

+ 옮긴이 : 황 인 · 동양디지털 전문이사

TECH&TREND

Fuji Television

방송국 내 IP 네트워크화를 실현한 신 회선센터 시스템

원작자 : 후지 텔레비전 기술국 방송기술센터 회선 관제부

Hirohide Iwao, Hideo Toda, Takehiko Kanamori, Masanori Izumi, Fumio Tominaga, Teppei Shimakawa, Masaya Serizawa, Takahide Konishi

방송국에서는 원래 스트림(SD)을 중심으로 하는 소재의 분배나 교환을 해왔다. 근래의 IT기술의 진보에 따라 방송 시스템이 파일 베이스로 움직이는 중에 방송국 내외의 소재를 취급하는 신 회선 센터에 대해서 스트림만이 아니라 파일을 일괄적으로 처리하는 것이 장기적 관점에서 효율적이고 토탈 코스트 삭감에도 연결된다고 판단하였다.

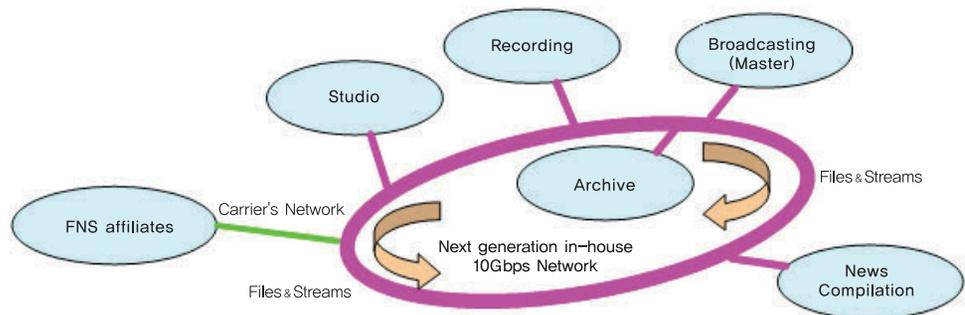
이때에 가장 중요한 과제가 된 것이 스트림과 파일을 공존시키는 것이고, 특히 스트림에 대해서 일체 영향을 주지 않는 방송국 으로서는 당연하면서 엄격한 조건이 필요하게 된다.

우리들은 최신 IT기술을 사용함으로써 이것을 해결하고 이제까지는 전혀 없었던 획기적인 신 회선 센터를 구축하여 그 개요에 대해서 보고한다.

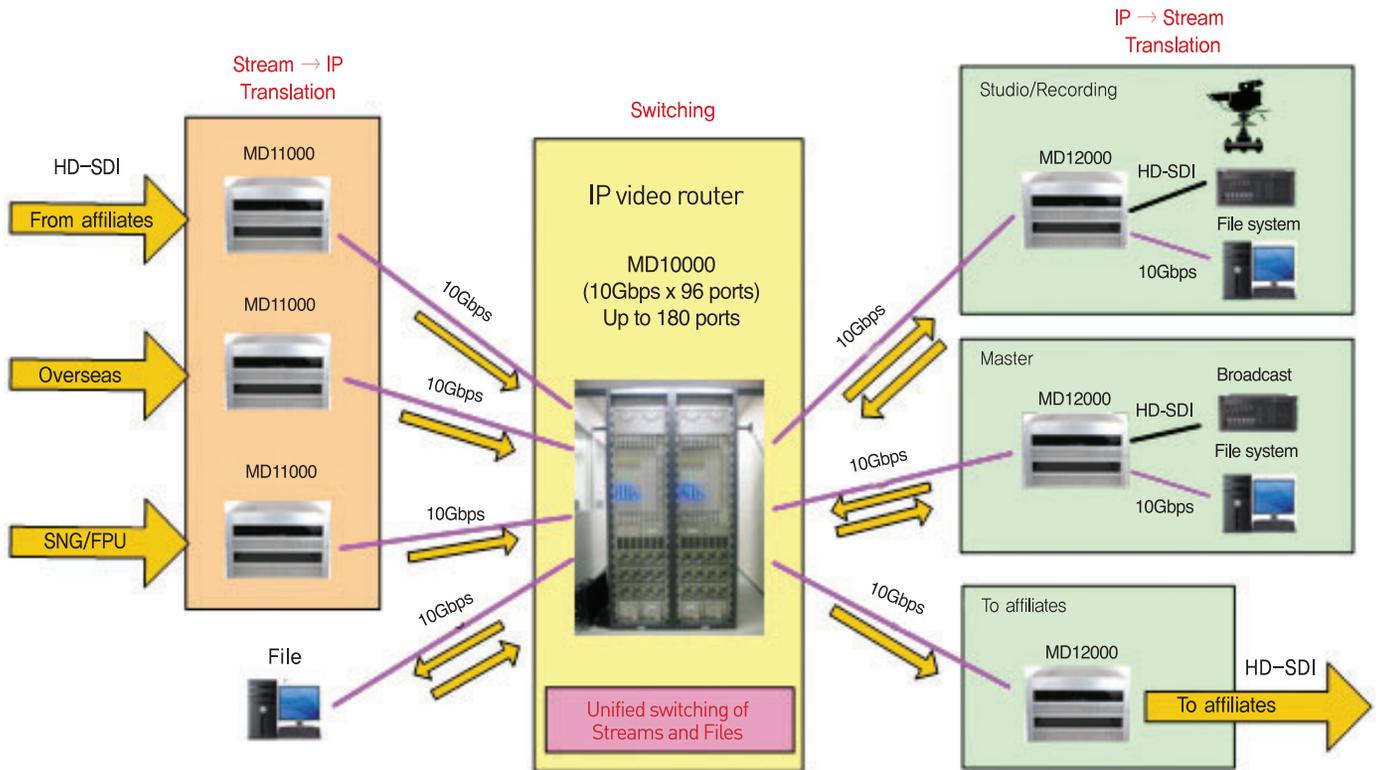
1. 개요

회선 센터는 방송국의 입출력 신호를 총괄하고 방송국 내에서의 신호분배나 계열사에 프로그램 송출 등을 하는 방송국의 게이트웨이 되는 섹션이다. 회선 센터를 새로 구축함에 있어 설비투자, 운용, 관리의 관점에서 가장 효율이 좋은 시스템을 검토한 결과 스트림과 파일을 공존시켜 일괄적으로 취급하는 시스템이 최적이라고 판단하였다. 이것들을 별개의 설비로서 구축하는 것도 검토하였지만 설비투자, 운용, 관리가 각각 필요하게 되어 여기에 관련된 인건비 등도 고려하면 토탈 코스트가 올라가 메리트는 적어진다. 스트림과 파일을 일괄적으로 처리하는 시스템으로서 IP네트워크 기술을 활용하여 모든 신호를 IP처리하는 것으로 하였다.

구체적으로는 회선 센터에 신규로 개발한 L2 레이어의 네트워크 스위치(이하 IP코어 라우터)를 채택하여 방송국 내에 10Gbps의 IP네트워크를 구축하였다. IP코어 라우터는 최대 3.2Tbps라는 세계 최대급의 라우팅 능력을 가지면서 스트림과 파일을 공존시키고, 스트림에 일체 영향을 주지 않는 특징을 갖고 있다.



[그림 1] 방송국 내 IP네트워크 접속 이미지



[그림 2] 회선 센터 분배 이미지

1-1. 스트림에 의한 분배

본 시스템 내에서는 신호를 IP처리하기 위하여 회선 센터에 입력되는 영상, 음성신호는 스트림 영역에서 필요한 처리(레벨 관리나 신호 변환처리 등)가 된 후 이더넷 프레임(이하 IP데이터)으로 변환된다. 이때 HD신호를 비압축으로 5회선 분을 묶어서 10Gbps의 IP데이터를 생성한다. 이들 IP데이터는 2대의 IP코어 라우터에 분배되어 필요로 하는 분배처(스튜디오나 기록처)에 라우팅 된다. 분배처에서는 IP데이터에서 원래의 영상, 음성신호로 변환되어 방송국내 동기화 처리를 거친 후 출력된다. 또 역으로 분배처에서 제작된 프로그램 등의 신호를 본 시스템에서 분배하기 위하여 분배처의 신호 출력을 IP데이터로 변환하여 IP코어 라우터에 넘기는 것도 가능하다.

스트림에 있어서 라우팅 패스는 정적(Static)으로 구축되고 패스 구축의 지시는 스튜디오 등의 분배처의 인적 조작, 혹은 회선 센터 내에서 생성된 분배데이터에 의한 시간 제어 등으로 행해진다. 한편, 스트림의 시스템 지연에 대해서는 IP처리에 약 1.2ms, 레벨 처리와 FS 등의 영상처리를 더해서 최대 34.7ms가 된다.

1-2. 파일에 의한 분배

본 시스템은 L2 레이어(OSI참조모델 데이터링크 레이어)의 네트워크로 되어있고 MAC address VLAN Tag(IEEE802.1Q), RSTP(Rapid Spanning Tree Protocol IEEE802.1w), Priority Tag(IEEE802.1p) 등에 기초로 한 동작을 행한다.

라우팅 패스는 동적(Dynamic)으로 구축되어 수시로 갱신되는 라우팅 테이블을 참조하여 본 시스템 내의 각 스위치가 능동적으로 라우팅을 행한다.

분배처의 외부 파일 시스템과 본 시스템간의 접속 방법으로는 분배처 단말을 경유하여 접속하는 방법과 IP 코어 라우터에 직접 접속하는 방법이 있지만 어느 쪽이라도 통신 인터페이스는 10GBASE-LR이다.

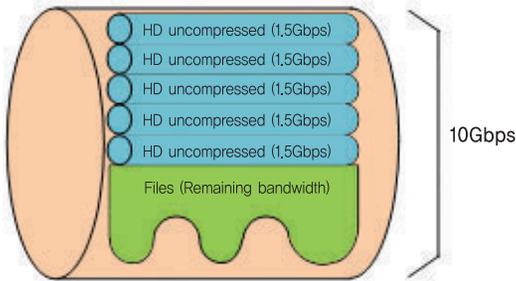
단말에 의한 접속방법의 경우, 파일은 10Gbps 내의 스트림의 비어있는 대역을 사용하기 때문에 사용되어지는 스트림의 회선 수에 의해 사용 가능한 대역이 동적으로 변한다. 한편, 직접 접속의 경우 IP코어 라우터의 비어있는 포트(10Gbps)를 사용하기 때문에 파일용으로서 10Gbps의 대역이 보증된다.

2. 설계의 포인트

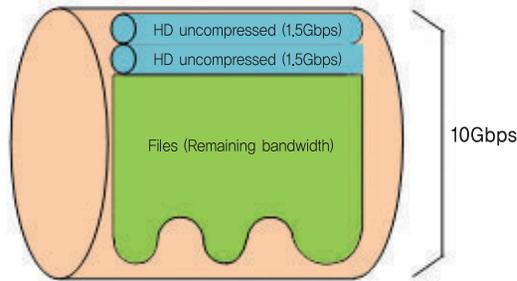
2-1. QoS 기술에 의한 스트림과 파일의 공존(兩立)

본 시스템에서는 전술한 VLAN Tag, Priority를 사용한 QoS 기술에 의해 스트림과 파일의 공존을 실현시켰다. 스트림과 파일의 VLAN은 구별되어 스트림용의 IP데이터에는 우선도가 가장 높은 Priority치가 부가된다. 이것에 의해 우선 제어와 대역제어가 가능해 데이터 폭주가 있는 경우에도 스트림의 프레임은 파손되는 일이 없다. 스트림은 대역이 완전히 보증되는 “대역 보증형”으로 파일은 비어있는 대역을 사용하는 “대역 상황에 따른 가변적 활용형”이라 말한다.

본 시스템 내에서는 수백 가지 규모의 스위치가 동시에 이러한 동작들을 행하면서 시스템 전체를 구성하고 있다.



[그림 3] 스트림 5회선의 경우



[그림 4] 스트림 2회선의 경우

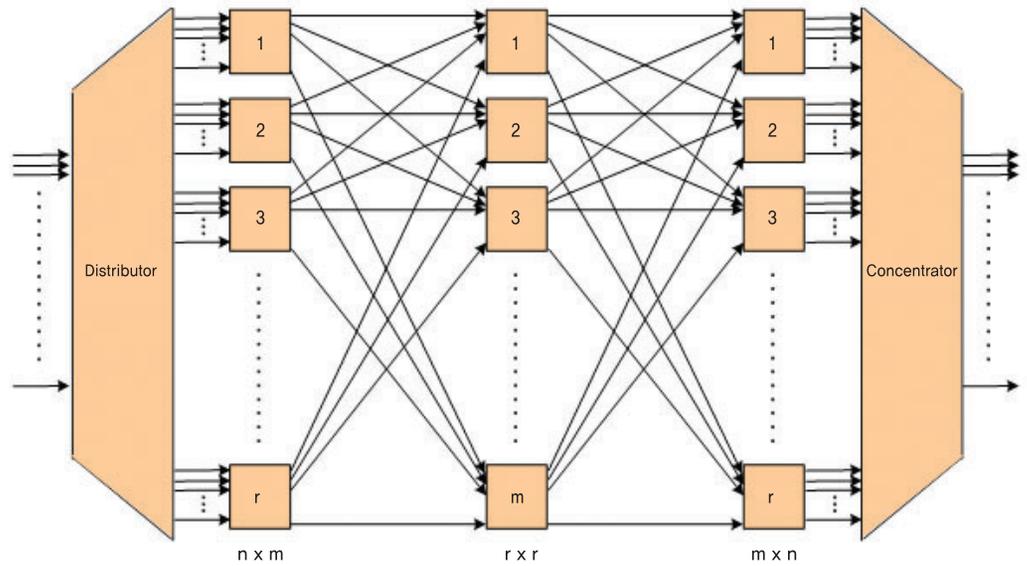
2-2. 멀티소스, 멀티캐스트에서의 스트림의 연속성을 보증

방송국 내에서의 소재 분배는 하나의 소재를 복수의 장소에 분배 운용하는 것이 필수다. 이것은 네트워크 영역에서는 멀티 캐스트에 해당한다. 게다가 방송국 내에서의 분배처는 소재단위, 프로그램단위로 자주 증감하고 각 신호는 순간적인 끊김도 허용하지 않는다. 이것을 멀티 캐스트에서 실현하기 위해서는 기존의 패스에 일체의 패킷 로스를 발생시키는 일 없이 새로운 패스의 추가 삭제가 가능한 기술이 불가결하다.

그 위에 본 시스템에서는 하나의 패스 안에 최대 5회선의 HD신호가 다중(多重)되어 있는 멀티소스 설계여서 모든 HD신호에 대해서 누락이 없어야 하고 신호의 연속성이 보증이 안 되면 안 된다.

통신계 라우터에서 사용하고 있는 대표적인 스위치 기술로서 소규모 스위치를 조합하여 복수단의 스테이지로 구성하는 Clos Switch(1953년 미국 벨연구소의 Charles Clos씨에 의해 개발된 다단 스위치 회로망) 방식이 있지만 멀티소스, 멀티 캐스트 등을 의식하여 설계되어 있지 않고 정확하게는 스트림의 연속성은 보증되지 않는다.

본 시스템에서는 인풋 스테이지에 Distributor(분배)의 기능, Output 스테이지에 Concentrator(집선기, 集線機)의 기능을 개발하여 미들 스테이지의 스위치 용량을 확대함과 동시에 적절한 루트 선택 알고리즘을 개발하는 것으로 이러한 과제를 해결하였다. 이것에 의해 멀티 소스, 멀티 캐스트에서의 스트림의 연속성(Non-blocking)을 보증하는 PNT Clos Switch (Perfect Non-blocking Technology Clos Switch)를 실현하여 방송국의 요구조건을 충분히 만족하는 사양이 되었다. 동시에 스위치의 총 숫자를 줄이는 것도 성공하여 종래의 Clos Switch의 개념에서는 이루지 못한 최소한의 시스템 구성을 실현하였다.



[그림 5] PNT Clos Switch의 구성 예

2-3. 고속 루트 선택 알고리즘

분배처나 외부로부터의 시간제어에 의한 스트림의 교체동작을 고속으로 하기 위해서는 기존의 스위치 접속 상황에 기초해 최적의 루팅 패스를 고속으로 검색할 필요가 있다.

본 시스템에서는 새롭게 개발한 루트 선택 알고리즘을 도입하여 IP코어 라우터 내의 루트 검색 엔진이 시스템 전체를 집중적으로 관리하는 것으로 이것을 해결하였다. 이 결과 멀티 캐스트의 환경 하에 있어서도 매초 10,000경로 이상의 패스 루트를 검색하는 것이 가능해져 μs 단위의 주문에도 고속교체를 실현하였다.

2-4. 분배처에서의 국내(局内) 동기화

종래의 방송국에서 스트림 시스템의 설계에서는 입력 신호에 대해서 국내(局内) 동기화 처리를 하는 것이 일반적이었다. 즉, 외부에서 신호가 입력되는 회선센터에 FS를 설치하여 국내(局内) 동기화 처리를 한 후 신호를 분배처로 넘기는 방식이다.

본 시스템에서는 스페이스의 절약과 IP전송에 있어서 불안정성이 원인인 시스템 위상이 일률적이지 않은 것을 고려하여 FS 기능을 분배처 단말에 내장하도록 신규로 개발하였다. 이것에 의해 회선 센터와 분배처 모두 새로운 FS의 증설 스페이스가 불필요해 굉장히 심플한 시스템을 구성할 수 있었다.

2-5. 소프트웨어(데이터 처리 제어)

본 시스템의 시스템 소프트웨어를 검토할 때의 최대의 포인트는 회선 데이터의 일괄 관리와 제어의 즉각성 이었다. 회선 센터에서 취급하는 데이터는 여러 갈래로 넘겨지지만 크게 나누어보면 회선의 예약, 운용 상황 등의 회선 데이터 계와 각 기기의 절체나 컨트롤을 하는 제어 계로 나누어진다.

종래 회선 데이터 계는 모든 메인, 서브 시스템에 전송 복사되어 각 시스템에서 기억하는 것에 의해 어느 시스템이 정지하였다 하더라도 어느 정도의 운용이 가능하도록 하는 것이 많았다(Multiple redundancy). 이 방법은 정상 동작 시에는 이중화에 의해 견고한 시스템이 되지만 시스템 간에 데이터의 일관성을 유지하는 것이 어렵고 자주 시스템 간에 불일치가 일어난다. 그 때문에 이번에는 최상위 시스템인 회선 정보 시스템(후술함)에 모든 데이터를 일괄화하여 하위 시스템은 필요한 데이터를 받는 것만으로 하였다.

이와 같이 모든 회선 데이터는 회선 정보 시스템에서 관리함에 따라 시스템 간의 데이터의 불일치를 가장 적게 하고 만의 하나 하위 시스템에서 예러가 발생한 경우라도 재 기동됨과 동시에 데이터가 클리어 되고 재전송 데이터에 의해 즉시 복구하도록 설계하였다. 이것에 의해 불필요한 데이터를 하위 시스템에 넘기지 않아 기기제어의 즉각성을 실현하는 것이 가능해졌다.

2-6. 콘솔 데스크와 모니터 계

현재의 오퍼레이션은 스트림을 주로 하고 있지만 이후 중장기의 기간 중 예를 들면 파일에 따른 오퍼레이션 등 종래에는 없었던 운용이 필요하게 될 가능성이 높다.

본 시스템에서는 현재의 운용 스타일을 수요에 맞추어 유연하게 변경 가능하도록 설계하였다. 예를 들면, 콘솔 데스크는 EIA랙 피치로 제작되어 수용기기의 이설이 용이하다. 또 모니터 월로 프리 레이아웃, 프리 사이즈가 가능한 DLP(Digital Light Processing : 50inch X 20개)를 채택하여 장래의 운용스타일에 맞추어 감시체제를 변경하도록 하였다.

3. 시스템 상세

회선 센터의 시스템 구성은 IP계의 “기간분배 시스템(Nucleus Distributor System)”과 스트림계(SDI)의 “서브 시스템” 데이터처리와 제어를 담당하는 “소프트웨어 시스템”으로 크게 나누어진다.

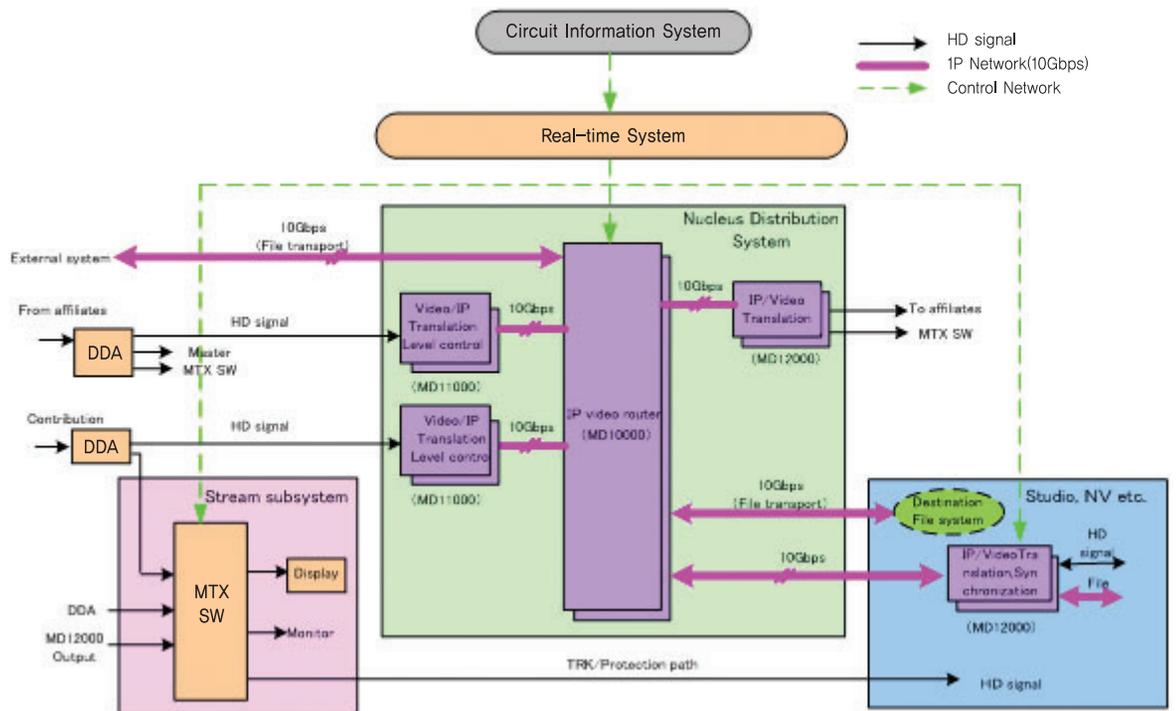
기간 분배 시스템은 전술한 바와 같이 IP기술을 활용한 국내(局内) 분배의 중핵을 담당한 시스템이고 서브 시스템은 분배기(DDA)와 매트릭스 스위처(이하 MTX SW) 콘솔 데스크 모니터 월로 대표되는 감시 리던던트 계 등의 주변 시스템이다.

소프트웨어 시스템에는 회선 센터 내의 제어계와 회선예약 데이터 등의 데이터 처리를 하는 “회선 정보 시스템”, “리얼 타임 시스템”, “분배 제어 시스템” 등의 명칭이 있다.

기본적 신호 흐름에서 스트림 입력 신호는 분배기에서 기간 분배 시스템과 서브 시스템의 MTX SW(576×576)에 병렬 분배된다. MTX SW에서는 IP데이터화 되는 전단과 후단의 신호가 감시 가능해 여기를 기본적인 감시 포인트로 설정하고 있다.

스트림 출력 신호에 대해서는 스튜디오 등의 분배처와 계열국으로의 프로그램 송출이나 소재의 송출 등에 사용되어 MTX SW에서 출력신호의 감시를 행한다. 파일에 대해서는 기간 분배 시스템의 IP코어 라우터나 분배처 단말(MD12000)을 경유하여 분배처의 파일 시스템과 접속되어 최대 10Gbps의 대역을 가진다.

본 시스템에서 취급하는 스트림 신호는 HD-SDI(1080/59.94i)를 기본 포맷으로 하고, SD-SDI 등의 타 포맷의 입력 신호의 경우는 MTX SW에 접속된 신호 변환기를 사용하여 기본 포맷으로 변환한다.



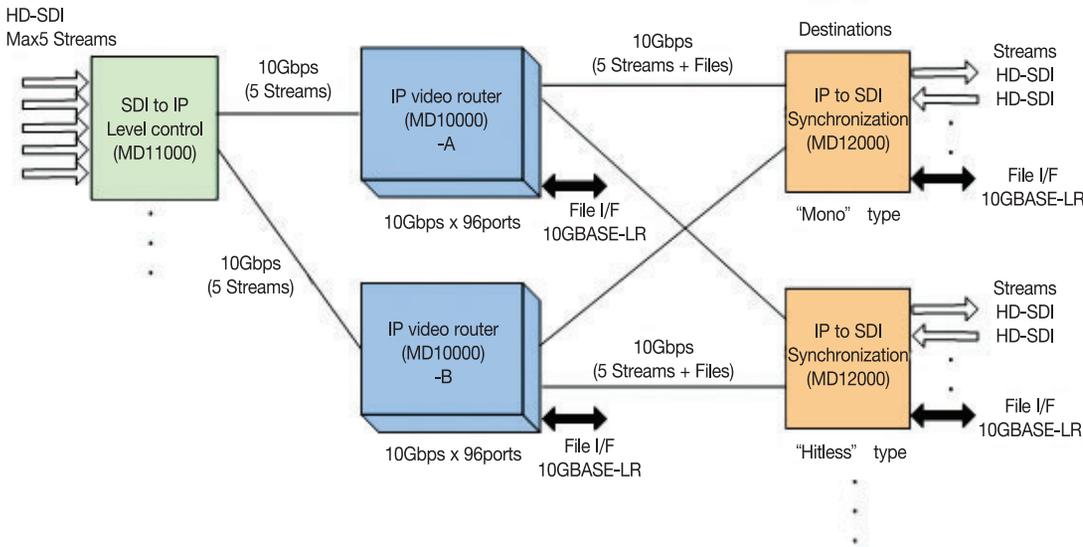
[그림 6] 회선 시스템 개념도



[그림 7] 회선 센터 외관

3-1. 기간 분배 시스템(Nucleus distribution system)

HD-SDI에서 IP데이터로 변환을 하는 MD11000, IP데이터를 분배처로 라우팅하는 IP 코어 라우터 MD10000, 분배처에서 IP데이터와 HD-SDI의 양방향 변환을 하는 MD12000으로 구성되어 있다.



[그림 8] 기간 분배 시스템의 구성 이미지

3-1-1. SDI/IP 변환장치(MD11000)

HD-SDI에서 IP데이터로 변환하는 기능을 가지고 있다. 회선 센터 내에 7대가 설치되어 있고 1대마다(8 슬롯) 40개의 소재를 동시에 변환 가능하다.

SDI신호는 IP데이터로 변환된 후 5회선 단위로 다중(多重)하여 10Gbps(10GBASE-LR)로 출력된다. 출력은 두 개로 분배되어 IP 코어 라우터 (MD10000) A, B계통에 각각 보내진다. 영상, 음성(8ch)의 레벨 컨트롤 기능(LCU)을 가진 로터리 엔코더에 의해 리모컨 제어가 가능하다. 그리고, 음성 교체, 믹싱 기능(다운 믹스 기능 포함)도 가지고 있어 LCU를 바이패스 시킴으로써 Dolby-E 신호에도 대응이 가능하다.

IP데이터에는 Read-Solomon부호를 추가하여 끼워 넣음으로써 전송에러에 대한 내성을 강화하고 있다. 또한, 각종 기판상의 설정은 특별한 소프트웨어를 쓰지 않고도 웹상에서 변경이 가능하게 되어 있어 사용자 중심의 설계로 되어 있다.

3-1-2. IP코어 라우터(MD10000)

새로운 시스템의 심장부인 IP라우터이다. 최대 라우팅 능력은 3.2Tbps이고 10Gbpsx160포트를 가진 거대한 Layer2 네트워크 스위치다. 이것을 HD-SDI로 변환하면 800x800의 규모가 된다. 이번 후지 회선센터에서 사용하는 용량은 10Gbpsx96포트 (1.92Tbps)지만 필요에 따라 기판증설을 하면 간단히 확장 가능하다.



[그림 9] MD10000

기본 유닛의 구성은 IOSW(MD11000, MD12000, 인터페이스), MIDSW(입력 소재를 출력 포트에 라우팅), CPU CNT(라우팅 제어)로 구성되어 있다. MD11000이나 MD12000과의 인터페이스는 광 파이버(10GBASE-LR)고 포트 총수는 16포트(TX/RX의 16대)x6슬롯(IOSW)의 96포트다.

IP코어 라우터를 도입함에 있어 특히 주의를 기울인 것이 공조 설계, 건물 내 하중, 내 소음설계, 내진 설계 등이다. IP코어 라우터는 IT기기라는 것도 있고 종래의 방송기기와 비교하여 발열량이 많다. 또 본체 중량은 전원과 FAN을 포함해 1대당 약 1t이다.

공조나 바닥 내 하중에 대해서 정밀한 시뮬레이션을 실시한 결과 다른 방송기기의 설치와는 별개로 전용의 독실(코어 라우터실)을 만드는 것으로 하였다. 코어 라우터실은 일정한 온도를 가지기 위한 전용 공조설비와 하중 분산을 위한 전용 채널 베이스, 소음을 고려한 2종의 칸막이 등으로 되어 있다. 또한, 내진성에 대해서도 본체의 볼트 지주하중과 전단력을 계산하여 설계되고 채널 베이스만으로도 내진을 확보하고 있지만 안전을 기하기 위하여 흔들림 방지대를 벽에서 뿔고 고정하고 있다.

3-1-3. IP/SDI 변환장치(MD12000)

MD12000은 IP데이터 ↔ SDI를 양방향으로 변환하는 기능을 가지고 10Gbps, SW-CNT, RX, TX, 10G-HUB의 각 카드로 구성 되어 있다.

10G-Ethernet카드는 IP코어 라우터와 10GBASE-LR를 인터페이스 하는 것이고, SW-CNT카드는 RX/TX카드와 10G-Ethernet 카드 사이에서 IP데이터를 라우팅 한다. RX카드는 IP데이터 → SDI 변환 및 FS 기능을 가지고 스튜디오에의 소재출력 등에 사용 한다.

출력 모드로서 모노 모드와 Hitless 모드가 있다. 모노 모드는 IP코어 라우터의 A계통에서 5소재, B계통에서 5소재를 선택하는 것으로 MD12000 1대당 최대 10소재를 분배하는 것이 가능하다. 한편, Hitless 모드는 현재 사용 중인 신호계가 이상 시에 신호의 흔들림 없이 예비계로 자동 교체가 가능한 모드다. Hitless 모드는 송출 마스터나 회선 센터에서의 계열국 송출 등의 중요회선에 사용되고 1대당 최대 5소재를 분배할 수 있다. 어느 모드라도 음성은 16ch 대응으로 되어있고 FS를 바이패스 함으로써 Dolby-E신호에도 쉽게 대응이 가능하다.

TX카드는 SDI에서 IP데이터로 변환기능을 가지고 스튜디오의 SDI출력을 IP데이터로 변환한다(최대 1대당 5계통). 예를 들면, 스튜디오 멀티 운용의 경우 신호경로는 MD12000(A스튜디오) → IP코어 라우터(MD10000) → MD12000(B스튜디오)로 되어 모두 IP데이터로 주고받는다.

10G HUB카드는 분배처의 파일 시스템과 접속하기 위한 것으로 10GBASE-LR 인터페이스를 가지고 있다. RX/TX카드에 의한 스트림의 분배수에 따라 파일에서 사용이 가능한 대역이 약 1.3Gbps~10Gbps 사이에 변환이 가능하다.

3-1-4. 로터리 엔코더

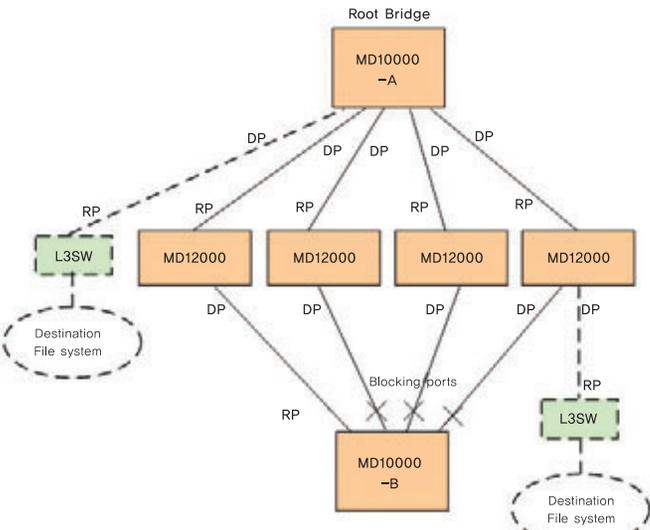
MD11000에 내장된 LCU(Level Control Unit)를 리모트 컨트롤하기 위한 유닛(신규 개발)으로 오퍼레이션 룸의 각 데스크 콘솔에 한대씩 설치되어 있다. 영상 레벨 조정에 관해서는 HD/SD가 섞여있는 시기에도 대응할 수 있도록 HD이미지(Y/Pb/Pr)에서의 제어와 아날로그 이미지(NTSC)에서의 제어가 선택 가능한 사양으로 되어있다. 또한, 본 유닛에서 MD11000의 제어 프로토콜로 UDP(user datagram protocol)를 채용하여 조작 레스폰스 속도를 높였다.

3-1-5. 파일계

기간 분배 시스템은 L2 레이어의 네트워크로서의 기능으로 스트림 운용과 병행하여 파일운용도 가능하다. 시스템 설계나 확인, 테스트에 있어서는 종래의 스트림과 전혀 개념이 다르기 때문에 더듬거리면서 시행착오를 겪으며 완성해나갔다.

L2 레이어의 네트워크에서는 안정된 이중화를 확보하기 위하여 물리적으로 루프를 포함한 네트워크를 구성하는 것이 일반적이지만 이 경우 방송 폭주(Broadcast storm) 등에 의해 통신이 방해되지 않도록 논리적으로 루프가 발생하지 않는 설계가 필수적이다. 이것을 실현하는 것이 STP(Spanning Tree Protocol)이다.

그렇지만 STP에서는 네트워크 위상(network topology) 변화 시 수십 초 간의 통신 불가 시간이 발생하는 약점이 있어 본 시스템에서는 이것을 피하기 위해 통신 불가 시간을 최소로 억제하는 RSTP를 채택하였다.



[그림 10] IP 네트워크의 관점에서 본 시스템을 트리 구성으로 적은 접속 예

본 네트워크에서는 BPDU(Bridge Protocol Data Unit) 정보를 이용하여 MD10000 A가 루트 브릿지가 되도록 BID(Bridge ID)의 우선순위(Priority) 값을 관리한다. 물론, 패스 코스트에 의해 RP(Root Port), DP(Designated Port), BP(Blocking Port)가 [그림 10]과 같이 결정되어진다.

본 네트워크와 분배처의 파일 시스템을 접속할 때는 보안 관리를 위한 L3 레이어스위치(이하 L3SW)를 거쳐 세그먼트를 분할하는 것으로 하여 이때의 접속 조건을 정리했다.

주요 항목으로 아래와 같다.

- VLAN ID(IEEE802.1Q)의 설정치
- QoS의 Priority Tag(IEEE802.1p)의 설정치
- RSTP 설정
- Bridge ID의 Priority 값의 설정
- Frame size 설정
- Storm control 설정

네트워크의 동작확인으로는 시행착오의 결과 하기의 항목에 대해서 확인을 하였다.

- Throughput 측정
- 스트림 회선수의 증감에 따른 대역 측정
- 시스템 지연 측정
- Priority 값에 의한 우선제어
- 무효 프레임의 폐기 확인
- 플러딩 때(Flooding impact) 스트림에의 영향
- 네트워크 위상(network topology) 변화에 의한 패스 확인
- RSTP에 의한 수렴시간

이러한 확인항목 중에서 토폴로지 변화를 동반한 항목에 대해서는 동시에 스트림에 영향이 일체 없는 것을 확인하였다. 이와 관련하여 전술한 바와 같이 MD10000 A가 루트 브릿지가 되어 있지만 가령 루트 브릿지가 다른 스위치로 움직이는 것 같은 토폴로지 변화의 경우에 있어서도 스트림 및 파일운용에 영향이 없다.

확인 항목 중 시스템 지연에 대해서는 MD12000 → MD10000 → MD12000의 루트로 프레임사이즈 1500byte의 경우 240us이다. 또 개발에 가장 시간을 요한 RSTP에 대해서는 결과적으로 토폴로지 변화에 의한 RSTP 수렴시간은 약 3초가 됐다.

앞으로 방송국 내에 순차적으로 도입되는 각 파일 시스템 간의 링크나 장래의 계열국과의 파일을 주고받는 데에도 본 네트워크는 유효할 것으로 생각한다.

3-1-6. 알람 감시

알람 감시 시스템에 있어서 종래는 메이커 간을 횡단하여 종합적으로 감시하는 시스템을 구축하였다.

그러나 이번과 같이 메이커나 기능이 다양화된 시스템의 경우는 통합형의 감시 시스템을 채택하면 운용의 편리성과 코스트 면에서 단점이 많을 것으로 판단하여 시스템마다 감시 시스템을 구축하는 것으로 하였다. 또한, 알람 감시의 형태에 대해서는 종래의 접점 알람에서 SNMP 감시 추세로 움직이고 있다.

본 시스템과 같이 많은 노드 수와 감시 항목을 가지고 있는 경우 SNMP 매니저의 스펙에 따라서는 폴링 스피드(Polling speed)가 늦어진다든지 레스폰스가 나빠지는 것이 염려되었다. 이번 SNMP 범용 매니저 소프트웨어를 커스터마이징하여 동작이나 레스폰스를 확인한 결과 충분히 실용가능하다고 확인되어 도입을 결정하였다.

3-2. 서버 시스템

서버 시스템은 주로 매트릭스 스위치, 모니터 월, 콘솔 데스크, 알람 감시 시스템으로 구성되었다.

3-2-1. Matrix SW(HSMX-3000)

MTX SW는 회선 센터 내에서 스트림 신호 감시와 신호 변환, 리던던트 계통에 사용하기 위하여 신규 개발한 것으로 576×576이라는 세계 최대급의 규모를 가진 외에도 3Gbps에도 대응하고 있다.

3-2-2. 모니터 월

회선 센터의 오퍼레이션 룸은 “장래에 레이아웃이 자유롭게 변경가능”, “전원이 앞을 보고 오퍼레이션을 할 것”이라는 콘셉트를 가지고 설계하였다.

3-2-3. 콘솔 데스크

콘솔 데스크로 메인의 오퍼레이션 조작을 하는 “오퍼레이션 데스크”, 스포츠 등의 이벤트에서 사용하는 “멀티 데스크”, 송출 감시 업무용의 “송출 데스크”, 회선 정리와 부킹 업무 등을 하는 “총괄 데스크”가 있다.

금번 데스크에서 편리성이 가장 향상된 점은 KVM 리모트 시스템에 의한 오퍼레이션이다. 종래는 데스크마다 조작이 가능한 기능을 나누어 오퍼레이터가 운용에 맞추어 데스크로 이동했지만 꼭 편리성이 좋다고 말할 수 없었다.

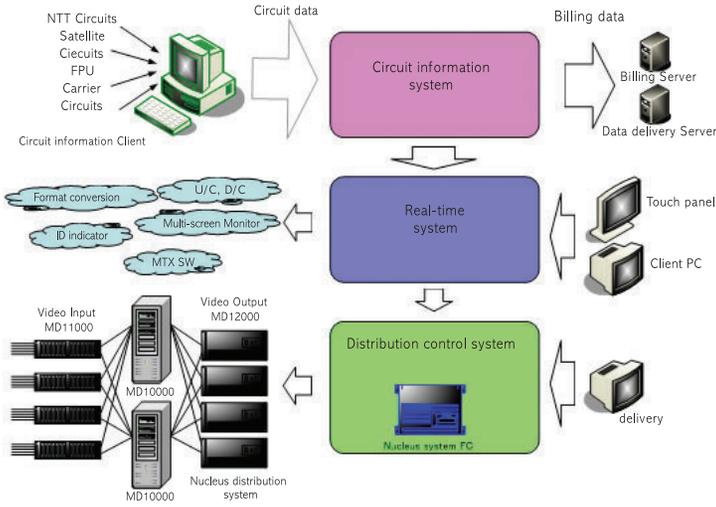
그래서 이번에는 워크플로우와 오퍼레이터의 동선을 고쳐서 하나의 데스크에서 복수의 기능을 교체하여 조작이 가능하게 하였다. 즉, KVM 리모트 시스템에 의해 최대 32대의 PC를 8대의 KVM 익스텐션에서 제어가 가능하게 하였다. 이것에 의해 어느 데스크에서라도 거의 동일한 오퍼레이션이 가능해 최소한의 인원으로 효율이 높은 오퍼레이션이 가능하게 되었다.

3-2-4. 알람 감시

서버 시스템의 알람 감시는 종래의 접점 감시와 SNMP 매니저에서의 감시를 조합한 메이커 표준의 알람 감시 소프트에 일부 손을 댄 것이다. 알람 감시 클라이언트에 의해 주의 환기 음성을 출력한다. 모든 기기의 Trap을 로깅이 가능하게 설정되어 있어 온라인상에서 장애감지, 주의환기를 하지 않아도 로그를 확인하는 것으로 쉽게 장애 확인이 가능하도록 설정되어 있다. 본 알람 시스템은 어디까지나 기기감시를 메인으로 하고, 신호감시는 멀티 뷰어의 기능으로 실현하고 있다.

3-3. 소프트웨어 시스템(데이터의 처리, 제어)

회선 센터의 데이터 처리 및 제어를 담당하는 소프트웨어의 구성은 3개의 시스템으로 구성되어 있다. 회선 예약과 상황, 요금 정보, 사 내외에 데이터 배달을 하는 “회선 정보 시스템”, 회선 정보 시스템의 데이터를 기초로 회선 센터내의 하드웨어를 포괄적으로 관리하는 “리얼 타임 시스템”, IP코어 라우터의 제어를 특화시킨 “분배 제어 시스템”이다.



[그림 12] 소프트웨어 전체 구성도

3-3-1. 회선 정보 시스템

회선 센터에서는 NTT 등의 캐리어 회선, 위성 회선, FPU 등 모든 중계회선을 취급한다. 회선 정보 시스템은 그러한 회선 예약, 사용상황, 소재의 내용 외에 회선 사용실적을 기본으로 한 요금정보, 사 내외의 데이터 발신 등 회선 센터의 모든 데이터를 포괄적으로 등록하고 관리하는 최상위 시스템이다.

이 시스템은 리얼 타임을 필요로 하면서도 DB서버로서의 사용이 메인이기 때문에 데이터베이스 부분에는 광 채널에 의한 RAID5의 하드디스크 시스템을 채택하여 데이터의 안정성을 확보하고 있다. 한편, 어플리케이션 서버에 관해서는 블레이드 서버에서 Hot, Cold 스탠바이에 의한 하드적인 리던던트 구성만으로 하여 비용대비 효과를 배려하였다.

3-3-2. 리얼 타임 시스템

본 시스템은 회선 센터 내의 영상 하드웨어와 그것을 일괄 제어하는 리얼 타임 FC(Factory Computer)로 구성되어 있다. 리얼 타임 FC는 회선 정보 시스템에서 수신한 데이터를 기초로 기간 분배 시스템(코어 제어 FC)에서의 레퍼런스 클럭에 의한 자동제어를 동시에 48계통을 하는 능력 외에 회선 센터 내 모니터 월에 영상출력, ID표시기에 소재명표시 등 본선 계통 교체부터 운용의 보조까지를 자동으로 행한다.

리얼타임 FC의 정지상태는 운용에 크나큰 영향을 미치기 때문에 운용과 예비의 핫 스탠바이 구성으로 하여 만의 하나 장애 시에도 즉각 예비계통으로 교체 가능하도록 하였다. 이러한 운용과 예비기기는 각각이 상호 작동치 않고 독립적으

로 작동하고 있어 한쪽의 FC가 장애일 때도 다른 쪽에 영향을 주지 않도록 설계되어 있다. 또한, 회선 정보 시스템에 대한 데이터 변경 기능을 빼버림으로써 데이터 불일치의 가능성을 배제하고 있다.

제어에 대해서는 정 시각에 의한 즉시실행(Zero second control)이 바람직하지만 마스터 시스템과 달리 막대한 회선 수를 취급하는 회선 센터에서 즉시실행을 기본으로 설계하면 막대한 시스템과 설비 투자를 필요로 하게 된다.

회선 센터의 운용상황에 비추어 제어 한계치는 분단위 주문(Millisecond order)으로 하여 본선 출력계 제어의 우선도(Priority)를 ID표시 등의 운용 보조계통의 제어보다 높였다. 이것으로 인해 소규모 FC를 사용해도 운용에 지장이 없는 설계로 해서 최소의 코스트로 최대의 퍼포먼스를 얻을 수가 있었다.

3-3-3. 분배 제어 시스템

분배 제어 시스템은 IP코어 라우터와 그 입출력 기기의 하드웨어, 그것을 제어하는 코어 제어 FC, 영상 분배 조작용의 분배 조작 클라이언트로 구성되어 있다.

각 기기의 특징은 다음과 같다.

- 코어 제어 FC : IP코어 라우터는 지정된 분배 단말에 소재를 멀티 캐스트 지시하는 기능은 가지고 있지 않다. 그렇기 때문에 코어 제어 FC는 다른 시스템에서의 분배 의뢰 메시지를 받아 각 장소에 영상신호가 도달하도록 MD10000, MD11000, MD12000의 각 기기에 대해 제어를 행한다.

코어 제어 FC는 스튜디오나 기록처의 분배와 회선 센터에서 각 캐리어로의 분배 등을 담당하기 때문에 다른 시스템보다도 즉각성 정확성이 필요하다. 그 때문에 종래의 Socket 통신과 같이 다른 시스템에서의 메시지를 받았을 때 Ack/Nack에 의한 응답을 하지 않고 각 메시지는 비동기로 수신과 발신된다. 이것에 의해 코어 제어 FC는 메시지에 대한 "Time out control", "wait" 감시를 할 필요가 없어 각 의뢰 메시지를 차례로 처리하는 것이 가능하다.

그러나, 분배 의뢰가 집중됐을 때 본선 출력계통 등의 중요한 교체가 FIFO(first in first out)에 서 취급되면 교체 지연이 발생할 가능성이 있다. 그래서, 코어 제어 FC의 통신 포트에 우선 포트와(priority port) 일반 포트(ordinary port)를 가지게 해 중요한 교체에 관해서는 처리의 우선도를 높였다. 또한, 코어 제어 FC는 절대 정지하면 안 되는 서버이기 때문에 하드웨어로서는 FT(fault-tolerant) 서버를 이용해 사시 내에서 완전한 이중화 구조로 되어 있다.

- 분배 조작 클라이언트 : 전술한 바와 같이 코어 제어 FC는 다른 시스템에서의 분배 의뢰를 수신하여 영상 발신 제어를 하지만 그 자신에는 능동적으로 제어하는 기능은 없다. 회선 센터 내의 경우 리얼 타임 시스템 등이 제어 지시를 코어 제어 FC에 대하여 하지만 스튜디오에서는 “분배 조작 클라이언트”라고 하는 조작 단말 PC를 오퍼레이터가 조작해서 분배 의뢰가 된다. 분배 조작 클라이언트(이하 클라이언트)는 MD12000과 세트로 분배처의 스튜디오 등에 설치되어 MD12000에 대해 임의로 분배 의뢰가 가능하도록 되어 있다. 클라이언트의 IP어드레스는 접속되는 L3스위치의 보드에 의해 DHCP(Dynamic Host Configuration Protocol)로 관리된다. 이것에 의해 클라이언트가 고장난 경우라도 예비 클라이언트의 설정 변경을 하지 않고 접속이 가능하다. 또한, 클라이언트마다 제어 대상이 되는 MD12000이 정해져 있어 설정된 MD12000에 대해서만 분배 의뢰가 가능하도록 되어 있다. 만약, 틀린 IP어드레스를 설정한 클라이언트를 접속하여도 L3스위치에서 모든 통신이 Blocks되기 때문에 다른 스튜디오 등의 출력을 조작할 수 없는 액세스 권한도 고려한 설계로 되어 있다. 이클라이언트는 회선 예약 데이터를 회선 정보 시스템에서 직접 수신하고 있어 스튜디오의 오퍼레이터는 여기에 포함된 회선 정보나 사용 상황의 정보를 기초로 임의의 영상 신호를 분배할 수 있다.

4. 마치면서

신 회선 센터 시스템은 기본 개념의 단계부터 후지 텔레비전과 메이커가 일체가 되어 개발을 진행해 최첨단의 IP네트워크 기술을 활용한 스트림과 파일의 공존 및 스트림에 대해서 연속성의 보장을 실현한 획기적인 시스템이다.

본 시스템의 도입에 따라 심플하면서 효율적인 스페이스의 시스템 구성이면서 스트림과 파일 각각의 메리트를 살린 기동적인 운용이 가능하게 됐다.

본 시스템은 차세대 파일 베이스를 주제로 한 방송 시스템의 한편을 담당하면서 방송기술에서의 비약적인 발전을 달성하는 원동력이 됐다고 확신한다.

끝으로 본 시스템의 개발에 있어서 전력을 다한 Media Global Links, NEC Corporation, FUJIMIC INC를 필두로 한 각 관계 회사들에게 이 장을 빌어 감사드린다.

이 글은 일본의 兼六館 出版社의 放送と技術 2010년 4월호에 실린 글을 번역한 것이다. 이 글을 접하기 전 2009년 일본 출장길에 테스트 중인 MD10000을 처음 본적이 있고 관계자들에게 설명도 들었으나 그때는 이해가 되지 않았다. 후지 티브이가 왜 굳이 그 많은 비용을 들이면서 이 IP 비디오 라우터 시스템을 구축했는지 의문이 들었고 그 이점은 무엇인지 궁금해 하던 중 이 글을 접하였다. 우리도 현재 방송계에서 베이스밴드에서 파일 베이스로의 전환을 준비 중인 것으로 안다. 이 글이 관계자 여러분에게 시스템 구상 시 조금이나마 도움이 되었으면 하는 바람으로 글의 저자와 출판사의 양해를 얻어 번역을 하였다.

글 자체가 기술 보고의 형태를 띠고 있기도 하고, 월간 잡지의 기사로는 양도 많으며, 전문용어도 많아 문맥상 어색한 부분이 있다. 하지만, 가능한 원문에 충실히 의역 없이 번역을 하였고, 우리가 쓰지 않는 일본식 기술 용어나 영어 약어는 원문 단어를 첨부하였다.

본인이 네트워킹 전문가가 아니어서 미흡한 부분은 있으나 최대한 기술적 뜻을 전달코자 노력하였으니 이 부분 독자 분들의 양해를 바란다.