

# 교육전문 전자도서관 저장구조 설계에 관한 연구

- SAN방식을 중심으로 -

## A Study on Design of Storage Structure for Educational Digital Library

김 용 (Yong Kim)\*

권 영 숙 (Young-Sook Kwon)\*\*

### 목 차

1. 서론	2.3.3 SAN 아키텍처의 특징
1.1 연구 배경	3. 교육전문 전자도서관 저장구조 요구사항
1.2 논문 개요	3.1 교육용 디지털콘텐츠의 특징
2. 관련 연구	3.2 교육용 콘텐츠 제공방식
2.1 저장장치의 부착 형태에 따른 저장구조의 종류	3.3 교육용 디지털도서관 저장구조 요구사항
2.2 네트워크 기반 저장구조(Network Attached Storage)	4. 실험 및 결과
2.3 SAN의 개요	4.1 실험 모델
2.3.1 SAN의 출현 배경	4.2 실험 환경
2.3.2 SAN 아키텍처	4.3 실험결과 및 분석
	5. 결론

### 초 록

본 논문의 목적은 대용량의 디지털저작물을 저장하는 웹기반의 교육전문전자도서관을 구축하는데 있어서 가장 중요한 요소중의 하나로써 고려되어지고 있는 저장구조를 설계하는데 있어서 이용자의 요구에 대한 신속한 대응, 관리자의 효율적인 관리 서비스제공자에 있어서 저장장치에 대한 경제성 등을 기준으로 가장 적절한 방법을 제시한다.

본 논문에서는 현재 가장 일반적인 방법인 버스부착형방식과 NAS에 대한 장, 단점을 분석하고 이에 대한 새로운 대안으로서 제시되고 있는 SAN방식에 대한 특징을 파악하여 교육전문 전자도서관과 같은 대용량의 디지털데이터를 저장해야 하는 대용량 저장시스템에 있어서 가장 효율적인 저장구조 방식을 제시한다. 즉, 서버와 저장장치사이의 I/O처리속도, 관리의 용이성, 경제성 등의 저장구조방식을 선택하는데 있어서 중요한 요소들을 기준으로 하여 실제 시스템을 구현하여 이를 직접 실험을 통하여 측정하여 보았다.

키워드: SAN, 저장구조, NAS, 멀티미디어데이터, 교육용콘텐츠, 원격교육

\* 한국통신 연구개발본부 멀티미디어연구소(yongkim@kt.co.kr)

\*\* 신태인 명봉도서관

접수일자 2001년 6월 5일

## 1. 서론

### 1.1 연구 배경

컴퓨팅파워와 인터넷사용의 폭발적인 증가는 자연스럽게 디지털데이터의 증가를 가져오고 있다. 이러한 디지털데이터의 주요한 형식은 불과 얼마전까지만 하여도 주로 텍스트에 기반을 두고 있었으나 근래의 경우에는 음성/동영상/이미지와 같은 대용량의 멀티미디어요소를 포함하는 멀티미디어콘텐츠의 증가가 큰 특징을 이루고 있다. 기존의 텍스트위주의 정보에서 이미지, 음성과 동영상을 포함하고 있는 디지털콘텐츠의 증가는 자연스럽게 대용량의 스토리지 장치를 요구하게 되었다. 이러한 스토리지 장치는 서버와 직접 연결시켜 이용자의 요구가 있게 되면 서버는 요구되는 데이터를 직접 연결된 스토리지로부터 불러오게 되었다. 하지만 이용자의 요구가 매우 빈번한 시스템, 예를 들어 웹에 기반을 두고 있는 포털서비스시스템이나 전자도서관과 같은 경우 서버측의 이용자의 요구에 대한 처리 속도에 비하여 서버와 스토리지 사이의 트래픽의 증가로 인하여 신속성이 요구되는 웹기반시스템에 있어서 많은 문제점을 제공하게 되었다. 또한 데이터베이스, ERP, 전자우편 등의 시스템을 운용하고 있는 관리자는 특정 서버가 다운되는 영향을 최소한으로 줄이기 위해, 복수의 처리를 묶어 1대의 머신으로 운용하는 것을 피하고 싶어하는데, 그러자면 데이터는 복수의 서버로 분산시킬 수 밖에 없다. 그런데, 여기에서 문제가 발생한다. 데이터가 서버마다 분단된 채 증가되면, 그것에 대응해 유지/보수에 시간과 일손이 많이 들기 때문이다. 그리고, 서버마다 다

른 제조업체의 하드웨어를 구입한다면, 스토리지를 증설하는데 있어서 상당한 복잡성과 어려움을 가져올 수 있다. 또한, 백업 문제의 심각성도 늘어날 것이다. 각각의 스토리지 내에 저장된 데이터를 각각 백업하는 일과 백업할 때에 발생하는 트래픽이 망에 미치는 영향은 무시할 수 없게 된다. 특히 대용량의 멀티미디어 콘텐츠를 다루고 있는 포털사이트나 전자도서관, 데이터센터와 같은 대용량 시스템의 경우에 있어서 기존의 SCSI방식이나 NAS방식으로 서버와 스토리지를 구성한다면 위에서 언급한 문제점은 더욱 심각하여 질 수 있다. 예를 들어 현재 한국통신에서 구축하고 있는 교육전문 포털사이트의 경우 스토리지의 용량이 약 45TB의 규모로서 이러한 스토리지를 각 개별적인 서버에 SCSI방식으로 구성한다면 그 서버와 스토리지사이의 트래픽의 증가로 인하여 시스템의 성능은 급격하게 낮아질 수 있으며 또한 하나의 서버에 하나의 스토리지장치를 연결하므로써 저장장치의 효율적인 활용이 어렵다. 따라서 기존의 소용량의 데이터를 처리하는데 적용되었던 방식에서 현재 요구되고 있는 대규모의 멀티미디어콘텐츠를 저장하고 이를 처리할 수 있는 새로운 방식의 서버와 스토리지를 구성할 수 있는 구성방식이 개발되어야 할 것이다. 이러한 요구에 대한 새로운 대안으로서 fiber channel을 이용하는 FC-AL(FiberChannel Arbitrated Loop) SAN(Storage Area Network)이 학계에서 보다는 산업체를 중심으로 연구되어져 소개되었다. 이러한 SAN구조는 이전의 구성방식에서 진일보된 방식으로서 서버와 스토리지를 구성하는데 있어서 확장성(scalability), 가용성(availability), 접근성(accessibility)를 높여

주었다. 하지만 이러한 FC-AL SAN을 대용량의 시스템에 실제 적으로 적용하는데 있어서 관리 및 효율성을 보다 확장하는데 있어서 많은 문제점을 안고 있다. 따라서 본 논문에서는 대용량의 디지털저작물을 소장하면서 많은 데이터 트래픽을 요구하고 있는 웹기반의 전자도서관과 같은 대용량시스템에 가장 적절할 것으로 여겨지는 FABRIC SAN을 제안하고 이에 대한 시뮬레이션 모델을 설계하고 결과를 측정하므로써 새로운 대안을 제시하고자 한다.

일반적으로 저장장치를 구성하는 방법에는 크게 다음 세 가지중 하나로 망에 부착될 수 있다.

첫째, 현재 서버 저장장치의 98%는 SCSI나 IDE의 형태를 통한 버스-부착형(bus-attached)이다. 버스-부착형 저장장치구조는 서버를 통해 작동된다. 따라서 저장장치의 가용성(availability)과 성능(capacity)은 서버의 용량과 로딩에 제한된다.

둘째, NAS(Network-attached storage)로서 NAS의 디스크 어레이는 일반적인 통신 프로토콜을 이용하는 이더넷과 같은 하나의 LAN 인터페이스를 통해 메시지 처리망과 직접 접속한다. 그것은 클라이언트/서버 관계에서 서버로 기능하며, 하나의 프로세서와 운영체제 또는 마이크로-커널을 가지고 있으며, SMB와 NFS 같은 파일 I/O 프로토콜을 처리한다.

셋째는 본 논문에서 제안하고 있는 방식으로 SAS(SAN-attached storage)가 있다. 공유 스토리지 저장소는 SCSI, FC-AL 또는 ESCON과 같은 스토리지 인터페이스를 통해 다중 호스트 서버에 부착된다. SAN은 LAN이나 WAN과 유사한 상호접속 기술을 이용하여 상호접속될 수 있는 확장된 스토리지 버스로서

구성요소는 라우터, 허브, 스위치 및 게이트웨이가 있다.

따라서 본 논문에서는 저장장치의 효율적인 관리, 처리속도의 증가 및 경제성 등을 위해 SAS방법을 제안한다. 대용량의 디지털데이터를 분산저장하여 기존의 NAS방식이나 버스부착방식과의 SAS방식에 대하여 실험을 통하여 개별방식에 대한 서버와 저장장치간의 I/O속도와 저장장치관리 경제성등의 비교기준에 대한 측정을 통하여 대용량의 디지털 저작물을 소장하게 될 교육전문 전자도서관에서의 저장구조를 위하여 가장 적절한 방식에 대하여 제안한다.

## 1.2 논문 개요

본 논문의 목적은 웹기반의 대용량의 디지털 저작물을 저장하는 교육전문전자도서관의 저장구조를 설계하는데 있어서 중요한 요소중의 하나로서 이용자의 요구에 대한 신속한 대응, 관리자의 효율적인 관리 및 서비스제공자에 있어서 저장장치에 대한 경제성 등을 기준으로 가장 적절한 저장구조에 대한 방법을 제시한다.

본 논문에서는 현재 가장 일반적인 방법인 버스부착형방식과 NAS에 대한 장, 단점을 분석하고 이에 대한 새로운 대안으로서 제시되고 있는 SAN방식에 대한 특징을 파악하여 교육전문 전자도서관과 같은 대용량의 디지털데이터를 저장해야 하는 대용량 저장시스템에 있어서 가장 효율적인 저장구조 방식을 제시한다. 즉, 서버와 저장장치사이의 I/O처리속도, 관리의 용이성, 경제성 등의 저장구조방식을 선택하는데 있어서 중요한 요소들을 기준으로 하여 현재 사용

되는 방식들을 실험을 통하여 측정하고 이 때 각 특징 되어진 결과값에 대한 분석을 통하여 가장 적절한 모델을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 SAN에 대한 정의와 SAN기술이 다양한 응용 분야에서 가져야 하는 요구사항과 관련 연구들을 살펴본다. 3장에서는 멀티미디어 디지털 콘텐츠의 특징과 교육전문 전자도서관 저장구조의 요구사항을 알아보았으며 4장에서는 실험환경 및 이를 기반으로 실험을 하였으며 제안된 방법을 통하여 결과값들을 모델별로 분석하였다. 5장에서 결론을 제시한다.

## 2. 관련 연구

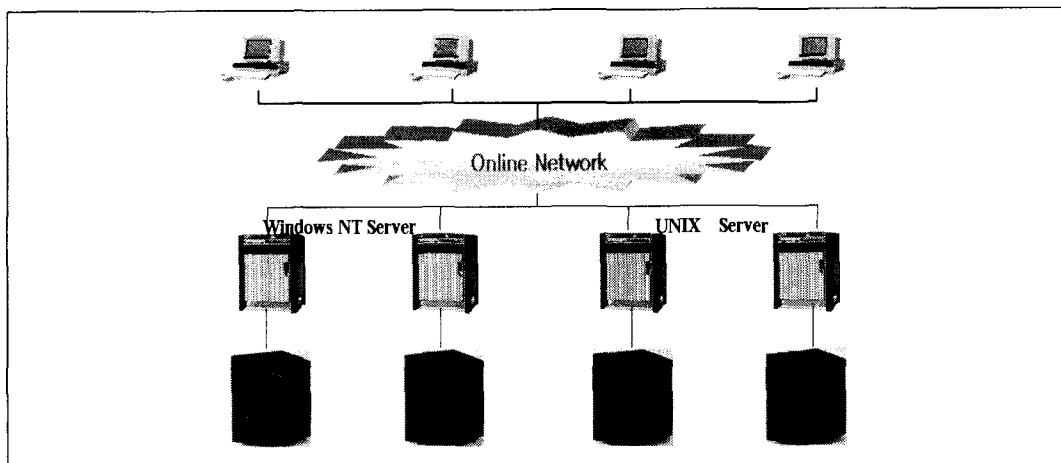
본 장에서는 SAN의 정의, 원리 및 SAN을 구성하기 위한 구비조건에 대해서 설명하고, 현재 일반적인 전자도서관과 같은 웹을 기반으로 하고 있는 시스템에서 일반적으로 사용되고 있는 NAS와 SAN과의 차이점에 대하여 비교하

여 설명한다. 대용량의 시스템에서 네트워크, 서버와 저장구조간의 구성은 NAS라는 방식을 주로 사용하고 있으며 기존의 사용하던 방식에서 나타나는 문제점들을 보완하기 위한 방식으로 SAN이 제안되고 있다.

### 2.1 저장장치의 부착 형태에 따른 저장구조의 종류

스토리지는 세가지 방법 중 하나로 망에 부착될 수 있다. 현재 서버 스토리지 접속의 98%는 SCSI나 IDE의 형태를 통한 버스-부착형(bus-attached)이다. 버스-부착형 스토리지는 서버를 통해 작동되며 가용성과 성능은 서버의 용량과 로딩에 제한된다. <그림 2-1>은 전통적인 버스 부착형 스토리지 방식을 보여주고 있다.

NAS: 디스크 어레이는 일반적인 통신 프로토콜을 이용하는 이더넷과 같은 하나의 LAN 인터페이스를 통해 메시지 처리 망과 직접 접속한다. 그것은 클라이언트/서버 관계에서 서버로 기능하며, 하나의 프로세서와 운영체제 또는 마



<그림 2-1> 버스부착형 저장장치 구조

이크로-커널을 가지고 있으며, SMB와 NFS 같은 파일 I/O 프로토콜을 처리한다.

SAN: 공유 스토리지 저장소는 SCSI, FC-AL 또는 ESCON과 같은 스토리지 인터페이스를 통해 다중 호스트 서버에 부착된다. SAN은 LAN이나 WAN과 유사한 상호접속 기술을 이용하여 상호접속될 수 있는 확장된 스토리지 버스이다.

이러한 저장구조중에서 현재 많은 이슈가 되고 있는 NAS와 SAN방식에 대하여 좀더 자세히 알아보면 다음과 같다.

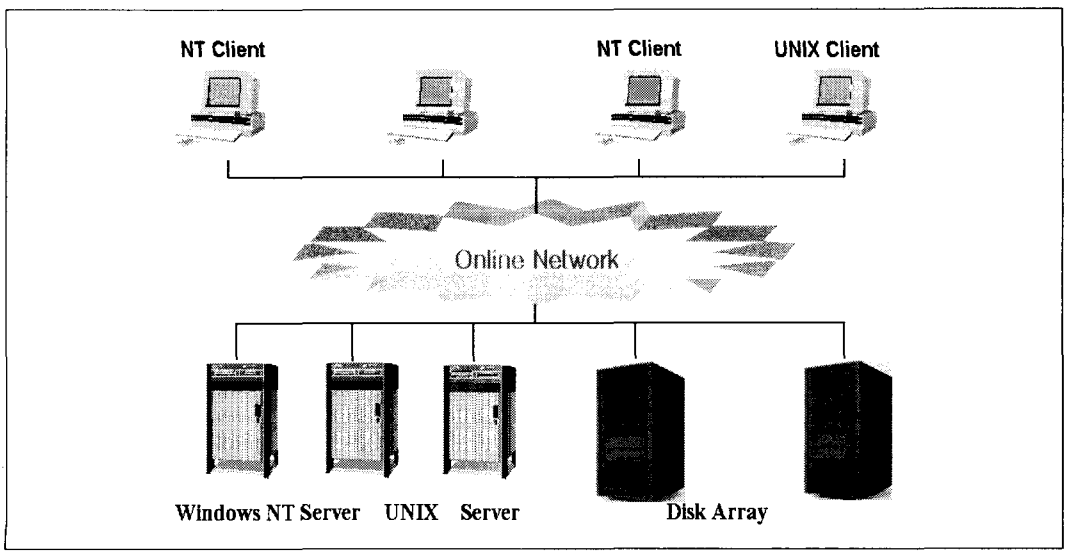
## 2.2 네트워크 기반의 저장구조(NAS: Network Attached Storage)

NAS는 이더넷을 기반으로 파일 서비스를 제공하기 위해 고안된 운영체제와 파일시스템을 가진 서버를 가리킨다. NAS는 NFS 프로토콜을 사용해 데이터를 주고받으며, 이들 프

로토콜들은 이더넷이나 인터넷에서 사용되어지는 IP 프로토콜상에서 운영된다. NAS는 이기 종간의 파일 공유를 지원하며, 클라이언트의 업무 중단 없이도 손쉽게 설치할 수 있다는 것이 장점이다.

이러한 장점들에 반해 단점도 많다. 먼저 NAS는 데이터베이스 처리에 문제가 있다. NAS는 파일프로토콜을 사용하여 파일 서버의 역할을 하지만 데이터베이스 액세스 프로토콜은 사용하지 않기 때문이다. 또 데이터 백업 및 복구가 매우 어렵다. 일반적인 백업 에이전트를 NAS에 적용하는 것은 불가능하기 때문이다. 게다가 NAS에서는 일반 네트워크, 즉 이더넷으로 연결되기 때문에 대용량 데이터를 읽을 때 부하발생이 크다. NAS의 특징을 요약하면 다음과 같다. 이러한 장단점을 제공하고 있는 NAS의 특징은 다음과 같다.

- 토큰링이나 이더넷을 통해 접속할 수 있다.
- 네트워크상의 모든 서버와 클라이언트들이 저



<그림 2-2> NAS 방식의 스토리지 구성

장장치로 바로 접속할 수 있다.

- NAS장치가 서버에 내장되어 있어 테이프 라이브러리·CD타워·하드디스크도 지원할 뿐만 아니라 환경설정이 간단하고 쉽다.
- 모든 운영체제나 네트워크 프로토콜을 지원한다.
- 플랫폼 독립적인 특성 때문에 이기종이 산재한 썬(thin) 서버 환경을 지원한다.

일반적인 NAS의 구성방식을 아래의 그림과 같이 구성되어진다.

### 2.3 SAN(Storage Area Network)의 개요

현재 기업 규모의 시스템에서는 데이터 웨어하우스의 구축과 ERP 시스템 등의 도입으로 대용량 스토리지에 대한 요구가 계속 높아지고 있다. 높은 신뢰성과 성능, 내장애성, 그리고 통합된 관리와 고속 백업이라는 요구에 대한 솔루션으로 등장한 것이 바로 SAN(Storage Area Network)이다. SAN은 분산 네트워킹에서 주류가 되고 있으며, 조만간 스토리지 부착 및 공유에 대한 일반적인 방법이 될 수 있을 것이라고 많은 이들이 내다보고 있다. 본 논문에서도 SAN이 가지고 있는 이러한 발전 가능성을 기반으로 기존에 대용량의 저장구조에서 주로 사용되고 있는 NAS방식과 새로이 발표되어지고 있는 SAN방식에 대하여 각각의 데이터의 크기를 구분하여 실제 실험을 통하여 각 구성방식을 비교하여 보고자 한다.

#### 2.3.1 SAN의 출현 배경

SAN의 기본적인 출발점은 저장장치만의 전용망을 구축하는 것으로, 저장장치에 대한 고속

액세스와 일원적인 관리, 그리고 확장성과 내장성을 높이는 것이 목적이다. 사실상 SAN은 Fiber Channel 하나에 의해 구축된 망이 되기 때문에, 이전의 SCSI에 의한 접속과 비교해서 고속이며, 게다가 케이블이 길고 접속 대수도 증가시킬 수 있다.

SAN이 등장한 배경에는 디지털콘텐츠 제작의 용이성과 함께 이를 처리하고 저장하는 시스템에 따라 데이터가 폭발적으로 증가하고 있다는 점을 들 수 있다. 또한 데이터의 저장과 관리에 따른 기술적인 문제를 해결하기 위해 저장장치를 각 서버로부터 분리해 일원적인 관리와 함께 저장장치를 추가하면서 이중화 및 RAID 구성을 실현할 수 있다면, 높은 확장성과 신뢰성도 얻을 수 있다. 게다가 기존 LAN으로부터는 독립된 망을 구성하는 것으로 스토리지 간의 복사와 백업 장치와의 교환이 발생해도 그 트래픽이 LAN에 영향을 미치는 않을므로서 트래픽이 증가 하므로서 발생될 수 있는 문제점들을 방지할 수 있다는 것이다. 이러한 기능들을 제공할 수 있는 방법이 SAN으로서, 저장장치는 집중 시키면서도 서버와 어플리케이션은 분산시킬 수 있다는 것이다.

#### 2.3.2 SAN 아키텍처

SAN의 주요 구성요소는 SAN 인터페이스, SAN 상호접속, 그리고 SAN 조직(fabric)을 들 수 있다. 이들은 종종 서로 혼합되지만, 분명히 구분되는 SAN의 구성 요소들이다.

##### 가. SAN-인터페이스

SCSI, FC-AL, SSA, ESCON, bus-&-tag, HIPPI가 일반적인 SAN 인터페이스이

다. 모두 스토리지를 서버로부터 분리하는 것을 허용하며, 클러스터링을 위해 공유 스토리지 구성을 수용할 수 있다. 향상된 성능과 중복성을 제공하기 위해 다중 채널이 인스톨되거나 루프가 구축될 수 있다.

나. SAN-상호접속

확장기, 다중화기, 허브, 라우터, 게이트웨이, 스위치, 디렉터들이 SAN 상호접속으로, 말하자면, LAN이나 WAN 같은 것이다. SAN 상호접속은 스토리지 인터페이스를 많은 망구성 요소들과 결합시키고, SAN 인터페이스와 SAN 조직을 링크 시킨다.

다. SAN-Fabric

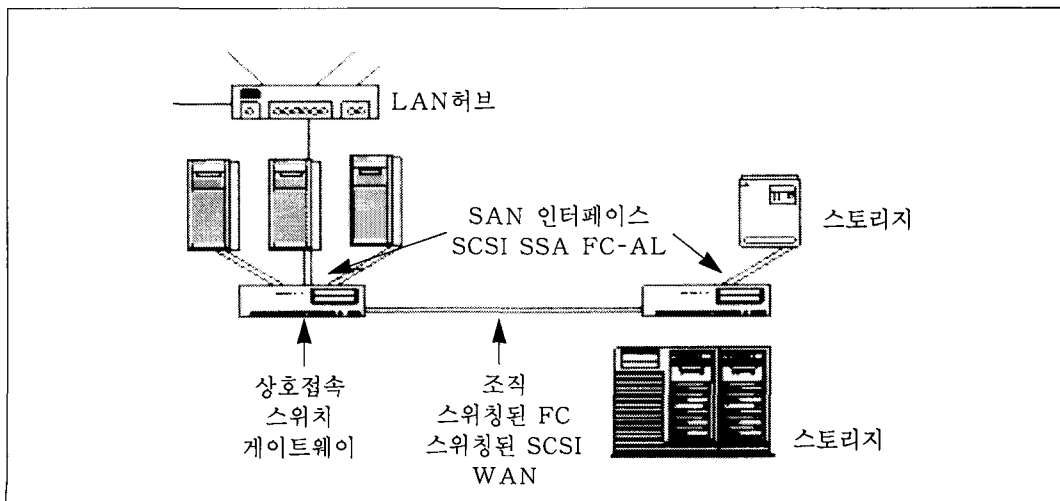
스위칭된 SCSI, 스위칭된 Fiber Channel, 스위칭된 SSA가 가장 일반적인 SAN 조직을 형성하고 있으며, 또한, SAN은 게이트웨이를 가지고 WAN을 통해 확장될 수 있다. 스위치는 다수의 어플리케이션이 집중화 되고,

중앙 관리되고, 결합된 스토리지 저장소를 구축하는데 많은 장점을 제공한다.

2.3.3 SAN 아키텍처의 특징

SAN은 망에서 데이터를 이동시키는 거의 모든 어플리케이션들의 성능을 향상시킬 수 있다. 기존의 서브넷과 같이, SAN은 기본 망에 대한 부하를 주지않고 특별한 기능을 위한 대역폭을 부가하는 방법으로 LAN과 WAN을 보조한다. 또한, SAN은 데이터웨어하우징과 같은 고성능 솔루션을 가능하게 하며, 네트워킹 환경에 포괄적으로 이용할 수 있다. <그림 2-3>은 일반적인 SAN 구성을 보여주고 있다.

SAN 기술은 원격지를 상호접속하는 것은 물론 모든 스토리지 장비를 연결함으로써 공유된 다중 호스트 스토리지의 망 아키텍처를 가능하게 함으로써, 조만간 목표중심의 어플리케이션을 구동 시키는 집중화된 망을 위한 표준 구성이 될 전망이다. 디스크와 테이프 작동은 SAN을 통해 집중화 되고, 더 빠른 동작과 탄



<그림 2-3> SAN의 일반적 구성도

력성을 갖게 된다. SAN의 특징을 요약하여 보면 아래와 같다.

- 파이버채널을 통해 접속할 수 있다
- 저장장치는 독립적인 전용 네트워크에 물려 있다.
- 파이버채널 접속이 가능한 스위치와 허브를 지원한다.
- 이론적으로 SAN은 서버 기능에 최적화돼 있다.
- 현재는 많은 기능들이 호스트에 의존하지만 향후에는 호스트 의존성이 사라질 것이다.
- 저장장치가 클러스터링될 수 있을 뿐만 아니라 플랫폼 독립적이라는 특징이 있다.

일반적으로 저장장치에서 SCSI를 사용하는 이유는 적은 시스템자원사용, 빠른 속도와 Multi-Access에서 빠른 응답을 하기 때문이다. SAN은 SCSI를 기본으로 만들어 졌다고 할 수 있다.

즉 SCSI의 모든 장점을 그대로 가지고 있으면서도 제한된 공간에서의 탈피, 속도, 관리 등 많은 장점을 가지고 있다. SAN을 활용한 네트워크아키텍처의 장점은 매우 크기 때문에 많은 시스템들이 스토리지를 부착하고 데이터를 전송하기 위해 이 방법을 활용할 가능성은 매우 높으며 특히 대용량의 데이터를 처리하는 전자도서관이나 저장시스템의 경우 이러한 SAN방식을 적용

하므로서 다양한 잇점을 얻을 수 있을 것이다. 이러한 SAN의 장점을 정리하면 다음과 같다.

- 높은 어플리케이션 가용성: 스토리지는 클러스터 시스템에서 볼 수 있는 바와 같이, 외장되어 어플리케이션과는 독립되고 대안적인 데이터 경로를 통해 접속할 수 있다.
- 높은 어플리케이션 성능: 서버와 버스사이의 과부하는 네트워크의 성능을 떨어뜨리는 결과를 초래한다. 따라서 독립적인 SAN 어레이는 클러스터와의 호환을 가능하게 할 수 있다.
- 쉬운 집중화된 관리: SAN을 활용한 저장구조 구성은 집중화를 촉진하여 관리에 커다란 장점을 제공한다.
- 집중화 되고 결합된 스토리지: 더 뛰어난 성능, 더 낮은 관리비용, 더 나은 성능 향상, 유연성, 신뢰성, 가용성 및 서비스 등의 제공을 가능하게하여 준다.
- 원격지와외의 실질적인 데이터 전송, 도약(vaulting) 및 교환: 높은 가용성과 비용 효율성을 구현하여 재난을 방지할 수 있는 원격 클러스터와 원격 미리 어레이 기능을 제공하여 준다.

따라서 NAS와 SAN은 여러 부분에서 차이를 보여 주고 있는데 이를 간단히 비교하여 보면 <표 2-1>와 같다.

<표 2-1> SAN과 NAS방식의 특징비교

	SAN	NAS
Interface	SCSI & Fibre	Network Protocol (IP protocol)
접근방식	물리적인 드라이브	네트워크 드라이브
속도	SCSI & Fibre	Network 속도(Fast Ethernet)



### 3. 교육전문 전자도서관 저장구조 요약 사항

#### 3.1 교육용 디지털콘텐츠의 특징

다양한 문서저작도구의 발전과 개인용컴퓨터의 증가는 자연스럽게 디지털저작물의 증가를 가져왔다. 특히 인터넷상의 다양한 정보와 교육을 위한 콘텐츠의 증가추세는 폭발적이라고 할 수 있으며 현재에도 그 추세는 계속되고 있으며 앞으로도 더욱 늘어날 전망이다. 이러한 정보를 효율적으로 저장하고 신속하게 이용자의 요구에 맞추어 제공하기 위하여 전세계적으로 디지털도서관의 구축을 위한 많은 노력들이 이루어지고 있다. 한편 기존의 전자도서관에 저장되어지는 디지털데이터는 대부분이 텍스트 기반의 문서들이 주류를 이루고 있다. 따라서 이를 저장하고, 이용자에게 제공하는데 있어서 저장매체나 저장구조의 중요성은 다른 여타의 요소들에 비하여 상대적으로 많은 관심이 되지는 않았다고 할 수 있다. 물론 빠른 검색을 위한 효과적인 화일시스템에 대한 많은 연구가 있었으나 실질적으로 데이터가 저장되는 H/W 분야나 아키텍처분야에는 상대적으로 많은 연구가 없었다. 그러나 본 연구에서 대상으로 하고 있는 교육전문 전자도서관에서는 일반적인 전자도서관이 저장하고 있는 데이터와는 형식이나 용량에 있어서 많은 차이점을 보여주고 있다. 예를 들어 교육전문 전자도서관의 콘텐츠는 주로 교육을 위한 교안 자료이며 일부가 학습을 지원하는 학습자료가 대부분이라고 할 수 있다. 따라서 현재 국내의 원격교육서비스를 제공하고 있는 6개의 온라인 교육사이트에서 제공되고 있는 대표적인 교육용

콘텐츠의 형식, 저작도구, 화일의 용량을 조사하여 본 결과 아래의 <표 3-1>과 같은 결과를 얻을 수 있었다. <표 3-1>에서 볼 수 있는 것과 같이 대부분의 교육용 콘텐츠는 일반적인 문서와는 많은 차이점을 보여주고 있다. 교육용콘텐츠의 특징을 살펴보면 다음과 같다.

1. 파일용량에 있어서 일반 디지털문서와는 달리 대용량이다. 일반적인 텍스트기반의 데이터인 경우 대부분의 문서들의 크기가 1Mb이상인 경우가 거의 없으나 교육용 콘텐츠인 경우 과거에는 많은 자료들이 텍스트기반의 자료였으나 현재 제작되어지는 자료들의 경우 대부분이 그 내용에 있어서 멀티미디어적인 요소들을 많이 포함하고 있기 때문에 개별적인 콘텐츠의 화일 크기가 작게는 1.5 Mb에서 약 10 Mb 이상의 용량이다. <표 3-1>은 국내 온라인 교육을 제공하고 있는 사이트에서 제공되는 온라인강의에서 사용되어지고 있는 강의 목록중에서 대표적인 몇 가지의 특징들을 분석하여 놓은 것이다.
2. 텍스트 기반의 형식이 아닌 주로 이미지, 오디오, 또는 비디오데이터 등을 포함하는 멀티미디어 형식을 주로 띄고 있으며 내용이나 질에 있어서 좋은 평가를 받는 콘텐츠의 경우에 있어서는 텍스트 위주의 형식보다는 주로 오디오와 비디오형식을 포함하는 동영상으로 제공되어지고 있다. 특히 콘텐츠의 적용분야가 교육이라는 특성상 이용자에게 부담과 흥미를 유발하기 위하여 과거와는 달리 멀티미디어적인 요소들을 포함하고 있으며 이러한 경향은 더욱 늘어날 전망이며 장차 3D 입체영

상 자료들을 보다 많이 포함할 것으로 전망되어진다.

3. 일반 자료들이 콘텐츠의 내용을 열람하는데 있어서 웹 브라우저를 이용하여 내용을 브라우징하거나 다운로드 방식을 이용하고 있으나 교육용 자료의 경우 다운로드 방식과 함께 스트리밍방식을 취하고 있어서 네트워크상의 트래픽의 영향을 많이 받을 수 있다. 특히, 동영상콘텐츠의 경우 제공되는 방식이 스트리밍방식을 취하고 있기 때문에 저장구조와 네트워크 성능에 따라 많은 영향을 받을 수 있다.
4. 저장도구에 따라 파일의 형식이 달라진다. 즉 원저작자가 비록 ppt형식이나 doc형식으로 콘텐츠를 작성하였다 할지라도 이용자에게 제공되어지기 위해서는 해당하는 원격교육시스템에 적절한 화일 형식으로 변환이 이루어지며 이때 내용이 텍스트일 경우에도 이미지화일의 형식으로 변환이 이루어진다. 따라서 제작하는 저장도구에 매우 의존적이며 파일의 형식이 다양하다. 일반적인 전자도서관에서 다루고 있는 문서의 경우 대부분이 일반적인 저장도구를 이용하여 작성되기 때문에 그 화일형식에 있어서 html, doc, hwp, pdf, ps, ppt 등의 일반적인 파일 형식을 취하고 있으나 교육용 콘텐츠의 경우 이러한 원래의 화일형식이 개별적인 저장도구에서 요구되는 형식으로 변환이 이루어져야 하기 때문에 화일의 형식이 매우 다양하며, 이를 브라우징하기 위해서는 각기 개별 화일형식에 따라 이용자는 해당하는 클라이언트 소프트웨어를 설

치하여야 한다. 즉, 교육용 디지털콘텐츠의 경우 대부분이 그 제작 목적이 네트워크를 통한 원격교육을 위한 것으로서 일반 문서의 브라우징을 위해서는 IE 또는 Netscape와 같은 브라우저를 가지고 쉽게 브라우징이 가능하지만 교육용콘텐츠의 경우에는 IE나 Netscape으로 직접 브라우징하는 경우 보다는 해당하는 개별적인 원격교육시스템에 의존적인 클라이언트 소프트웨어를 설치하여야 한다.

〈표 3-1〉에서 보는 바와 같이 기존의 전자도서관에 저장되어지는 데이터의 형식과 용량에 있어서 교육용 콘텐츠는 많은 차이점을 보여주고 있다. 따라서 이러한 콘텐츠의 특성을 고려하지 않고 기존의 저장구조방식을 따른다면 많은 문제점을 내포할 수 있다. 특히 위에서도 언급한 것처럼 교육용 콘텐츠는 일반 문서와는 달리 파일용량에 있어서 많은 차이를 보여주고 있으며 이러한 추세는 교육적인 효과를 고려하여 콘텐츠가 저장되는 추세로 볼 때 개별 콘텐츠의 파일용량은 더욱 더 커질 것이라고 예상할 수 있다. 또한 대부분의 교육용콘텐츠를 제공하는 방식이 단순히 브라우징을 통한 제공이 아닌 다운로드방식이나 스트리밍방식을 취하고 있기 때문에 서버와 저장장치사이의 지속적인 I/O가 발생하므로써 많은 트래픽이 발생하게 된다. 따라서 효과적인 서비스를 위해서는 네트워크의 성능도 많은 영향을 줄 수 있으나 무엇보다도 서버와 저장매체간의 트래픽을 효율적으로 분산 할 수 있는 저장구조로서 설계되어야 할 것이다. 이러한 문제점은 실시간 교육을 위한 콘텐츠의 경우 스트리밍방식을 취하기 때문에 더욱 심하여 질 수 있을 것이다. 한편

〈표 3-1〉 교육용콘텐츠의 예

사이트	강의명	형식	파일크기	방식	내용
e-campus	Oracle 8 DB administration	Active tutor	1.915 Mb	다운로드	Audio
	Java Script		6.57 Mb	다운로드	Audio
Credu	비즈니스교양골프		3.663 Mb	다운로드	Audio/Video
Educast	Say it right		1.532 Mb	다운로드	Audio/ Video
	Thinking in English		2.084 Mb	다운로드	Audio/ Video
	일본어공개강의		1.694 Mb	다운로드	Audio/ Video
	김훈제의 정보검색사 합격하기		955 Kb	다운로드	Audio
	정규제의 주식투자 성공전략		1.090 Mb	다운로드	Audio
	테마토의 필수문장 119		2.157 Mb	다운로드	Audio/ Video
정보통신사이버 대학	네트워크프로그래밍	Rm(real Media)	10 Mb	스트리밍	Audio/ Video
	멀티미디어개론 및 응용	Flash	2 Mb	Flash 방식	Audio/ Video
	HCI	Html	800 Kb	다운로드/ 스트리밍	Text/Image
	컴퓨터망과 TCP/IP	Click lecture	3.5 Mb	다운로드/ 스트리밍	Audio/ Video
메디캠프	간경변	Active tutor	2.109 Mb	다운로드	Audio
	간염치방		2.643 Mb	다운로드	Audio/ Video
	고혈압치방해설		1.545 Mb	다운로드	Audio
	퀘양치료		2.540 Mb	다운로드	Audio/ Video
	소아감기치방		2.663 Mb	다운로드	Audio/ Video
	BlueKids		1.803 Mb	다운로드	Audio/ Video
	News Paper		2.648 Mb	다운로드	Audio/ Video
	Pass Pass		3.467 Mb	다운로드	Audio/ Video
4Csoft	회계원리 강의	Active tutor	7.429 Mb	스트리밍	Audio/ Video
	Unborn Child		4.455 Mb	스트리밍	Audio/ Video
	Matsusida 제품소개		10,376 Mb	스트리밍	Audio/ Video
	SK Corp의 교통안전 캠페인		3,648 Mb	스트리밍	Audio/ Video

관리적인 측면에 있어서 장차의 확장성에 대한 경제성이나 전체 저장매체를 관리하기 위한 관리적측면을 고려하여 볼 때 교육용 전자도서관

을 위한 저장구조에 있어서는 이러한 새로운 요구사항에 적합한 구조를 가져야 할 것이다. 이러한 요구사항과 함께 본 논문에서는 교육용

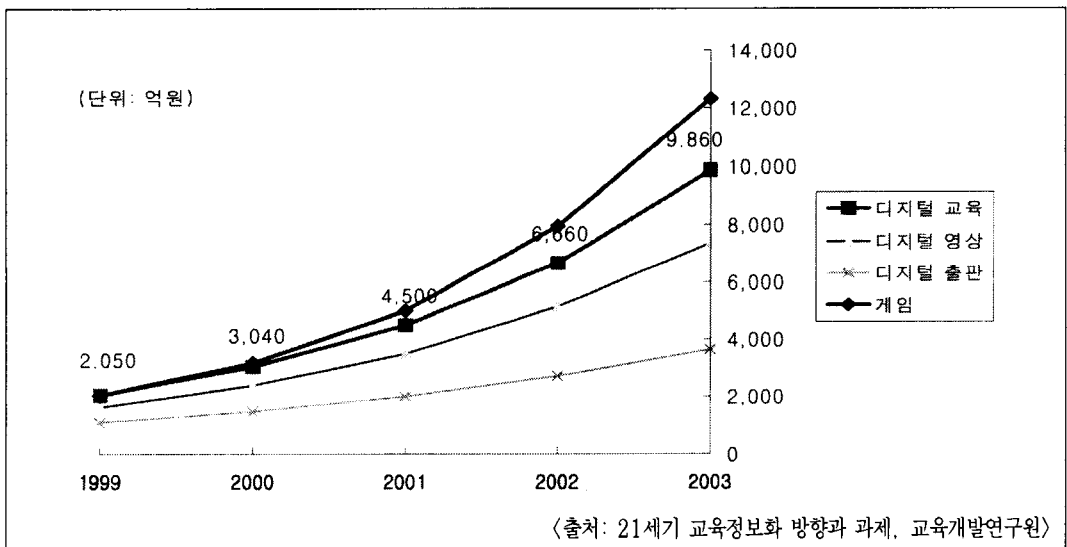
전자도서관의 저장구조를 위한 방식으로서 현재 비교적 대규모의 시스템에서 일반적인 저장구조로서 받아들여지고 있는 NAS와 본 논문에서 제안하고 있는 SAN방식과의 차이점을 비교하고 실질적으로 실험을 통하여 교육용 전자도서관의 저장구조에 가장 적합한 방식에 대하여 알아보고자 한다.

### 3.2 교육용 콘텐츠의 제공방식

교육용 전자도서관은 일반적으로 원격교육시스템에서 이용자에게 교육서비스를 제공하는데 있어서 요구되어지는 학습교안과 같은 주자료와 이용자의 학습을 지원하기 위하여 제공되는 부가적인 학습교재를 저장하고 이를 이용자가 검색하여 이용할 수 있도록 하여 주는 시스템으로서 일반적인 전자도서관에서 요구되는 저장구조와는 많은 차이점을 보여줄 수 있다. 특히 교육용 전자도서관에서 저장되어질 주된 콘텐츠는

교육용콘텐츠로서 개별 콘텐츠의 용량뿐만이 아니라 전체 교육용콘텐츠의 양적인 팽창은 엄청나다고 할 수 있다. 원격교육에 있어서 가장 중요한 요소로서는 실제 교육을 진행하는데 있어서 필요한 교안자료로서 교육콘텐츠는 2003년도까지 게임, 교육, 영상, 출판 등의 디지털콘텐츠분야 중에서 약 29.7%의 비중을 차지하며, 콘텐츠 자체로서의 시장규모가 약 1조원에 이를 것으로 전망되고 있다.

이러한 교육용콘텐츠를 이용자에게 제공하기 위한 방식으로는 크게 다운로드 방식과 스트리밍 방식이 이용되고 있다. 일반적으로 IP 기반 네트워크에서는 영상전송을 위하여 영상을 다운로드하거나 스트리밍한다. 다운로드 방식은 클라이언트에서 압축영상을 모두 전송 받아 저장한 후 재생시키는 반면, 스트리밍 방식은 압축영상을 전송 받음과 동시에 재생을 완료하고 재생 완료와 더불어 전송 받은 영상은 사라진다. 스트리밍 방식은 전송과 재생이 거의 동시에 이



〈그림 3-1〉 국내 디지털콘텐츠 시장 규모

루어져 사용자에게 대화형 느낌을 줄 수 있으며, 이미 재생된 영상은 곧바로 버리므로 최소한의 버퍼영역 만큼의 저장공간 만을 사용한다. 스트리밍 방식은 다운로드 방식에 비해 많은 장점을 가지고 있어 대부분의 VOD 및 원격교육과 같은 검색형 멀티미디어 서비스와 영상회의와 같은 대화형 멀티미디어 서비스에 응용될 수 있다. VOD에서는 스트리밍 서비스 시스템으로부터 클라이언트 시스템으로 비디오와 오디오 스트림이 전달되고, 사용자는 제공되는 스트림에 대해 클라이언트시스템에서 비디오를 제어하듯이 재생, 정지, 일시 멈춤, 임의 위치로의 이동 등과 같은 제어를 요청하면 적절한 능력을 갖춘 스트리밍 서버가 이러한 제어들에 적절하게 대처하게 된다. 영상회의의 경우에는, 다수의 송신자/수신자 환경에서 카메라, 마이크 등의 장비를 통해 스트림을 생성하여, 소프트웨어 또는 하드웨어 부호기를 통해 압축하여 전송함으로써 다중 수신자에게 스트림을 제공한다. 경우에 따라서는 송신자가 다시 수신자가 되어 송신자로부터 스트림을 받아 복호 재생해야 한다. 스트림은 저장 스트림(stored stream)과, 활성 스트림(live stream)으로 구분되며 저장스트림은 활성 스트림을 미리 압축하여 파일 서버 또는 로컬 저장 매체에 저장해 놓은 스트림이다.

이러한 스트리밍 방식이나 다운로드방식의 경우 네트워크 트래픽의 영향을 직접적으로 받으며 특히 스트리밍방식의 경우에는 서버와 저장매체간의 I/O에 직접적인 영향을 받는다고 할 수 있다. 즉 교육용콘텐츠가 이용자에게 효과적으로 전달되기 위해서는 네트워크속도와 서버와 저장매체사이의 트래픽에 직접적인 영향을 받는다고 할 수 있다.

### 3.3 교육용 디지털도서관 저장구조 요구사항

위에서 살펴본 바와 같이 교육용콘텐츠의 일반적인 특징과 또한 이를 이용자에게 제공하는 방식을 고려하여 볼 때 기존의 전자도서관 저장구조를 기반으로 교육용콘텐츠를 저장하고 검색, 제공하기 위해서는 많은 문제점을 야기할 수 있다.

기존의 전자도서관은 저장되는 데이터의 대부분이 텍스트를 기반으로 하는 문서자료가 대부분이기 때문에 대용량의 저장장치를 필요로 하지 않으며 따라서 서버에 저장장치를 직접 연결시키는 버스 방식이 대부분이며 그나마 규모가 큰 전자도서관의 경우에 있어서 기본적인 NAS방식을 취하고 있다. 또한 데이터를 제공하는 형식이 PnP기능을 이용하는 브라우징 형식을 취하고 있기 때문에 낮은 네트워크의 대역폭에도 적절한 서비스를 제공할 수 있다. 하지만 교육용콘텐츠를 저장해야 하는 교육전문 전자도서관의 경우 보다 효율적인 서비스를 제공하기 위해서는 저장구조에 있어서 기존의 전자도서관과는 다른 구조를 가져야 한다. 이를 위해 요구되어지는 사항을 정리하여 보면 다음과 같다.

1. 개별 교육용콘텐츠의 용량이 매우 크다고 할 수 있으며 또한 전체 콘텐츠의 용량에 있어서도 매우 많은 저장장치를 필요로 한다. 따라서 대규모의 저장장치의 필요성과 함께 콘텐츠를 효과적으로 저장할 수 있는 경제성 있는 방식이 요구된다.
2. 교육용콘텐츠의 특성으로서 하나의 콘텐츠를 동시에 접속하는 동시접속자수가 매우 많다는 것이다. 즉 데이터의 전송을 기존의 네트워크 즉, LAN이나 WAN에서 분

리하여 일반 네트워크에 가해주는 부하를 최소화하여야 한다는 것이다.

3. 플랫폼에 독립적이어야 한다. 저장장치의 확장을 고려 하거나 이동시 서버에 의존적인 경우 많은 어려움을 내포할 수 있으며 특히 서버에 대하여 종속적으로 연결되어있던 구조에서 발생하는 저장장치의 낭비와 관리상의 비효율성을 없애야 한다는 것이다.
4. 확장성이 용이하여야 한다. 폭발적으로 증가하는 콘텐츠를 수용하기 위해서는 저장장치의 지속적인 확장이 요구되어지는데 이를 위해서는 저장장치를 새로이 확장하는데 있어서 어려움이 없어야 한다.
5. 디지털콘텐츠의 규모가 매우 크기 때문에 이를 저장하기 위한 저장장치의 규모도 매우 크다고 할 수 있다. 따라서 이러한 저장장치를 효율적으로 관리할 수 있는 구조가 요구된다.

이러한 교육용디지털도서관의 저장구조를 위하여 요구되어지는 요구사항을 고려하여 본 논문에서는 교육용디지털도서관의 저장구조로서 서버와는 독립적으로 저장매체들로서 일련의 네트워크를 구성하여 위에서 요구되는 요구사항을 만족할 수 있는 구조를 알아보려고 한다.

## 4. 실험 및 결과

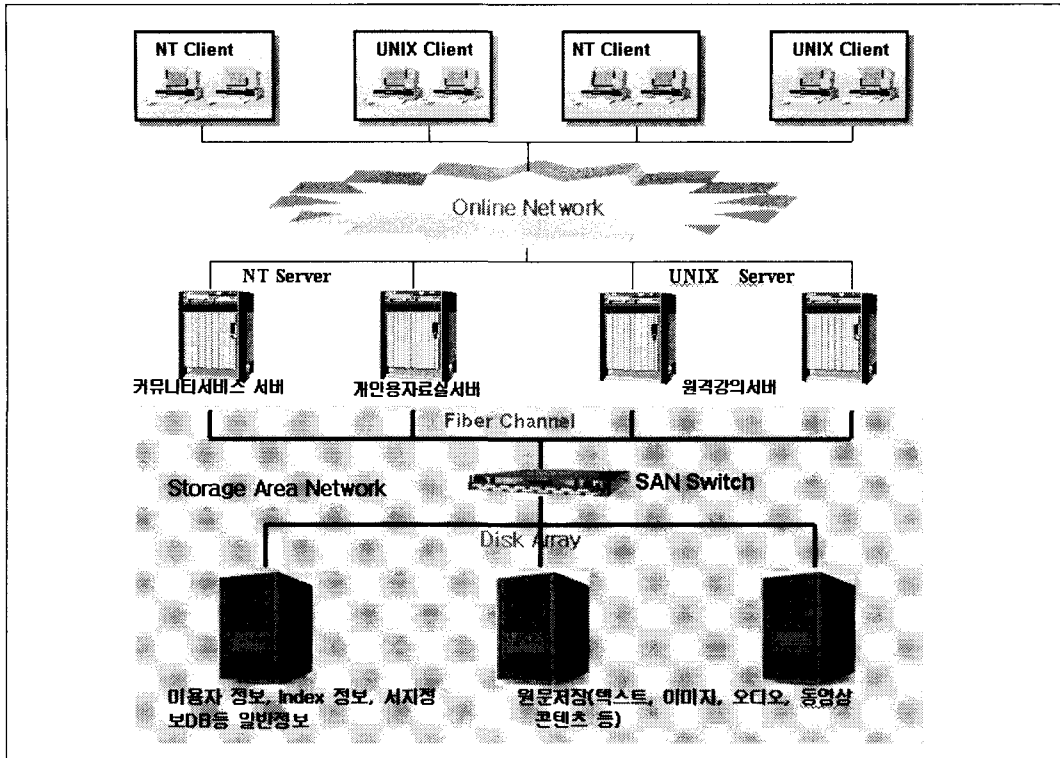
### 4.1 실험 모델

교육용디지털도서관에서 이용자는 필요로 하는 콘텐츠에 접근하는 방식은 일반적으로 사이

트를 네비게이션 하는 방법과 검색시스템을 이용하여 필요로 하는 콘텐츠를 검색하여 직접 브라우징하는 방법이 있다. 이용자가 필요로 하는 콘텐츠의 위치를 확인한 후에 이를 실질적으로 얻기 위해서는 위에서 언급한 다운로드와 스트리밍방식을 사용하여 얻는다. 한편, 학습을 위한 부수적인 자료들의 경우에 있어서는 IE나 Netscape과 같은 인터넷브라우저를 통하여 웹상에서 브라우징하는 방법이 있을 수가 있다. 그러나 본 논문에서 제안하고 있는 교육전문 디지털도서관의 주된 콘텐츠는 원격교육용 교안 등의 강의 자료인 만큼 주학습교재로서의 교육용콘텐츠에 초점을 두고 있기 때문에 그러한 경우는 고려를 하지 않는다. 따라서 위에서 언급한 바와 같이 다운로드와 스트리밍 방식을 이용하여 이를 제공하므로 효율적인 정보제공을 위해서는 네트워크속도와 함께 보다 개선된 저장구조를 가지고 있어야 한다. 본 논문에서는 교육용 디지털콘텐츠의 효율적인 저장과 검색 및 제공을 위하여 SAN을 기반으로하는 저장구조모형을 제안하고자 한다. 이를 통하여 현재 적용되고 있는 일반적인 저장구조인 NAS방식과의 성능비교를 통하여 제안된 모델의 적용가능성을 알아보려고 한다. 아래의 <그림 4-1>은 본 실험에서 제안 되어진 모델로서 SAN을 기반으로 하는 저장구조를 가지고 있다.

### 4.2 실험환경

본 실험에서는 제안된 모델의 평가를 위하여 실제 SAN환경을 구축하여 저장장치에서의 반응 시간과 성능을 측정하기 위하여 현재 교육포털서비스를 제공하고 있는 한국통신의 포털사이트인



〈그림 4-1〉 SAN을 기반으로 하는 교육전문전자도서관 저장구조 모델

HANMIR(<http://www.hanmir.com>)에서 이를 실험하였다. SAN환경을 구축하는데 있어서 제공되어진 장비는 <표 4-1>과 같다. 성능 측정을 위하여 많이 사용되고 있는 공개 벤치마크테스트 프로그램인 bonnie를 활용하였으며 이 프로그램을 통하여 BMT에서 일반적인 기준으로 삼고 있는 character(1byte)와 block(512kbyte)단위로 sequential input(read), sequential output(write), random seek를 측정하였으며, 또한 CPU가 데이터를 읽고 쓰기 위하여 점유되어지는 점유율의 차이를 측정하였으며 이러한 CPU의 점유율은 해당 데이터의 읽고 쓰는 동안 다른 operation을 수행할 수 있는 능력을 보여주는 것으로서 매우 중요한 기준요소가 될 수 있다.

일반적으로 디지털도서관에서 이용되어지는 데이터의 크기는 매우 다양하며 특히 멀티미디어데이터의 경우 그 크기가 매우 다양하다. 따라서 이를 고려하여 실험에 사용되어지는 데이터의 크기를 1M, 4M, 8M, 16M, 32M, 64M, 100M 단위로 구분하여 적용하여 보았다. 각각의 RAID 구성방식은 RAID 0과 1을 적용하였다.

- 실험장비

Test Machine	Sun E3500 4CPU 400MHZ 2GB
SAN	SUN T3 250GB(RAID 0+1)
NAS	NetAppliance F760 120GB(RAID 0+1)

- 측정 기준

- block (512Kb) 단위로 데이터를 읽고 쓰는 경우 sequential input(read)과

- sequential output(write)
- character(1byte) 단위로 데이터를 읽고 쓰는 경우 sequential input(read)과 sequential output(write)
- random seek: random seek의 경우는 데이터를 순차적으로 읽고 쓰는 경우와는 달리 무작위로 읽고 쓰는 경우를 테스트한 결과이다.
- CPU 점유율: cpu점유율이 높은 경우는 cpu가 해당 오퍼레이션(operation)을 수행하기 위하여 다른 오퍼레이션을 수행할 수 있는 한계를 표시 하기 때문에 이를 테스트 하는 것은 매우 저장구조에 따른 서버의 효율성을 측정할 수 있기 때문에 매우 중요한 측정의 기준이 된다. 따라서 본 실험에서는 각 SAN과 NAS Machine에서 크기가 100Mb인 데이터를 읽고 쓰는데 있어서 CPU가 해당 오퍼레이션을 수행하는데 따른 점유정도에 대한 결과를 측정하였다.

#### 4.3 실험결과 및 분석

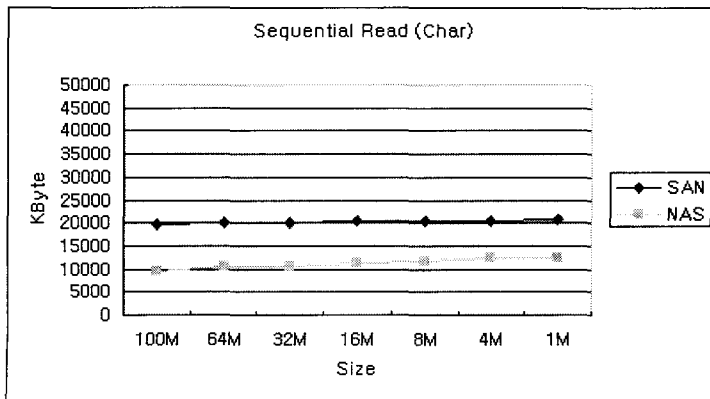
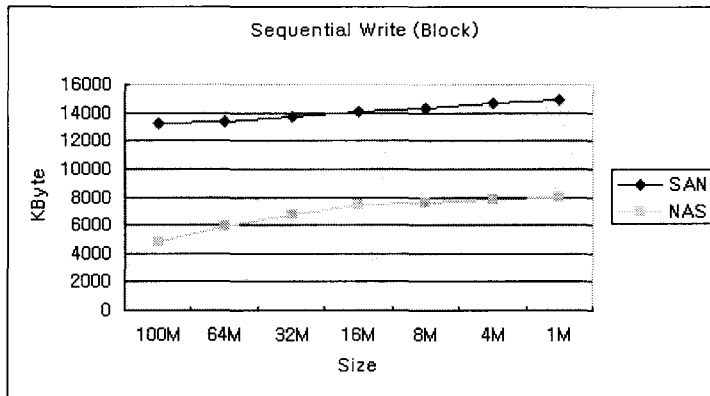
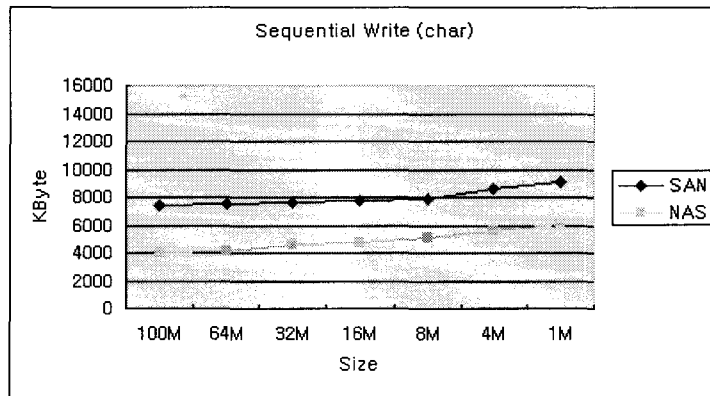
〈그림 4-2〉에서는 이용자의 요청을 받은 서버에서 요청되어진 파일을 하드디스크로부터 읽어드리고 또한 데이터를 하드디스크에 쓰는데 걸리는 시간과 함께 데이터 입, 출력시간 등에 대하여 SAN방식과 NAS방식과의 처리시간 등을 비교하여 보여 주고 있다. 전체적으로 SAN방식은 NAS방식에 비하여 보다 좋은 성능을 보여주고 있으며 특히 블록단위로 데이터를 읽고 쓰는데 있어서 훨씬 우수한 성능을 보여주고 있다. 이러한 결과는 SAN방식의 경우

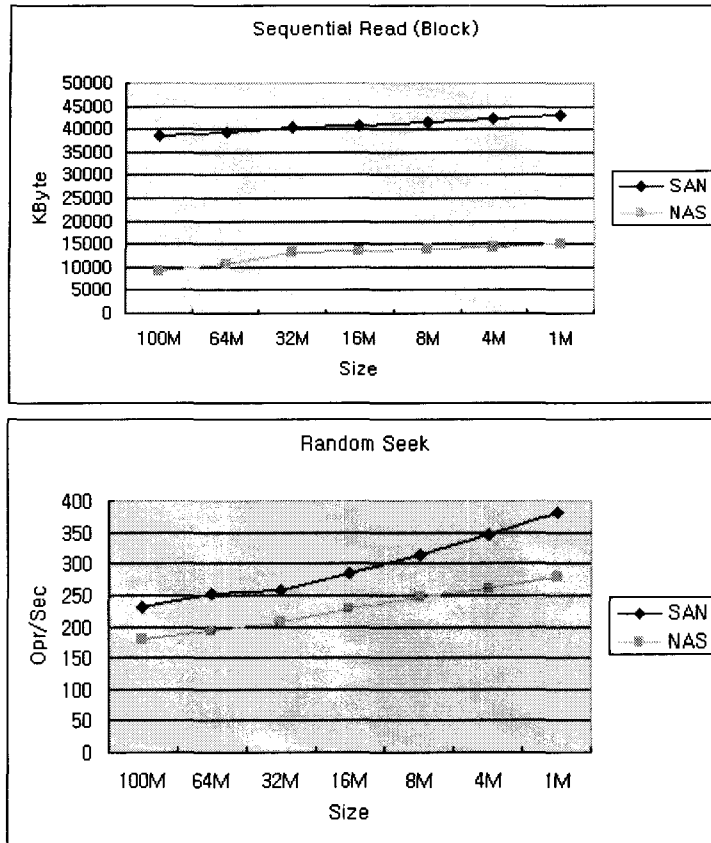
데이터전송에 있어서 Fiber channel을 수용하므로서 시스템내부의 데이터의 입출력 속도를 증가 하므로서 fast ethernet을 수용하고 있는 NAS와는 많은 차이를 보이고 있기 때문으로 고려 되어진다. 이러한 차이는 기존의 데이터의 크기가 적은 소규모의 데이터(서지데이터, 전문 수록 텍스트데이터 등)를 소장하고 있는 전자도서관의 경우에는 큰 문제가 되지 않으나 멀티미디어데이터와 같은 대용량의 저장공간을 필요로 하는 대규모의 전자도서관의 경우에 있어서 이용자의 요청에 보다 신속하게 대응하고, 데이터의 효율적인 저장과 관리의 효율성을 위해서는 많은 문제점을 안고 있다고 할 수 있다. 또한 서버의 효율성을 측정하는데 있어서 주로 많이 사용되는 방법은 특정 오퍼레이션을 수행하는데 있어서 CPU가 해당 오퍼레이션에 대한 점유율을 측정하는 방법이 주로 많이 사용되고 있으며 이러한 CPU 점유율은 서버와 저장장치의 효율성을 측정하는데 있어서 중요한 기준이 된다. 〈표 4-2〉에서 보면 SAN방식과 NAS방식에서의 CPU 점유율을 측정한 결과를 보여주고 있다. 여기에서 보면 SAN방식이 전체적인 CPU점유율에서 보다 나은 성능을 보여주고 있으며 특히 Sequential output의 블록단위 CPU점유율에서 SAN이 월등히 나은 성능을 보여주고 있으며 Sequential input의 블록단위 CPU점유율에서 보면 비록 NAS방식이 CPU점유율이 SAN보다 낮지만 해당 데이터를 쓰는 경우에는 약 3배의 성능을 보여주고 있다. 따라서 이러한 결과들을 전체적으로 종합하여 보면 SAN방식이 NAS방식에 비하여 대용량의 데이터를 처리 하는데 있어서 전체적으로 보다 나은 성능을 보여주고 있다.



〈표 4-2〉 SAN과 NAS에서의 CPU 점유율

	MB	Sequential Output				Sequential Input				Random	
		Per Char		Block		Per Char		Block		Seeks	
		K/sec	%CPU	K/sec	%CPU	K/sec	%CPU	K/sec	%CPU	K/sec	%CPU
NAS	100	6851	97.9	37660	75.4	4486	96.3	19334	45.7	232.5	17.7
SAN	100	4002	19.0	24007	4.9	14640	97.2	53946	93.2	635.8	18.0





〈그림 4-2〉 SAN과 NAS방식에서의 데이터 처리 실험결과

## 5. 결론

컴퓨터기술의 발전과 함께, 디지털저작물 저작을 위한 저작도구의 발전은 이전의 단순한 텍스트 기반의 저작물을 저장하는 것과는 달리 효율적인 데이터의 저장과 이용자의 요구에 따라 요구되어지는 데이터를 보다 신속하게 제공하기 위한 데이터의 저장구조에 있어서 새로운 요구사항을 필요로 하고 있다. 따라서 본 실험 이러한 요구사항에 따라 요구되어지는 SAN 과 NAS방식의 효율적인 방식을 직접 실험을 통하여 측정하였으며 이러한 결과를 분석한 분석결

과는 위의 4장에서 언급한 것과 같다. 이러한 결과는 향후 대용량의 멀티미디어데이터를 저장하고 이를 이용자에게 제공하기 위한 대용량의 전자도서관의 경우에 있어서 다른 여타의 요소 시스템들 즉, 검색엔진, 웹서버 등도 중요하다고 할 수 있으나 무엇보다도 실제 데이터를 저장하고 이를 읽고 쓰기 위하여 서버와 밀접하게 연동하고 있는 저장장치의 중요성은 매우 높다고 할 수 있을 것이다. 따라서 본 실험 결과를 통하여 알 수 있듯이 기존의 텍스트 기반의 데이터와 같은 소규모의 데이터를 저장하는데 있어서 저장장치의 중요성은 그다지 높다고 할 수

없으며 오히려 다른 여타 시스템의 중요성이 매우 높다고 할 수 있으나 교육용 콘텐츠와 같은 멀티미디어데이터를 저장하기 위한 교육전문 전자도서관과 같은 대용량의 저장장치를 필요로 하는 시스템의 경우에 있어서 저장장치의 중요성은 매우 높다고 할 수 있다. 이러한 관점에서 본다면 위의 4장에서 분석되어진 것과 같이 데이터를 읽고 쓰며 또한 이러한 일련의 작업을

수행하는 동안 다른 오퍼레이션을 수행하는데 있어서 새로운 저장구조로서 제안 되어지고 있는 SAN은 아마도 가장 적절한 저장구조가 될 수 있을 것이다. 따라서 향후 교육용 전자도서관 뿐만이 아닌 대용량의 데이터를 저장하고 이를 처리 하는 전자도서관의 경우 SAN방식을 활용하여 저장구조를 설계하는 것은 매우 의미 있고 효과적이라고 할 수 있을 것이다.

## 참 고 문 헌

- 교육개발연구원, 21세기 교육정보화 방향과 과제, 2000
- Dave Fetters, Building a Storage Area Network  
<http://www.networkcomputing.com/1109/1109ws1.html>, 2000
- Clark, Tom, Designing storage area networks: a practical reference for implementing fibre channel SANs, Reading, Messachusetts: Addison Wesley Longman, Inc., 1999
- Gang Ma, Khaleel, A.; Reddy, A. L.N., "Performance evaluation of storage systems based on network-attached disks", Parallel and Distributed Systems, IEEE Transactions on, vol. 11(9), pp 956-968, 2000
- Guha, A., "The evolution to network storage architectures for multimedia applications", Multimedia Computing and Systems, 1999. IEEE International Conference on, vol. 1, pp 68-73, 1999
- Heath, J.R., Yakutis, P.J., "High speed storage area networks using a fibre channel arbitrated loop interconnect" IEEE Network, vol. 14 (2), pp 51-56, 2000
- Storage Area Network (SAN),  
<http://backofficesystems.com/tips/network/san.htm#background>