

ATSC 3.0 LDM 및 스케일러블 비디오 코덱 기반 차세대 지상파 방송의 성능 비교 및 분석

이재영, 권선형, 박성익, 임보미, 허남호, 김흥묵
한국전자통신연구원

{jaeyl, shkwon, psi76, blim_vrossi46, namho, hmkim} @etri.re.kr

Performance Evaluation of ATSC 3.0 LDM and Scalable Video Codec Based Next Generation Terrestrial Broadcasting Systems

Jae-young Lee, Sunhyoung Kwon, Sung Ik Park, Bo-mi Lim, Namho Hur,
and Heung Mook Kim

Electronics and Telecommunication Research Institute (ETRI)

요 약

본 논문에서는 차세대 방송 표준 ATSC (Advanced Television Systems Committee) 3.0 기반 LDM (Layered Division Multiplexing) 및 스케일러블 비디오 코덱 (Scalable Video Codec) 을 활용한 지상파 방송시스템 기술을 살펴보고 그 성능을 비교 분석한다. 코어 레이어 (Core Layer)와 인핸스드 레이어 (Enhanced Layer)로 구성된 LDM 기반 PLP (Physical Layer Pipe)에, 스케일러블 비디오 코덱이 적용된 베이스 레이어 (Base Layer)와 인핸스먼트 레이어 (Enhancement Layer) 스트림을 각각 전송함으로써 하나의 RF 채널에 두 개 이상의 서비스를 전달할 경우 채널 효율을 극대화 할 수 있다. 본 논문에서는 이동 및 고정용 서비스, 즉 두 개의 서비스를 전송할 때 제안된 LDM 및 스케일러블 비디오 코덱을 사용한 기술과 TDM (Time Division Multiplexing) 및 Simulcast 를 적용한 기술과의 성능 비교를 통해 제안된 기술의 우수성을 검증하고자 한다.

1. 서론

북미를 기반으로 한 방송 표준 기구인 ATSC (Advanced Television Systems Committee) 에서는 2013 년부터 차세대 지상파 방송 기술 ATSC 3.0 의 표준화를 시작하였다. 본 ATSC 3.0 표준은 다양한 방송사들의 요구에 따라 기존의 ATSC 1.0 에 비해 전송률 증가, 강인한 수신 성능, 한정된 스펙트럼 자원의 효율적 활용 등을 제공하며, 국내에서는 2017 년 5 월부터 ATSC 3.0 표준 기반 본 방송을 실시 중에 있다.

ATSC 3.0 물리계층의 핵심 기반 기술 (Baseline Technology)로 채택된 LDM (Layered Division Multiplexing) 은 하나의 방송 채널에 여러 개의 방송 서비스를 효율적으로 전송 할 수 있는 기술이다. 본 기술을 활용하여 이동 서비스를 위한 HD 방송과 고정 서비스를 위한 4k-UHD 방송을 함께 전송할 경우, 기존의 TDM (Time Division Multiplexing) 혹은 FDM (Frequency Division Multiplexing) 방식 대비 3 ~ 9 dB 이상의 성능 이득을 보여준다 [1 - 5]. 한편, ATSC 3.0 비디오 그룹에서는 HEVC (High Efficiency Video Coding) Main 10 Profile 을 기반으로 Base Layer 와 Enhancement Layer 로 구성된 2 계층 스케일러블 비디오 코딩기술을 표준에

포함시켰다. 방송사에서 동일한 방송 스트림을 이동용과 고정용으로 제공할 경우, HEVC 를 독립적으로 인코딩 (Simulcast)하는 방식에 비해 전송률을 절약할 수 있을 뿐만 아니라, 경제적인 비용 절감 효과도 기대할 수 있을 것으로 예상되고 있다 [6].

본 논문에서는 하나의 채널에서 두 개의 동일한 서비스를 전송하는 경우 (e.g. 이동 HD 및 고정 4k-UHD 서비스), LDM 및 스케일러블 비디오 코덱을 활용한 지상파 방송 시스템의 성능을 분석하고, 기존 방식 대비 성능 이득을 평가하고자 한다.

2. LDM 및 스케일러블 비디오 코덱 기술

그림 1 은 LDM 및 스케일러블 비디오 코덱을 활용한 ATSC 3.0 기반 지상파 방송 송수신 시스템의 구성도를 나타낸다. ATSC 3.0 물리계층 표준은 Core Layer 및 Enhanced Layer 로 구성된 2 계층 LDM 기술을 허용하고 있으며, 비디오 표준 또한 Base Layer 및 Enhancement Layer 로 구성된 2 계층 스케일러블 비디오 코덱을 허용하고 있다. 그림 1 에서 도시된 것처럼, 이동용 HD 서비스를 포함한 Base

Layer 스트림과 4k-UHD 서비스를 위해 부가정보를 포함한 Enhancement Layer 스트림으로 구성된 2 계층 스케일러블 비디오 코덱의 출력은 각각 독립된 IP (Internet Protocol) 패킷으로 구성된다. 이 때, 각각의 IP 스트림은 ATSC 3.0 Transport Layer 표준을 만족하는 MMT (MPEG Media Transport) 혹은 ROUTE (Real-time Object delivery over Unidirectional Transport) 기반의 출력을 요구한다. 이후 ATSC 3.0 물리계층 송신기에서는 Base Layer IP 스트림을 LDM 의 Core Layer PLP 에, Enhancement Layer IP 스트림을 LDM 의 Enhanced Layer PLP 에 매핑시켜 전송하게 된다. 이 때 각각의 스트림은 서로 독립적인 FEC (Forward Error Correction) 및 성상 (Constellation) 매핑을 수행하여 서로 다른 강인성, 즉 이동 및 고정 수신에 적합한 송신 파라미터를 설정해야 한다. 두 개의 서로 다른 스트림은 LDM 삽입레벨 설정에 따라 셀 단위로 결합되며 이후 시간/주파수 인터리빙, OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 등은 두 스트림에 공통으로 적용되어 하드웨어 및 메모리 복잡도를 크게 감소 시킬 수 있다.

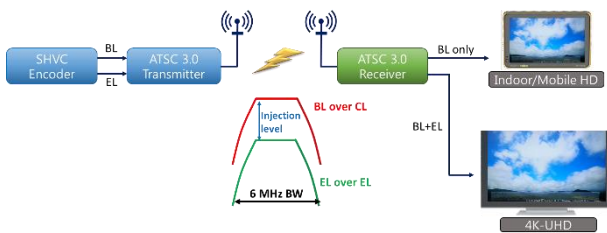


그림 1. LDM 및 스케일러블 비디오 코덱을 활용한 ATSC 3.0 기반 지상파 방송 시스템의 구성도.

수신부에서는 Base Layer 스트림을 전달하는 LDM Core Layer PLP 를 Enhanced Layer PLP 가 삽입된 상태에서 직접 복조 하게 된다. 이 때, 삽입된 Enhanced Layer PLP 는 단순히 부가적인 노이즈로 간주할 수 있다. 또한, Base Layer 를 복조하기 위한 이동용 수신기는 스케일러블 비디오 처리 기능이 없는 일반 HEVC 코덱으로도 복조가 가능하다. LDM Core Layer PLP 복조 후 Enhanced Layer PLP 를 복조하기 위해서는 Core Layer 의 재변조 신호를 LDM 결합신호로부터 제거하여야 한다. 이 때, 스케일러블 비디오의 Enhancement Layer 는 4k-UHD 를 복조하기 위한 부가정보이므로, 이미 복조된 Base Layer 를 반드시 필요로 한다. 또한, 4k-UHD 를 복조하기 위한 수신기는 채널 상황에 따라서 HD 신호와 4k-UHD 신호를 Seamless 하게 수신할 수 있다. 즉, 열악한 채널 환경에서는 낮은 수신 SNR (Signal-to-Noise Ratio)를 요구하는 Core Layer (Base Layer) 수신이 가능하며, 좋은 채널 환경에서는 높은 수신 SNR 을 요구하는 Enhanced Layer 수신이 가능하다.

3. 성능 비교 분석

본 장에서는 이동용 HD 및 고정용 4k-UHD 를 동시에 서비스 하는 경우 스케일러블 비디오 코덱의 Simulcast 대비

성능 이득을 살펴보고, 이를 물리계층의 LDM 과 결합하였을 때 얻을 수 있는 성능 이득을 살펴보고자 한다. 먼저 스케일러블 비디오 코덱의 효율을 알아보기 위하여, 이동용 HD 서비스를 위한 Base Layer 는 2.5 ~ 6.4 Mbps 의 전송률을, 고정용 4k-UHD 서비스를 위한 Enhancement Layer 는 12.8 ~ 19.4 Mbps 의 전송률을 설정하여 서비스를 구성하였다.

Simulcast 전송 시, 위와 같이 스케일러블 비디오 코덱을 위해 설정한 전송률과 동일한 품질을 갖는 4k-UHD 서비스를 위해서는, 일반적으로 Base Layer 의 전송률에 상응하는 추가 전송률이 요구 된다. Reference Software (SHM)를 활용한 전산 실험결과, 스케일러블 비디오 코덱 활용 시 Simulcast 대비 약 9 ~ 40 %의 전송률 이득을 확인 할 수 있었다. 이와 같은 전송률 이득은 물리계층에서 LDM 을 적용 시 더욱 극대화 될 수 있다. 전산 실험 결과, 제안된 LDM 및 스케일러블 비디오 코덱 적용 시, 기존 방식인 TDM 및 Simulcast 과 비교하여, 본 논문에서 제안한 서비스 시나리오 기준 약 8 ~ 11 dB 이상의 성능 이득을 확인 할 수 있었다.

4. 결론

본 논문에서는 ATSC 3.0 물리계층 표준기술인 LDM 과 비디오 표준에 포함된 스케일러블 비디오 코덱 기반 차세대 지상파 송수신 기술을 살펴보았다. 하나의 채널에서 이동용 HD 와 고정용 4k-UHD 를 동시에 서비스 할 경우 제안된 결합 기술 활용 시 제한된 주파수 효율을 극대화 할 수 있음을 확인 할 수 있었다.

참고문헌

- [1] L. Fay, L. Michael, D. Gomez-Barquero, N. Ammar, and M. W. Caldwell, "An overview of the ATSC 3.0 physical layer specification," *IEEE Trans. Broadcast.*, vol. 62, no. 1, pp. 159-171, Mar. 2016.
- [2] ATSC Standard: A/322, Physical Layer, document A/322, Adv. Televis. Syst. Committee, Washington, DC, USA, Sep. 2016.
- [3] ATSC Standard: A/321, System Discovery and Signaling, document A/321, Adv. Televis. Syst. Committee, Washington, DC, USA, Mar. 2016.
- [4] S.-I. Park et al., "Low complexity layered division multiplexing system for ATSC 3.0," *IEEE Trans. Broadcast.*, vol. 62, no. 1, part II, pp. 233-243, March 2016.
- [5] J.-y. Lee et al., "Multiple service configurations based on layered division multiplexing," *IEEE Trans. Broadcast.*, vol. 63, no.1, part II, pp. 267-274, March 2017.
- [6] J. Boyce, Y. Ye, J. Chen, and A. K. Ramasubramonian, "Overview of SHVC: Scalable extensions of the high efficiency video coding standard," *IEEE Trans. Circuits and Systems for Video Technology*, vol. 26, no. 1, pp. 20-34, Jan. 2016.