

# Tapeless Studio Test-Bed 구축, 운영, 확장에 관하여

2004년 KBS의 NPS와 SBS 목동 디지털 방송 제작 시스템이 신호탄을 쏘아 올리면서, 국내 디지털 방송 시스템의 Tapeless 제작 Workflow가 점차적으로 실현되기 시작했다. 이들을 시작으로 KBS, MBC, SBS, 그리고 다수의 케이블 방송사가 NLE 제작과 Playout 서버 시스템을 구비하고 Full Digital Broadcast System으로 전환을 준비하고 있다.

이런 흐름에 발맞추어 교육방송에서도 몇 년째 Tapeless System을 구축하기 위한 TFT가 운영되고 있다. 2006년도 파일 기반의 위성 멀티주조 시스템 구축 경험을 토대로 현재 Tapeless 파일 기반의 Production, Archive System 구축을 위해서 많은 준비를 하고 있다.

이런 현실에서 Tapeless System에 대한 필자의 관점을 이야기 하자면, 파일 기반의 Tapeless System은 차세대 방송 제작 · 송출 · 자료 보관 시스템이고, 시스템의 구축 · 운영 · 관리 역시 기존의 방송 엔지니어 업무 범위의 확장이어야 한다. 또한, IT관련 기술의 도입에 있어서도 방송 엔지니어의 기술적인 역량이 중심이어야 한다는 것이 필자의 관점이다.

앞으로 기술될 내용도 기존 방송 엔지니어로서 Tape 기반의 HD 방송 System을 설계 · 구축 · 운영한 것을 바탕으로 전개한다.

## Tape 기반 제작 환경과 Tapeless 제작 환경 비교

교육방송의 기존 Tape 기반의 제작 환경을 정리하면 다음과 같다. 먼저, 각 부조에서는 3가지(생방송, 완성녹화, 선녹화)의 제작 형태가 있다. 아마 이런 제작 형태는 모든 방송사가 동일할 것이다. 각각의 제작 형태를 VCR 운영적인 측면에서 조금 자세하게 접근해 보겠다.

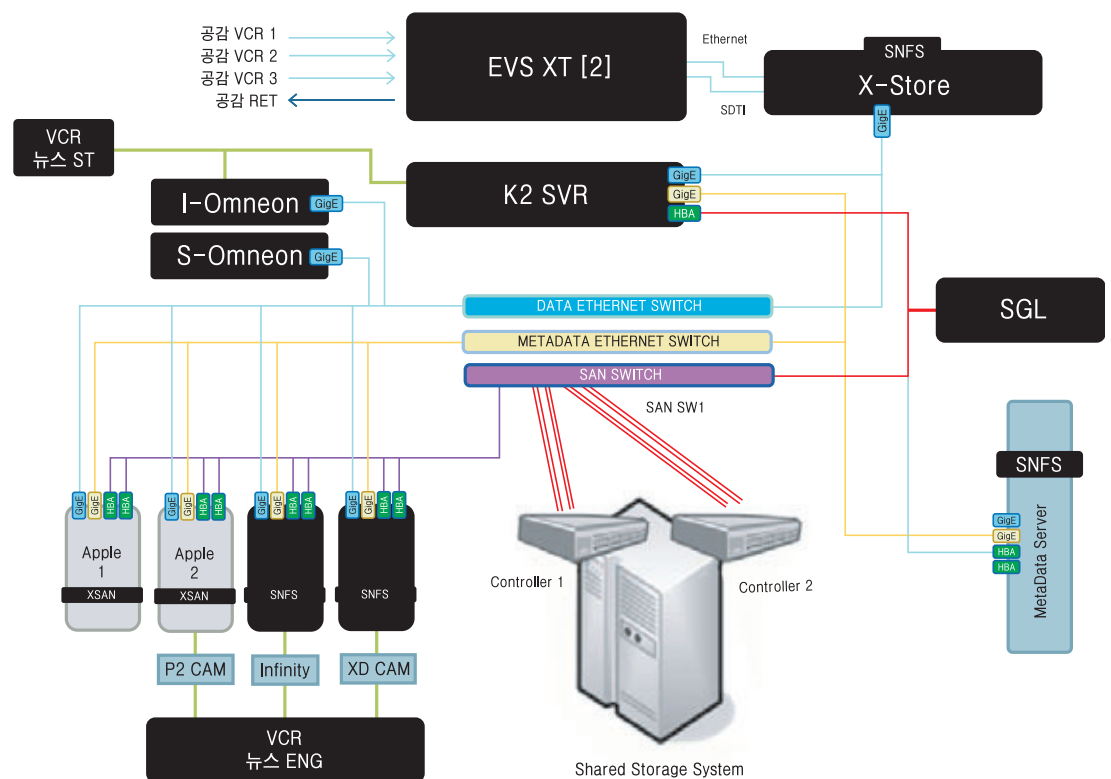
생방송의 경우는 일단 Recorder VCR의 녹화 시작 버튼을 누르면, 방송이 끝나기까지는 절대 중간에 Stop 버튼을 누르지 않는다. 그리고, 부조에서 송출단으로 바로 넘어가는 완성 녹화와 Post-Production을 위한 선녹화의 경우는 수시로 Recording, Stop, Audio&Video Split 편집을 하고, 녹화 종료와 동시에 업무가 종료된다. 스튜디오나 Post-Production 단계에서는 Recording 및 Source Play 용도로 사용하고 있고, 1:1편집 Workflow에서는 Recorder VCR과 Player VCR이 1Set으로 편집기로 운영되고 있다.

Tapeless 스튜디오의 장비 선정에 있어서 제한을 받는 것은 현재까지의 Recording 서버가 기존의 VCR처럼 실시간으로 Recording, Stop, Audio&Video Split 편집을 지원하지 못한다는 것이다. 몇몇 국내 업체에서 Recording 서버가 기존의 HD-VCR을 대체할 수 있다고 이야기했지만, 실제로 필자가 직접 확인할 수는 없었다.

현재까지의 기술 수준으로는 Recording, Stop이 빈번하게 발생하는 스튜디오 제작 환경에서는 Recording 서버를 사용할 수가 없지만, 일단 녹화가 들어가면 중간에 Stop을 해야 되는 상황이 발생하지 않는 프로그램의 경우는 사용할 수 있을 것이다. 즉, 생방송과 공연 프로그램의 경우는 녹화가 시작되면, 종료되기까지는 Recording 서버가 계속해서 운영된다. 이런 경우에는 부조에서 바로 Recording 서버로 녹화를 하면 Tape를 Ingest 해야 하는 번거로움이 없어지고, 공유 스토리지 기반으로 작업을 진행하면 기존의 Tape 기반의 제작 환경보다는 월등한 장점이 있다.

PD가 NLE로 가편집을 하고, 여기에서 생성된 Project를 다음 단계의 Workflow로 넘겨 주기만 하면, 권한을 부여 받은 엔지니어가 공유 스토리지에서 PD가 넘겨준 Project를 자신의 NLE로 읽어 들어, 최종 Mastering 작업을 해주면 된다. 다시 여기서 최종 생성된 Clip을 SAN Client로 공유 스토리지에 묶여 있는 Play-Out Server에 올려서, VMU의 최종 출력을 Recording VCR로 녹화하면 모든 Workflow가 종료된다. 기존의 VCR과 NLE의 Hybrid 제작 환경에서는 각 단계별로 Tape-Out을 해야 되고, 네트워크를 통해서 Clip의 이동이 이뤄져야 한다. 하지만, Central Shared Storage(중앙 공유 스토리지)로 Tapeless System을 구성하면, 이전보다 훨씬 강력한 제작 System이 된다. 물론, 이렇게 되기 위해서는 기존 근무자들이 새로운 System 도입에 대한 강한 의지와 NLE와 Server의 능숙한 조작이 전제되어야 한다.

교육방송에서는 2008년 6월 4일과 5일에 [그림 1]과 같이 공유 스토리지 기반의 Full Tapeless System에 대한 Test-Bed를 운영해 보았다. 이 Demo System의 특징은 3rd Party Open-Base를 추구하며, 기술적인 유연성·확장성이 높은 System 이다. 또한, Network를 통한 파일의 전송을 최소로 하고, SAN 공유 Volume에서 모든 파일의 이동이 이뤄진다.

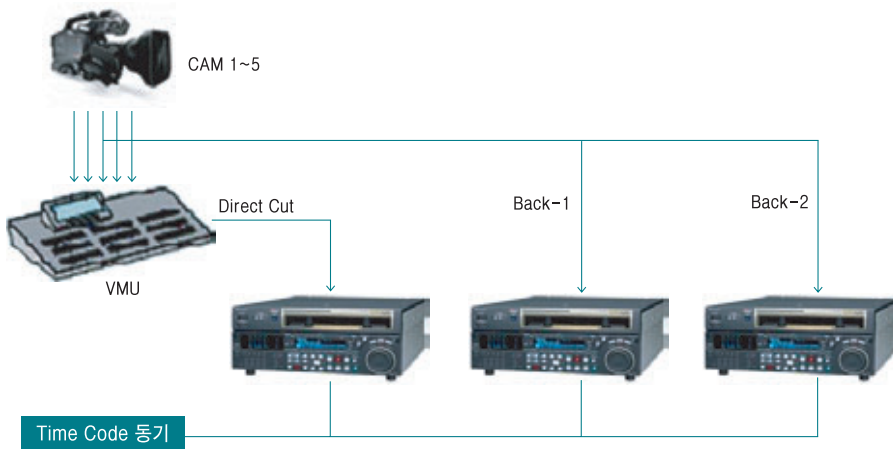


[그림 1] Central Shared Storage 기반의 Tapeless System

## 6부조 제작 환경 분석과 XT[2]를 활용한 Tapeless Studio 구축

교육방송 6부조는 교육방송에서 제작 중인 'EBS-Space공감' 프로그램을 녹화하는 곳이다. 이 프로그램의 특징은 공연 프로그램인 관계로 녹화가 시작되면 공연이 종료될 때까지 녹화기의 Stop을 누르지 않는 제작 형태이다. 그러기 때문에 Recording 서버를 이용하면, 기존의 Tape Ingest 과정이 필요 없게 된다.

[그림 2]처럼 3개의 VCR을 Time Code를 동기 시켜서 TD가 운영하는 VMU OUT을 녹화하는 Main-VCR과 PD가 Aux RCP를 이용해서 Cutting하는 Back-1, 2를 녹화하는 Back-1, 2 VCR이 있다. 이때 Main VCR은 TC를 INT로 설정하고, Main VCR의 LTC 출력을 Back-1, 2번 VCR의 LTC Input으로 공급하며, Back-1, 2 VCR의 TC관련 설정을 EXT, 610번 메뉴는 Manual, 618번 메뉴는 LTC로 설정해서 사용하고 있다. 이렇게 설정하면 각 VCR의 TC는 정확하게 Frame Accuracy가 이뤄진다.

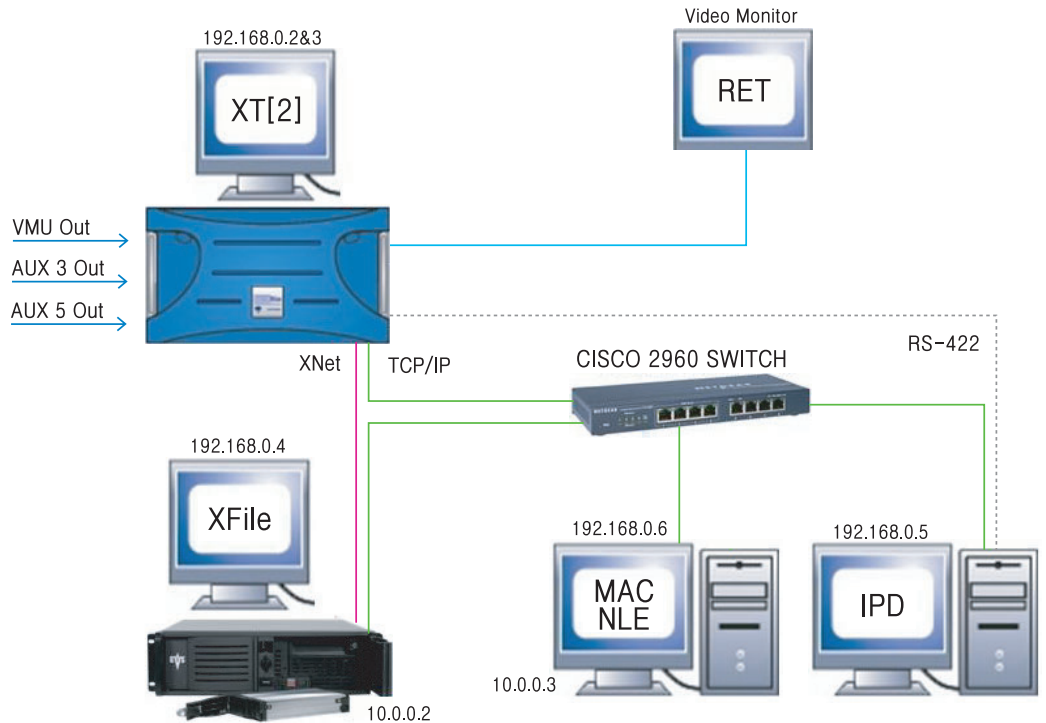


[그림 2] Tape 기반의 기존 Workflow

이런 Workflow의 경우 최종 녹화가 종료되면, 그 다음 NLE 편집을 위해서는 별도의 Ingest 과정이 필요했다. 즉, 1시간 30분에서 2시간의 공연을 위해서는 총 4시간 30분에서 6시간의 Ingest 시간이 필요하다.

기존의 Ingest 과정의 불편함을 없애기 위해서 서버에 요구되는 기능

- 각 Recording 채널별로 정확한 Frame Accuracy와 TC 동기
- Video, Audio, TC, 서버의 녹화 상태를 확인할 수 있는 RET 채널이 지정 가능할 것
- 녹화와 동시에 편집이 가능할 것
- 녹화 종료 후에 Clip을 만들어서 전송하는 방식이 아니고, 녹화 시작과 동시에 Stream의 전송이 이뤄질 것
- 녹화 종료와 동시에 모든 Stream의 전송이 완료될 것
- NLE와 호환되는 Codec 지원 → 6ST에서는 Prores 4:2:2를 사용
- SAN Client로 구성이 가능
- 동시에 원본과 Back-Up Clip의 생성
- MAM과 Archive SW에서 Handling이 가능한 Codec 지원



[그림 3] 6Studio Tapeless Test-Bed 시스템 구성도

이런 요구사항이 필요했기에 2년 넘게 XT[2] 서버를 가지고 많은 Test를 진행했다. 수많은 Test를 진행한 상황에서 Tapeless Studio의 Test Bed를 운영하므로 당시 상황에서는 [그림 3]처럼 시스템을 구성하는 것이 최선의 선택이었다. [그림 3]의 시스템 구성과 Workflow를 간단하게 설명하면, IP-Director에서 녹화 시작버튼을 누르고, XF-[2]에 실행이 되는 X-Stream에서 Quick Start 기능을 이용해서 NLE의 Local Storage로 Stream을 실시간 전송하는 Workflow 이다. XT[2]가 이전 버전에는 Quick start 기능과 X-Stream SW가 없었지만, 최신 버전에서는 Clip을 만들지 않고도 실시간으로 외부 Storage로 Stream을 전송할 수 있다. NLE에서도 편집이 가능하며, Stream 전송 과정시 발생하는 오류에 대비하기 위해서 녹화 종료 후에는 Clip을 생성하여 Stream 전송의 Back-Up 개념으로 사용한다. 이러한 기능을 응용해서 Tapeless Studio의 Test-Bed 시스템을 구성했다.

XT[2] 서버의 구성은 H/W적인 부분과 S/W적인 부분으로 나뉘지며, 각각의 주요 구성은 다음과 같다.

#### H/W 구성 개요

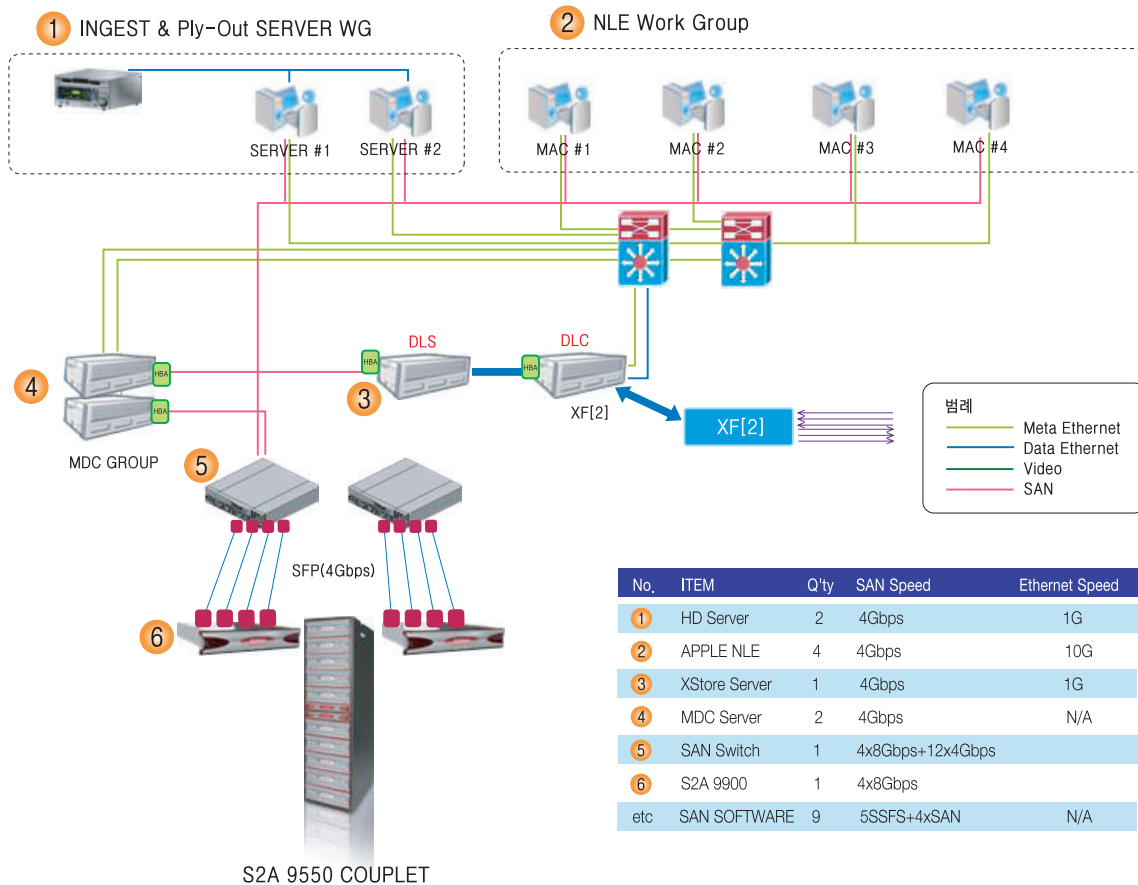
- XT[2] : 내부에는 다양한 Codec이 설치되어 있고, Recording과 Play-Out을 할 수 있으며, 1G Ethernet과 SDTI Protocol을 지원한다.
- XF[2] : PC사양이며, X-file, XT-Access, X-Stream 프로그램이 실행되며, XT[2]와 XF[2]는 X-net으로 연결되어 있고, XT-Access를 통하여 주변 장비와는 1G-Ethernet으로 Clip을 리스토어와 백업을 수행할 수 있다.
- IP-Director : XT[2]를 제어하며, IP-Director, User Manager, Remote Installer가 실행되며, XT[2] 내부에 있는 Clip들을 외부로 전송할 수 있게 해준다.

## S/W 구성 개요

- IX-file : Ethernet으로 Clip Mode 전송을 담당하며, 서버와의 통신은 SDTI Protocol을 이용하며, 주변 장비와는 1G-Ethernet으로 통신한다.
- IX-Stream : XT[2]에 저장된 Stream을 실시간으로 E-IDE HDD 혹은 외부 스토리지로 전송을 해주는 S/W 이다.
- XT-Access : XT[2], X-file, IP-Director 간에 1G-Ethernet 통신을 가능하게 해주는 S/W 이다.
- IP-Director : XT[2]를 제어하는 프로그램이다.

## Tapeless Studio System의 속도 개선 방안

현재 구축되어 운영되고 있는 EBS의 Tapeless Studio는 예산상의 이유로 공유 스토리지가 도입되지 못하고, 녹화와 동시에 Stream을 NLE의 Local Storage로 전송하는 방식이다. XF[2]는 BnC로 구성되는 X-net으로 XT[2] 서버 본체와 연결되어 있고, NLE의 Local Storage를 XF[2]는 Network Drive로 인식하고 있다. 통상적인 Prores 145Mbps를 실시간으로 전송하고, 저장하기 위해서는 1CH당 20MB/S 정도의 Sequential Throughput이 보장되어야 한다.



[그림 4] DLS, DLC, SNFS를 활용한 전송속도 개선 방안

XF2]에서는 1Gbps Network을 지원하고, FCP 역시 1Gbps Network을 지원하지만, TCP/IP를 사용하는 Network Drive의 경우 1CH밖에 실시간 전송이 되지 않았다. EVS Asia Technical Manager의 말을 빌리자면, 3 Hand Shaking의 TCP/IP 전송 프로토콜을 사용하여 Network Drive로 구성하면 최대 속도가 40MB/S~50MB/S라고 한다. 그렇다면 2CH은 실시간 전송이 되어야 하는데, 실제로 전송 실험을 해보니 실시간 전송이 되지 않았다. 하지만, XF2]의 Local Storage인 2개의 E-IDE HDD로 2CH과 1CH을 분리해서 전송을 하니 실시간 전송이 됐다.

그렇다면 3CH을 실시간으로 전송하기 위해서는, 60MB/S 이상의 Sequential Throughput이 보장되는 고속의 Local Storage로 전송하면 된다는 것이다. 여기서 고민이 되는 것이 XF2]의 Local Storage로 전송하면, NLE에서 편집을 하기 위해서는 다시 NLE의 Local Storage로 전송해 주어야 하며, 이런 시스템은 Tapeless System의 장점을 살릴 수가 없게 된다.

실시간 전송과 NLE Local Storage 직접 전송을 해결해 주는 것이 바로 XF2]는 DLC(Distributed LAN CLIENT)로 구성하고, NLE는 SAN CLIENT로 구성하는 것이다. [그림 4]처럼 구성을 한 후에, NLE LOCAL STORAGE로 PRORES 4:2:2 3CH CLIP의 실시간 전송가능 여부를 조만간 Test할 계획이다.

그림의 중간 부분인 3번 항목을 보면, DLS는 SAN Client로 구성되어 있고, XF2]는 DLC로 구성되어, 1G Ethernet망에서 Sequential Throughput이 100MB/S 정도의 대역폭이 보장되고, DLS가 잡고 있는 공유 Volume을 자신의 Local HDD처럼 사용하게 된다. 이렇게 구성하면, Post-Production을 위한 별도의 미디어 파일 전송을 할 필요가 전혀 없고, Tapeless System의 장점을 최대한 살릴 수 있다.

## 남은 과제와 향후 진행 계획

2007년부터 꾸준히 Tapeless Studio Test-Bed를 준비하면서, TFT에서는 이를 실행함에 있어서 기술적으로 검증해야 될 중요한 요소들이 있음을 알게 됐다. 조직의 인력과 예산문제로 인해 아직까지는 이에 대한 검증을 실시하지 못하고 있는데, 늦었다고 서두르지 말고 차분하게 철저한 준비를 해야 할 필요성이 있다.

- Tapeless Test-Bed의 효과를 극대화시키기 위해서는 중앙 공유 스토리지와 MAM이 반드시 도입돼야 하고, 이에 대한 BMT도 실시해야 한다. 하지만, 예산 문제로 인해 아직 실행이 되지 못하고 있다.
- 현재 PD를 비롯한 제작진에서는 Apple의 FCP를 사용하고 있고, 특수 편집 단계에서는 Avid DS 기종이 주를 이루고 있어서 별도의 Transcoding 과정이 필요하므로 전체 Workflow의 효율성이 저하된다.
- 현재 Tape 기반에서는 소니의 HDCAM Codec을 사용하고, Tapeless Studio의 Test-Bed에서는 Apple의 Prores 4:2:2 145 Mbps를 사용하고 있다. 그런데, Codec에 대한 기술적인 검증도 MAM과 Archive SW와의 호환 · Performance · Bandwidth · Total Workflow에 대해서도 이뤄져야 한다. 또한, Transcoding · Copy를 할 때 발생하는 화질 열화에 대한 검증을 통해서 Codec을 선정해야 한다.
- NLE에 대한 사용자의 미숙으로 인해 오히려 효율이 떨어지는 경우도 있으므로, 이에 대한 교육과 근접해서 Support할 수 있는 사내 NLE 강사의 양성이 필요하다.
- 차세대 방송 System에 대한 기술적인 점검을 전담할 수 있는 인력의 확충이 필요하다.

현재까지의 기술 발전 단계로 보아서는 Recording VCR을 완벽하게 대체할 수 있는 Recording Server는 시기상조인 것 같다. 이와 관련해서 관련 업체의 종사자들과 이 부분에 대해서 꾸준히 논의를 해 보았지만, 아직도 필자가 원하는 답을 얻지는 못했다.

부조에서 완성녹화의 경우, VCR 근무자가 편집점을 신속하게 찾지 못하고 있으면, 많은 Staff들의 원성을 듣게 된다. 또한, 대부분의 방송 엔지니어들은 VCR 근무를 기피하는 실정이다. 현재 출시되고 있는 Recording Server의 경우도 제작 환경에 투입되면, 아마 많은 제작 Staff들의 불만이 있을 것으로 생각된다.

교육방송의 스튜디오 상황을 이야기하면, 각 스튜디오에는 HD Player VCR 2EA, Recorder VCR 2EA가 있다. 스튜디오의 제작 환경에서 Player VCR의 역할은 현재의 방송용 Server가 분명히 100% 이상으로 그 역할을 대신할 수 있고, 선녹화나 생방송의 경우는 Recording Server로도 대체가 가능하다. 선녹화의 경우는 Recording Server로 녹화한 클립을 NLE에서 편집하기 때문이고, 생방송의 경우는 녹화 Start 버튼을 누르면, 방송이 끝날 때까지는 Stop을 누르지 않기 때문이다. 필자가 언급한 부분은 VCR 근무를 해보았고, 서버와 NLE에 관심이 많은 엔지니어라면 충분히 공감하는 내용일 것이다.

Tapeless Studio를 구축하기 위해서 현재까지의 장비 동향을 분석했다. 간단하게 정리하면 다음과 같은 장비구성이 이상적이다.

• Recording VCR이 1Set • Recording Server 2CH • NLE 1Set • Player Server 2CH

완성녹화의 경우는 기존 Tape 기반의 Recording VCR로 완성녹화를 진행하고, 선녹화의 경우는 교육방송에서는 TD가 Cut하는 Main과 PD가 선택하는 Back-Up Shot을 녹화하기 위한 2CH의 Recording Server가 필요하다. 선녹화 · 생방송 · 공연 프로그램의 제작 형태에서 사용될 Server에서 요구되는 기능은 앞부분에서 언급한 내용을 참고하면 되겠다.

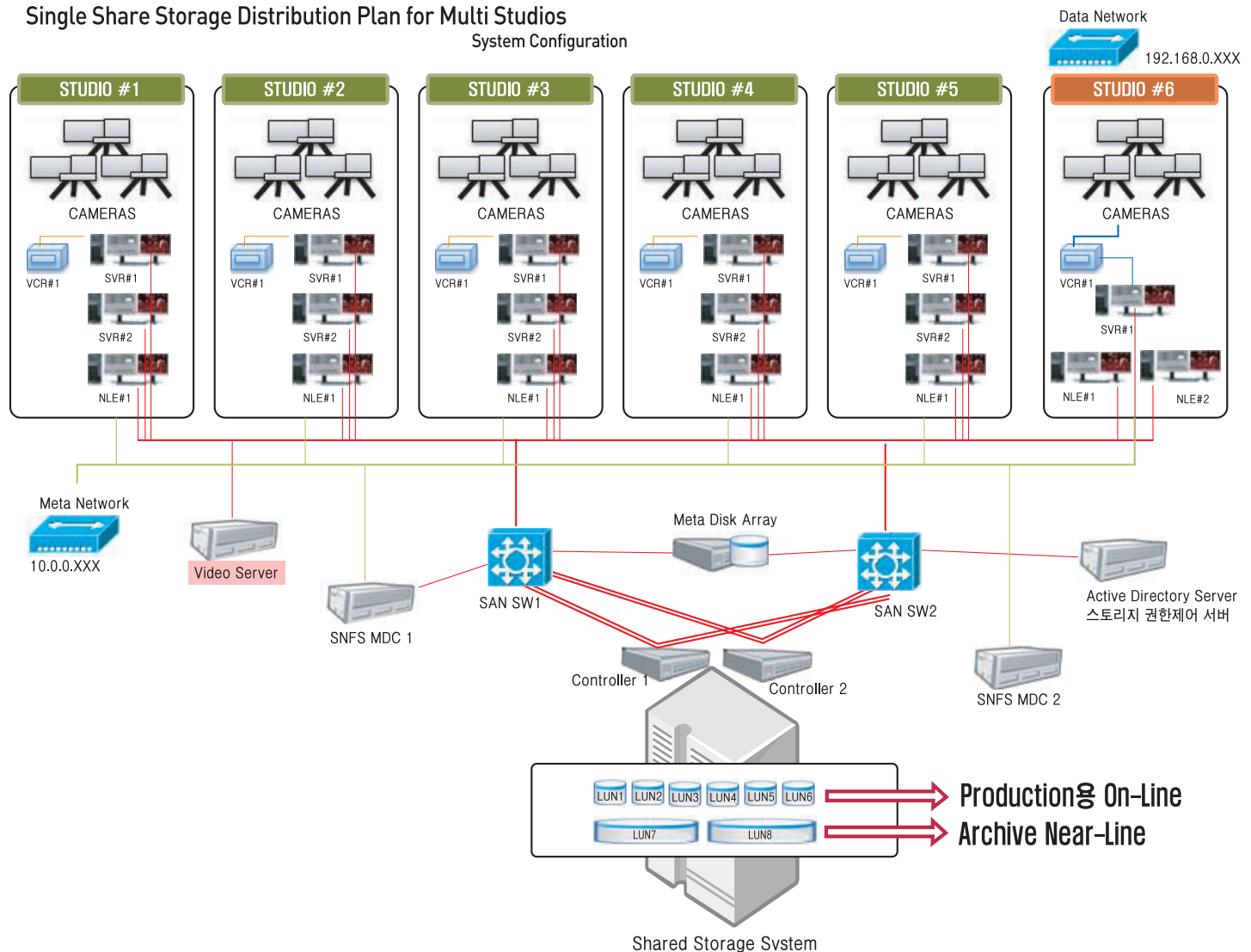
완성녹화든 선녹화든 Insert Source들은 Player Server에서 Play를 해주면 된다. Player Server로 유명한 제조회사의 미디어 Server를 사용할 경우, 고가(高價)에다 자사의 Local Storage는 일정용량을 구매해야 한다. 하지만, Codec과 Codec이 탑재될 Workstation급의 Computer를 사용해서 이 Workstation을 SAN Client 혹은 DLS&DLC 구성을 통해 구성하면, 저비용 · 고효율 · 고성능의 안정적인 Insert Play용 Server를 구성할 수 있다. 현재 국내 방송사에서 사용하는 HDCAM Codec의 경우 실시간 전송을 위해서는 초당 20MB/S의 속도가 필요하며, TCP/IP를 사용하는 1G 네트워크로 방송 제작에 필요한 Clip들을 전송 하는 것은 네트워크 사용량이 많아지면, 급격한 속도저하가 발생한다.

NLE에서 작업을 마무리 하면, 완성된 CLIP들은 NLE의 LOCAL HDD에 저장되고, 이것을 다시 생방송 · 완성녹화 · 선녹화를 할 때 Source로 사용하기 위해서는 PLAYER SERVER의 HDD에 전송을 해주어야 한다. 그런데, 프로그램의 Running Time이 적은 경우는 문제가 되지 않지만, Running Time이 길어지면, 작업 효율을 상당히 저하시킨다. TCP/IP 프로토콜을 사용하는 네트워크의 경우 NIC와 망에서는 1G의 속도가 나오지만, 각 서버나 NLE에 장착되어 있는 LOCAL HDD나 전송 프로토콜에서 충분한 대역폭이 나올지는 미지수다.

부조에서 사용하는 모든 Recording, Player, NLE 장비들은 HBA 카드를 사용하여 SAN Client로 구성하거나, DLS(Distributed LAN Server)는 SAN Client로 구성하고, Player Server들에 DLC(Distributed LAN Client)를 설치해서 사용하면, 네트워크상에서 불필요한 전송을 할 필요 없이, 모든 작업을 실시간으로 처리할 수 있다.

## Single Share Storage Distribution Plan for Multi Studios

System Configuration



[그림 5] Single Storage에 On-Line과 Near-Line을 개별적으로 구성한 Tapeless Studio

NLE는 중앙 공유 스토리지를 자신의 Local Storage처럼 사용하기 때문에, 지정된 공유 Volume으로 Destination Folder를 정하고, Rendering을 해주면 된다. Player Server는 다시 각 녹화별로 필요한 Source Clip들을 SAN File System에 의해서 NLE가 Export한 Folder를 자신의 Local Folder처럼 사용할 수 있기 때문에 Clip의 이동 없이 바로 Play할 수 있다. 즉, Clip의 이동이 필요 없고, 모든 Clip은 공유 스토리지 내에서만 이동이 된다. 하지만, SAN 구성도 고비용이 들기 때문에 SAN과 NAS의 Hybrid 구성을 적절히 활용하여, 투자대비 최대의 효율을 얻을 수 있는 시스템 구성에 많은 고민을 해야 한다.

향후에 진행될 Test-Bed는 [그림 5]처럼 Single Enterprise급 중앙 공유 스토리지에 Production용 On-Line Storage와 Digital Archive용 Near-Line Storage를 개별 Volume으로 구성해서, 불필요한 Clip 파일의 이동을 없애고, SAN과 NAS를 Hybrid 형태로 구성할 계획이다.