

## 광역 스토리지 네트워킹

하철세  
SK텔레콤

### Wide Area Storage Networking

Ha-Cheul Seh  
SK Telecom

**Abstract** - 과거와 달리 21세기의 도래로 주변에 많은 전산화 및 정보화 작업이 이루어지면서 데이터 트래픽이 폭발적으로 증가하고, 정보 통신망은 이를 수용하기 위해서 전반적인 큰 변화를 겪어 왔으며 현재도 겪고 있는 중이다. 또한 정보의 중요성을 인식하면서 부터 많은 기업들이나 개인들이 정보의 손실을 의식하고 있으며 정보를 안전하게 저장하고 원활하게 활용할 수 있는 방법을 모색하게 되면서 SAN(Storage Area Network)에 대한 의존도가 높아지게 되었다. 본고는 현재 사용도가 높아지고 있는 Fibre Channel을 이용한 SAN전송로의 구성 및 동향에 대하여 살펴본다.

#### 1. 서론

우리의 주변에서 주로 이루어지는 컴퓨터 작업들은 데이터를 기반으로 하는 것이며 이러한 데이터들은 모든 컴퓨터 작업 과정을 기초로 하는 잠재적인 자원이며 모든 기업 또는 개인의 자산인 것이다. 데이터들은 저장 매체에 저장되고 서버에서 수행되는 어플리케이션으로 접속된다. 이러한 데이터들은 시장에서 구입할 수도 없으며 오히려 매일 데이터를 만들고 수집해야만 한다. 비즈니스 프로세스가 기대하는 결과를 가져다 준다는 것을 확신하기 위해서는 이러한 데이터의 뒷받침이 있어야 한다. 이러한 비즈니스 데이터의 관리와 보호는 비즈니스 프로세스의 활용성에 있어 극히 중대한 것이다. 데이터의 관리는 저장 매체의 오류시의 역할에서 부터 재난 복구 과정까지 구성, 성능 및 보호와 같은 모든 측면을 포함한다. 메인프레임 환경에서는 저장 장치의 관리로 집중화되어 있으며 저장 장치는 호스트에 연결되어 있으며 스토리지 관리자에 의해 관리된다. 그러나 이러한 방법은 상대적으로 관리자 용이한 편이다. 그러나 데스크탑에 대한 관리 비용의 증가 및 증가되는 스토리지 관리 문제와 같은 새로운 일련의 문제들과 관련된 클라이언트/서버의 도래는 스토리지 관리자에서 많은 부담을 안겨주고 있다. 메인프레임 환경에 집중화되어 있는 정보는 네트워크 전반에 걸쳐 분산되어 있으며 불완전하게 관리되거나 제어되고 있는 현실이다. 저장 장치는 분산되어 있으며 개별 장치별로 연결되어 있다. 즉 용량의 증가는 장치대 장치로 계획될 수 밖에 없으며 특정 응용 체제의 플랫폼에서의 스토리지는 다른 플랫폼에서 사용할 수 없다. 본고에서는 데이터의 저장 및 활용을 위한 SAN의 다양한 구현 및 SAN에서 사용되는 데이터 전송에 대해서 살펴보기로 한다.

#### 2. 본론

##### 2.1 SAN의 개요

오늘날의 SAN 환경에서 기본적인 계층에 속한 저장 장치는 집중화되고 상호 연결을 통해 사실상 호스트 또는 메인프레임의 중앙집중 저장 모델로 변화하는 것의 의미한다. SAN은 Fibre Channel이 지원하는 거리에서 저장 장치와 프로세서(서버) 사이의 직접 연결을 통한 고속 네트워크를 의미하며 LAN(Local Area Network)과 WAN(Wide Area Network)과 같이 라우터, 허브, 스위치, 디렉터 및 게이트웨이 등의 유사한 구성 요소를 사용하여 저장 장치와 서버를 연결하는 저장 버스 개념의 확장으로 볼 수 있다. SAN은 특정 서버와 서버 사이에 공유되며, 서버 사이의 거리는 특정 지역 또는 수천km 떨어진 곳이 될 수 있다.

SAN은 서버와 저장 장치를 연결하는 새로운 방법을 구현하며 이것은 가용성과 성능의 획기적인 향상을 가져다 줄 수 있다. 오늘날의 SAN은 공유 저장 장치 어레이와 테이프 라이브러리를 여러 서버로 연결하기 위해 사용되고 장애에 대해 클러스터화된 서버를 사용한다. SAN은 메인프레임 디스크 또는 테이프를 메인프레임 서버에 연결하여 SAN 장치들이 개방형 운영 체제(Windows, UNIX, AIX등)와 메인프레임 트래픽의 상호 연동을 가능하도록 한다. SAN은 전통적인 네트워크 병목현상을 제거하기 위해 사용될 수 있다. 이것은 어쩌면 다음의 세가지 측면에서 서버와 저장 장치 사이에 직접적이고 고속의 데이터 전송을 용이하게 한다.

- 1) 서버 - 저장 장치 : 이것은 전통적인 저장 장치와 의 상호 연동 모델이며 동일 저장 장치를 다수의 서버가 동시에 액세스할 수 있다는 장점이 있다.
- 2) 서버 - 서버 : SAN은 서버 사이에 고속 대용량의 통신을 위해 사용된다.
- 3) 저장 장치 - 저장 장치 : 외부로 이동될 수 있는 데이터들은 서버의 중재나 간섭 없이 데이터가 이동할 수 있도록 하며 이로 인한 서버의 작업 프로세스에 영향을 주지 않는다. 예를 들어 디스크 장치의 데이터를 테이프 장치로 백업이나 SAN을 통한 원격 장치 mirroring은 서버의 중재 없이 이루어질 수 있다.

SAN은 데이터를 전송하는 어플리케이션으로 하여금 대상 장치로의 직접적인 데이터 전송이 이루어지도록 하며 이것은 서버 중재를 최소화하여 보다 좋은 성능을 갖도록 한다. SAN은 또한 여러 호스트들이 동일 네트워크에 연결되어 있는 여러 저장 장치로 액세스

하는 새로운 네트워크 아키텍처를 가능하게 한다. SAN을 사용하여 다음의 장점들을 제공할 수 있다

- 1) 어플리케이션 활용성의 향상 : 스토리지는 어플리케이션에 독립적이며 보다 높은 신뢰성과 활용성 및 서비스 능력을 위한 여러 데이터 경로를 통한 용이한 접근성을 가진다.
- 2) 보다 향상된 어플리케이션 성능 : 스토리지 처리는 서버와 무관하고 네트워크별로 처리된다.
- 3) 집중화되고 통합된 스토리지 : 보다 단순화된 관리, 확장성, 유연성 및 유용성을 제공한다.
- 4) 원격지로의 데이터 전송 : 재난에 대한 보호 및 고의로 발생하는 공격에 대비한 데이터의 원격 복사.
- 5) 단순화되고 집중화된 관리 : 스토리지 미디어의 단일 이미지는 관리를 단순화 한다.

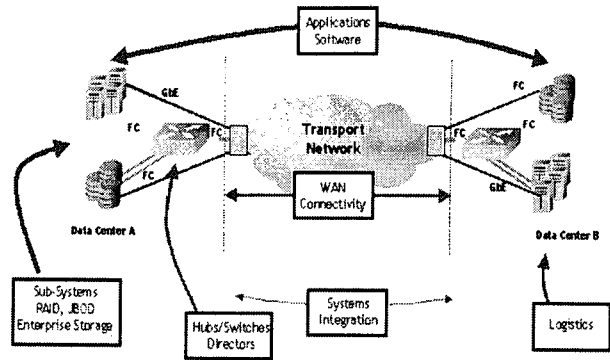
### 2.2 광대역 스토리지 네트워킹의 고려사항

광대역 스토리지 네트워킹을 구현함에 있어 고려해야 할 몇가지 사항에 대해서 검토해 본다. 광대역 스토리지 네트워킹은 네트워크 측면에서 DWDM을 이용한 구성 방식 또는 일반적으로 가장 많은 SONET/SDH 네트워크를 이용한 구성이 있을 수 있다. 우선적으로 스토리지 네트워킹을 구축하기 위해서는 비용적인 측면이 고려되어야 하며 특별한 보안이 요구되는 데이터에 대한 확실한 구별이 이루어져야 한다. 또한 성능측면에 있어 최소한의 Latency, 높은 Throughput, 그리고 빠른 복구 시간으로 어플리케이션이 외부의 장애 등의 충격에서 최소한의 영향을 받도록 고려되어야 한다. 신속한 장애 처리를 수행하고 성능을 극대화하기 위해 감시, 보고, 및 보호 기능으로 높은 가용성을 유지하도록 하며 다양한 형태의 데이터 종류(Storage, Voice, Data, Video)와 어플리케이션을 지원할 수 있는 유연성을 갖도록 광대역 스토리지 네트워킹을 구현하기 위한 고려사항들이 있다. 또한 어플리케이션의 형태에 따라 Disk Mirroring, 또는 Remote Backup과 같은 재난 복구에 대비한 Storage 확장이 이루어질 수 있다.

### 2.3 Storage 확장

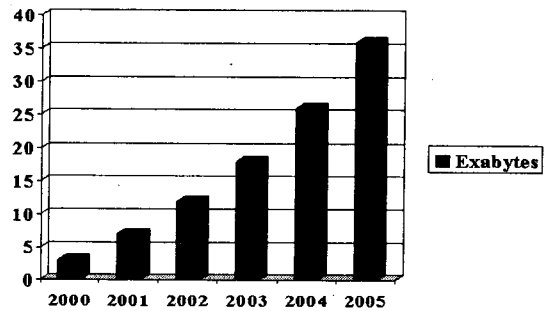
Storage 확장은 그림과 같이 주로 Disk Mirroring, Remote Backup과 같은 어플리케이션을 위한 구성으로 일반적으로 기업에 Storage에 저장되어 있는 데이터를 SSP(Storage Service Provider)에서 제공하는 Storage로 데이터를 Backup하여 재난 발생으로 인하여 기업내의 Storage에 저장되어 있는 데이터가 손실될 경우에 이를 복구하기 위해 구성되는 형태이며 이러한 구성에서 사용되는 전송 네트워크는 DWDM, 이더넷 또는 SONET/SDH 네트워크가 될 수 있다. 또한 하나의 SSP는 여러 기업의 데이터를 집중화 시켜 관리할 수 있다. 그러나 여기서 고려되어야 할 사항은 각 기업마다 다양한 형태의 Storage 솔루션을 가지고 있으므로 SSP는 이러한 다양한 솔루션을 수용하기 위한 준비가 되어 있어야 한다. 현재의 알려져 있는 Storage 솔루션은 EMC의 SRDF, HP의 CA, EVA, HDS(Hitachi)의 TrueCopy, NanoCopy, IBM의 PPRC, XRC, 그리고 STK의

PowerPPRC, VSM등이 있다.



아래의 그림과 같이 엔터프라이즈 Storage 확장은 SSP 또는 Carrier 사업자에게 대역폭 증가를 가져오며 이로 인한 기반 시설의 투자 촉진시킬 수 있으며 다양한 사업 영역으로 확장을 일으킬 수 있다.

Global WAN SAN Traffic Volume



1 Exabyte = 1,000 Petabytes = 1,000,000 Terabytes = 1 Billion Gigabytes

### 2.4 Storage 확장 한계성

저장 장치에서 데이터를 장거리 전송하기 위해서는 여러가지 형태의 전송 방식을 사용할 수 있다. 또한 데이터를 어떤 방식으로 전송하느냐에 따라 장단점을 가지고 있다.

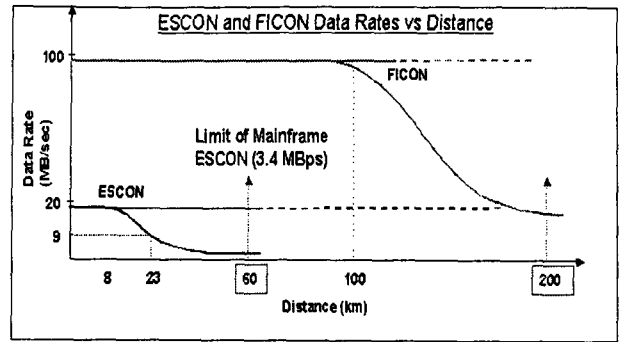
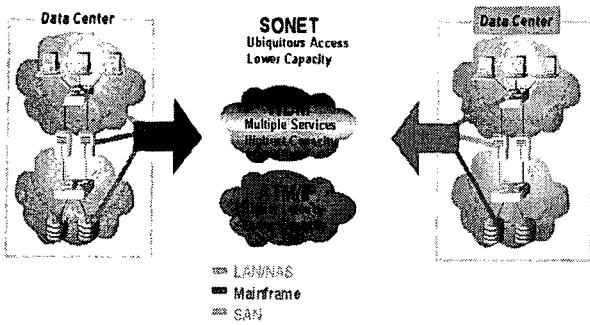
#### 2.4.1 전송방식에 따른 한계성

1) SONET : TDM 다중화를 통한 대역폭의 확보가 가능하며 편재되어 있는 서비스 수용이 용이하지만 현재 상용화되어 있는 전송 장치의 경우에는 최대 10Gbps의 대역폭내에서 데이터 전송이 가능하므로 대역폭 확장에 제약이 따른다.

2) WDM : 단일 광 섬유를 통해 다양한 형태의 프로토콜 전송이 가능하고 수백Gbps의 대역폭을 가지며 장거리 전송에 따른 Latency 증가가 다른 전송 방식에 비해 적다.

3) ATM : 데이터를 ATM 신호에 맵핑하여 전송하는 방식으로 Latency가 크며 이에 따른 Throughput의 손실이 크다.

4) IP : 데이터를 IP 패킷에 맵핑하여 전송하며 다른 전송 방식에 비해 보안성이 취약하다.

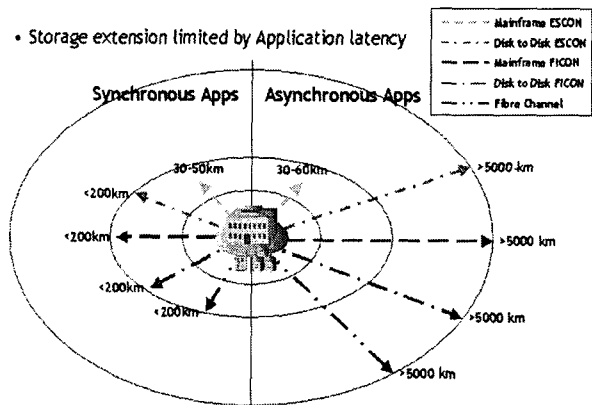
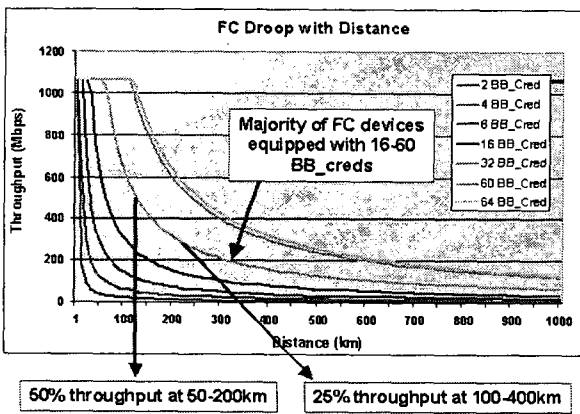


### 2.4.2 거리에 따른 한계성

일반적으로 Storage 네트워크에 사용되는 프로토콜은 위에서도 언급한 바와 같이 Fibre Channel, ESCON, FICON이 주를 이루며 이러한 프로토콜은 불행히도 수백km 이상의 장거리 전송에 따른 Latency 증가와 Throughput 감소의 취약성을 가진다. 그림에서와 같이 Fibre Channel은 이러한 장거리 전송에 대해서 Throughput 감소를 보상하기 위해 Buffer to Buffer Credit 기능을 사용하지만 현재 SAN Switch에서 가지고 있는 BB Credit의 크기도 한계가 있다. 보통 SAN Switch에서 지원하는 BB Credit의 크기는 60 ~ 250 정도이며 이것은 1G Fibre Channel의 경우에는 최대 500km, 2G Fibre Channel의 경우에는 최대 250km의 거리에 대해 Throughput 감소 없이 데이터를 전송할 수 있다.

### 2.4.3 SONET 백본을 사용한 Storage 네트워크

오늘날 데이터 트래픽의 99% 이상이 SONET 네트워크를 통해 전송되고 있다. 이미 알고 있듯이 SONET 기술은 사용자의 네트워크 요구사항에 대해서 높은 가용성, 빠른 복구 시간, 대용량의 트래픽 전송을 가능하도록 하며 다양한 토폴로지를 구성할 수 있는 장점을 가지고 있다. 그래서 오늘날에는 Fibre Channel, ESCON, FICON 등의 Storage 네트워크에 관련된 프로토콜들도 SONET 신호에 맵핑시켜 전송하기도 한다. 그러나 Storage 장치와 프로토콜, 그리고 어플리케이션에 따라 SONET 네트워크를 이용한 전송거리는 차이점을 가진다. 아래의 그림과 같이 Storage 확장이 Synchronous 방식일 경우에는 SONET 네트워크를 통한 전송거리가 200km를 초과하기 어려운 반면 Asynchronous 방식의 경우에는 수천km 이상의 전송 거리에서 적용이 가능하다.



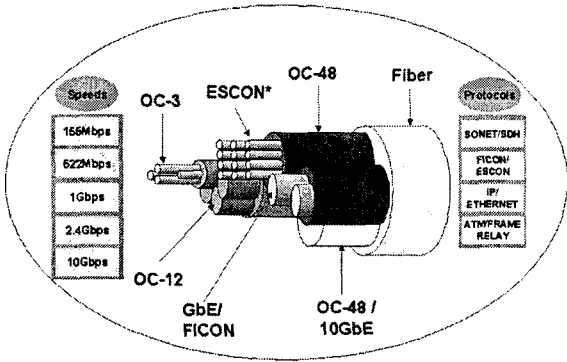
그러나 SAN Switch에서 제공하는 BB Credit의 용량을 보완하기 위해 일부 전송 장치들은 자체적으로 BB Credit 기능을 제공하거나 데이터 압축 기능을 사용하여 Latency를 감소시킴으로서 Throughput의 감소를 줄일 수 있다. 보통 전송 장치에서 제공하는 BB Credit와 압축 기능으로 Storage 네트워크는 수천km까지 확장이 가능하다.

ESCON과 FICON 역시 Fibre Channel과 마찬가지로 거리의 확대에 의한 Latency 증가로 Throughput의 감소가 생긴다. ESCON의 경우에는 약 60km의 거리에서 약 3.4MBps의 Throughput을 나타내며 FICON의 경우에는 200km의 거리에서 약 17MBps의 Throughput을 갖는다. 그러나 ESCON과 FICON은 Fibre Channel과 달리 BB Credit과 같은 거리 증가에 따른 Throughput 보상 방법이 취약하므로 Storage 네트워크에서는 Fibre Channel을 선호한다.

정확한 적용 가능한 전송 거리는 업체마다의 규격과 어플리케이션의 설정에 따라 차이가 있다.

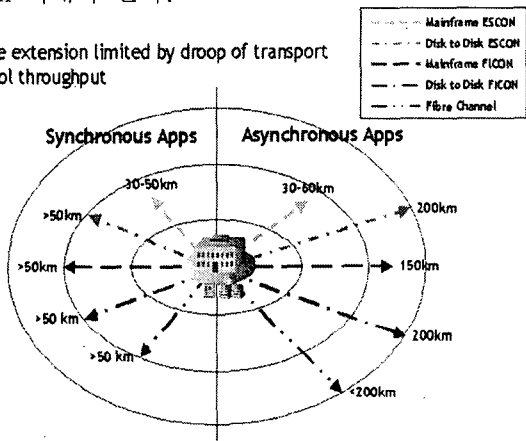
### 2.4.4 WDM 백본을 사용한 Storage 네트워크

위에서 언급된 SONET 백본을 사용한 Storage 네트워크에 있어서 단점이라 할 수 있는 용량의 극복을 위해 적용할 수 있는 방법은 WDM을 사용한 백본 구성이다. WDM을 사용할 경우 최대 수 Tbps의 용량까지 적용이 가능하며 또한 다양한 프로토콜을 수용함에 있어 기존의 SONET 백본 보다 많은 장점을 가지고 있다. 아래의 그림과 같이 WDM은 단일 광섬유에 다양한 프로토콜을 파장 단위로 할당할 수 있으며 파장 별로 프로토콜의 독립적인 운용은 Storage 네트워크 측면에서 높은 보안성을 갖도록 한다.



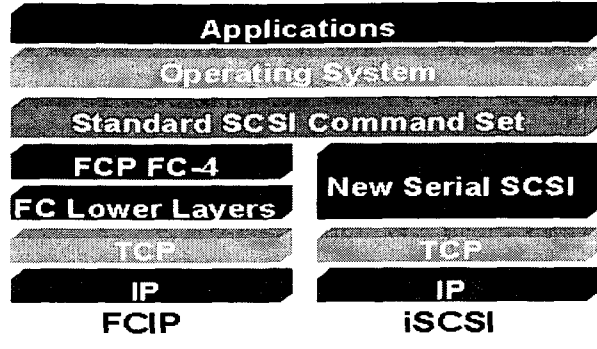
그러나 WDM 백본의 경우에는 SONET 백본과 달리 Native 데이터 신호 자체를 과장 변환을 통해 전송하는 경우가 일반적이기 때문에 거리에 대해서는 Fibre Channel, ESCON, FICON 등의 Native 프로토콜이 갖는 거리 특성을 극복하기 힘들다. 그래서 아래의 그림과 같이 Synchronous 방식에서 적용 가능한 전송거리는 보통 50km 이내가 되며 Asynchronous 방식에서 적용 가능한 거리는 최대 200km 이내가 된다.

• Storage extension limited by droop of transport protocol throughput

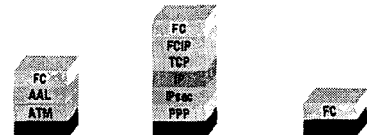


그러나 Fibre Channel이나 FICON의 경우 종속해 접속되어 있는 SAN 스위치의 BB Credit 크기를 통해 Native 데이터 신호에 대한 전송거리의 위의 그림에 나타난 거리 이상의 전송이 가능하다. 더우기 현재는 Fibre Channel, ESCON, FICON, Ethernet 신호들을 SONET 신호에 맵핑시켜 과장 변환을 수행하는 WDM 장치들을 사용하여 수천km까지 전송할 수 있다.

2.4.5 이더넷 백본을 사용한 Storage 네트워킹  
이더넷 백본을 사용한 Storage 네트워킹은 크게 두 가지로 볼 수 있다. 먼저 Fibre Channel을 TCP/IP를 통해 전송하는 FCIP 방식으로 초기 투자가 비용이 저렴하고 FCIP 인캡슐레이션이 주로 Edge 장치에서 수행되며 기존의 IP 네트워크를 활용할 수 있다는 장점이 있지만 종단에 Edge 라우터들이 FCIP를 지원해야하며 공유 네트워크를 이용하는 만큼 보안성에 있어는 다른 네트워크 보다 취약하다. 그리고 iSCSI를 TCP/IP를 통해 전송하는 방식은 FCIP와 마찬가지로 기존의 IP 네트워크를 활용할 수 있는 장점이 있지만 서버 CPU에 부하를 크게 주며 낮은 Latency가 요구된다.



아래의 그림과 같이 Storage 네트워킹에 대한 전송 방식에 따른 데이터 전송 효율성 및 Latency는 SONET 신호에 Fibre Channel을 직접 맵핑하는 Storage over SONET 방식이 다른 방식에 비해 우수하다고 볼 수 있다.



전송 방식	Storage over ATM	Storage over IP	Storage over SONET
맵핑	Multiple Layers	Multiple Layers	Direct
프로토콜 효율성	80%	90%	98%
장치 Latency	250+ $\mu$ sec	150+ $\mu$ sec	5 $\mu$ sec
네트워크 Latency	1000s of $\mu$ sec	1,000s - 10,000s of $\mu$ sec	100s of $\mu$ sec
Throughput	79% (CIR over)	5 - 30%	97%
보안	Isolated	Shared	Secure Layer 1 Isolation
전체 Latency (OC-3, 20 km)	1010 $\mu$ sec	910 $\mu$ sec	320 $\mu$ sec

결론적으로 Storage 네트워킹에 있어 WDM을 통한 전송과 SONET 기반의 전송을 선택함에 있어 Storage의 어플리케이션의 방식과 관련되어 전송 방식이 선택되어야 한다. Storage 어플리케이션 방식에 따른 대역폭 및 네트워킹에서 고려되어야 할 사항을 살펴 보면 다음과 같다.

- 1) Synchronous 방식에서의 고려사항
  - 높은 대역폭.
  - 낮은 Latency
  - WDM 전송방식
- 2) Asynchronous 방식에서의 고려사항
  - 낮은 대역폭
  - 높은 Latency
  - SONET 또는 이더넷 전송방식

또한 위의 사항에 대해서 어떤 방식을 적용하느냐에 있어 비용적인 측면 또한 고려되어 최저의 비용으로 최고의 성능을 갖을 수 있는 Storage 네트워킹을 구축하는 것이 중요하다.

Technology	Latency	Cost	Reliability
WDM	Low	\$\$	High
SONET/SDH	Low	\$\$	High
ATM	Med	\$\$	Med
IP	High	\$	Low

### 3. 결 론

점차적으로 기업들의 백업에 대한 인식이 확대 되면서 Storage 네트워킹의 중요성이 점차 대두되고 있다. SAN 프로토콜은 음성이나 IP 트래픽과 달리 높은 대역폭을 요구하기 때문에 이에 따른 기반 시설의 확대와 함께 현재는 주로 기업 자체적인 Storage 네트워킹이 진행되고 있지만 향후에는 네트워크 공유, Storage 통합과 같은 최대의 효율성을 갖는 Storage 네트워킹을 위한 솔루션 발굴하고 사업성과의 융합을 이루어야 할 것이다.

#### [참고문헌]

IBM Redbook, "Designing and Optimizing an IBM Storage Area Network", SG24 6419

IBM Redbook, "IP Storage Networking: IBM NAS and iSCSI Solutions", SG24 6240

Building Storage Networks, ISBN 0072120509

HP StorageWorks SAN Design Reference Guide, part number AA RMPNF TE