

가상화와 컴퓨터 네트워크의 활용 - 5 : 네트워크 스토리지 기술 - (1)

최영락 휴레이포지티브 선임연구원 & OVNC 기술매니저

- 연재 목록 -

- | | |
|------------------------------|-----------------------|
| 1. 가상화와 데이터센터 | 6. 네트워크 스토리지 기술 - (2) |
| 2. 데이터센터 네트워크 구성 - (1) | 7. 활용 사례 - (1) |
| 3. 데이터센터 네트워크 구성 - (2) | 8. 활용 사례 - (2) |
| 4. 가상화와 네트워크 스토리지 | 9. 활용 사례 - (3) |
| 5. 네트워크 스토리지 기술 - (1) | |

지난 연재에서는 서버 / 네트워크 가상화의 주요 요소 중 스토리지를 중심으로 하여 스토리지 개요와 네트워크 스토리지에 대한 구분 및 가상 디스크에 대해 살펴보았습니다. 특히, 네트워크 스토리지는 오늘날 방송 장비들이 디지털화됨에 따라 디지털 데이터를 저장하고 관리에 있어서도 필수가 되어가고 있습니다. 본 연재에서는 해당 네트워크 스토리지 기술 중 전통적인 기술에 해당하는 파이버 채널 (FC)를 중심으로 알아보려고 합니다.

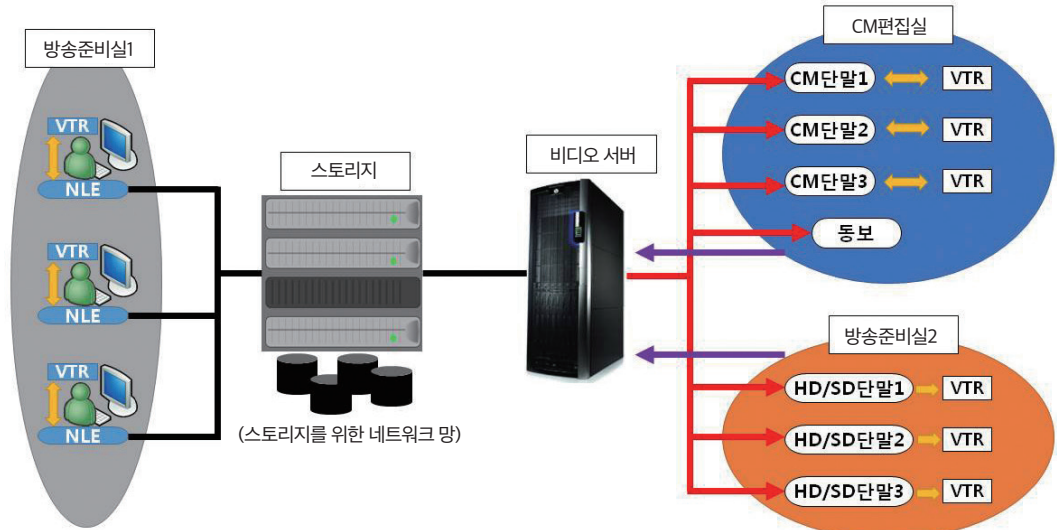
고성능 스토리지 전용 네트워크의 필요성

스토리지의 경우, 방송 시스템 장비들이 디지털화되면서, 그리고 무엇보다 영상 화질이 기존 SD에서 HD, 최근에는 UHD로 점차 높아짐에 따라 해당 디지털 영상을 저장하기 위해 필요한 공간이 증가하였습니다. 해당 디지털 영상을 위한 스토리지는 단순히 저장하고 읽어오는 기능만을 지원하는 것이 아니라, 다음과 같은 기능들이 지원되어야 실제 방송 촬영부터 편집, 그리고 송출/스트리밍과 같이 전반적으로 활용될 수 있습니다.

- **데이터 읽기 & 저장 속도** : 촬영한 영상을 최대한 빠르게 저장하고 읽어올 수 있어야 방송 제작에서 필요한 각 단계가 빨라집니다.
- **여러 편집 장비들이 동시에 접근 가능한 스토리지** : 단순히 한 장비에서 접근하는 것이 아니라, 여러 장비들이 접근하여 편집이 가능하여야 합니다.
- **랜덤 접근 방식** : 디지털화의 장점으로 원하는 임의의 방송 프레임에 쉽게 접근할 수 있다는 것입니다. 기존 테이프와 같은 방식은 원하는 프레임을 찾기 위해서는 순차적으로 재생하여야 접근 가능하지만, 디지털 방식은 위치만 알면 바로 스토리지에 해당 위치를 접근하는 것이 가능합니다. 이러한 스토리지 접근 방식을 랜덤 접근 방식이라고 하며, 해당 속도가 빨라야 합니다.
- **신뢰성 및 안정성** : 심혈을 기울여 편집한 데이터가 사라져 송출이 불가능한 사태가 발생하면 안 될 것입니다. 따라서 방송에서 사용하는 스토리지는 신뢰성 및 안정성을 보장해야 합니다.

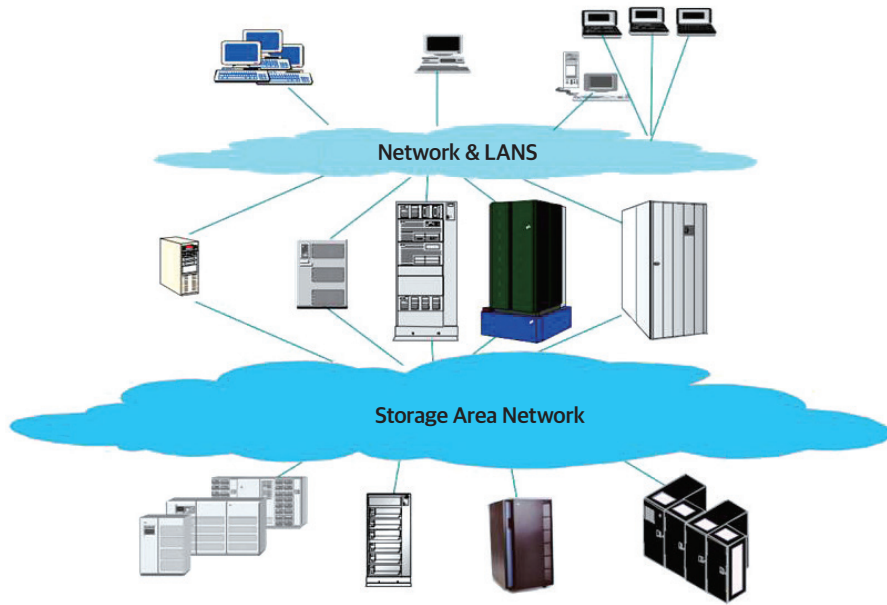
한 예로, NLE(Non-Linear Editing) 기반의 시스템을 구성하는 상황을 살펴보려고 합니다. 시스템 전반적인 효율적인 관리와 운용을 위해 크게 비디오 서버 시스템, NLE, 스토리지 3가지 구성 요소가 있다고 가정할 때, 스토리지는 비디오 서버나 NLE에 종속되어 구성 가능할 것입니다. [그림 1]은 스토리지가 NLE에 종속되어 있는 경우를 나타낸 구성도입니다. 비디오 서버가 NLE와 스토리지에

연계된 형태로, 이 때 NLE들은 스토리지 시스템을 마치 내부에 있는 스토리지를 사용하는 것처럼 접근하여, NLE에서 따로 복사 과정을 거치지 않고 직접 사용 가능합니다.



[그림 1] NLE를 중심으로 한 방송 시스템 구성도 예시

이때, 스토리지 자체 성능도 중요하지만, 스토리지를 위한 네트워크망을 어떻게 구성하느냐 역시 중요합니다. 실제 구성할 때는 NLE와 비디오 서버뿐만 아니라, 스토리지 장비의 스펙을 명확히 분석하고 시스템 통합 및 적용 시 얻는 장단점을 꼼꼼히 따져볼 필요가 있습니다. 예전에는 스토리지를 위한 네트워크망을 IP 기반으로 구축하는 것이 성능 및 안정성의 이유로 SAN 방식을 선호하였으나, 오늘날에는 IP를 기반으로 한 망에서도 많은 성능 개선이 이루어지고 특히 공유 등에서 장점을 지닌 NAS 방식으로 구성하기도 합니다. 본 연재에서는 SAN과 관련한 전통적인 네트워크 스토리지 기술인 파이버 채널(FC)을 중심으로 살펴보고자 합니다.



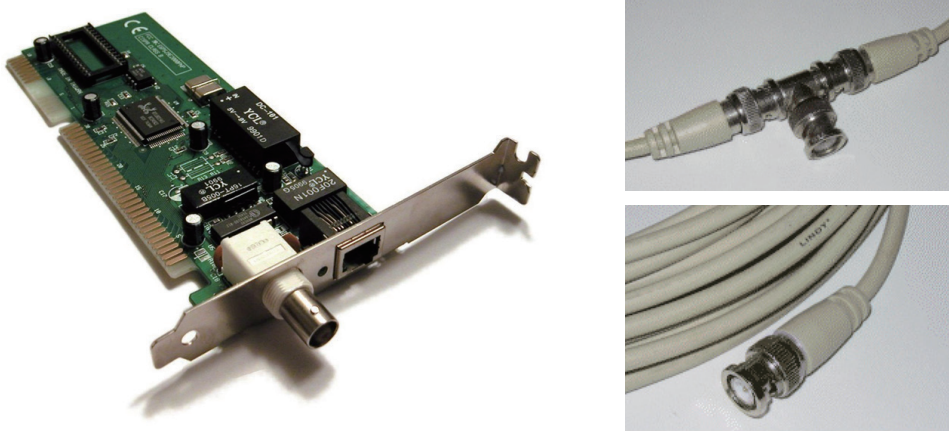
[그림 2] Storage Area Network 개념도

출처 : Ravi K. K. et al, "Introduction to Storage Area Network, SAN", IBM Redbook, SG24-5470-00, 1999.)

고성능 스토리지 전용 네트워크 표준의 등장

SAN(Storage Area Network) 방식은 디스크가 같은 컴퓨터 내에 있는 DAS(Direct Attached Storage) 방식이 아닌, 전용 스토리지 네트워크를 통해 연결합니다. SAN 방식은 기업 등과 같이 규모가 큰 환경에서 스토리지를 먼 거리에 둘 수 있으며, 여러 서버 장비들이 스토리지를 공유 가능한 환경을 구축 가능합니다. 그리고 전용 스토리지 장비 관리를 통해 신뢰성 확보 등에 유리하다는 장점이 있습니다. 이러한 SAN 방식은 특히 1980년대 중/대형 서버들이 사용하는 스토리지를 통합하기 위한 주요 아키텍처로 대두되었습니다.

그런데 스토리지의 경우 기존 DAS에서 사용하던 IDE나 SCSI(1980년대 당시에는 SATA가 존재하지 않았습니다)에서 사용하던 만큼의 신뢰성 및 안정성이 보장되어야 함에 비해, LAN에서 사용하는 TCP/IP 기반의 프로토콜 방식은 이를 보장하기 어려웠습니다. 1990년대를 예를 들면, 당시 LAN 구현을 위해 TCP/IP 방식에서는 데이터/물리 계층으로 동축 케이블 기반의 BNC 커넥터를 사용하기도 했으며, [그림 3]과 같이 당시 LAN 카드들은 주로 10Mbps까지 지원하였습니다. 이러한 환경에서 당시 스토리지 분야 전문가들은 스토리지를 위한 전용 네트워크망으로 TCP/IP를 사용하기에는 불충분하다고 판단하였습니다. 이에, IBM에서는 1990년 초 ESCON이라는 방식을 활용해 S/390이라는 서버와 스토리지와의 연결을 발표하는 등 주요 대형 업체들은 자체 방식들을 발표하였습니다.



[그림 3] 1990년대 네트워크 인터페이스 카드 및 연결을 위한 BNC 커넥터 (10BASE-T)

이에 따라 여러 주요 업체들 및 관련 업계 종사자들은 고성능 스토리지 전용 네트워크와 관련된 전용 표준화의 필요성을 공감하였습니다. 기존 TCP/IP 4계층 프로토콜과 별개로 설계하여 대용량 데이터를 신뢰성 및 안정성을 보장하기 위한 방식을 고민합니다. 1988년부터 스토리지를 위한 고성능 네트워크와 관련된 표준화 작업을 진행하여, 1994년 미국 국립 표준 협회(ANSI, American National Standard Institute)에 정식으로 인정을 받게 됩니다. 이때 탄생한 표준 용어가 바로 영어로 약자 FC에 해당하는 파이버 채널(Fibre Channel)입니다.

FC (파이버 채널) 개요

파이버 채널(Fibre Channel, 약어 FC)은 고성능 스토리지 전용 네트워크와 관련된 표준의 정식 명칭으로 사용되는 용어입니다. 단어의 뜻으로 보면, Fibre는 섬유에 해당하는 Fiber의 영국식 단어에 해당되며, Channel은 일종의 연결 통로란 의미가 될 것입니다. Fiber라는 용어는 일반적으로 네트워크에서 광섬유 케이블을 지칭하는 용어입니다. (위키피디아에 따르면 최초 해당 기술에 대한 표준화를 진행할 때는 광섬유 케이블만을 지원하였으나, 현재 우리가 일반적으로 LAN 케이블에 사용하는 구리선에 대한 지원이 나중에 추가되었다고 합니다. 이에, Fiber 대신 영국식 단어인 Fibre를 표준 명칭에 사용하였다고 합니다.) 용어에 조금 혼란이 있을 수 있으나, Fibre Channel이란 공식 명칭은 고성능 스토리지 전용 네트워크를 위해 설계된 프로토콜을 일컫는 용어로, 광섬유 및 LAN 케이블 모두를 지원합니다.

파이버 채널 프로토콜은 TCP/IP 프로토콜과 비슷하게 여러 개의 프로토콜 계층으로 이루어져 있습니다. 그런데, TCP/IP 프로토콜은 응용프로그램끼리의 데이터 교환을 목적으로 설계되었기에, 응용프로그램 계층이 존재하나, 파이버 채널 프로토콜은 해당 계층을 규정하고 있지는 않습니다. 파이버 채널 프로토콜은 다음과 같이 물리적 계층에 해당하는 FC-0, FC-1, FC-2와 상위 계층에 해당하는 FC-3, FC-4로 이루어져 있습니다.



[그림 4] 파이버 채널 프로토콜 계층

각 프로토콜 계층이 담당하는 역할은 다음과 같습니다.

- **FC-0** : 물리 미디어 및 전송 속도를 정의하는 계층으로 커넥터, 드라이버, 송수신 장치 등을 포함하는 계층입니다.
- **FC-1** : 데이터 전송에 있어 인코딩과 디코딩 방식을 정의하여 데이터 동기화를 담당하는 계층입니다.
- **FC-2** : 프레임 및 흐름을 제어하여 토폴로지 방식을 자동으로 구성하는 계층입니다. 파이버 채널에서는 장비와 장비를 직접 연결하는 Point-to-Point, 여러 장비들을 원형으로 순환하는 가상 루프 방식, 그리고 파이버 채널 스위칭 장비를 활용하는 스위치 방식이 있습니다.
- **FC-3** : 노드들을 위한 일반적인 서비스를 담당합니다. 멀티캐스트나 로그인 서버, 네임 서버, 암호화 등을 위해 해당 계층이 사용되나, 때에 따라서 사용되지 않기도 합니다.
- **FC-4** : 상위 프로토콜과 어떤 식으로 매핑 될지를 담당하는 계층입니다. 지원하는 상위 계층으로는 SCSI, FICON, IP 방식 등이 있습니다.

파이버 채널 종류 및 지원하는 속도는 [표 1]과 같습니다. 파이버 채널을 구성할 때는 장치 1개당 2개의 케이블을 사용하여 하나는 송신, 또 하나는 수신으로 사용합니다. 따라서 이론적인 처리량은 각 방향을 최대로 활용한다고 가정하여 2개가 되며, 효율성을 고려하면 실제 처리량은 단방향을 기준으로 [표 1]과 같이 조금 떨어지게 됩니다.

이름	이론적 처리량 (양방향)	네트워크 처리량 (단방향)	효율성	사용 연도
1GFC	200 MB/s	98.44 MB/s	77.7%	1997
2GFC	400 MB/s	196.9 MB/s	77.7%	2001
4GFC	800 MB/s	393.8 MB/s	77.7%	2004
8GFC	1,600 MB/s	787.6 MB/s	77.7%	2005
10GFC	2,400 MB/s	1,181 MB/s	94.2%	2008
16GFC	3,200 MB/s	1,575 MB/s	94.2%	2011

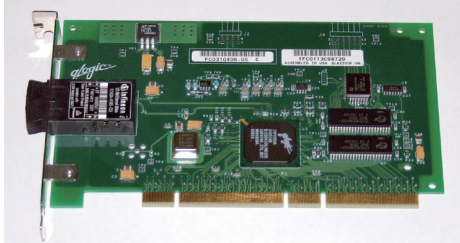
[표 1] 파이버 채널 종류 및 지원 속도

파이버 채널의 SAN 사용

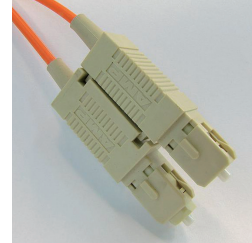
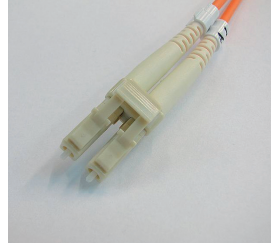
[그림 5]는 파이버 채널을 사용하여 SAN을 구성할 때 필요한 접속과 관련된 구성 요소들을 나열한 것입니다. 각 구성 요소들에 대한 설명은 다음과 같습니다.



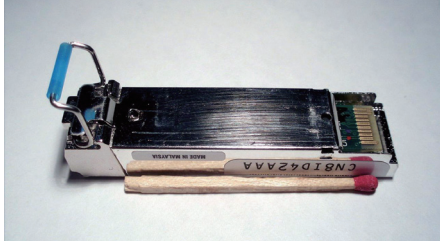
서버



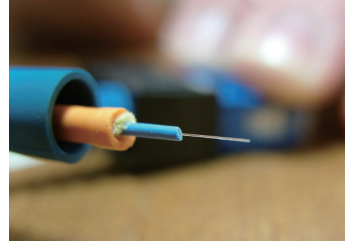
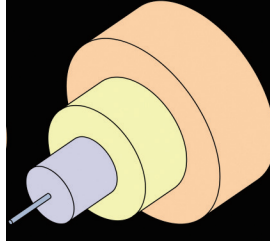
채널 카드 (e.g., HBA)



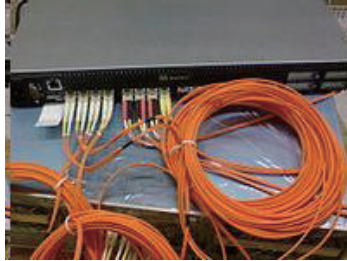
커넥터 (LC, SC)



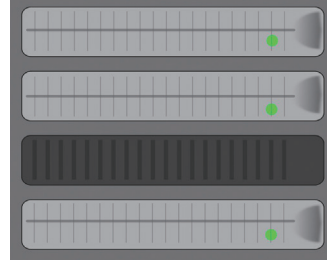
트랜스시버 (Tranceiver)



광섬유 (Fiber) (MM, SM)



스토리지 네트워크 장비(스위치 등)



스토리지 장비

[그림 5] 파이버 채널을 사용한 SAN 접속 구성 요소

- **서버** : 파이버 채널을 통해 직접적으로 연결되는 서버입니다. [그림 1]을 예로 들면, NLE 장비 및 비디오 서버가 해당 구성 요소에 해당합니다.
- **채널 카드** : 서버에 광섬유를 연결하기 위해서는 채널 접속이 가능한 별도의 카드와 같은 장비가 필요합니다. 파이버 채널에서는 이러한 장비에 대해 공식적으로 HBA(Host Bus Adapter)라는 용어를 사용하고 있습니다.
- **커넥터** : 광섬유 케이블을 연결하는 커넥터를 나타냅니다. LC 타입과 SC 타입이 있는데, SD는 오래된 1Gbps 커넥터를 위한 타입이며, LC는 2/4/8Gbps 등을 위한 새로운 커넥터 타입에 해당됩니다.
- **트랜스시버** : 일부 스토리지 네트워크 장비에서는 커넥터 타입을 직접적으로 지원하지 않고 트랜스시버를 통해 지원하는 경우도 있습니다.
- **광섬유** : 9 마이크로에 해당하는 SM(Single-Mode) 광섬유는 파장이 긴 레이저를 사용하여 최대 약 10km까지의 거리를 지원합니다. 반면, 50/62.5 마이크로에 해당하는 MM(Multi-Mode) 광섬유는 파장이 짧은 레이저를 사용하며 최대 각각 500m/175m까지의 거리를 지원합니다.

- **스토리지 네트워크 장비** : 하나의 서버와 하나의 스토리지만을 직접 연결하는 방식 등을 사용하지 않는 이상, 해당 스토리지 네트워크에 스위치 등의 장비를 활용하여 여러 서버들이 스토리지를 사용할 수 있도록 스토리지 네트워크망을 구성할 필요가 있습니다.
- **스토리지 장비** : 실제 사용하는 스토리지 장비입니다. 보통 해당 장비에 여러 대의 디스크를 추가할 수 있습니다.

SAN 스토리지 기술의 발전: TCP/IP 기술과의 통합

이와 같이 표준화가 제정되어 지속적으로 발전한 파이버 채널 기술은 오늘날 SAN을 구성하는 네트워크의 근간이 되는 기술 중 하나입니다. 그러나 다음과 같은 단점 또한 있습니다.

- **비용 부담** : 파이버 채널을 사용해 SAN 접속을 구성하려면 [그림 5]와 같이 많은 구성 요소들이 필요합니다. 또한 파이버 채널 관련 전용 장비들 가격이 상대적으로 비싸 비용 부담이 있습니다.
- **거리 제한** : 광섬유 자체적인 특징 등이 있어 먼 거리를 연결하기 위해서는 추가적인 게이트웨이 등을 설치해야 한다는 단점이 있습니다.
- **파이버 채널 관리를 위한 스킬 필요** : TCP/IP 프로토콜에서 IP 주소와 MAC 주소가 있듯이, 파이버 채널에는 World Wide Node 및 Port 이름 등이 있는데, 이들 자체 및 변경 관리를 위한 스킬을 별도로 필요로 합니다.

이러한 단점을 보완하기 위해 여러 방식들이 제안되었는데, 그 중 대표적으로 TCP/IP 프로토콜의 IP 네트워크를 이용하는 NAS 방식의 장점을 얻고자 TCP/IP 네트워크에서 SCSI 프로토콜을 사용하는 iSCSI 기술 및 FC에서 사용하던 통신 방식을 Ethernet 상에서 주고받도록 하는 FCoE(Fibre Channel over Ethernet) 기술이 있습니다.

다음 연재에서는 iSCSI 및 FCoE 기술을 중심으로 하여 네트워크 스토리지 기술에 대해 보다 자세히 살펴볼 예정입니다. 