

IP 방송제작 기술 1

글. 조인준 KBS 기술연구소 차장



안녕하세요 독자 여러분! 지난 연재까지는 ‘디지털 영상처리의 이해’에 관한 내용을 다루었습니다. TV를 통해서 보는 영상들이 어떻게 합성되고 처리된 결과인지에 관한 구체적 개념을 알려드리고 싶어서 시작했던 연재인데, 의도와 같이 잘 전달이 되었는지 모르겠습니다. 이번 연재부터는 ‘IP 방송제작기술’에 관한 내용으로 새롭게 이어가 보도록 하겠습니다. 아직 국내에 시설구축이 본격화되지는 않았지만 이미 몇 해 전부터 각종 방송장비 전시회를 통해 세계적인 제작사들이 IP 기술을 이용한 방송제작 장비를 점진적으로 시장에 출시하고 있는 것을 보셨을 것 같습니다. 가까운 미래에는 IP 방송제작 장비들이 제작현장에서 다수 사용될 것으로 예상되는 과도기적 시점에서 C군도 새로운 시대를 맞이하는 방송기술인들을 위해 미력하나마 무언가 하지 않으면 안된다는 절박한 사명감(?)으로 ‘IP 방송제작 기술’ 연재를 시작하려고 합니다. 다만 한 가지 걱정되는 것은 C군도 IP 분야의 전문성이 부족한 한 사람인 이유로 부실한 내용전달로 끝나게 되지 않을까 하는 것입니다. 하지만 걱정부터 하면 될 일이 어디 있겠습니까? 일단 최선의 노력으로 진격해 보겠습니다!

IP(Internet Protocol)는 IT 산업에서 발전되어온 데이터 전송기술입니다. IP 기술은 인터넷의 보급과 확산에 힘입어 거의 모든 데이터 통신에 적용되어왔고, 방송제작을 위한 영상 및 오디오의 전송 등으로도 영역을 확장했습니다. 이렇게 성장 속도가 매우 빠른 IP 기술이었지만 유독 후반제작이 아닌 실시간 처리가 필요한 방송제작 장비에는 쉽게 적용되

지 못했던 면이 있었습니다. 아마도 데이터 처리 과정에서 한치의 지연이나 오류가 용납되지 않는 방송기술계의 기술적 요구사항 때문에 그랬던 것 같습니다. 하지만 수년 전부터 IP 기술은 방송기술계의 이런 까다로운 요구 조건도 충족시킬 수 있는 수준으로 더욱 발전하였고, 실시간 처리를 하는 방송장비에까지 전면적으로 적용되기 시작했습니다.

그런데 말입니다. 이미 SDI 기반의 시스템으로도 충분히 방송제작에 부족함이 없어 보이는데 왜 굳이 생소한 IP 기술을 실시간 처리 방송장비에 적용하려는 것일까요? C군이 가장 많이 듣고 접한 IP 전환 필요성에 대한 근거는 세계 최초로 시작된 국내 UHD 지상파 방송을 위한 방송제작 환경에서 기존 SDI(Serial Digital Interface) 기술의 전송속도와 전송거리, 확장성의 한계를 극복하고자 고속전송과 범용성을 지원하는 IP 기반 기술로의 전환이 필요하다는 것이었습니다. 국내 상황을 보면 당위가 성립하고 부정할 수 없는 이유입니다. 그런데 이 이유가 전부라면 HD 방송제작에서는 IP 기술을 적극 도입하는 것이 필요 없는 것일까요? C군은 문득 국내 UHD 방송제작 상황에 기반한 IP 기술 도입의 필요성보다 좀 더 글로벌한 IP 전환의 이유를 알고 싶었습니다. 그리하여 한계는 있지만 다각적인 인터넷 검색을 거쳐 복수의 자료를 통해 방송제작 환경의 IP 전환의 시발점은 설비를 운영하는데 드는 비용인 OPEX(OPERating EXpenditure, 운영비용)과 미래의 이윤 창출을 위한 비용인 CAPEX(CAPital EXpenditures, 자본지출)의 절감이라는 것을 확인할 수 있었습니다. 어떤 면에서 IP 기술이 방송제작의 OPEX와 CAPEX의 절감에 기여하는지 다음에 간단하게 정리해보았습니다.

OPEX 절감

우선 방송제작 프로세스의 경우 현재 SDI 장비들은 각각이 가진 기능과 역할이 분리되어 있고, 사용자들은 이 기능과 역할에 따라 각 장비를 옮겨 다니며 작업을 처리해야 합니다. 하지만 IP 기반의 방송장비들은 공유와 협업에 유리하므로 사용자들이 장비를 옮겨 다니며 각각의 파편화된 작업을 순차적으로 처리하는 대신, 콘텐츠의 공유 및 병렬 작업을 통해서 보다 빠르고 편리하게 방송제작을 완료할 수 있습니다. 방송국 내부의 스튜디오나 부조정실 등의 시설 간에 콘텐츠의 이동이나 공유가 손쉽고, 서비스를 위한 콘텐츠 전송도 IP 기술이 제공하는 다양한 방법과 경로를 통

해 이루어지므로 쉽게 비용을 절감할 수 있습니다.

CAPEX 절감

방송제작의 IP 기술을 접목하는 것은 방송장비 가상화의 출발점입니다. 방송제작 현장에서 하드웨어 장비로 구성된 제작시설의 가동률을 높게 유지하는 것은 현실적으로 불가능합니다. 이렇게 가동률을 높이기 힘든 하드웨어 기반의 시설을 구성하는 것보다 방송장비의 가상화를 통해 콘텐츠 처리에 필요한 컴퓨팅 자원의 실시간 할당 및 최적화된 분배를 바탕으로 탄력적이고 유연한 방송제작 시스템을 운용한다면 자본비용을 대폭 절감할 수 있습니다.

위와 같이 IP 기술은 방송제작 환경의 구축 및 운용 비용을 의미 있는 수준으로 절감할 수 있는 길을 열어줄 것으로 기대됩니다. 하지만 이는 언제까지나 적절하고 유효한 방법으로 IP 기술을 수용했을 때의 이야기가 될 것 같습니다. 방송제작 환경에 IP 기술을 적용했지만 과거와 같이 파편화된 작업 방식을 고수한다면 무늬만 IP 방송제작 환경이 되어 크게 의미가 없는 IP 기술 도입이 될 수 있을 것 같다는 생각도 듭니다.

방송장비 제작사들의 IP 대응

독일 L社

L社 IP 방송제작 솔루션의 가장 큰 특징은 VSM이라 불리는 제어 시스템을 통해 타사의 다양한 장비도 시스템에 통합하여 제어할 수 있어 자유로운 워크플로우를 설정할 수 있으며, 방송 신호의 라우팅도 프리셋 형태로 변경 및 운용 가능하고 하위 장비들에 대한 관리 기능, 간편한 유지보수 등이 장점이라고 합니다.

일본 S社

S社の IP 방송제작 솔루션의 가장 큰 특징은 SMPTE의 IP 전송 및 동기화 표준에 독자기술을 추가하여 개발한 NMI(Networked Media Interface)라는 기술을 사용하는 것입니다(SMPTE 표준에 관해서는 뒤에 설명드리겠습니다). NMI 기술은 SDI 비디오 신호를 LLVC(Low Latency Video Coding)라는 기술로 압축하고 이를 통해 기존 네트워크 장비를 이용하여 방송제작 신호를 전송을 할 수 있다는 장점이 있지만, NMI를 지원하는 장비만 사용해야 하는 제약도 있다고 합니다.

캐나다 G社

G社의 IP 방송제작 솔루션은 IP 네트워크의 트래픽 제어, 방송신호 전송경로 이중화, 네트워크 대역폭 감시 등을 위한 네트워크 솔루션과 TICO라 불리는 코덱을 통한 10Gbps IP 신호 인터페이스를 중심으로 IP 비디오 스위처, SDI 신호의 IP 변환을 위한 컨버터, 기존 SDI 기반 시스템과 IP 기반 시스템 간의 신호 송/수신을 위한 게이트웨이 등을 제공한다고 합니다.

캐나다 E社

E社의 IP 방송제작 솔루션은 12Gbps UHD 신호를 LLVC, TICO 등과 같이 압축하지 않고 MPEG-2 TS 기반의 비압축 포맷을 통해 비디오, 오디오, 부가 데이터를 각각의 IP 스트림으로 분리 전송하여 네트워크 대역폭을 효율화하는 것을 골자로 하며, 비디오 라우터를 중심으로 IP 네트워크 탑재 및 호환성에 중점을 둔 솔루션이라고 합니다.

이와 같이 광범위하게 IP로 전환되고 있는 방송장비 시장에서 각 제작사는 각자 제품의 경쟁력을 바탕으로 독자적 기술이 가미된 솔루션을 개발하였습니다. 하지만 독자 솔루션은 타사 장비와의 상호운용의 한계를 안고 있기 때문에 호환성 보장을 위한 공통의 표준이 필요합니다. 이와 같은 업계 공통의 표준 중에 가장 중요한 것이 SMPTE 표준입니다.

SMPTE(Society of Motion Picture and Television Engineers) 표준

SMPTE는 Society of Motion Picture and Television Engineers의 약자로 '영화/텔레비전 기술인 협회' 정도로 해석할 수 있습니다. 1916년 미국에서 설립된 전문단체이며 영화 및 텔레비전 산업에 종사하는 기술인들이 중심이 되어 영화나 텔레비전 산업을 위한 국제 표준화 기구로서 그 역할을 수행하고 있습니다. 여러분이 잘 아시는 HD-SDI(Serial Digital Interface)나 UHD 방송을 위한 Quad 3G-SDI, 12G-SDI 등이 SMPTE를 통해서 제정된 표준입니다. 텔레비전 방송에 관련된 표준에 관여하는 SMPTE 인 만큼 방송제작 장비에 필요한 IP 기술에 관한 표준 또한 SMPTE에 의해 정의되고 있습니다.

IP 전송 표준

IP 기술을 이용하여 SDI 신호와 같이 영상, 오디오 및 부가 데이터를 전송하기 위한 표준은 SMPTE ST 2022 계열과 ST 2110 계열이 있습니다. ST는 아마도 Standard를 나타내는 약자 같으며, 뒤의 숫자들은 표준의 구분을 위한 일련 번호입니다.

SMPTE ST 2022는 하나의 IP 스트림에 영상, 오디오 및 부가 데이터를 모두 담아서 전송하는 방식이며 파트 1(ST 2022-1)부터 파트 7(ST 2022-7)까지 세부적 내용이 나누어져 있습니다. ST 2022-1/2/3/4는 MPEG-2 TS를 IP 네트워크에서 사용하기 위한 표준이며 ST 2022-5/6/7은 SDI 신호를 IP 네트워크로 전송하기 위한 표준입니다. 파트 1~파트 7 중에 방송제작에 참여하는 기술인들이 가장 관심을 가질만한 내용은 SDI 신호를 그대로 IP 패킷으로 변환하는 것에 관한 표준인 ST 2022-6과 영상 및 오디오 등의 스트림을 이중 경로로 전송하여 모든 네트워크 전송 경로에 문제가 발생하지 않는 한 영상 및 오디오 등의 전송이 실패하지 않도록 보장하기 위한 표준인 ST 2022-7 같습니다.

SMPTE ST 2110은 ST 2022와 달리 영상, 오디오 및 부가 데이터를 각기 다른 스트림에 담아서 전송하는 방식이며 수신단에서 원하는 데이터만 송신단에 요청해서 수신 가능한 표준입니다. 중요한 파트들로는 시스템 개요 표준인 SMPTE ST 2110-10, 비압축 비디오에 관한 표준인 SMPTE ST 2110-20과 PCM 오디오에 대한 표준인 SMPTE ST 2110-30이 있습니다. 조금 더 구체적으로 각 표준을 살펴보면 SMPTE ST 2110-10은 시스템 동기화에 관한 표준으로 SMPTE ST 2059(PTP, Precision Time Protocol)의 적용을 정의하고 있습니다. SMPTE ST 2110-20은 비압축 비디오 데이터를 사용하지만 영상 데이터 이외의 불필요한 데이터를 제외하고 전송하기 때문에 4K UHD(2160p@59.94)의 경우 SMPTE ST 2022-6 표준을 사용한 방법 대비 약 16% 이상의 네트워크 대역폭을 절약할 수 있습니다. SMPTE ST 2110-30은 AES67을 기반으로 하며, sampling rate는 48kHz의 필수지원 및 44.1kHz 또는 96kHz의 선택지원을 제공하고, 채널 수는 최대 64개를 지원하는 표준입니다. AES67은 SMPTE 표준이 아닌 AES(Audio Engineering Society)의 표준이며, IP 네트워크상의 오디오 신호 전송 및 상호 호환성을 보장을 위해

PCM 오디오 샘플을 IP 패킷으로 만들어 전송하는 규격 및 동기화 방법 등에 관한 내용을 포함하고 있습니다. 동기화는 IEEE 1588 표준의 PTP를 사용합니다.

IP 동기화 표준

IP 제작시스템에서는 기존 SDI 제작시스템의 Sync 신호와는 다른 PTP(Precision Time Protocol)라고 불리는 동기화 방식을 사용합니다. PTP는 네트워크 분야에서 오랫동안 사용되고 있는 방식이며, 시스템 내에서 백만분의 1초 미만의 동기화 오차를 유지할 수 있는 것으로 알려져 있습니다. 관련 표준은 IEEE 1588-2008, SMPTE ST 2059-1, SMPTE ST 2059-2이며, PTP의 방송적용에 관한 가이드라인으로 SMPTE EG 2059-10이 있습니다(EG는 Engineering Guidelines의 약자 같습니다.). IEEE 1588-2008은 네트워크 내에서 고정밀 시간 동기화를 위한 PTP를 정의하고 있는 표준이며, SMPTE ST 2059-1은 PTP 동기화 방식을 이용하여 아날로그/디지털 영상 신호, 오디오 신호, 타임코드를 생성하는 방법을 규정하고 있고, SMPTE ST 2059-2는 다양한 산업계에서 활용되고 있는 PTP를 방송에 적용하기 위한 Profile을 정의하고 있습니다. 마지막으로 SMPTE EG 2059-10은 표준이 아닌 PTP의 방송적용을 위한 기술 가이드라인 문서입니다.

IP 네트워크상의 방송장비 발견 및 등록에 관한 표준

IP 기반 방송제작 솔루션은 각 제조사 제품 간 상호 운용성의 확보가 미비할 경우 IP 기술의 뛰어난 확장성에도 불구하고 실제 사용에 있어서는 과거 SDI 기반 시스템의 1:1 케이블 연결 방식을 크게 벗어나지 못하는 경우가 발생할 수 있습니다. 이 경우 IP 기반 방송제작 시스템으로 전환할 이유가 무색하게 과거의 SDI 방송제작 시스템과 같은 레벨의 효용밖에 없는 무늬만 IP 기반인 시스템을 사용하거나, 아니면 다시 거액을 투자해서 다양한 제조사 장비 간의 상호 운용성이 보장되는 시스템을 도입하는 방법밖에

없을 것입니다. 이에 AMWA(Advanced Media Workflow Association)가 다양한 방송장비 제작사의 제품을 유기적으로 통합하여 최고 수준의 효율로 운용할 수 있도록 하는 NMOS(Networked Media Open Specifications)라는 IP 기반 방송장비 관리 및 제어에 관한 개방형 표준의 제정을 진행하고 있습니다. NMOS는 [표 1]과 같이 IS-04 ~ IS-08까지 5개 분야의 표준으로 구성되어 있으며 IS-04/05는 표준으로 확정이 되었고 IS-06 ~ IS-08은 현재 작업 중으로 알려져 있습니다.

IS-04

IS-04의 표준 이름은 Discovery and Registration이며 IS-04 표준을 반영하지 않고 출시된 기존의 IP 기반 장비들은 사용자가 수동으로 장비에 대한 설정을 해주어야 사용이 가능하지만 IS-04를 반영한 장비의 경우 네트워크 스위치에 연결만 되어있으면 해당 장비의 이름, 유형, 시리얼 번호, IP 주소, 기타정보 등을 자동으로 인식할 수 있습니다.

IS-05

IS-05의 표준 이름은 Device Connection Management이며 각 장비의 IP 신호 송신단과 수신단을 네트워크상에서 연결할 수 있는 API에 관한 표준입니다.

IS-06

IS-06의 표준 이름은 Network Control이며 네트워크상에 존재하는 방송제작 장비들의 상호 연결을 설정하면 네트워크 스위치를 통해 방송장비의 입출력을 위한 IP 네트워크 케이블 연결의 물리적 변경 없이 장비 간 신호 흐름을 제어할 수 있도록 하는 API에 관한 표준입니다.

IS-07과 IS-08의 경우 인터넷상으로 알아낼 수 있는 정보는 C군과 같은 수준의 NMOS 비전문가가 이해하기엔 많이 추상적이었습니다. 이 부분에 대해서는 죄송하다는 말씀 전해드리며, 해당 프로젝트들에 대해 이해하기 쉬운 구체적 정보가 입수되는 대로 연재를 통해 다시 알려드리겠습니다.

지금까지 많이 부족하지만 나름대로 현재까지의 IP 방송제작 장비 관련 기술과 표준에 관해 요약해보았습니다. 다음 연재에서는 필수 중의 필수라 할 수 있는 IP 방송장비 동기화 기술인 PTP에 대해 다루어 보겠습니다. 📖

표 1. NMOS 표준 종류

ID	이름
IS-04	Discovery and Registration
IS-05	Device Connection Management
IS-06	Network Control
IS-07	Event & Tally
IS-08	Audio Channel Mapping