO : Multi Input Single Output), 부반송파간의 동위상 시 신호의 진폭 증가 문제를 해결하기 위한 PAPR (Peak-to-Average Power Ratio) 감쇠기, 수신기에서 신호를 인식하기 위한 프리앰블(Preamble)로 구성된다.

Pilots에서 삽입하는 파일럿 신호는 수신기에서 채널 추정에 사용될 수 있으며 심볼의 가장 첫 번째에 있는 엣지 파일럿, 데이터 셀의 중간에 위치하는 스캐터 파일럿으로 구성된다. 일반적으로 엣지 파일럿은 심볼의 종류에 관계없이 항상 일정한 위치를 가지고 있는 반면에, 스캐터 파일럿은 심볼의 종류에 따라 다르다.

높은 데이터 전송률을 요구하며 전송되는 채널의 시변 특성이 적은 경우에는 [그림 3]의 (a)와 같이 비교적 적은 수의 스캐터 파일럿을 사용할 수 있다. 반대로 이동 채널과 같이 채널의 변화가 심한 경우에는 (b)와 같은 스캐터 파일럿을 사용하여 채널 추정의 정확도를 높인다. ATSC 3.0 융합형 3DTV는 UHD 2DTV 서비스뿐만 아니라 HD의 Mobile 2DTV 서비스를 제공하기 때문에 Main 스트림에서는 (a)와 같은 스캐터 파일럿을 보유한 심볼이 전송되고, Mobile 스트림에서는 (b)와 같은 스캐터 파일럿을 보유한 심볼이 전송될 수 있다.



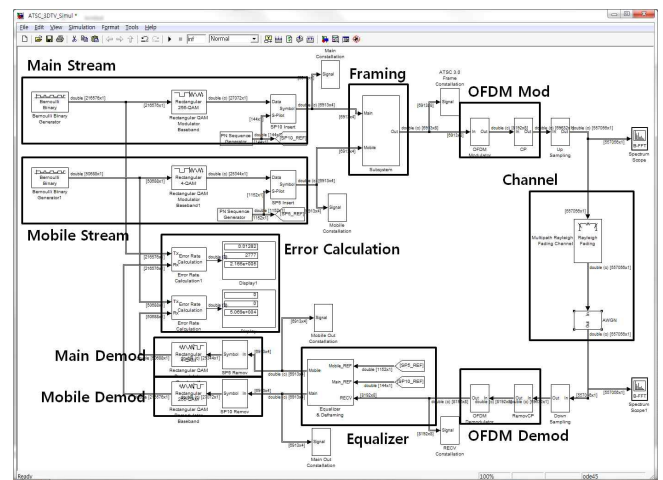
(a) 고정 TV 수신을 위한 스캐터 파일럿



(b) 이동 TV 수신을 위한 스캐터 파일럿

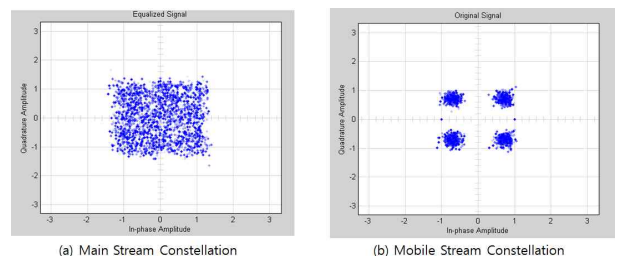
[그림 3] 고정 및 이동 TV 수신을 위한 스캐터 파일럿

3. ATSC 3.0 융합형 3DTV 시뮬레이터



[그림 4] 시뮬링크로 구현한 ATSC 3.0 융합형 3DTV 채널 등화 시뮬레이터

[그림 4]는 시뮬링크를 통하여 ATSC 3.0 융합형 3DTV 채널 등화 성능 평가를 위해 설계된 프로그램이다. Main 스트림의 신호는 256 QAM으로 변조하며 Mobile 스트림의 신호는 QPSK으로 변조하였다. 또한 전송되는 FFT의 크기는 8K 모드를 사용하였으며 보호 구간은 74 usec로 하였다. 시뮬레이터에서 사용하는 채널은 5 Hz의 도플러 주파수를 보이는 레일레이 페이딩 채널을 사용하였으며, SNR은 35 dB로 가정하였다. 시뮬레이터에서 사용되는 채널 추정 방법은 스캐터 파일럿을 이용한 선형 보간법(Linear Interpolation)을 사용하였다.



[그림 5] 각 스트림에 대한 수신기 성상도

[그림 5]의 (a)는 수신기의 Main 스트림에 대한 정상도이며 (b)는 Mobile 스트림에 대한 정상도이다. Main 스트림의 경우 높은 데이터 전송률을 보장하기 위해 256 QAM과 같은 고차 변조를 사용하기 때문에 Mobile 스트림과 비교하여 심볼 판정에 대한 결정 문턱값 (Threshold) 간격이 좁아 심볼 판정 에러가 더 높게 발생할 수 있다는 것을 정상도를 통해 확인할 수 있다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 미래창조과학부 정보통신 방송 연구개발 사업의 일환으로 수행하였음. [R0101-15-294, 융합형 실감 방송 서비스 및 전송 기술 개발]

참 고 문 헌

- [1] 이재영, 권선형, 박성익, 김홍목, "ATSC 3.0 기술 및 표준화 현황", 한국전자과학회, 전자과학기술 25(5), 2014. 9.
- [2] 응호민, 서재현, 김홍목, 허남호, "실감 지상파 디지털 방송기술", 한국통신학회, 한국통신학회지(정보와 통신) 32(2), 2015. 1.
- [3] ATSC, "3D-TV Terrestrial Broadcasting, Part 5-Service Compatible 3D-TV using Main and Mobile Hybrid Delivery (A/104)", ATSC, 2014. 8.
- [4] 김성훈, 기명석, 김휘용, 방민석, 정건훈, "ATSC 3.0 기반 고정/이동방송 융합형 3DTV 서비스 시나리오에 관한 연구", 한국방송공학회, 한국방송공학회 학술발표대회 논문집, 2015. 7.