

ATSC 3.0 단일주파수망을 위한 방송 게이트웨이 기술

김순철, 임보미, 김홍목, *신근수
한국전자통신연구원, *마루이엔지

{[choulsim](mailto:choulsim@etri.re.kr), [blim_vrossi46](mailto:blim_vrossi46@etri.re.kr), [heungmook](mailto:heungmook@etri.re.kr)}@etri.re.kr, *gun@marueng.co.kr

Broadcast Gateway for ATSC 3.0 Single Frequency Network

Soonchoul Kim, Bomi Lim, Heung Mook Kim and *Gunsoo Shin
Electronics and Telecommunications Research Institute, *Marueng

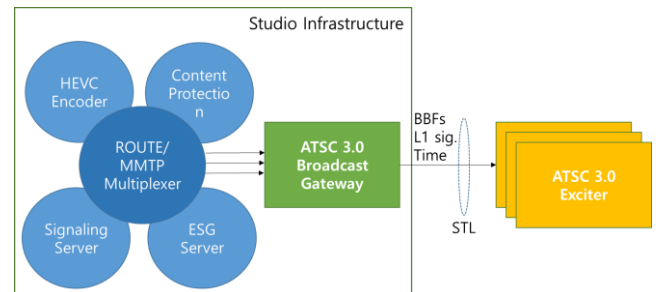
요 약

ATSC 3.0 방송게이트웨이는 원격의 송신소에 설치된 다수의 송신기들(transmitters)과의 안정된 통신 링크(광케이블, M/W, 위성 등)을 통해 방송 미디어 패킷 스트림을 내보낸다. ATSC 3.0 표준에서는 방송 게이트웨이와 송신기 간 STL (Studio to Transmitter Link) 구간에서 STLTP (STL Transport Protocol)를 정의하고, 멀티캐스트 구조 내에 IP 터널링(Tunneling) 형태로서 BB 프레임과 L1 시그널링 정보, 시간 정보를 실도록 한다. 본 논문에서는 ATSC 3.0 기반의 방송 게이트웨이의 주요 기능 역할로서 단일주파수망(SFN)을 위한 패킷 스트림 구성 및 이를 위한 기능 구조에 대해 기술한다.

1. 서론

세계 최초로 상용화된 국내 지상파 UHD (Ultra-High Definition) 방송서비스의 기술 근간이 되는 ATSC (Advanced Television System Committee) 3.0 표준은 방송망을 통한 IP (Internet Protocol) 기반의 실시간 미디어 전송 프로토콜로서, Real-Time Object delivery over Unidirectional Transport (ROUTE)와 MPEG Media Transport Protocol (MMTP)를 사용하고 있다. ATSC 3.0 은 기존 방송시스템에서 주도적으로 사용 중이던 MPEG-2 Transport System (TS) 전송 구조를 과감히 탈피하고 이동통신망과 홈네트워크 등 다양한 분야에서 널리 통용되고 있는 IP 네트워크 계층을 전적으로 수용함으로써, 지상파 방송에서도 진정한 IP 패러다임 전환에 따른 다양한 이득(장비간 손쉬운 정합, 효율적인 미디어 공유와 변환, 용이한 확장성 등)을 공유할 수 있도록 하였다.

ATSC 3.0 방송 게이트웨이(Broadcast Gateway)는 차세대 지상파 방송서비스를 제공하기 위해서 IP 기반의 미디어 세그먼트 스트리밍을 실시간으로 처리하는데 있어 핵심 장비로 여겨지고 있으며, 상대적으로 불확실성을 갖는 IP 패킷 기반 방송망에서 안정적인 고정 비트율로 미디어 스트림 전송을 보장할 수 있어야 한다. [그림 1]에서와 같이 방송 게이트웨이는 원격의 송신소에 설치된 다수의 송신기들(transmitters)에게 안정된 통신 링크(광케이블, M/W, 위성 등)를 통해 방송 미디어 스트림을 내보낸다. 이때, 방송 게이트웨이와 송신기들 간 STL (Studio to Transmitter Link) 구간에서 STLTP (STL Transport Protocol)를 정의하고, 멀티캐스트 구조 내에 IP 터널링(Tunneling) 형태로서 BB 프레임과 L1 시그널링 정보, 시간 정보를 실도록 한다.



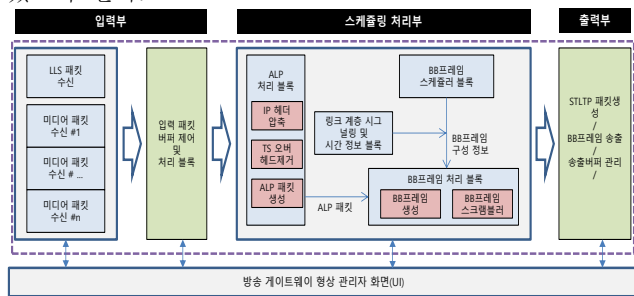
[그림 1] ATSC 3.0 지상파 UHD 헤드엔드시스템 개요도
본 논문에서는 ATSC 3.0 방송 게이트웨이에서 수행되는 단일주파수망(SFN)을 위한 패킷 스트림 구성 및 이를 위한 기능 구조에 대해 기술한다. 본 고에서 소개되는 방송 게이트웨이는 ATSC A/322 와 A/324 규격을 모두 만족하도록 구현되었으며, ATSC 3.0 End-to-End 시스템 구성을 통해 송수신 과정을 검증하였다.

2. 단일주파수망을 위한 방송 게이트웨이 설계

2.1 방송 게이트웨이 전송 처리 구조

MPEG-2 TS 전송 구조에 비해 유연한 크기를 갖는 IP 패킷(일반적인 MTU 크기: 20~1500 바이트) 전송 방식은 페이로드 전송 오버헤드 측면에서는 효율적이지만 이를 구현하고자 하는 시스템은 안정적인 고대역폭의 패킷 전송을 위해 효과적인 자원관리와 트래픽 입출력 제어가 요구된다. 또한, 잠재적 에러 발생 상황(지속적인 버스트 패킷 수신 등)에 대처할 수 있는 강인한 입출력 기능 구조를 가져야 한다. 네트워크 패킷 전송 측면에서의 방송 게이트웨이는 다음과 같은 기능적 특징을 갖는다. 첫째, 다양한 네트워크 계층 프로토콜(IP, TS, Unknown Packet)을 수용하여 기저대역 프레임(BB 프레임)에 다중화할 수 있도록 링크 계층 프로토콜 (ATSC Link-layer Protocol, 이하 ALP)을

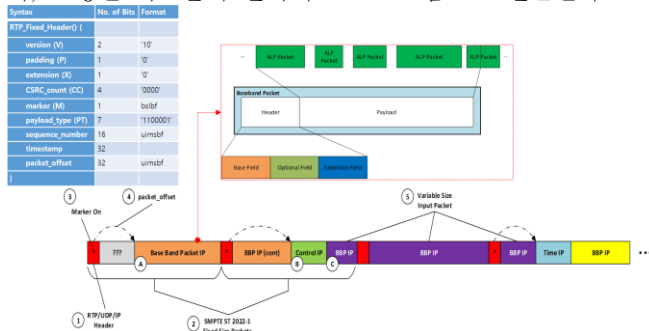
사용한다. 둘째, 하나의 방송 주파수 채널 내에 독립적인 변조 방식 및 채널 코딩을 가지는 복수 개의 하위 채널인 PLP 를 최대 64 개까지 구성할 수 있으며 이에 따른 독립된 버퍼 공간과 제어 구조를 갖는다. 시스템 운영 관리자가 서비스 정책(서비스 개수, 각 서비스 컴포넌트의 PLP 구성)을 수립하면, 방송 게이트웨이는 각 PLP 의 물리계층 속성값 (Code length/rate, Modulation, Subframe size 등)과 네트워크 인터페이스 입출력 구성을 설정하고, 관련 시그널링 (L1 Signaling) 데이터를 생성 및 전송한다. 셋째, 수신기의 방송채널 진입 시 각 PLP 에 포함된 미디어 스트림을 추출하기 위한 참조 정보로서 링크 계층 연관 정보(Link Mapping Table, LMT)를 주기적으로 생성하고, 방송서비스 리스트(Service List Table, SLT)가 포함된 로우레벨 시그널링(Low Level Signaling, LLS) 정보를 고정된 IP 멀티캐스트 주소(224.0.23.60:4937)로 입력 받아 LMT 와 함께 해당 PLP 를 통해 수신 단말로 전파될 수 있도록 한다.



[그림 2] 방송 게이트웨이의 전송 처리 기능 구조도

2.2 STLTP 기능 구조 및 처리

STLTP 는 방송 게이트웨이가 송신기에게 PHY 프레임 시간 길이에 실어질 BB 프레임들과 타이밍 정보 및 L1 시그널링 정보를 함께 실어 보내는 전송 프로토콜이며, 고정된 비트율의 멀티캐스트 스트림으로 전달된다.



[그림 3] ATSC 3.0 STLTP 스트림 구조

[그림 3]에서와 같이 STLTP 헤더는 변형된 RTP (Real-Time Transport Protocol)를 사용하며, STLTP 페이로드 내에 각 PLP 단위로 전송 비트율에 따라 BB 프레임들을 실는다. 이 때, 각 PLP 에 속하는 BB 프레임들은 표준에 지정된 목적지 바인딩 정보(주소/포트)를 갖는 RTP/UDP/IP 패킷들로 실어지며, 페이로드에 실어진 패킷의 종류를 식별하기 위한 'payload_type(PT)'은 '78'로 설정한다. 단일주파수 환경 구성을 위해 방송 게이트웨이는 타이밍 정보 패킷에 네트워크 전달 시간을 고려한 PHY 프레임 송출 시간을 정하고, 각 송신기 마다 시간 오프셋 값과 송신기 신호 구분을 위한 txid 신호 삽입 레벨(power injection

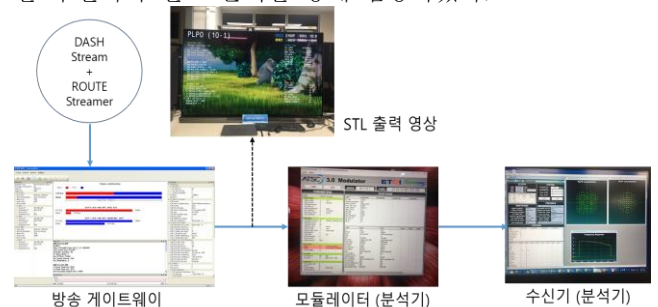
level)을 설정하도록 하고 있다. 타이밍 정보 패킷은 송신기에서 PHY 프레임 송출을 위한 시간 정보로서 활용될 뿐이며, 수신기에는 전달되지 않는다.



[그림 4] STLTP에서의 BB 프레임 패킷, L1 시그널링 패킷, 타이밍 정보 패킷 실는 과정

3. 구현/검증 및 결론

ATSC 3.0 방송게이트웨이는 송신기와의 STL 구간에서 STLTP (STL Transport Protocol)를 정의하고, 멀티캐스트 구조 내에 IP 터널링(Tunneling) 형태로서 BB 프레임과 L1 시그널링 정보, 시간 정보를 실도록 한다. [그림 5]은 방송 게이트웨이의 STLTP 구현 검증을 위해 4K UHD(60p) 영상과 함께 STL 수신 모니터링 장비, RF 송신기 및 수신기 간 정합 테스트 환경을 보여준다. ATSC 3.0 V&V 의 다양한 테스트 모드를 기반으로 송신기에서 파싱된 데이터가 유효한 L1 시그널링 정보인지를 확인하였으며, 타이밍 정보에 포함된 송출 시간 정보의 유효함을 수신기의 신호 분석을 통해 검증하였다.



[그림 5] ATSC 3.0 STLTP 구현 및 검증 결과

Acknowledgement

“이 논문은 2017 년도 미래창조과학부의 재원으로 정보통신기술진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구임. (2016-0-00135, UHD 방송 서비스용 지능형 통합 다중화기 개발)”

참고문헌

- [1] 김순철 외, “ATSC 3.0 방송 게이트웨이의 미디어 스트림 전송 설계 및 구현”, 한국통신학회 추계종합학술대회, 2016.11.
- [2] ATSC Candidate Standards: “Studio to Transmitter Link (STL),” 2016.09.