

ATSC 3.0 을 위한 LDM 시스템

박성익, 이재영, 권선형, 김홍목, 허남호
한국전자통신연구원
psi76@etri.re.kr

Layered Division Multiplexing (LDM) System for ATSC 3.0

Sung Ik Park, Jae Young Lee, Sunhyoung Kwon, Heung Mook Kim, Namho Hur
Broadcasting System Research Department, ETRI

요 약

본 논문에서는 ATSC (Advanced Television Systems Committee) 3.0 시스템을 위한 LDM (Layered Division Multiplexing) 기술을 제안하고, 그 성능을 전산실험을 통해 분석한다. 제안된 LDM 시스템은 기존의 TDM (Time Division Multiplexing) / FDM (Frequency Division Multiplexing) 기술에 비해 약 3에서 9 dB의 성능 이득을 나타낸다.

1. 서론

최근 RF (Radio Frequency) 스펙트럼을 효율적으로 사용하기 위해, LDM (Layered Division Multiplexing) 기술이 개발되었고 [1], ATSC (Advanced Television Systems Committee) 3.0 시스템을 위한 baseline 기술로 채택되었다. 이동(mobile) 및 고정(fixed) 방송 서비스가 하나의 RF 채널에서 서비스될 때, LDM 기술은 기존의 TDM (Time Division Multiplexing) 및 FDM (Frequency Division Multiplexing) 기술과 비교하여 큰 성능 이득을 나타낸다. LDM 기술의 가장 대표적인 use case 는 하나의 RF 채널에서 강인한(robust) 이동 HD 를 upper layer (UL)에, 고정 4k-UHD 를 lower layer (LL)에 서비스하는 경우이다.

본 논문에서는 낮은 복잡도를 가지는 two-layer LDM 시스템을 제안하고, 그 성능을 전산실험을 통해 분석한다. 제안된 LDM 시스템은 이동 수신을 위한 UL 과 고정 수신을 위한 LL 이 OFDM 관련 부분을 공유하기 때문에, 낮은 복잡도를 가진다. 뿐만 아니라, 제안된 LDM 시스템은 기존의 TDM/FDM 대비 4에서 6 dB의 이득을 가진다.

2. 낮은 복잡도를 가지는 LDM 시스템

본 논문에서 제안하는 낮은 복잡도를 가지는 LDM 송신기 및 수신기 구조는 그림 1 및 2 와 같다. 그림 1 에서 보여지는 것처럼, LDM 시스템의 UL 과 LL 은 OFDM 관련 부분(fast Fourier transform (FFT), pilots, time & frequency interleaver, guard interval, preamble, 등)을 공유한다.

LDM 수신기는 낮은 복잡도를 가지는 이동 수신기 (예: DVB-T2 Lite)와 상대적으로 높은 복잡도를 가지는 고정 수신기 (예: normal DVB-T2 수신기)로 분류된다. LDM UL 을 수신하는 이동 수신기는 LL 신호를 잡음(noise)으로 간주하기 때문에, 기존의 single-layer 수신기와 비교했을 때 복잡도 증가가 없다. 뿐만 아니라, 이동 수신기는 낮은 복잡도를 위해

low-rate short-length LDPC 부호와 낮은 차수의 신호 성상(QPSK 또는 16QAM)을 사용하기 때문에, 2에서 5 Mbps의 데이터를 -1에서 5 dB SNR 환경에서 수신할 수 있다. 반면, LDM LL 을 수신하는 고정 수신기는 UL 와 LL 를 동시에 복호해야 하기 때문에, UL bit-interleaved coded modulation (BICM) 복호기 및 UL 제거기에 의한 복잡도 증가가 존재한다. 뿐만 아니라 LDM 고정 수신기는 UHD 및 multiple HD 수신을 목표로 하기 때문에, 높은 차수의 신호 성상(64/256/1k-QAM)과 high-rate long-length LDPC 부호를 사용한다. 따라서, LDM 고정 수신기는 15에서 30 Mbps의 데이터를 15에서 25 dB SNR 환경에서 수신할 수 있다.

3. 전산 실험 결과

본 논문에서 제안하는 낮은 복잡도를 가지는 LDM 시스템과 기존의 TDM 시스템과의 성능을 비교하기 위해서, ATSC 3.0 baseline parameters 를 이용하여 전산실험을 수행하였다. 전산실험을 위해 LDM 시스템은 이동 및 고정 수신을 위해 16k-FFT, 1/16 guard-interval (GI), and PP(12,2) pilot pattern 을 사용하였다. 이에 반해, TDM 시스템은 고정 수신을 위해 32k-FFT, 1/32 GI, PP(24,4)를, 이동 수신을 위해 8k-FFT, 1/8 GI, PP(6,2)를 각각 사용하였다. 표 1 은 LDM 및 TDM 의 AWGN 채널에서의 SNR 성능을 나타낸다. 표 1 에 나타난 것처럼, LDM 시스템은 기존의 TDM 시스템과 비교하여 AWGN 채널에서 약 4에서 8 dB 성능 이득을 나타낸다.

4. 결론

본 논문에서는 ATSC 3.0을 위한 LDM 기술을 제안하고, 그 성능을 분석하였다. LDM 시스템은 하나의 RF 채널에서 이동 및 고정 수신을 동시에 제공하는 경우, 기존의

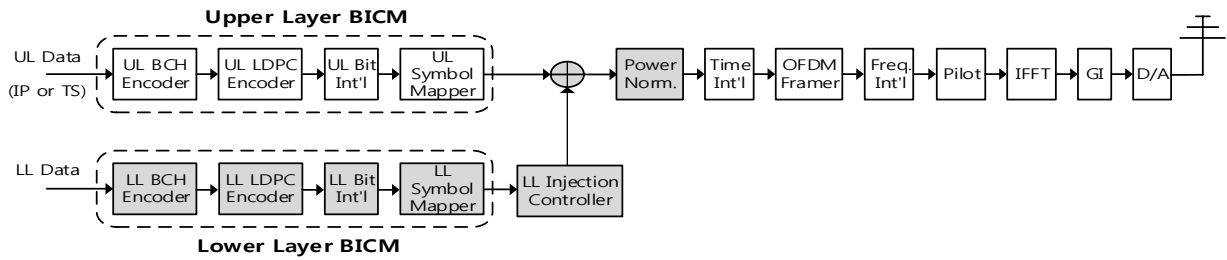


그림 1. 낮은 복잡도를 가지는 LDM 송신기

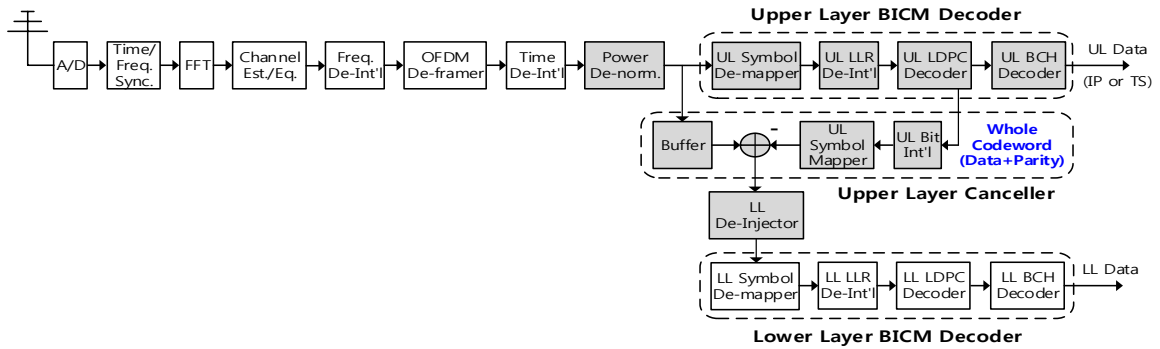


그림 2. 낮은 복잡도를 가지는 LDM 수신기

표 1. LDM vs. TDM in AWGN Channel

LDM (two layers, -4 dB injection level) vs. TDM (single layer) - AWGN Channel for Mobile and Fixed Reception -								
Mobile Mode	LDM System		TDM System					
	Upper Layer (100% Time)		Mobile 55% Time		Mobile 40% Time		Mobile 30% Time	
	Data rate	SNR	Data rate	SNR	Data rate	SNR	Data rate	SNR
Low-rate	2.0 Mbps (QPSK & 3/15-LDPC)	-2.0 dB	2.0 Mbps (QPSK & 6/15-LDPC)	-0.4 dB	2.0 Mbps (QPSK & 8/15-LDPC)	1.3 dB	2.1 Mbps (QPSK & 11/15-LDPC)	3.7 dB
Mid-rate	2.7 Mbps (QPSK & 4/15-LDPC)	-0.3 dB	2.7 Mbps (QPSK & 8/15-LDPC)	1.3 dB	2.7 Mbps (QPSK & 11/15-LDPC)	3.7 dB	2.6 Mbps (16-NUC & 7/15-LDPC)	5.3 dB
High-rate	4.1 Mbps (QPSK & 6/15-LDPC)	2.7 dB	4.1 Mbps (16-NUC & 6/15-LDPC)	4.3 dB	4.0 Mbps (16-NUC & 8/15-LDPC)	6.4 dB	4.1 Mbps (16-NUC & 11/15-LDPC)	9.6 dB
Fixed Mode	Low Layer with -4 dB injection (100% Time)		Fixed 45% Time		Fixed 60% Time		Fixed 70% Time	
Low-rate	14.3 Mbps (6-4NUC & 7/15-LDPC)	14.6 dB	14.4 Mbps (256-NUC & 11/15-LDPC)	18.9 dB	14.4 Mbps (64-NUC & 11/15-LDPC)	14.4 dB	15.3 Mbps (64-NUC & 10/15-LDPC)	13.0 dB
Mid-rate1	20.5 Mbps (64-NUC & 10/15-LDPC)	18.5 dB	19.6 Mbps (1k-NUC & 12/1-LDPC)	25.6 dB	21.0 Mbps (256-NUC & 12/15-LDPC)	20.7 dB	20.4 Mbps (256-NUC & 10/15-LDPC)	17.3 dB
Mid-rate2	24.6 Mbps (256-NUC & 9/15-LDPC)	21.2 dB	-	N/A	24.0 Mbps (1k-NUC & 11/15-LDPC)	23.5 dB	24.4 Mbps (256-NUC & 12/15-LDPC)	20.7 dB
High-rate	30.1 Mbps (256-NUC & 11/15-LDPC)	24.4 dB	-	N/A	-	N/A	30.6 Mbps (1k-NUC & 12/15-LDPC)	25.6 dB

TDM/FDM 대비 매우 높은 성능 이득을 나타낸다. 따라서, LDM 시스템은 차세대 방송시스템의 핵심 기술로 사용될 수 있다.

Acknowledgment

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

개발]

참고문헌

[1] Y. Wu, B. Rong, K. Salehian, and G. Gagnon, "Cloud transmission: A new spectrum-reuse friendly digital terrestrial broadcasting transmission system," IEEE Trans. Broadcasting, vol. 58, no. 3, pp. 329- 337, Sep. 2012.