

# 베이스밴드에서 IP로의 변화

본 글은 현재 시점에서 방송환경의 변화에 대한 것을 주제로, 실제 변화 및 반영된 사례를 통하여 방송환경의 IP로의 변화와 그에 따라 사용된 일부 프로토콜에 관하여 기존 베이스밴드와 비교하여 실제 사용 부분을 이야기하고자 합니다.

## 시간의 흐름에 따른 변화

요즘 시대는 누구나 IP의 뛰어난 부분 및 변화된 정보를 발표하고 이야기합니다. 하지만 정작 무엇이 변하고 무엇이 달라지는지를 구체적으로 이야기하는 경우는 그렇게 많지 않습니다. 그래서 이번 내용은 이전부터 방송의 신호 관리 및 운용 환경을 시간순으로 보면서 어떠한 점이 변하고 무엇이 달라졌으며 기존의 것과는 어떠한 점이 유사하고 다른 점은 무엇인지를 좀 더 살펴보겠습니다.

### 콘텐츠 저장 및 이동 관리 방식의 변화

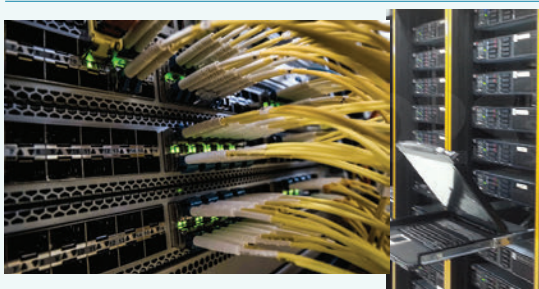
#### Broadcast 1.0~2.0

- 각각의 독립된 소스와 싱글 라인
- 소스를 찾기 위해서는 시간이 필요함
- 반드시 신호를 더 사용하기 위하여는 분배기를 사용하여야 함
- 시그널 패치는 시스템의 구성에 필수 항목임
- 대부분의 신호는 라우터를 중심으로 모든 신호 흐름을 구성함



#### Broadcast 3.0

- 하나의 케이블에 멀티 데이터
- 서버에 다양한 애플리케이션을 통한 운용
- 통합적 인터페이스로 관리함
- 각각 장비의 GUI를 통하여 제어함
- 소스 접근에 물리적 한계가 없음
- 물리적 라우터를 가상적 계층이 대체
- 물리적 연결은 스위치를 통하여 구성됨
- 필요 시 확장의 유연 (LAN → WAN)



이전 시대를 보면 소스는 고정화되어 하나의 경로를 통하여 전달되고 그 신호의 여부와 장치를 바로 확인할 수 있었습니다. (Broadcast 1.0 ~ 2.0)

그러한 시대가 변하며 이제 영상 소스는 파일화가 되어 더 이상 TAPE와 같은 독립적 저장 매체에서 서버와 같은 공유 저장 매체 즉 단

순한 플레이어에서 모니터 혹은 레코더로 연결되는(P to P) 방식에서 벗어나 멀티 커넥트(Router) 방향으로 그리고 좀 더 나아가 영상을 패킷 분할하여 전달하는(Packet transferring) 형태까지 다양화가 이루어지고 있습니다. 우리는 이러한 변화를 크게 첫 번째 '아날로그의 시대', 두 번째 '디지털 시대' 그리고 세 번째 'IP 인프라 환경으로의 변화 시대'라고 세분하고 현재의 IT 인프라 상황의 변화를 간략히 Broadcast 3.0이라고 표현했습니다.

## 변화의 방향

이러한 변화를 아래의 그림과 같이 방송시스템에서 사용되는 각 영역으로 살펴보면 우리는 많은 변화가 이미 자연스럽게 되어 왔고 그 환경이 이제는 비디오의 경우 8K까지, 오디오는 포맷 퓨전을 넘어서는 시대를 바라보고 있습니다.



이에 부분별로 방송에서의 변화를 좀 더 살펴보면,

**비디오 부분은** 아날로그 테이프에서 디지털 테이프 그리고 디스크 그리고 파일로 이러한 저장의 변화에 힘입어 소스 접근의 자유 및 전송의 자유를 만들어 냈고 이것이 circuit 스위칭에서 패킷 스위칭이 가능할 수 있도록 변화하는 밑거름이 되었습니다.

**오디오 부분은** 오디오 고유 파일화 형태의 기반으로 하여 이제 더는 어떠한 포맷의 저장을 논의하기보다는 어떠한 방식으로 전송하는가에 좀 더 논의하고 있습니다. 이는 충분한 저장 및 대역폭의 확보 그리고 전송 속도의 향상성과 발전으로 가능했습니다.

**동기화 부분은** 기존의 방식인 B.B나 word sync라는 지역적 방식에서 IT 인프라의 기술인 PTP와 GPS와 같은 기준으로 하는 동기화로 발전하여 광역적으로 리소스를 아주 정교한 방식으로 동기화하는 것이 가능하게 되었습니다.

이러한 변화의 핵심은 위와 같은 물리적 인터페이스의 획기적 변화(맨 하위)의 기여가 있었기에 속도 및 공간의 제약이 현저히 없어진 자율적 콘텐츠의 방향을 이끌어냈습니다.

## 패러다임의 변화

이러한 흐름으로 가장 크게 변화되는 것이 바로 신호전송방식 형태의 변화입니다. 지금까지의 방송시스템에서는 모든 신호가 라우터에 집중되어 점 대 점으로 연결되었다면, 예시와 같은 변화의 환경을 통하여 이제는 특정적 라우터는 사라지고 그 가운데에는 일반적인

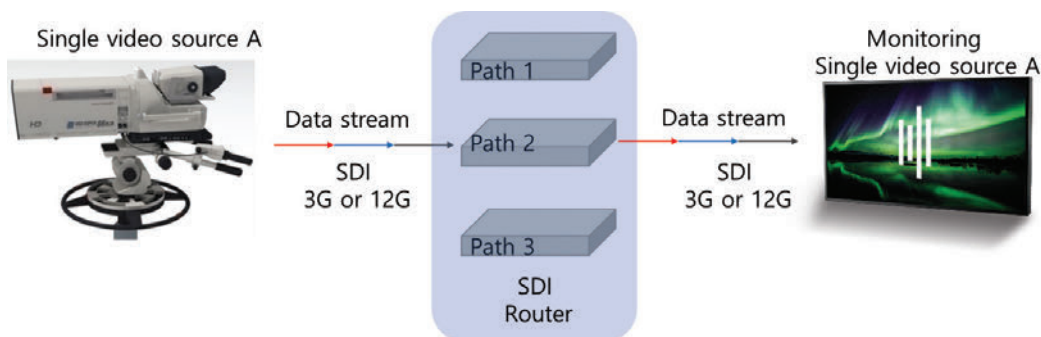
이더넷 스위치와 SDN이라는 소프트웨어 기반의 플랫폼을 통하여 신호의 전환이 이루어진다는 변화가 생겨났습니다. 즉, 더는 비디오나 오디오 전용 라우터의 기능적 요구가 필요 없이 이제는 COTS(Commercial Off-the-Shelf) 일반적으로 상용화된 이더넷 스위치 제품으로 물리적 구성을 대체할 수 있고 이것에 기존의 IT 기술을 적용하여 신호 관리를 할 수 있는 환경에 직면해 있습니다.

## IP 방식으로의 변화

### 신호의 전환 방식 변화

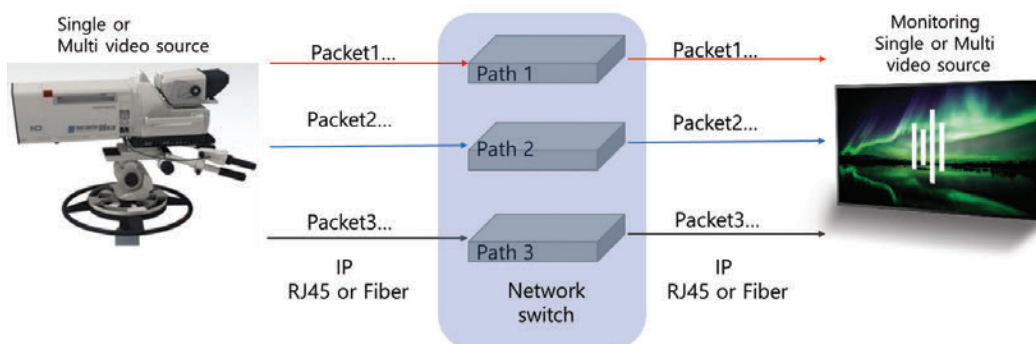
이 중 가장 큰 변화는 이제 접속하고 있는 신호전환의 방식에 관한 부분입니다. 바로 서킷 스위칭 방식에서 패킷 스위칭 방식으로의 변화입니다.

#### ① 서킷 스위칭(Circuit Switching)



기존의 신호전환 방식은 서킷 전환 방식 즉 전체의 비디오 혹은 오디오 소스가 하나의 라인을 구축하여 이동하는 방식입니다. 이것은 그림과 같이 각각 독립된 소스와 기존의 모든 방송시스템에서의 신호전송방식입니다. 해당 방식은 SDI 라우터의 성능에 따라 입출력 라우팅의 방식 및 수량에 제한이 있습니다.

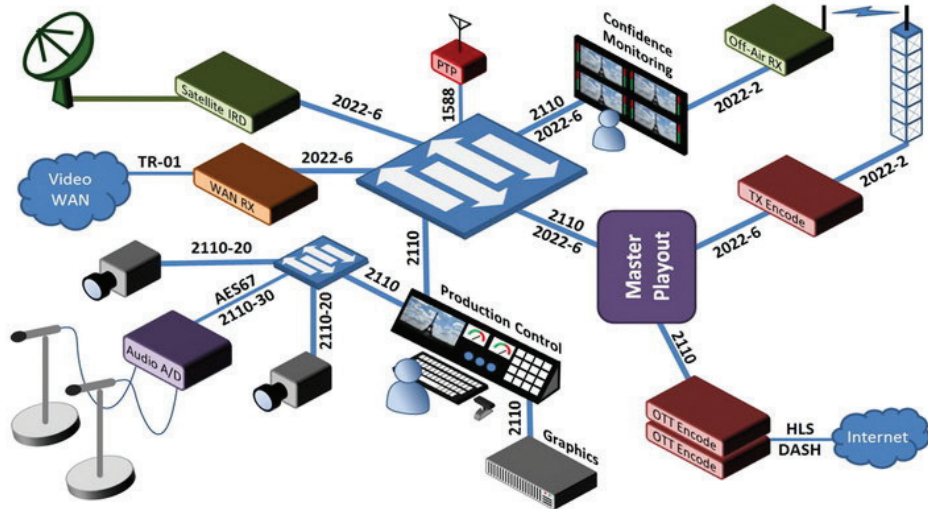
#### ② 패킷 스위칭(Packet Switching)



패킷 스위칭은 기존 스트림의 데이터를 일정 단위의 크기로 분할하여 패킷화를 시키고 여러 경로를 통하여 최적화된 전송을 하기 위한 방식입니다. IP로 구성함으로 전환 방식은 그림과 같이 패킷 전환 방식으로 변화합니다. 이러한 변화로 이전의 입출력 개수에 의한 물리적인 제한을 해결하여 주며, 지엽적인 연결을 벗어나 보다 넓은 영역으로 확장하고 함께 원격화 된 시스템을 구성할 수 있을 정도로 가능하게 하였습니다.

## 방송신호 전송 구간의 완벽한 정의

이처럼 전송 방식의 변화에 따라, 규격 정의가 필요한 각각의 신호 정의 부분도 현재 아래와 같이 정의되어 있음을 이제는 누구나 인터넷에서 쉽게 확인할 수 있습니다. 아래의 그림처럼 이미 다수의 구간에서의 전송 형식과 방식에 대한 정의는 이미 정의 단계를 넘어서 시스템 효율을 논의하는 단계에 있다고 볼 수 있습니다.



## IP 환경으로 변화에서 사라지고 변하는 것들

이러한 관점에서 IT 환경으로 변화되며 사라지는 부분을, 이전의 1~2G 핸드폰에서 스마트 폰으로의 변화와 비교하면 좀 더 쉽게 설명할 수 있겠습니다. 이전 1~2G 핸드폰에서 스마트폰으로 변하면서, 카메라, 내비게이션, 음악재생기, 녹음기, 계산기, 게임기, 지도 등이 사라지고 이 모든 것은 스마트폰의 빌트인된 하드웨어와 통합되어 현재는 APP 즉 소프트웨어로 존재하게 되었습니다.



FPGA

이처럼 방송시스템이 IP 환경으로 변하면서 우리는 Encoder, Decoder, Signal Distributor, Frame Synchronizer, Color Collector, Format Converter, Multi-viewer 등의 개별적인 하드웨어가 점차 사라지고 이것은 통합된 프로세서 모듈에서 해당 기능하게 되는 형태로 이제는 소프트웨어로 존재하게 됩니다.

이것을 가능하게 하는 중심에는 IT 인프라와 FPGA라는 서킷(Circuit) 로딩 타입의 하드웨어 플랫폼 프로세서를 통하여 가능하게 되었습니다.

## IP 시스템으로 변화 시기에 꼭 필요한 지식

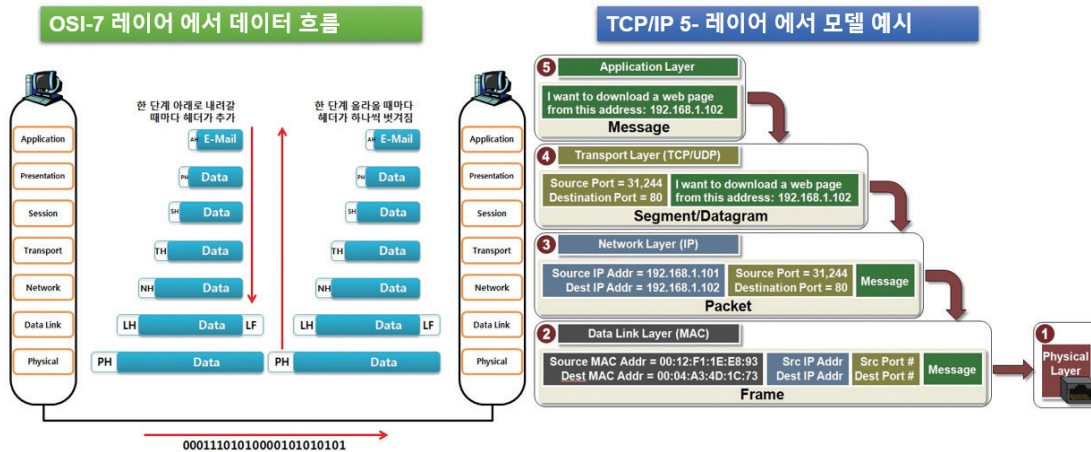
그렇다면, 이러한 변화에 따라 방송기술인에게 꼭 필요한 지식, 기본적으로 알아야 할 IT 지식은 무엇이 있는지, 실제 EURO 2016 경기와 시스템 구성에 사용되는 IP 장비를 통해 검토해 보며 Video/o/IP, AoIP 활용을 위해 이해가 필요한 프로토콜과 Video/o/IP 네트워크에서 꼭 필요한 정보를 살펴보겠습니다.

### 먼저 OSI 7계층(layer)입니다

누구나 늘 많이 들어 귀 아프게 들었던 오래된 이야기이지만 지금도 모든 구성 기준은 해당 규칙을 따릅니다. 이에 개요 및 각각의 용어 부분 그리고 layer 1~4의 역할 정도는 알아야 합니다. 왜냐하면 어떠한 프로토콜이 어느 레이어에서 사용되는지는 전송에서 기본적으로 이해하고 이야기하기 때문에 개요 및 용어 이해는 장비 및 역할을 구분하는데 도움이 되기 때문입니다.

## 실제적인 데이터 전송에 대한 흐름 개념 이해

데이터가 사용자의 요구로 전송될 때 각 레이어에서 해당 헤더로 정보를 추가하여 최종 레이어 1에서는 다음 그림처럼 전송이 되고 받는 쪽에서는 해당 헤더가 없어지고 데이터가 간다는 흐름 정도는 이해하고 있으면 어떠한 데이터를 보아도 쉽게 헤더와 내용을 분리하여 확인할 수 있습니다.



## 베이스밴드에서의 역할과 IP에서의 프로토콜 역할 비교 이해

### ① BB ↔ PTP

IT에서의 동기화는 PTP이며 이것은 베이스밴드에서 sync B.B와 역할이 동일한 프로토콜입니다.

### ② Meta data and input signal tag ↔ SDP

기존의 베이스밴드 방식에서 사용하는 메타데이터나 신호에 붙여진 각각의 고유한 정보가 IP에서는 SDP(Session Description Protocol)라는 프로토콜에서 유사하게 그 역할을 하고 있습니다.

### ③ 라우터 풀(Baseband router pool) ↔ IGMP

베이스밴드 라우터의 입력 및 출력 신호 단자 혹은 매트릭스 번호를 구분하여 사용하는 역할을 IGMP라는 프로토콜이 유사하게 그 역할을 수행하고 있습니다. 차이라면 정해진 번호대를 사용한다는 점이라 할 수 있겠습니다.

### ④ 라우터 내부 경로 및 신호의 경로 흐름 - RTMP

베이스밴드 라우터의 내부 신호 절체 및 경로 패스 등 관리하는 설정과 RTMP 프로토콜 하는 역할은 거의 유사합니다. 단지 여러 라우터의 패스를 관리하는 것이 RTMP에 추가되었습니다.

### ⑤ 패킷 전송 우선순위 - QoS

기존의 라우터에서는 전체 데이터가 하나의 경로를 통한 움직임으로 QoS와 같이 도착한 부분 신호의 우선순위는 없었으나 이것은 중요 신호의 우선이라는 관점에서는 방송신호 운용 부분의 큰 관점에서 보면 개념이 유사하다고 볼 수 있겠습니다.

이처럼 기존의 베이스밴드에서 사용하던 라우터에서의 신호 관리 방식은 IP 방식으로 변화한다 해도, 그 방식은 유사하게 관리되므로 베이스밴드 기술인에 IP 접근은 쉽고 자연스러운 변화라고 볼 수 있겠습니다.

## 방송 네트워크 구조에서 꼭 알아 두어야 할 프로토콜

이번에는 실제 EURO 2016에 사용되었던 장비의 내부 IP 전송 관련 설정 중 대표되는 주요한 프로토콜 내용 몇 가지를 설정 화면을 참고로 살펴보겠습니다.

### ① IGMP - Internet Group Management Protocol

| IGMP Mode:          | Query         | IP Address    | 10G1 - VLAN 1 (Auto) | 10G2 - VLAN 2 (Auto) | 10G1 - VLAN 1 (Auto) | 10G2 - VLAN 1 (Auto) | 10G3 - VLAN 1 (Auto) | 10G4 - VLAN 1 (Auto) | CPU/1 |
|---------------------|---------------|---------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------|
| Querier:            | Non-Querier   | 239.66.124.89 | 3:47                 |                      |                      |                      |                      |                      | 3:54  |
| Querier IP Address: | 192.168.123.1 | 239.28.123.82 |                      |                      |                      |                      |                      |                      | 3:47  |
| Port:               | 10G/1         | 239.27.123.82 |                      |                      |                      |                      |                      |                      | 3:53  |
| Timeout:            | 3:45          | 239.26.123.82 |                      |                      |                      |                      |                      |                      | 3:53  |
|                     |               | 239.25.123.82 |                      |                      |                      |                      |                      |                      |       |
|                     |               | 239.18.123.97 |                      | 3:15                 |                      |                      |                      |                      |       |
|                     |               | 239.16.123.97 |                      | 3:15                 |                      |                      |                      |                      |       |
|                     |               | 239.5.123.82  |                      |                      |                      |                      |                      |                      | 3:48  |
|                     |               | 239.4.123.82  |                      |                      |                      |                      |                      |                      | 3:46  |
|                     |               | 239.3.123.82  |                      |                      |                      |                      |                      |                      | 3:47  |

이 프로토콜은 예를 들어 가입자가 TV 채널 100번을 보고 싶다면, 100번에 해당하는 IGMP 채널 정보를 찾아서 Join 메시지를 보내고 이를 받은 스트림 서버에서는 해당 가입자에게 100번 채널에 해당하는 TV 방송 스트림을 멀티캐스트를 이용해서 전달하는 방식을 사용하게 하는 프로토콜입니다. 해당 IP 주소는 베이스밴드를 예를 들면 신호의 내부 결선 번호와 유사한 역할로 볼 수 있습니다.

### ② PTP - Precision Time Protocol

| General                          | Slave                                    | Master                    |
|----------------------------------|------------------------------------------|---------------------------|
| Local clock: -24.6195 ppm        | Offset from Master: 14.00 ns             | RefMaster Offset: N/A     |
| PTP Domain: 192.168.123.85       | Listening: 192.168.123.85 1 via 10G/1    | Mode: Two-Step            |
| Best Master: 192.168.123.85      | Uncalibrated: 192.168.123.85 1 via 10G/1 | Announce: 1 s / 0         |
| Prio/Prty/Class: 122 / 128 / 128 | Calibrated: 192.168.123.85 1 via 10G/1   | Sync: 0.125 s / 0         |
| Mode: Iq4 / Hybrid / E2E         | Master: 192.168.123.85 1 via 10G/1       | FollowUp: 0               |
| Management Mags: 7/0             | One-Way Delay: 3.94 μs ± 47 ns           | DlyReq: 0                 |
|                                  | Sync Mode: Dynamic                       | DlyResp: 0                |
|                                  | Timing Precision: Low                    | RefM Updates/Jumps: 0 / 0 |
|                                  | AnnDlyReq: 361988 / 1179631              |                           |
|                                  | SyncFollowUp: 1503474 / 1503473          |                           |
|                                  | DlyReq: 0.125 s / 1179913                |                           |

정밀 시각 프로토콜(Precision Time Protocol, PTP)은 네트워크 간 정확한 동기화를 가능하는 IEEE 1588 표준 시간 전송 프로토콜로써 하드웨어에서 생성하는 타임스탬프를 사용하여 나노 초 단위의 정확도까지 보장할 수 있습니다. 이에 BB 및 이전의 동기 방식보다 정확합니다.

### ③ SDP - Session Description Protocol

| Stream Mode | Stream 1 | Stream 2 | Stream 3 | Stream 4 | Stream 5 | Stream 6 |
|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| VLAN1       | VLAN1    | VLAN1    | VLAN1    | VLAN1    | VLAN1    | VLAN1    |
| 10G/1       | 10G/1    | 10G/1    | 10G/1    | 10G/1    | 10G/1    | 10G/1    |
| 10G/2       | 10G/2    | 10G/2    | 10G/2    | 10G/2    | 10G/2    | 10G/2    |
| 10G/3       | 10G/3    | 10G/3    | 10G/3    | 10G/3    | 10G/3    | 10G/3    |
| 10G/4       | 10G/4    | 10G/4    | 10G/4    | 10G/4    | 10G/4    | 10G/4    |

세션 기술 프로토콜(Session Description Protocol, SDP)은 스트리밍 미디어의 초기화 인수를 기술하기 위한 포맷입니다. 이 규격은 IETF의 RFC 4566으로 규정되어 있습니다. (SMPTE2110에서 문장 구성을 지정함)

SDP는 세션 공지, 세션 초대, 그리고 그 밖의 멀티미디어 세션 초기화 등을 위한 목적으로 멀티미디어 세션들의 내용 기술을 위해 작성됩니다. SDP는 미디어 형태, 콘텐츠 그 자체를 위해서 제공된 것은 아니지만, 양 끝단 간에 미디어 타입과 포맷에 대해 협상할 수 있는 수단이 제공됩니다. 이로 인해서 SDP는 새롭게 추가되는 미디어 타입과 포맷을 어떠한 것도 지원할 수 있으며, 향후에 나오게 될 여러 기술에 대한 호환성을 시스템적으로 지원할 수 있습니다. 현재 가장 주요하게 사용되고 있는 프로토콜 중 하나입니다. SDP protocol의 상세 내용은 이외의 다른 자료를 통하여 서도 좀 더 자세히 알아볼 필요가 있습니다.

이렇게 부분적으로 IP 방송환경의 변화와 필요 부분을 살펴보았습니다.

## IP 전환으로 얻게 되는 이득

가장 중요한 이득은 효과적인 IP 신호 운용 기술 방식인, Gateway, Spanning, Seamless 등 기존의 체계적 IP 기술을 그대로 사용하여 효율적인 방송 운용망 및 소재를 관리할 수 있다는 부분입니다.

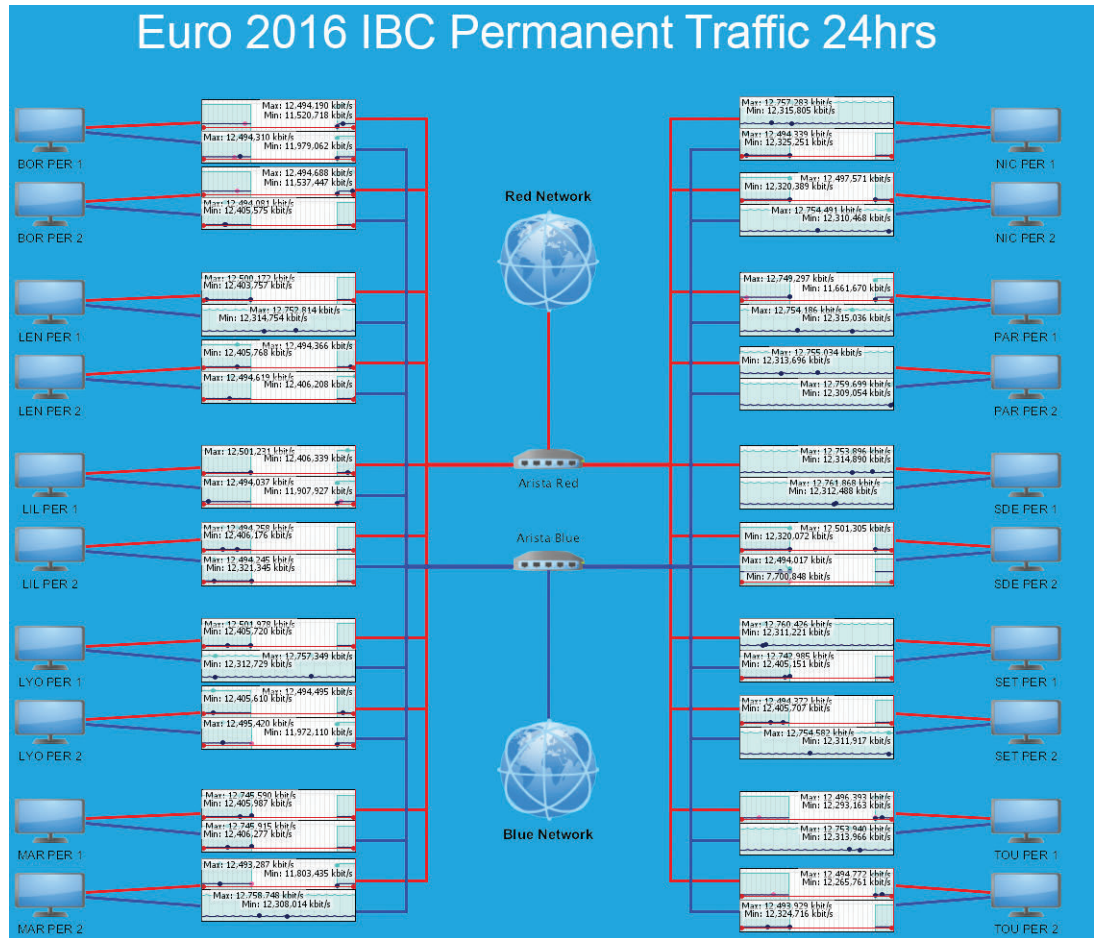
### 이외 이점

- 주파수, 포맷, 비트레이트 등의 제약에서 자유로워질 수 있습니다.
- 여러 부가적인 프로세서의 수가 현격하게 줄어듭니다.
- 콘텐츠의 접근이 편리하고 다양한 방식으로 콘텐츠를 관리할 수 있습니다.
- 멀티뷰어의 경우 UHD/HD 신호 관계없이 IP화된 신호를 mip-map(Mip-map) 방식을 통하여 많은 소스를 디스플레이할 수 있습니다.
- 특정 솔루션 및 장비에 크게 구속되지 않고 COTS(Commercial Off-the-Shelf) (상용제품) 스위치 장비를 사용하여 고객 중심의 운용을 구축할 수 있습니다.
- 계획된 시스템 구성 체계 및 특정한 프로토콜을 사용하여 방송 데이터의 관리 운용이 용이합니다.



## IP 구성한 실제 사용 예시, Euro 2016 Game

다음에서 보는 바와 같이 SMPTE2022-7를 기반으로 Redundancy, Seamless 구성을 구현하여 두 가지 분리 네트워크 영역(Blue, Red)으로 안전한 트래픽에 대한 구성을 하고 이것을 전체 관리 SDN(VSM)을 사용하여 IP 시스템 전체의 모니터링을 관리하는 형태로 운용하였습니다.



## 글을 마치며

여태까지 변화를 살펴본 바와 같이 IP(IT)는 우리 주변에 있으며 특별하지 않은 것이고 우리의 스마트폰처럼 자연스럽게 존재하고 있습니다. 이에 방송시장의 IP 변화는 이미 효율적으로 잘 관리 개발이 되어 있는 IT infra 기술을 채용하여 어떻게 효율적으로 적용하고 현재의 관점과 조율할 수 있는가의 단계적 시간으로 여겨집니다. 감사합니다. ☺