

# LDM 기반 차세대 지상파 방송 시스템을 위한 효율적인 PLP 구성 방법 및 성능 분석

이재영, 박성익, 권선형, 김홍묵  
한국전자통신연구원

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

## Performance Evaluation of Efficient Multiple-PLP Configuration for LDM-Based Terrestrial Broadcasting Systems

Jae-young Lee, Sung Ik Park, Sunhyoung Kwon, and Heung Mook Kim  
Electronics and Telecommunications Research Institute

### 요 약

본 논문은 차세대 지상파 국제 방송 표준인 Advanced Television Systems Committee (ATSC) 3.0 의 주요 기술로 선정된 layered division multiplexing (LDM) 기술에서 효율적인 framing 및 multiple physical layer pipe (PLP) 구성 방법을 소개하고 성능을 평가하였다. Multiple PLP 를 전송하는 환경에서 본 구성 방법의 장점을 살펴보고, LDM 적용 시 기존 기술 대비 성능 이득을 분석해 보고자 한다.

### I. 서 론

Advanced Television Systems Committee (ATSC) 에서는 2013 년부터 차세대 지상파 국제 방송 표준 ATSC 3.0 개발을 시작하였으며, indoor, pedestrian, mobile 환경에서의 강인한 수신 성능, 한정된 스펙트럼 자원의 효율적 활용 등 방송사들의 요구사항을 만족시키기 위한 국제 표준 완성을 2016 년 까지 계획하고 있다.

현재까지 채택된 ATSC 3.0 물리계층의 핵심 baseline 기술로 채택된 layered division multiplexing (LDM) 기술은 하나의 방송 채널에 여러 개의 방송 스트림을 효율적으로 전송 할 수 있도록 제안되었으며, 이동용 HD 방송과 고정용 4k-UHD 방송을 함께 전송할 경우, 기존의 time division multiplexing (TDM) 방식 대비 4~9 dB 정도의 성능 이득이 있는 것으로 판명되었다 [1], [3], [4]. LDM 기술에서의 각 계층, 즉 indoor / mobile HD 스트림을 전송하는 core layer, fixed 4k-UHD 를 전송하는 enhanced layer 신호는 각기 다른 파워에 따라 삽입되어 전송되며, 수신된 다층 신호 중 enhanced layer 신호는 신호 제거 기술에 의하여 복조가 가능하다. 연구 결과에 따르면, 제안된 2-layer LDM 시스템은 하나의 스트림을 전송하는 single physical layer pipe (PLP) 시스템 대비 약 10% 증가된 logic 복잡도 (complexity)와 메모리(memory) 사용으로 구현이 가능하다 [5].

본 논문에서는 낮은 복잡도와 메모리 사용으로 구현 가능한 LDM 시스템에 적합한 효율적인 framing 및 multiple PLP 구성 방법에 대하여 소개한다. 본 논문에서 소개된 multiple PLP 구성 방법에 따른 각 서비스의 성능을 분석하고, 기존 방식 대비 성능 이득을 평가하고자 한다.

### II. LDM 을 위한 PLP 구성법

하나의 방송 채널에서 여러 개의 방송 서비스를 전송하기 위해서는 프레임 및 PLP 구성이 필요하다. 그림 1 은 LDM 을 이용하여 여러 개의 방송 서비스를 가장 단순하게 구성할 수 있는 방법으로, 2-layer 로 구성된 LDM 프레임과 1-layer 프레임을 슈퍼프레임 (super-frame) 단위의 TDM 방식으로 구성한 방법을 도시한 도면이다. 낮은 복잡도와 메모리를 사용하는 LDM 의 구현을 위해, LDM 프레임은 core layer 와 enhanced layer 간 FFT 사이즈, 타임 인터리버, 프레임 길이 등을 공유하는 반면, 또 다른 서비스를 위한 1-layer 프레임은 다른 파라미터를 사용하도록 구성할 수 있다. 이와 같은 프레임 구성 방법은 LDM 이 하나의 전체 프레임에 적용되므로 물리적으로는 single PLP 로 간주될 수 있다. 따라서 variable bit rate 를 고려할 필요가 없는 convolutional 타임 인터리버 적용이 가능하다.

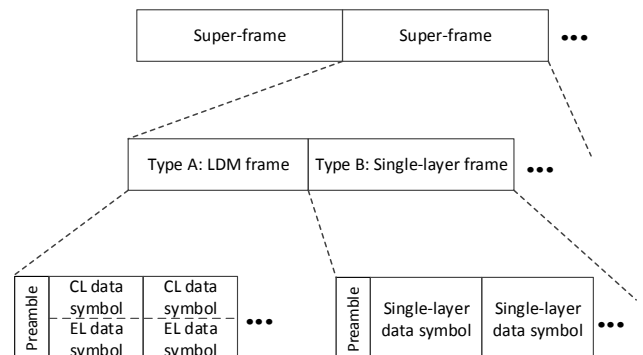


그림 1. LDM 프레임을 포함한 ATSC 3.0 의 슈퍼프레임 구성방법

DVB-T2/NGH 의 경우 여러 개의 서비스를 전송하는 Multiple PLP 를 구성하기 위해선 TDM 형태의 PLP 를 사용하도록 되어있다 [2]. 반면 ATSC 3.0 에서는 보다 높은 flexibility 를 제공하기 위하여 TDM 형태의 PLP 이외에 sub-frame 형태의 partition 과 LDM 방식의 PLP 를 추가로 구성할 수 있다. 표 1 은 ATSC 3.0 에서 프레임 을 구성하기 위한 계층 구조를 나타낸 것이다. 표 1 에 따르면, 하나의 프레임에서 partition 을 구성하여 pilot pattern, FFT 사이즈, guard interval 등을 정의하고, 다음으로 TDM 형태의 PLP 를 구성하여 타임 인터리버, PLP 사이즈, 위치, 타입 등을 정의한다. 마지막으로 LDM 형태의 PLP 를 구성하여 FEC 코드율, modulation order, LDM enhanced layer 의 injection level, group ID 등을 정의하게 된다.

표 1. LDM 프레임 및 PLP 구성을 위한 순서

Framing hierarchy	Signaling parameters
Partition	Pilot pattern, FFT size, Guard interval
TDM PLP	Time interleaver, PLP size, PLP position, PLP type (sub-slicing)
LDM PLP	FEC code rate, modulation order, injection level, group ID

그림 2 는 LDM 을 이용하여 3 개의 서비스, 즉 robust audio, mobile HD, 4k-UHD 를 동시에 전송하기 위한 PLP 구성방법을 나타낸 그림이다. 그림과 같이 낮은 데이터 율의 robust audio 와 mobile HD 서비스는 LDM 의 core layer 에 전송하고, 4k-UHD 서비스는 enhanced layer 에 전송한다. 여기서 enhanced layer 의 4k-UHD 서비스는 낮은 복잡도와 메모리 사용을 위해 core layer 의 PLP1, PLP2 와 같은 사이즈를 갖는 PLP3, PLP4 로 각각 나누어 프레임을 구성하고, PLP3 와 PLP4 는 같은 서비스임을 알려주는 group ID 를 통해 시그널링 해준다.

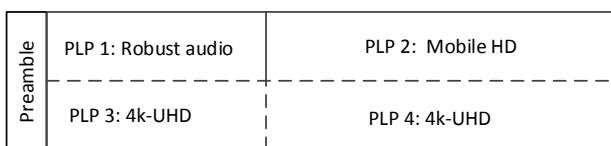


그림 2. LDM 을 포함한 PLP 구성방법

그림 2 와 같은 3 개의 서비스를 동시에 전송하기 위한 다양한 방법의 PLP 구성이 가능하다. 표 2 는 3 개의 서비스를 전송하기 위한 각기 다른 3 개의 PLP 구성방법에 따른 AWGN 성능을 비교한 표이다. Case 1 은 3 개의 서비스를 모두 TDM 형태의 PLP 로 구성한 방법이며, Case 2 는 비교적 쉬운 LDM 구현을 위해서 데이터 율이 가장 낮은 robust audio 서비스를 1-layer TDM PLP 로 구성하고, mobile HD 와 4k-UHD 를 LDM 으로 전송한 방법이다. 마지막으로 Case 3 는 그림 2 와 같이 robust audio 와 mobile HD 서비스를 core layer 에, 4k-UHD 를 enhanced layer 에 전송하였다. 여기서 각 서비스의 전송율은 robust audio 가 210 ~ 220 kbps, mobile HD 가 3.7 ~ 3.9 Mbps, 4k-UHD 가 18.5 ~ 18.6 Mbps 가 되도록 FEC code rate,

modulation order, injection level 등을 적절히 조절하여 선택하였다. 표 2 의 성능 분석에 따르면, LDM 을 부분적으로 적용한 Case 2 의 경우 Case 1 의 TDM 대비 전체적으로 약 5.7dB 의 성능이득을 보여준다. 뿐만 아니라 표 1 과 그림 2 와 같은 LDM PLP 구성방법에 따라 3 개의 서비스를 모두 LDM 적용시킨 Case 3 의 경우, 부분적으로 LDM 을 적용시킨 Case 2 에 대비하여 약 3.7dB 의 추가 성능이득이 발생함을 알 수 있다.

표 2. 3 개의 서비스를 전송할 때 PLP 구성에 따른 성능 비교

	Case 1 (TDM)	Case 2 (LDM)	Case 3 (LDM)
Robust audio	1.2 dB	-1.7 dB	-4.7 dB
Mobile HD	6.3 dB	3.7 dB	3.3 dB
4k-UHD	18.8 dB	18.6 dB	18.3 dB

### III. 결론

본 논문에서는 차세대 국제 방송 표준 ATSC 3.0 의 주요 baseline 기술로 채택된 LDM 기술의 framing 및 multiple PLP 구성방법을 소개하고 그 성능을 평가하였다.

### ACKNOWLEDGMENT

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

### 참고 문헌

- [1] Y.Wu, B.Rong, K.Salehian and G.Gagnon, " Cloud Transmission: A New Spectrum-Reuse Friendly Digital Terrestrial Broadcasting Transmission System," *IEEE Trans. on Broadcasting*, vol. 58, no. 3, pp. 329-337, Sept. 2012.
- [2] ETSI TS 102 831 V1.2.1 (08/12) Implementation Guidelines for a Second Generation Digital Terrestrial Television Broadcasting System (DVB-T2), *European Telecommunications Standards Institute*, Geneva. 2012.
- [3] S. I. Park, H. M. Kim, and J. Kim, " A novel data transmission scheme for ATSC terrestrial DTV systems," *ETRI Journal*, vol. 34, no. 2, pp. 168 - 174, Apr. 2012.
- [4] J-y. Lee, J. Song, S. I. Park, H. M. Kim " Performance evaluation of lower layer system in Cloud transmission for terrestrial DTV broadcasting," in *Proc. IEEE Int. Sym. Broadband Multimedia Systems and Broadcasting (BMSB)*, Beijing, China, June 2014.
- [5] S. I. Park, Y. Wu, L. Zhang, J. Montalban, J-y. Lee, P. Angueira, S. Kwon, H.M. Kim, N. Hur, and J. Kim, " Low complexity layered division multiplexing system for the next generation terrestrial broadcasting," in *Proc. IEEE Int. Sym. Broadband Multimedia Systems and Broadcasting (BMSB)*, Ghent, Belgium, June 2015