

DVB-C2 기반의 디지털 케이블 UHDTV 전송기술

□ 정준영, 조용성, 최동준, 허남호 / 한국전자통신연구원 방송시스템연구부

요약

최근 디지털 방송의 활성화는 방송 및 통신 영역에서 다양한 신규 서비스의 개발로 이어져 방송미디어 산업에서 새로운 부가가치를 창출하고 있다. 특히 디지털 방송으로의 전환을 계기로 선진 각국에서는 차세대 방송 서비스에 대한 관심이 한층 고조되고 있으며, 디스플레이 기술의 진화와 전송 기술의 고도화가 거듭됨에 따라 HD급 영상 서비스에서 UHD급 영상서비스로 5.1 채널 음향 서비스에서 10.2채널 이상의 음향 서비스로 향상된 고품질 실감 방송 서비스의 도입이 거론되고 있다. 차세대 케이블 전송 표준인 DVB-C2 표준은 기존 전송 방식에 비해 전송 효율을 30% 이상 향상시켰지만 UHDTV 방송 서비스와 같은 대용량 방송 콘텐츠의 전송을 위해서는 채널 용량의 제한으로 인해 여전히 고려되어야 할 사항이 남아있다. 이에 본 고에서는 최근 표준화가 완료된 차세대 케이블 전송기술인 DVB-C2 표준을 이용하여 효과적으로 UHDTV 방송 서비스를 전송하기 위한 방법을 제시하고자 한다.

1. 서론

케이블 방송망은 광대역을 가진 유선망이라는 매체 특성으로 동일한 망을 이용하여 방송 서비스뿐만 아니라 통신 서비스까지 제공할 수 있는 양방향 방송 서비스가 가능하여 방송/통신 융합을 위한 최적의 망으로 거론되고 있다. 서비스 관점에서 케이블 방송망은 도입초기 단순히 지상파 방송의 난시청 해소를 위한 수단이었으나 프로그램 공급자와 중합 유선 방송국의 등장으로 독립적인 방송 매체로 발전하였다. 또한, 북미 주도하에 1990년대 중반 통신법이 개정된 이후 방송/통신 시장의 개방에 대비하기 위해 케이블방송 사업자들은 케이블 방송망에서 양방향 고속 데이터 서비스를 제공할 수 있는 방안으로 케이블 모델을 도입하여 방송과 통신을 동시에 수용하는 통합 망으로 발전시켜왔다 [1].

케이블 방송망을 기반으로 한 디지털 방송, VoIP (Voice over Internet Protocol), VOD(Video on

Demand), 영상전화, 무선 랜 로밍 등의 다양한 멀티미디어 서비스의 출현과 향후 도입될 차세대 방송 서비스 및 새로운 융합형 멀티미디어 서비스의 수용을 위해 케이블 방송망의 고도화에 대한 요구가 최근 제기되었다. 특히, 유럽을 중심으로 이러한 요구를 만족시키기 위해 가용 전송 대역의 확보를 위한 검토가 있었으며, 이에 대한 방안으로 1)전송 주파수 대역의 확장, 2)셀(Network Segment)당 가입자 수의 축소, 3)주파수 효율이 높은 전송방식의 적용이 제시되었다. 위의 세 가지 방안 중 1)과 2) 방안은 케이블 방송망 전체에 대한 새로운 인프라를 구축하는 것으로 비용이 너무 많이 소요되어 실현 가능성이 적은 반면, 3)의 경우 기존의 망 인프라를 사용할 수 있다는 비용 측면에서 가장 유리한 장점이 있었고, 이는 결국 DVB(Digital Video Broadcasting)-C2 표준의 개발로 이어지게 되었다. DVB-C2 표준에서는 기존의 케이블 전송 표준인 DVB-C보다 30% 이상의 전송 효율을 높이하고자 새로운 변조 방식과 채널 오류정정 부호 방식을 도입하였다.

향상된 전송 효율에도 불구하고 6 또는 8MHz의 채널 대역폭 제한으로 인하여 UHDTV 등과 같은 대용량 방송 콘텐츠의 전송을 위해서는 여전히 고려해야 할 사항이 남아있다. 이에 본문에서는 차세대 케이블 전송기술인 DVB-C2 표준을 이용하여 효과적으로 UHDTV 방송 서비스를 전송하기 위한 방법을 제시하고자 한다.

II. DVB-C2의 개요 및 특징

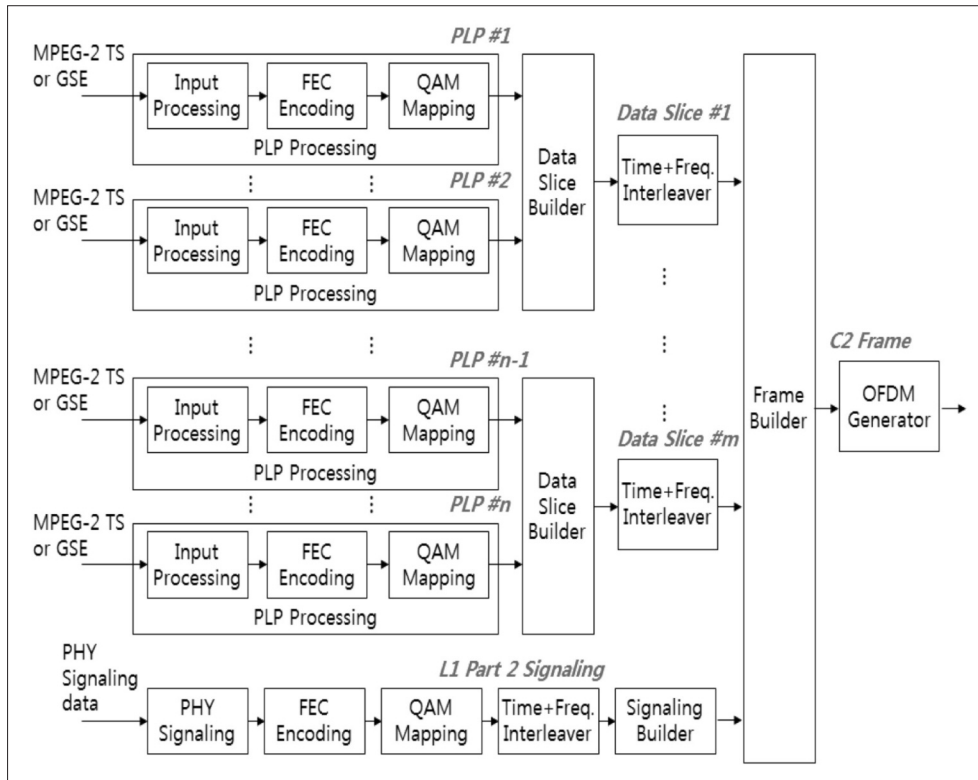
1. DVB-C2 개요

기존의 케이블 전송 표준에서는 채널 오류정정

방식으로 RS(Reed Solomon) 부호를 사용하며 단일 반송파에 기반한 64/256QAM(Quadrature Amplitude Modulation) 변조를 사용하였다. 이에 반해 DVB-C2에서는 전송 효율을 획기적으로 높이기 위하여 더욱 성능이 강화된 채널 오류정정 부호로 BCH(Bose, Chaudhuri, and Hocquenghem)와 LDPC(Low Density Parity Check) 부호가 연결되어 사용되며, 변조 포맷도 최대 4096QAM까지 적용하였다. 그리고 다중 반송파에 기반한 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 방식을 사용하는 것을 특징으로 한다[2-3].

DVB-C2 전송 시스템 구조는 <그림 1>과 같이 다수개의 PLP(Physical Layer Pipe) 처리부와 다수개의 데이터 슬라이스(Data Slice) 생성부 그리고 C2 프레임(C2 Frame) 생성부로 크게 구분할 수 있다. DVB-C2 시스템에서는 차세대 지상파 및 위성 방송을 위해 개발된 DVB-T2 및 DVB-S2와 가능한 최대의 공통성을 가지도록 하는 DVB Family 정책을 추구하여 T2 및 S2에서 적용된 기능 블록을 재사용할 수 있도록 하였다. 특히 BCH와 LDPC 연결점으로 구성된 FEC(Forward Error Correction)의 경우 기존 코드를 그대로 사용하면서 추가적으로 케이블 방송망에서 사용 가능한 더 높은 부호율의 코드가 적용되었으며 PLP의 도입 또한 DVB-T2와 동일하다.

<그림 1>과 같이 PLP들은 독립적인 데이터를 입력 받는다. 즉, PLP는 독립적인 논리 채널(Logical Channel)로 사용되며, 독립된 입력처리 블록, FEC 및 인터리빙 블록, 그리고 QAM 맵핑 블록으로 구성된다. PLP의 도입으로 인한 이점으로는 수신기에서 특정 채널에 해당하는 PLP만을 처리하게 되어 프로세싱 파워를 최소화할 수 있으며, 입력 데이터 특성 및 서비스 특성에 따라 PLP 별로 다른



〈그림 1〉 DVB-C2 시스템 구조

Robustness Level을 할당하여 차별적인 QoS 적용이 가능하다. 각 PLP에 사용된 LDPC와 BCH 연결 부호는 오류정정 성능의 비약적인 향상을 가져와 고차 변조 포맷의 도입을 가능케 한다.

다음으로 데이터 슬라이스 및 프레임 생성 블록은 하나 또는 여러 개의 PLP를 통해 입력되는 FEC 프레임을 입력받아 데이터 슬라이스를 생성하게 된다. 데이터 슬라이스는 일종의 튜닝의 단위라고도 할 수 있으며, 데이터 슬라이스의 최대 크기는 6 또는 8MHz의 물리적 채널 대역폭으로 한정된다.

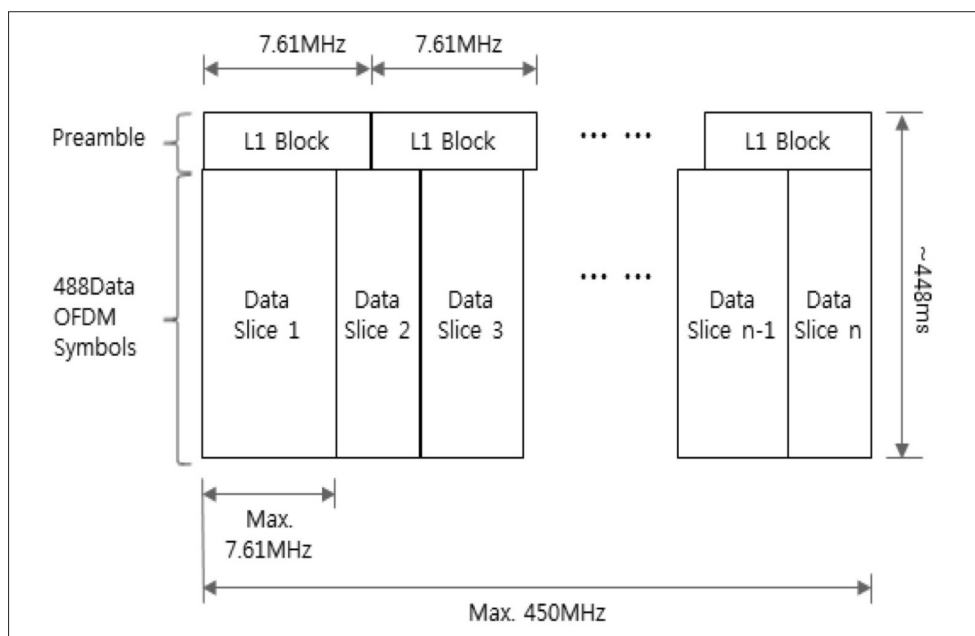
또한, 하나 또는 여러 개의 데이터 슬라이스를 결합하여 C2 프레임을 생성하게 된다. 생성된 C2 프레임은 OFDM 생성 블록에서 IFFT(Inverse Fast

Fourier Transform) 및 DAC(Digital-Analog Conversion)을 통하여 RF(Radio Frequency) 신호로 전송된다.

마지막으로 L1 Part 2 signaling 부분은 수신기에서 수신하고자 하는 데이터 슬라이스로의 튜닝이 가능하도록 데이터 슬라이스의 위치 등에 관련된 정보를 전달하기 위한 것으로 C2 프레임의 프리앰블 구간을 통해 전송되게 된다.

2. DVB-C2 특징

DVB-C2는 DVB-T2 규격과 동일한 전송 파라미터를 재사용한다. 위에서 언급한 바와 같이 DVB



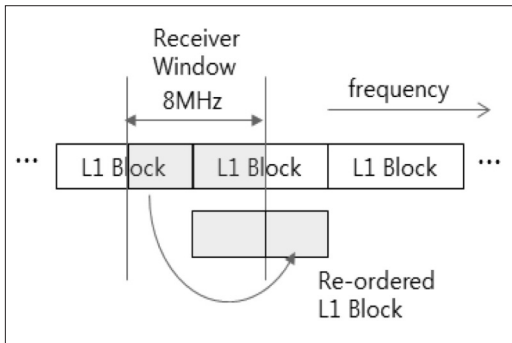
〈그림 2〉 DVB-C2 프레임 구조

Family 정책으로 인해 T2에서 사용된 4K FFT 및 파일럿 패턴을 동일하게 사용한다.

T2와 동일한 전송 파라미터를 사용하지만, T2와 다른 DVB-C2만의 주요 특성은 가변 대역폭을 가지는 신호의 생성과 Segmented OFDM 수신을 사용한다는 점이다. 이는 다양한 필터 파라미터와 시스템 클럭을 변경하지 않고 OFDM의 부반송파 수를 늘려줌으로써 가능해진다. 그 결과로 전송단에서 신호의 대역폭은 위의 〈그림 2〉와 같이 많은 수의 서비스를 포함하기 위해 광대역으로 확장될 수 있다. 단 수신기에서는 기기의 구현 복잡도 및 비용 증가를 피하기 위해 Segmented OFDM 수신이 적용된다. 즉, 6 또는 8MHz 튜너 대역폭으로 광대역 전송 신호 중 일부를 추출하는 것이 가능하다. 이를 위해 〈그림 2〉와 같이 데이터 슬라이스 크기는 6 또는 8MHz 대역폭을 초과하지 못한다.

각 C2 프레임은 하나 또는 이상(최대 8개)의 OFDM 심벌로 구성된 프리앰블로부터 시작해서 448개의 QFDM 데이터 심벌로 구성된다. 프리앰블은 2가지의 주요 기능을 가진다. 하나는 수신단에 OFDM 신호의 시간 및 주파수 동기를 제공하는 것으로 프리앰블 심벌의 매 6번째 부반송파 위치에 일정한 파일럿 시퀀스가 변조되어 위치한다. 다른 하나의 기능은 데이터 슬라이스 디코딩을 위한 Layer 1 시그널링 데이터의 전송이다. 〈그림 2〉와 같이 L1 Part 2 블록은 일정한 크기(7.61MHz)로 주파수 상에 순환 반복된다. 이는 6 또는 8MHz 수신기 튜너가 어떠한 튜닝 위치에서도 Layer 1 시그널링을 완벽하게 수신할 수 있도록 하기 위함이다. 〈그림 3〉은 L1 Part 2 블록의 OFDM 부반송파를 재 정렬하여 Layer 1 시그널링을 추출하는 것을 보여준다.

DVB-C2의 주요 목표 중 하나는 스펙트럼의 효



〈그림 3〉 L1 Part 2 블록 재정렬

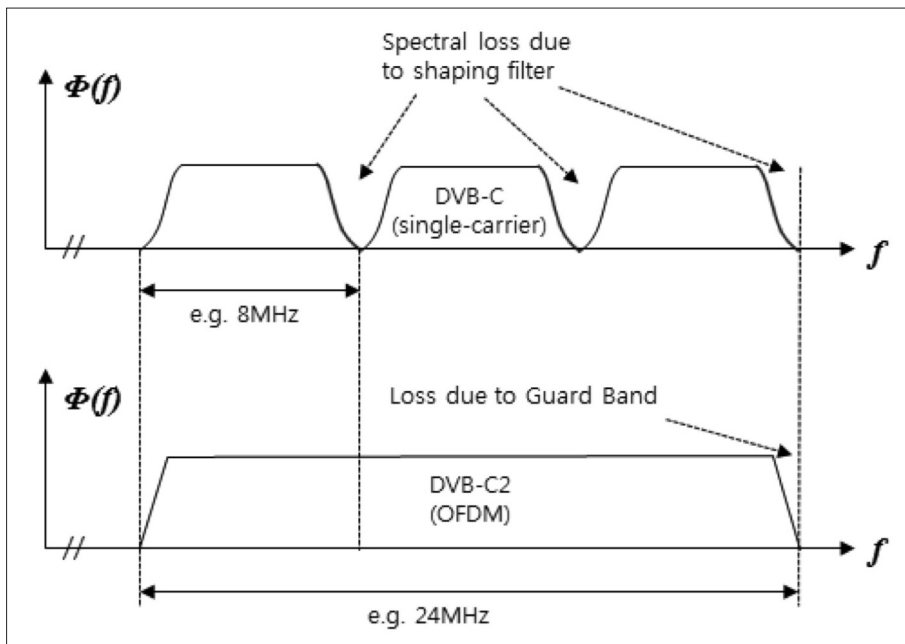
율을 증가시키는 것이다. 〈그림 4〉와 같이 기존 전송방식(e.g. DVB-C)에서 단일 반송파로 인한 스펙트럼 손실은 Half Nyquist 필터에 기인한 roll-off 영향으로 약 15% 정도 발생한다. 이는 전송 채널 각각에 대해 동일하게 발생하게 된다. 반면 OFDM에서 발생하는 스펙트럼 손실은 Guard Interval,

Pilot 및 Guard Band로 인해 유발된다. DVB-C2에서 1/128의 Guard Interval 및 1/96의 Pilot은 약 2%의 손실을 유발한다. 또한 채널 간 간섭을 막기 위한 Guard Band는 채널 대역폭에 관계없이 약 200KHz 이면 충분하다. 결과적으로 더 넓은 채널 대역으로 확장된 OFDM 신호에 대해 스펙트럼 손실은 상당히 줄어들게 된다. 예를 들어, 32MHz의 DVB-C2 신호에 대한 전체 스펙트럼 손실은 약 3.25% 정도이다.

III. DVB-C2에서 UHDTV 전송

1. UHDTV 전송을 위한 고려사항

UHDTV 신호 규격 정의에 있어서 해상도(화면당



〈그림 4〉 스펙트럼 손실 비교

화소수)는 4K-UHDTV의 경우 $3,840 \times 2,160$, 8K-UHDTV의 경우 $7,680 \times 4,320$ 으로 정의되어 있지만, 화소당 비트수, 컬러 샘플링, 화면 주사율 등은 <표 1>에 나타난 바와 같이 다양한 값을 포함하도록 ITU-R 및 SMPTE 표준에 정의되어 있다. 즉, UHDTV는 HDTV에 비해 4배 또는 16배 큰 해상도로 구성되지만, 실제 비디오 데이터량은 화소당 비트수, 컬러 샘플링, 화면 주사율 등에 따라 <표 1>에 나타난 바와 같이 HDTV에 비해 최소 4배에서 최대 96배가 클 수 있다[5].

<표 1> UHDTV 데이터량 비교

비디오 신호 규격		데이터량
HDTV	1,920×1,080, YUV4:2:0, 8 bits, 30 fps	746 Mbps
4K UHDTV	3,840×2,160, YUV4:2:0, 8 bits, 30 fps	3 Gbps (HD의 약 4배)
	3,840×2,160, YUV4:2:2, 10 bits, 30 fps	5 Gbps (HD의 약 7배)
	3,840×2,160, YUV4:4:4, 12 bits, 30 fps	18 Gbps (HD의 약 24배)
8K UHDTV	7,680×4,320, YUV4:2:0, 8 bits, 30 fps	12 Gbps (HD의 약 16배)
	7,680×4,320, YUV4:2:2, 10 bits, 30 fps	20 Gbps (HD의 약 27배)
	7,680×4,320, YUV4:4:4, 12 bits, 30 fps	72 Gbps (HD의 약 96배)

비디오 신호의 압축을 위해 AVC(Advanced Video Coding)를 사용하는 경우 약 100배 정도의 압축률에서 비교적 좋은 화질의 재생이 가능하다. 물론 최근 표준화 작업이 진행되고 있는 HEVC(High Efficient Video Coding)를 사용하는 경우 더 높은 압축률의 제공이 가능할 것이다. 그러면 비디오 신호를 100배로 압축하여 전송할 경우에 4K-UHDTV 비디오는 약 30Mbps에서 180Mbps, 8K-

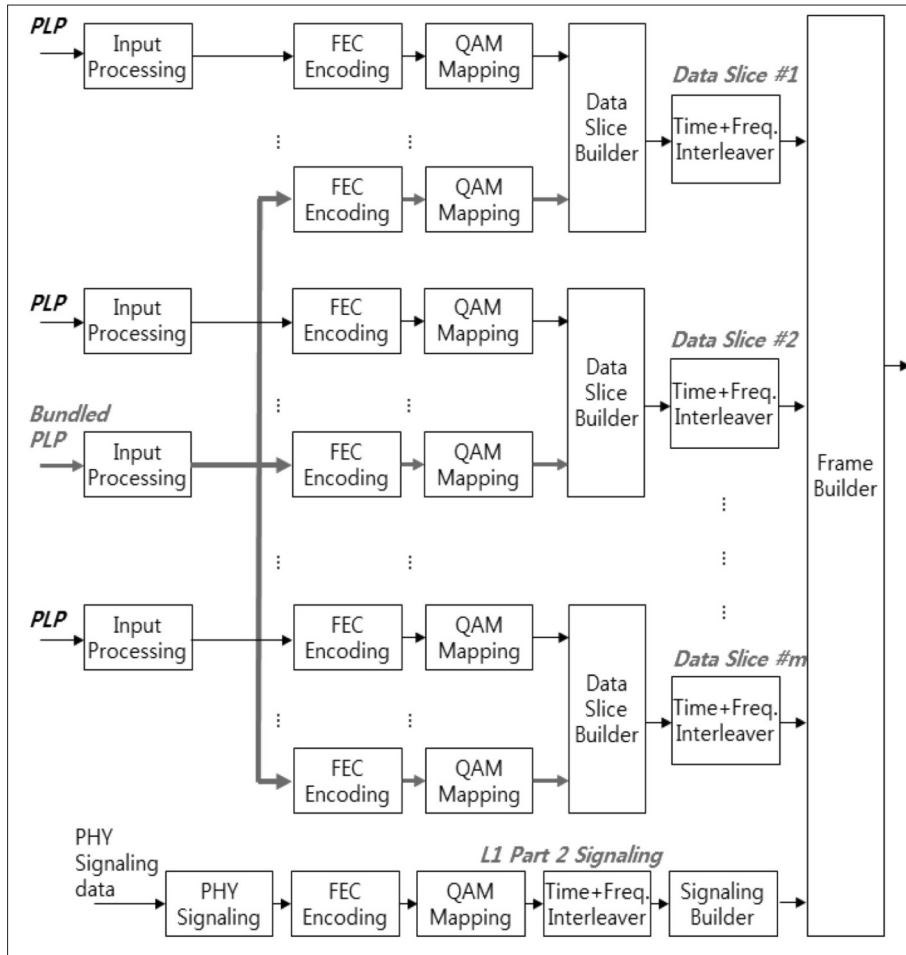
UHDTV 비디오는 약 120Mbps에서 720Mbps의 전송 대역폭이 요구된다. 여기에 다채널 오디오 신호와 데이터까지 포함하면 더 높은 전송 대역폭이 필요하게 된다. DVB-C2 전송 시스템에서 6MHz의 채널 대역폭을 사용하는 경우 최대 59 Mbps 정도의 전송률을 가진다. 따라서 4K-UHDTV의 경우에는 일부 비디오 포맷에 한해 하나의 채널에 전송이 가능하지만, 8K-UHDTV의 경우에는 6MHz 채널 내에서 전송이 어렵다. <표 2>는 DVB-C2의 전송 모드별 전송 속도를 보여준다.

<표 2> DVB-C2 채널(6MHz) 당 전송속도

Mode	6MHz Channel Bandwidth (Mbps)	
	GI = 1/128	GI = 1/64
16-QAM 4/5	17,67	17,36
16-QAM 9/10	19,89	19,53
64QAM, 2/3	22,09	21,70
64-QAM 4/5	26,50	26,04
64-QAM 9/10	29,83	29,30
256-QAM 3/4	33,12	32,54
256-QAM 9/10	36,84	36,19
1024-QAM 3/4	39,77	39,07
1024-QAM 3/4	41,40	40,67
1024-QAM 5/6	46,05	45,23
1024-QAM 9/10	49,71	48,84
4096-QAM 5/6	55,25	54,28
4096-QAM 9/10	59,66	58,60

2. DVB-C2 시스템에서 UHDTV 전송 방법

8K-UHDTV와 같이 대용량 데이터의 전송이 요구되는 경우, 단일 채널을 사용하여 이를 전송할 수 없다. 앞에서 언급한 바와 같이 DVB-C2 시스템에서는 FFT 크기를 늘려 전송 대역의 확장이 가능하다. 그러나 <그림 2>와 같이 데이터 슬라이스 최대 크기는 단일 채널 내로 한정된다. 따라서 단일 채널



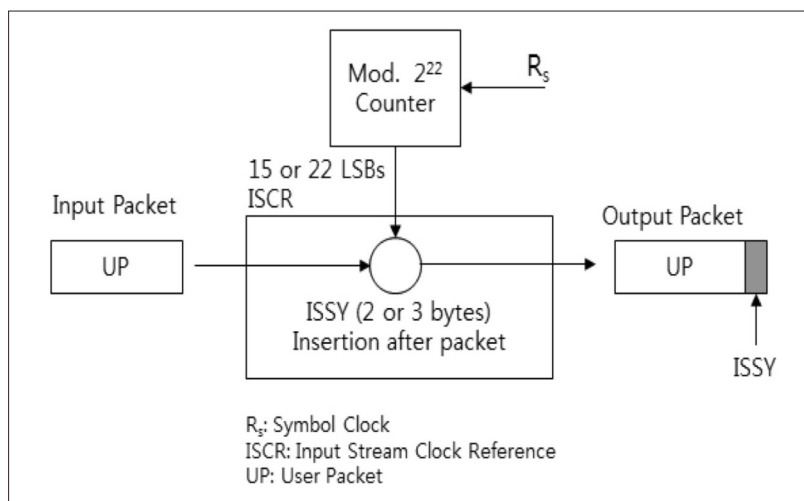
〈그림 5〉 PLP Bundling을 통한 대용량 데이터 전송

의 전송률을 초과하는 방송 데이터를 전송하기 위해서는 하나 이상의 데이터 슬라이스를 사용할 필요가 있다.

DVB-C2에서는 하나의 데이터 슬라이스 내에 하나 또는 이상의 PLP들을 포함하는 기본 운용 모드 외에 하나의 PLP 데이터를 여러 데이터 슬라이스로 분산하여 전송하는 ‘PLP Bundling’ 모드를 제공한다. 즉, PLP Bundling을 사용하여 하나의 데이터 슬라이스 용량을 초과하는 데이터를 전송하는

것이 가능하다. 〈그림 4〉는 PLP Bundling의 예를 보여준다.

〈그림 5〉의 예에서 보는 것과 같이 하나의 PLP가 여러 개의 데이터 슬라이스에 나누어져 전송된다. 이 경우 각 데이터 슬라이스로 입력되는 Bundled PLP는 공통의 입력 처리(Input Processing) 블록을 가지게 된다. 입력 처리 블록의 출력은 Base-Band Frame(BBFrame)으로 FEC 부호화를 위해 각 부호율에 따른 일정 길이를 가지게 되며 최대 40



〈그림 6〉 Input Stream Synchronization

여개의 MPEG-2 TS 패킷이 포함될 수 있다. PLP Bundling으로 운영되는 모드에서는 입력 처리 블록에서 출력되는 BBFrame 단위로 여러 데이터 슬라이스로 분산되어 전송된다. 여기서 문제는 하나의 PLP가 여러 데이터 슬라이드로 분산하여 전송하는 경우 수신기에서 어떤 데이터 슬라이스의 출력이 먼저인지를 파악하여 재 정렬할 필요가 있으며, 또한 하나의 MPEG-2 TS 스트림으로 출력할 때 각 TS 패킷의 출력 시점을 정확하게 맞추어 줄 수 있어야 한다. 방송 프로그램을 전송하는 MPEG-2 TS 내에는 디코딩을 위해 요구되는 타이밍 정보(e.g. PCR)를 포함한다. 이러한 타이밍 정보의 정확한 전송을 위해서는 전송측에서 입력받은 TS 패킷의 입력 속도와 패킷들 간의 시간 간격이 수신측에서도 동일하게 출력될 수 있어야 한다.

송신측의 사용자 패킷 입력과 수신측의 사용자 패킷 출력이 동일한 속도 및 시간적 동기가 이루어질 수 있도록 하기 위해 PLP Bundling 모드로 운영되는 경우에는 송신측의 입력 처리 블록에서 입

력되는 사용자 패킷에 시간 정보를 삽입하는 기능을 제공한다. 이를 입력 스트림 동기화 (Input Stream Synchronization: ISSY)하며 일반적인 운용 모드에서는 선택적으로 사용되지만 PLP Bundling 모드에서는 필수적으로 사용하여야 할 것이다. 입력 스트림 동기화는 입력 되는 사용자 패킷의 끝에 15비트 또는 22비트의 ISSY 필드를 삽입하는 것으로 ISSY 필드는 송신에 사용되는 변조 심볼 클럭에 의해 생성되는 카운터 값이다. 즉, 수신측에서는 복원된 심볼 클럭을 이용하여 카운터를 생성시키고 패킷 출력 시 각 패킷의 ISSY 필드를 확인하여 패킷들 간의 시간적 간격을 유지하면서 출력이 가능하게 된다. 〈그림 6〉은 입력 처리 블록 내 ISSY 필드 삽입 과정을 보여준다.

결과적으로 DVB-C2 시스템에서는 하나의 채널 (6 또는 8MHz)로 전송할 수 없는 대용량의 방송 데이터의 경우 FFT 사이즈를 확장하여 전송대역을 확장하고 PLP Bundling과 입력 스트림 동기화를 사용하여 전송할 수 있을 것이다. 단, 중요한 점은

PLP Bundling을 사용하는 경우 FFT 크기를 기본 4K에서 8K 또는 16K 등으로 확장할 수 있어야 한다. 한정된 대역 내에서 FFT 사이즈를 늘리는 경우는 OFDM 심볼 길이가 길어지므로 어느 정도 동작에 여유가 생기지만, DVB-C2와 같이 심볼 길이가 변경되지 않으면서 FFT 크기가 증가되는 경우에는 실시간 처리가 가능한 최대 FFT 크기로 대역 확장이 한정된다. 또한, 수신기에 적용되는 복조기는 구현 복잡도 및 가격적인 문제로 6 또는 8MHz 채널만을 지원하는 것이 일반적이다. 즉, PLP Bundling을 수신할 수 있는 수신기의 경우에는 PLP Bundling에서 사용하는 데이터 슬라이스 수만큼의 복조기를 구비하여 Segmented OFDM Reception을 이용한 다중 채널 수신이 가능하여야 한다.

IV. 결 론

본론에서 살펴본 바와 같이 DVB-C2에서는 전송 효율을 획기적으로 높이기 위하여 더욱 성능이 강

화된 BCH와 LDPC 부호를 도입하였으며 변조 포맷도 최대 4096QAM까지 적용하였다. 그리고 다중 반송파에 기반한 OFDM 방식으로 변복조가 이루어진다. 또한 기본적으로 6 또는 8MHz의 채널 대역을 사용하지만 가변적으로 대역폭을 늘릴 수 있는 특징을 가진다. 가변적으로 대역폭을 확장할 수 있는 DVB-C2의 특징을 이용하여 UHDTV와 같은 대용량 콘텐츠 전송을 요구하는 서비스를 효과적으로 지원하는 PLP Bundling 방법과, 이를 지원하기 위해 고려할 점에 대해 알아보았다.

현재까지 DVB-C2를 사용한 상용 서비스가 실시되고 있지는 않지만 DVB-T2가 상용 서비스를 실시한 것과 같이 DVB-C2의 실제 운용이 곧 시작되리라 예상된다. 다만 DVB-C2를 지원하는 송수신 장치가 현재는 6MHz 또는 8MHz에 한정되어 개발이 되고 있는 것 같으며, PLP Bundling과 같은 대용량 콘텐츠의 전송을 지원하기 위한 규격은 있지만 이를 위한 송수신 장비 개발은 아직 이루어지지 않는 상황이다. UHDTV 서비스의 조기 활성화를 위해 관련 장비의 조속한 개발이 요구된다.

참 고 문 헌

- [1] Changhyo Lee, Eunjo Lee, Sungkwon Park, HoSook Lee "Multicast downstream sharing Home Gateway using DBC-AD message in DOCSIS 3.0-based CATV network" Network Infrastructure and Digital Content, 2009, Page(s): 296 - 301
- [2] DVB, "Frame structure channel coding and modulation for a second generation digital transmission system for cable systems (DVB-C2)," A138, March 2010
- [3] DVB, "Implementation Guidelines for a second generation digital cable transmission system (DVB-C2)," A147, March 2010.
- [4] J. Robert, C. Schaaf, L. Stadelmeier, "DVB-C2 - The Standard for Next Generation Digital Cable Transmission," Broadband Multimedia Systems and Broadcasting, 2009. BMSB '09.
- [5] 최해철, 정세윤, 최진수, 홍진우, "초고선명(UHD) 비디오 부호화 기술 동향" 전자통신동향분석, 제 24권, 제 3호, 2009.06

필자 소개



정 준 영

- 1999년 2월 : 영남대학교 전자공학 학사
- 2001년 2월 : 한국과학기술원(KAIST) 전자공학 석사
- 2010년 8월 : 충남대학교 정보통신공학 박사
- 2001년 2월 ~ 현재 : 한국전자통신연구원(ETRI) 방송시스템연구부
- 2011년 9월 ~ 현재 : 과학기술연합대학원대학교(UST) 겸임교원
- 주관심분야 : 디지털 방송 시스템, UHDTV, 3DTV, 통신 시스템



조 용 성

- 1999년 2월 : 전북대학교 전자공학 학사
- 2001년 2월 : 전북대학교 전자공학 석사
- 2001년 2월 ~ 현재 : 한국전자통신연구원(ETRI) 방송시스템연구부
- 주관심분야 : 디지털 방송, UHDTV, MPEG, 하이브리드 방송 등



최 동 준

- 1991년 2월 : 포항공과대학교 전기전자공학 학사
- 1993년 2월 : 포항공과대학교 전기전자공학 석사
- 1993년 2월 ~ 현재 : 한국전자통신연구원(ETRI) 방송시스템연구부 스마트케이블방송연구팀 팀장
- 주관심분야 : 디지털 방송, UHDTV, 케이블 통신, 하이브리드 방송 등



허 남 호

- 1992년 2월 : 포항공과대학교 전기전자공학 학사
- 1994년 2월 : 포항공과대학교 전기전자공학 석사
- 2000년 2월 : 포항공과대학교 전기전자공학 박사
- 2000년 4월 ~ 현재 : 한국전자통신연구원(ETRI) 방송시스템연구부 부장
- 2005년 9월 ~ 현재 : 과학기술연합대학원대학교(UST) 겸임교원
- 주관심분야 : 방송시스템기술, UHDTV, 실감방송 등