

# Digital Convergence 환경 하의 스토리지 시스템 연구

김영환 전기만 박창원  
전자부품연구원 지능형정보시스템연구센터

## A Research of Storage Platform on Digital Convergence Environment

Young Hwan Kim Ki-Man Jeon Chang Won Park  
Intelligent IT Research Center, Korea Electronics Technology Institute

**Abstract** - 차세대 디지털 컨버전스 플랫폼 (Digital Convergence Platform, DCP)을 개발하는데 있어 현재의 네트워크 스토리지는 성능 및 기능면에 있어 여러 가지 문제점을 가지고 있어 새로운 네트워크 스토리지 솔루션 개발이 필요한 실정이다. 본 논문<sup>1)</sup>은 “IP 기반의 능동형 미디어 스토리지 플랫폼”이라는 미래의 네트워크 스토리지 시스템의 분석을 통해, 서비스에 따라 능동적으로 동작하여 새로운 서비스에 최적화 시킬 수 있고, 서로 다른 프로토콜을 사용하여 스토리지 간에 호환이 되지 않는 문제점을 프로토콜 컨버전스 기술을 통해 연결시켜 주는 등 신기술을 활용함에 따라 이러한 문제점을 해결하기 위한 방안을 제시한다. 결과적으로 서비스에 따라 독립적으로 데이터 프로세싱을 하는 하드웨어를 개발함에 따라 스토리지에 데이터 기록 및 검색에 있어 데이터 병목현상을 제거하여 대폭 성능을 향상 시킬 수 있다.

### 1. 서 론

시간과 장소, 정보기기, 콘텐츠에 관계되지 않고 통신, 방송, 인터넷서비스 등 융합서비스를 언제 어디서나 이용할 수 있는 유비쿼터스 환경이 도래함에 따라 지능화, 융복합화, 광대역화가 광범위하게 생활화되고 있고, 유비쿼터

스 및 지능형 홈네트워크 환경의 발전은 멀티미디어 콘텐츠의 질적 향상은 물론 단순형 정보 서비스에서 지식처리와 같은 정보창조형의 지식형 서비스로 발전하고 있다. 또한 데이터 전송기술의 발달로 네트워크에 가중되는 데이터의 양은 수직적으로 증가하고 있는데, 취급되는 데이터의 형식이 단순한 문자나 그림이 아닌 비디오/오디오 같은 멀티미디어인 점을 감안한다면 네트워크가 다뤄야할 데이터 량은 폭발적이라 할 수 있다. 그러한 방대한 데이터를 가공하고 저장하는데 있어 효율적이고 경제적으로 처리할 수 있는 혁신적인 네트워크 스토리지 솔루션이 필요한 시점이다.

그 동안 시스템에 종속적이었던 스토리지 제품들이 최근 들어 지능적인 기능을 보유함으로써 스토리지는 이제 기업 경쟁력의 향상과 새로운 IT 환경을 열어 가는 분야로 등장하고 있다. 유무선 네트워크에 연결된 단말기 혹은 컴퓨터가 네트워크를 통해 공유된 정보를 획득하는데 있어 현재의 시스템 네트워크 구조로는 데이터 병목현상 등 많은 문제점을 가지고 있다. 따라서 Digital Convergence 환경 하의 스토리지 시스템의 구조는 다양한 서비스 모듈을 장착하여 서비스에 따라 독립적으로 동작하는 구조를 지닌다. 특히 서버 기능과 스토리지 기능을 통합한 대용량 네트워크 스토리지 기능을 제공하고 프로세싱 모듈은

1) 본 논문은 산업자원부 지원 신기술 개발 사업으로 진행 중인 프로젝트 수행의 결과물임.

각기 다른 서비스로 동작 가능함으로 구성에 따라 발생하는 대량의 데이터 병목현상을 제거함으로써 스토리지 시스템의 성능을 대폭 향상시킬 수 있다.

본 논문의 2장에서는 Digital Convergence 환경 하의 스토리지 기술과 관련된 국내·외 연구 동향에 대하여 기술하며, 3장에서는 Digital Convergence 환경 하의 IP 기반 클러스터 스토리지 플랫폼 개발에 하여 기술한다. 마지막으로 결론 및 향후 과제에 대해 기술한다.

## 2. 관련연구

IP 기반의 클러스터 스토리지 플랫폼 기술은 단순한 기술로 이루어진. 형태가 아니라 클러스터 네트워크 스토리지 기술, 네트워크 통신 기술, 멀티 프로토콜 파일 시스템 기술, 임베디드(Embedded) 소프트웨어 기술, 데이터 공유 및 복구기술 등 다양한 기술의 융합으로 이루어진다. 다음은 관련연구로 국내 및 국외의 기술 현황에 대해 기술한다.

### 2.1 국내 관련 기술현황

국내에서 개발되는 네트워크 스토리지는 로우엔드급의 중소형 NAS제품이 주류를 이루고 있고, 대용량 스토리지 제품인 SAN개발도 소수의 업체가 개발을 시도하고 있으나 시장에서 주목을 받고 있지 못하고 있는 실정이다. 이는 선진국제품과 비교해 볼 때 기능 및 성능 면에서 경쟁할 수 없는 제품이기 때문에 시장에서 외면 받고 있는 실정이다. 그러나 대용량 네트워크 스토리지를 운영하기 위해 필요한 스토리지 관리 소프트웨어는 외국 하드웨어 플랫폼 기반으로 소수의 업체가 개발하여 상용화시키고 있다.

또한 국내에서 수행되는 IP 기반 네트워크 스토리지에 대한 연구는 NFS 및 CIFS 등의 파일 서비스를 기반으로 한 제한적인 데이터 공간을 네트워크를 통하여 제공하는 연구와

iSCSI를 기반으로 하는 블록 스토리지 서비스를 제공하는 연구로 구분할 수 있다. 대부분 파일서버를 업그레이드 한 수준의 로우 엔드 제품에 그치고 있으며, 현재까지 대부분을 외국 기술에 의존하고 있는 실정이다. iSCSI, FC-IP 등을 기반으로 하는 블록 서비스 기반의 네트워크 스토리지 연구의 경우는 파일 서비스 기반의 네트워크 스토리지 기술에 비해 그 격차가 더욱 심하며, 국내에서 판매되고 있는 iSCSI 제품의 경우 외국의 지사를 통해 공급한 제품을 그대로 사용하고 있는 는 실정이다.

스토리지 클러스터링 기술은 다수의 IP 기반 네트워크 스토리지를 하나의 거대한 스토리지로 구성할 수 있는 기술이다. 이를 통하여 스토리지의 무한 확장성을 제공할 수 있으며, 스토리지의 물리적 위치에 관계없는 볼륨 관리 및 스토리지의 할당이 가능한 장점을 가지고 있어 외국의 대학 및 스토리지 관련 기업을 중심으로 IP 기반의 네트워크 스토리지에 대한 연구와 스토리지 클러스터링에 관한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 국내에서의 스토리지 클러스터링에 대한 연구는 거의 전무한 실정이다.

### 2.2 국외 관련 기술현황

네트워크 스토리지 제품의 부가가치가 다른 제품에 비해 뛰어나 기존의 스토리지 개발 업체, 서버업체 및 네트워크 장비업체가 시장을 선점하기 위해 치열하게 경쟁하고 있는 실정이다. 국외에서 개발되는 네트워크 스토리지는 하이엔드급 NAS, 대용량 스토리지 SAN 등이다. 현재 SAN과 SAN을 원거리에서 연결시키는 기술로 IP 스토리지 기술 개발에 외국업체는 사활을 걸고 있다. 이러한 기술을 구현하기 위해 여러 표준화가 이루어지고 있는데 대표적인 것이 iSCSI(Internet over SCSI), FCIP(Fiber channel over IP)와 IFCP(Internet Fiber Channel Protocol)이다. 또한 독립형 로우엔드 스토리지 시스템인 블레이드 스토리

지 업체 및 서버업체가 활발히 개발하고 있다. 그러나 이 시스템은 네트워크 클러스터링 기능은 없다.

인터넷의 확산과 더불어 스토리지의 사용이 폭발적으로 증가함에 따라, 이에 대처하기 위한 유연하고 확장성 있는 스토리지 연결망 구조가 필요하게 되었다. 그 해결책으로 파이버 채널을 기반으로 하는 SAN이 고려되었으나, 새로운 파이버 채널 환경을 설치하기 위한 추가 비용과 관리 및 유지, 보수에 어려움 때문에 시장 확장에 제약을 받고 있다. 이에 대한 대안으로서, 인터넷과 인트라넷을 위해 설치하였던 기존 네트워크를 스토리지를 위한 네트워크로 적용하려는 시도가 최근 시작되었는데 이것이 IP 기반의 클러스터 스토리지로 데이터와 스토리지 자원을 통합하고 중앙 집중적으로 관리함으로써 자원의 효율성 및 활용도를 극대화 시킨다 점이다. 기술 선진국에서의 IP 기반 스토리지 기술에 대한 연구는 대단히 활발하다. NFS 및 CIFS 파일 서비스를 기반으로 하는 NAS의 경우 하이엔드의 고성능, 고 신뢰성을 제공하는 제품을 판매하고 있다. iSCSI와 같은 블록 기반의 IP 기반 클러스터 스토리지의 경우는 아직 표준이 확정되지 않은 상황이지만 이미 250여 업체가 iSCSI 장비를 개발 중이며, IBM, 시스코, 에물렉스, 인텔 등은 이미 관련 장비를 선보이고 있는 상태다.

IP 스토리지 기술이 네트워크와 스토리지 기술이 결합되는 특징을 가지고 있으므로 네트워크 장비업체와 스토리지 업체와의 기술협력이 활발히 이루어지고 있다. 시스코는 현재 IP 액세스 분야에서 IBM, 에물렉스와 협력하는 한편, WAN을 통한 스토리지 개발에 있어서는 브로케이드와 제휴하는 등 많은 업체와의 제휴를 통해 지원 세력을 확보하고 있으며, 이외에도 EMC나 네트워크 어플라이언스 등의 스토리지 업체와도 협력 관계를 구축하고 있다.

카네기 멜론 대학 및 하버드 대학 등의 대학을 중심으로 한 IP 기반의 네트워크 스토리지에 대한 연구도 대단히 활발하다. 이들 대학

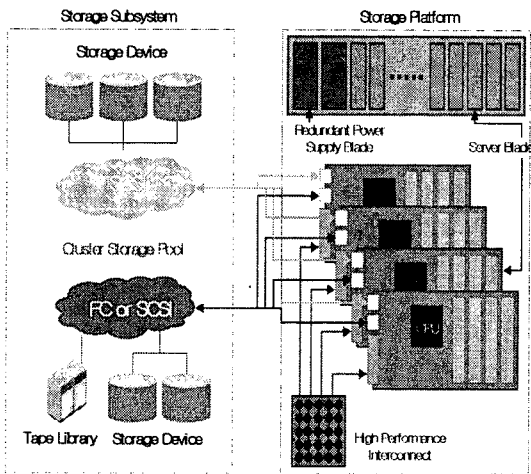
들은 이미 수년전부터 정부 기관 및 기업과 연계하여 NASD (Network Attached Secured Disk) 기술을 개발하였으며, 현재 업계와 연계하여 상용화 제품을 개발하고 있다.

또한 스토리지 클러스터링에 관한 연구는 스토리지의 고가용성을 위한 클러스터링 연구와 확장성을 위한 클러스터링 연구 분야로 나뉘어 활발히 진행되고 있다. 고가용성을 위한 스토리지 클러스터링의 경우 NAS와 같은 파일 서비스 기반의 네트워크 스토리지에 이미 적용되어 활발히 사용되는 기술이다. NAS의 선두 주자인 EMC, Network Appliance의 경우 고가용성을 위한 전용의 클러스터 파일 시스템을 지원하는 High-End 제품을 가지고 시장을 공략하고 있다. 고가용성을 위한 스토리지 클러스터링 기술은 이미 국내의 일부 네트워크 저장장치에도 적용되어 있으며, 점차 보편화되고 있다.

네트워크 스토리지의 확장성을 위한 클러스터의 연구는 Sistana에서 개발된 GFS를 기반으로 하는 스토리지 클러스터링의 연구와 CMU에서 개발된 NASD를 기반으로 하는 스토리지 클러스터링 연구가 제품화를 준비하고 있다. GFS를 기반으로 하는 스토리지 클러스터링의 경우 NAS와 같은 어플라이언스 형태의 스토리지 시스템에 적용되어 확장성 있는 대용량 스토리지를 구성할 수 있도록 한다. Sistana와 FlaconStor가 연계하여 블록 서비스 기반의 클러스터 스토리지 솔루션을 제공하기 위한 연구를 진행 중이다. NASD의 경우 스토리지 전문업체인 Quantum과 Seagate 등과의 공동 연구를 통해 CMU에서 개발된 네트워크 스토리지이다. 현재 NASD 기술을 기반으로 하는 스토리지 클러스터링 시스템의 연구가 대학 및 기업을 중심으로 활발히 진행되고 있으며, 이와 더불어 NASD와 유사한 구조를 가지면서 객체 기반의 자료 저장을 추구하는 기술의 연구도 활발히 진행되고 있다.

### 3. IP 기반의 클러스터 스토리지 플랫폼

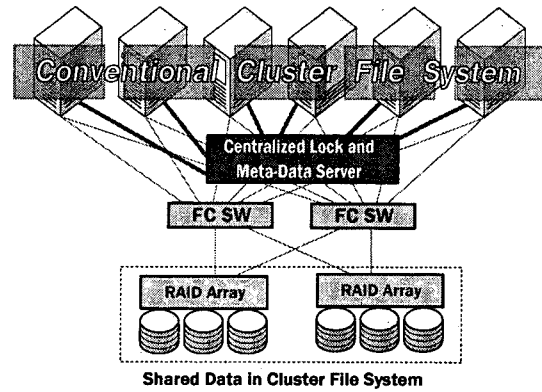
클러스터링 스토리지 플랫폼은 하나의 백 플레인에 여러 대의 서비스 모듈(프로세싱 보드)을 장착하여 서비스에 따라 독립적으로 동작하는 구조를 지닌다. 클러스터 스토리지 플랫폼의 특징은 서버기능과 저장장치 기능을 통합한 대용량 네트워크 저장장치 기능을 하고, 프로세싱 모듈은 각기 다른 서비스(어플리케이션)로 동작 가능함으로 구성에 따라 발생하는 대량의 데이터 병목 현상 제거가 가능하여 실질적인 스토리지 클러스터링 지원으로 네트워크 저장장치 성능을 대폭 향상시킨다. 또한 단일 시스템 구조이기 때문에 서비스에 따라 저장영역 블록화로 스토리지와 시스템 사이의 병목현상을 최소화시킬 수 있다. 아래의 그림 1은 스토리지 플랫폼과 스토리지 서비스시스템 간의 연결 구성도를 나타낸 것이다.



[그림 1] 고밀도/고집적/고가용성 IP 기반 클러스터 스토리지 플랫폼 개념도

하나의 Back plane에 여러 개의 독립된 프로세서 보드를 장착하여 응용서비스에 따라 모듈이 스토리지와 독립적으로 동작하여 스토리지 간에 데이터 병목현상을 방지하여 스토리지의 성능을 대폭 향상시킨 고밀도/고집적 네트워크 스토리지 시스템을 개발한다. 모든 고밀도/고집적 시스템은 기본적으로 내부 디스크와 외부 스토리지로의 연결이 가능하다. 각각의 시스템은 단일 OS로 작동이 된다.

관리자는 각각의 시스템에 각각 다른 어플리케이션을 설치하여 각기 다른 서비스를 제공한다. 시스템은 독립적인 구성을 가지므로 다른 플랫폼에 영향을 주지 않고 추가되거나 제거될 수 있다. 다양한 시스템은 하나의 백 플레인에 연결이 가능하고 전원 공급 장치, 팬, 냉각 장치 등을 공유한다. 다수의 스토리지 컨트롤러를 고밀도 시스템에 장착하고 전체를 관장하는 OS를 개발함으로써 스토리지 시스템의 성능을 대폭적으로 개선할 수 있다.



[그림 2] IP 기반 클러스터 스토리지 플랫폼 구성도

### 3.1 주요 기능 요구사항

IP 기반의 클러스터 스토리지 플랫폼의 주요 기능적 요구사항을 정리하면 다음과 같다.

기능	세부 내용	
네트워크	Ethernet 설정	DHCP 설정, IP Address, Netmask, Gateway, Status 등의 Ethernet 관련 설정 기능
	DNS 설정	Host Name, Domain 설정 DNS 서버 설정, Host 들의 설정(자주 접근하는)
	Routing Table	라우팅 테이블의 접근 정보 설정
	Link Aggregation	각 OST 노드에 대한 Network Link를 통합 서비스 네트워크에 대한 Single Point of Failure 제거
물리적 스토리지	저장장치 정보	저장장치의 세부 정보를 보여줌 - 상태, 용량, RAID Level, Strip Size - 디스크 정보: Vendor, Model 등

논리적 스토리지	Volume 설정	논리적 볼륨 그룹의 관리 논리 볼륨의 생성, 추가, 삭제 등 논리 볼륨 관리 논리 볼륨 트리 표현 등
	Mount/Unmount	각 볼륨에 대한 Mount/Unmount 수행
	Disk Quota	각 사용자별 디스크 Quota의 관리
	Access Control	사용자별 스토리지 공간 할당 및 접근 권한 제어
CIFS	CIFS Share	공유할 디렉토리의 쓰기/읽기 권한 설정 실제 공유되는 디렉토리 유효 사용자/그룹 설정
	CIFS Server	서버 설정(Domain, 공유, 도메인 컨트롤러 설정) 데이터 전송/공유를 위한 데몬 동작/멈춤/재시동
	CIFS Users	유효 사용자 및 유효 그룹의 추가 및 설정
	상태 관리	공유되고 있는 디렉토리의 리스팅 및 관리
NFS	NFS 설정	디렉토리 설정, 공유할 클라이언트 설정, 읽기 쓰기 설정, 사용자 설정 등 NFS 관련 설정
	NFS Status	NFS Client Info, RPC 정보, NFS 상태 정보 등
시스템	Service	각종 서비스 데몬의 구동 관리
	Maintenance	시스템 유지 관련 설정
상태	CPU	CPU 로드 정보
	Memory	메모리 사용률 정보
	Volume	볼륨 사용률 정보
	Network	네트워크 상태 정보
로그	Event	Event 관련 로그
	Command	Command 관련 로그
	기타	기타 시스템 관련 로그

기능적으로 볼 때 기존의 네트워크 스토리지 요구사항을 포함하며 DCP 환경을 지원하기 위해서는 보다 많은 데이터 전송 프로토콜에 대한 고려 및 지원을 하고 있다.

### 3.2 IP 기반의 클러스터 스토리지 플랫폼 특징

IP 기반의 클러스터 스토리지 플랫폼은 적은 공간에 많은 수의 노드를 집약적으로 구성

하여 공간의 효율 및 관리의 효율을 극대화할 수 있도록 한 시스템이다. 본 연구에서는 고밀도 네트워크 스토리지 시스템을 효율적으로 구성할 수 있도록 IP 기반의 클러스터 스토리지 플랫폼을 기반으로 시스템을 구성하였다.

목표 시스템은 1개의 마스터 노드와 16개의 서비스 노드로 구성된 1+16 구조의 시스템이다. 내부에 S-ATA기반의 내부 스토리지를 각 서비스 노드에 장착할 수 있는 구조를 가지고 있어, 내부 스토리지를 통합하여 네트워크 스토리지로 활용이 가능하며, 또한 외장의 고속 RAID 또는 스토리지 네트워크 시스템과의 연계를 위한 인터페이스를 내장하고 있어, 스토리지 확장에 매우 효율적인 시스템이다. 스토리지 네트워크 스위치와 이더넷 스위치를 블레이드 내에 장착할 수 있어 보다 편리하게 서비스 시스템을 구성할 수 있다. 본 시스템의 세부 구성 및 각 구성 요소의 동작을 설명하면 다음과 같다.

표 3 IP 기반의 클러스터 스토리지 주요구성

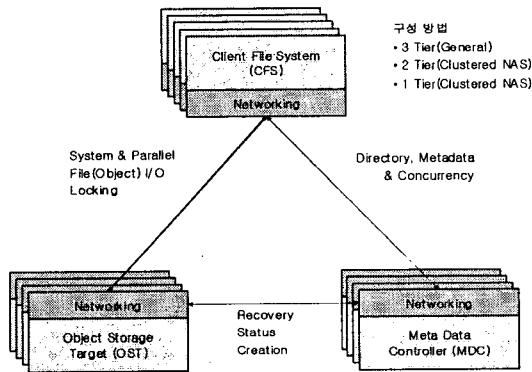
주요구성	동 작
Master Node A	클러스터 스토리지 시스템 관리 노드로 마스터 노드 OS 뿐 아니라 각 서비스 노드의 OS 이미지를 갖는다. MDC 모듈을 탑재하여 메타 데이터를 관리한다.
Master Node B	마스터 노드에 대한 백업 노드로 시스템 장애시 고장감내 지원을 한다.
Service Node A	NST로 동작하는 노드로 할당된 스토리지 영역으로 서비스를 수행한다. 하부의 스토리지 영역에 대한 제어가 가능하다.
Service Node B	NST로 동작하는 노드의 백업 노드로 서비스 노드 장애 발생시 대체 기능을 제공한다.

### 3.3 IP 기반의 클러스터 스토리지 시스템 S/W

IP 기반의 클러스터 스토리지 시스템은 CFS(Client File System), OST(Object Storage Target), MDC(Meta Data

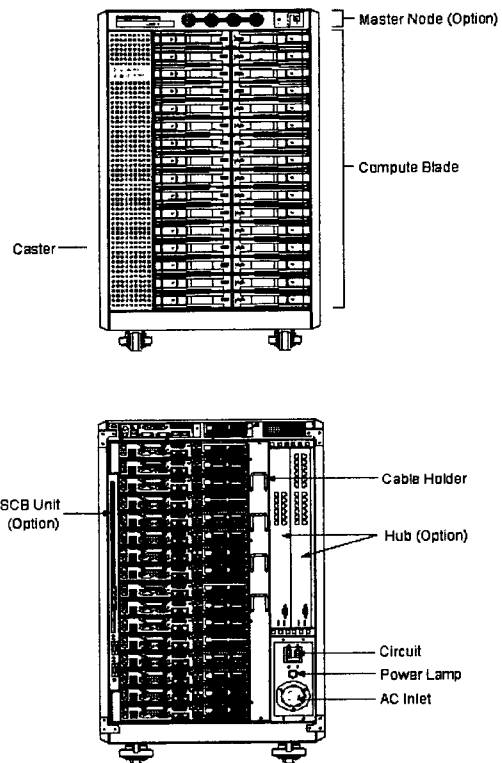
Controller) 서버 모듈로 구성되어 다양한 시스템 환경에서 가변적으로 적용할 수 있도록 구성되어 있다.

가장 일반적인 서비스 환경에 구성할 경우는 3 Tier로 구성이 가능하다. 3 Tier의 경우 OST 기반의 네트워크 스토리지 시스템이 스토리지 서비스를 제공하며, MDC는 별도의 서버에 탑재되어 데이터의 공유 및 일관성 유지를 위한 메타데이터 제어를 수행한다. CFS는 클라이언트 시스템에 탑재 되어 OST를 인식하고 사용할 수 있도록 하는 역할을 한다. 2 Tier 및 1 Tier의 구성은 클러스터 NAS 시스템 구성용으로 개발하였다.



[그림 3] IP 기반 클러스터 스토리지의 구성

NAS 시스템의 경우 다양한 클라이언트를 대상으로 스토리지 서비스를 수행하며, 이때 클라이언트에 NAS를 위한 별도의 파일 시스템을 설치 할 수 없는 환경이 대부분이다. 따라서 IP 기반 클러스터 스토리지의 CFS 모듈을 클라이언트에 설치 할 수 없다. 본 연구에서는 최적의 성능을 요구하는 환경을 위하여 3 Tier를 구성할 수 있도록 하면서도 클러스터 NAS 시스템이 구축 가능하도록 시스템을 구성하였다.



[그림 4] IP 기반의 클러스터 스토리지 플랫폼

### 3.4 IP 기반의 클러스터 스토리지 부하 분산기

IP 기반의 클러스터 스토리지 시스템은 사용자에게 서비스를 제공해 주는 스토리지 서버와 실제 데이터가 저장되는 스토리지로 구성되며, 이들이 파이버 채널(Fibre Channel) 또는 기가 비트 이더넷과 같은 고 대역폭의 채널을 통해 네트워크 망 형태로 연결된 클러스터 시스템의 구조를 갖는다. 이러한 구조를 통해 스토리지의 서버에 대한 종속성을 해결함으로써 고 가용성과 높은 확장성을 제공할 수 있게 된 것이다. 하지만 여기서도 고려해야 될 문제점은 있다. 사용자들로부터 들어오는 많은 요청들을 포함한 스토리지 서버들로 적절하게 분배하는 방안이 그것이다. 만약 이러한 부하 분산(Load Balancing)이 적용되지 않는다면 특정 스토리지 서버로 요청의 대부분이 집중되는 상황이 발생할 수 있을 것이고,

이렇게 될 경우 전체 시스템의 처리량 저하, 자원의 비효율적인 사용과 같은 문제점들이 발생하게 된다. 따라서 클러스터 형태의 대용량 스토리지 시스템에서는 부하 분산을 담당할 시스템이 필요하며 이것을 부하 분산기(Load Balancer)라고 한다.

부하 분산기는 포함된 스토리지 서버들의 프론트 엔드(front-end)에 위치하며 스토리지 서버들로 들어오는 모든 요청들의 통로가 된다. 그래서 들어오는 요청들을 포함한 스토리지 서버들로 고르게 분배하는 역할을 수행하게 된다. 따라서 부하 분산기는 대용량 스토리지 시스템의 성능에 결정적인 영향을 미칠 수 있는 중요한 구성요소이다.

부하 분산기를 내장한 스토리지 시스템의 구현 중 주목할 만한 것이 LVS(Linux Virtual Server, 리눅스 가상 서버) 시스템이다. LVS는 리눅스 운영체제를 기반으로 가상 스토리지 시스템을 구축하기 위한 공개 소스 프로젝트(Open Source Project)이다.

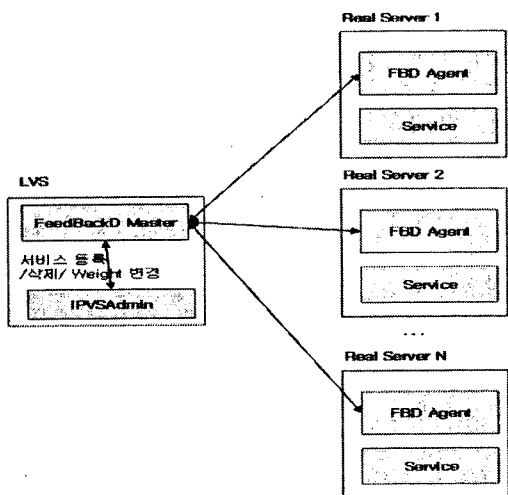
LVS는 부하 분산기, 서버 풀, 백엔드 스토리지 시스템으로 구성되어 있으며, 사용자에게는 전체가 하나의 스토리지 시스템으로 보이게 된다. 부하 분산기는 사용자에게서 요청을 받은 후 이 요청을 적절하게 분배하여 서버 풀을 구성하고 있는 여러 클러스터 서버에게 전달한다. 클러스터 서버들은 각각의 스토리지를 별도로 가지고 있거나, 백엔드 스토리지 시스템을 공유하게 된다. 기본적으로 사용자의 요청은 부하 분산기를 거쳐 서버 풀에 있는 실제 서버에게 전달되고, 백엔드 스토리지에 저장되어 있는 데이터는 실제 서버로부터 별도의 네트워크를 통해 사용자에게 직접 전달된다.

정적인 스케줄링 방법만으로는 리얼 서버들에 적절하게 부하를 분산 시켜 줄 수 없다. 적절한 부하 분산이 이루어지지 않는다면, 클라이언트의 요청 작업의 수행 및 응답 시간이 증가하고, 리얼 서버의 효율적 사용이 이루어지지 않아, 결과적으로는 전체 성능이 나빠지게 된다.

이러한 문제를 개선하기 위해서는 실시간으로 변화되는 리얼 서버들의 시스템 및 네트워크 부하에 기반 하여 스케줄링 가중치를 동적으로 변경하는 작업이 필요하다. 즉 실시간으로 변화하는 각 리얼 서버의 부하를 직접 측정하여, 이 정보를 토대로 리얼 서버들의 가중치를 변경해 가면서 스케줄링을 해야 한다.

리얼 서버의 가중치를 동적으로 변경하기 위해서는, 리얼 서버들의 시스템 및 네트워크 부하의 정도를 LVS가 알아야 한다. 이는 LVS와 리얼 서버들 간의 통신 수단이 필요하다는 것을 말한다. 이를 구현하기 위하여, LVS에는 각 리얼 서버들에게서 부하 정보를 받는 서버 데몬 프로그램을 수행시키고, 리얼 서버들에는 주기적으로 부하 정보를 LVS로 전달하는 에이전트 프로그램을 수행시킨다. 서버 데몬과 에이전트 데몬들은 앞에서 설명한 NECP 프로토콜을 통해 상호간에 통신을 하게 된다.

리얼 서버의 시스템 부하를 나타내는 중요한 요소로는 다음과 같은 것들이 있다. 먼저, CPU의 사용량, 그리고 디스크에서 읽고 쓰는 데이터의 양, 메모리의 사용량 정도가 된다. 스토리지 서버에서는 커넥션을 담당하는 데에서 CPU의 부하가 발생하며, 데이터를 읽고 쓰는 과정에서 발생하는 디스크 읽기 혹은 쓰기의 부하가 크게 발생한다. 따라서 CPU와 디스크 읽고 쓰기의 부하 정보를 얻어올 필요가 있게 된다. 또한, 리얼 서버의 네트워크 부하도 심각하게 고려되어야 한다. 클라이언트와 스토리지 서버 간의 송수신 데이터의 크기가 바로 네트워크의 부하를 가리키므로, 이것의 정보를 얻어 와야 한다.



[그림 5] Feedback Mater / Feedback Agent

**동적 부하 분산 스케줄러**

동적 부하 분산 스케줄러를 이루는 요소에는 크게 두 가지가 있다. 먼저 각 리얼 서버에서 동작하여 부하 정보를 부하 분산 서버로 보내는 Feedback Agent 가 있고, 두 번째로, 부하 분산 서버에서 동작하여, 모든 리얼 서버들의 부하 정보를 받아 이를 처리하는 Feedback Master 가 존재한다.

기존의 LVS는 리얼 서버가 살아 있는 상태 인지를 지속적으로 확인하면서 죽어있는 상태면 작업을 배분하지 않고 살아 있는 리얼 서버에게만 작업을 분산하는 일을 했다. 그러나 동적 스케줄러는 Feedback Agent가 리얼 서버에 걸린 부하에 대한 정보를 NECP 프로토콜을 사용하여 Feedback Master에게 보내면 Feedback Master는 이를 바탕으로 각각의 리얼 서버의 가중치를 동적으로 계산한다. 변화된 가중치는 ipvsadm에게 보내지고 ipvsadm은 LVS의 가중치를 변화시켜 부하를 분산하는데 이를 반영하도록 한다. Feedback Master와 agent의 역할에 대한 자세한 설명은 다음과 같다.

표 4 Feedback Master/Agent 역할

Feedback Master	부하분산 서버에서 데몬 프로세스의 형태로 동작하며 각 리얼 서버에서 전달된 부하 정보를 상대 평가 후 가중치 계산, 계산 가중치를 LVS에 반영하는 역할
Feedback Agent	리얼서버에서 데몬 프로세스의 형태로 동작하며 리얼 서버의 부하를 측정, 측정된 부하를 NECP 프로토콜로 부하 분산 서버로 전달하는 역할

IP 기반의 클러스터 스토리지 플랫폼은 동적 부하 분산 기법을 기반으로 하여 서비스 요청에 최적의 부하 분산 환경을 제공할 뿐 아니라 현재의 자원을 최적화하여 서비스를 제공한다.

**5. 결론 및 향후 과제**

본 연구는 지금까지의 네트워크 스토리지는 수동적인 형태로 시스템에 종속적이었지만, 최근 들어서는 네트워크 스토리지 제품들은 지능적인 기능을 보유함으로써 네트워크 스토리지는 이제는 기업 경쟁력과 새로운 IT 환경을 열어 가는데 있어 필요 불가결한 요소로 등장하고 있는 상황이다. 본 연구에서 개발한 IP기반의 클러스터 스토리지 플랫폼은 디지털 컨버전스 플랫폼(DCP) 개발에 있어 중추적인 역할을 담당하고 있는 기술로 지금까지의 네트워크 스토리지와는 전혀 다른 개념의 스토리지 플랫폼이라 할 수 있다.



[그림 6] IP 기반의 클러스터 스토리지 플랫폼 활용 방안



앞서 언급했듯이 새로운 유형의 어플리케이션이 개발되고 데이터가 대량으로 이용되는 전자상거래 등 e-business와 MPEG21을 기반으로 하는 양방향 디지털 아이템 거래 시대에 있어 데이터 집약서비스를 예측하여 최고의 가치를 추출 할 수 있는 포괄적인 네트워크 스토리지를 개발하였다. 즉 기존의 스토리지 기능 및 성능의 한계를 뛰어 넘은 네트워크 스토리지로서 네트워크를 둘러싸고 다양하게 변화하는 환경에 있어 이용자의 요구를 반영하여 유연한 고도의 네트워크 구축에 필요한 스토리지를 제안하여 디지털 컨버전스 서비스 솔루션 구축에 있어 최적의 환경을 구축해 줄 수 있는 스토리지 플랫폼을 개발하였다.

향후 연구과제로 다양한 미디어 데이터 서비스를 위한 응용 서비스 모델 및 IP 기반 클러스터 스토리지의 효율성을 배가 시킬 수 있는 비즈니스 모델을 개발하며, 차후 IP 기반 클러스터 스토리지의 내부 연결망 구조를 개선하여 최적의 대역폭으로 서비스를 제공하는 인피니밴드 기반의 연결망 구조를 연구과제로 남긴다.

#### [참 고 문 헌]

- [1] E. Biham and A. Shamir, "Differential Crypt analysis of DES-like cryptosystems", Advances in Cryptology-CRYPTO '90,LNCS 537. 1990. pp. 2-21.
- [2] M Beck, H Bohme, M Dziadzka, and U Kunitz, Linux Kernel Internal, Addison Wesley, 2ed., 1998.
- [3] Remy Card, Eric Dumas, and Frank Mevel, the Linux kernel book, 2ed., John Wiley & Sons, 1998.
- [4] David A Rusling, The Linux Kernel, <http://www.linuxdoc.org>.
- [5] Brian Ward, "The Linux Kernel HOWTO," <http://www.linuxdoc.org>.
- [6] Andy Watson, Multiprotocol Data Access: NFS, CIFS, and HTTP(TR\_3014), Network Appliance, Mountain View, California, 1996.
- [7] IP Storage Forum, [http://www.snia.org/English/Forums/IP\\_Storage/IP\\_Storage.html](http://www.snia.org/English/Forums/IP_Storage/IP_Storage.html)
- [8] IETF IP Storage Charter, <http://www.ietf.org/html.charters/ips-charter.html>.
- [9] Daniel P.Bovet and Marco Cesati, Understanding the Linux Kernel, O'Reilly & Associates Pub., 2001.
- [10] Moshe Bar, "Linux File Systems", McGraw Hill, 2001.
- [11] Adam Tauno Williams. "Performance and Tuning with LINUX inside" GNU Free Documentation License, Version 1.1 2001
- [12] Gerhard Mourani, 리눅스 보안과 최적화:완벽 솔루션, 한빛미디어
- [13] 박장수, 리눅스 커널 분석 2.4, 가메출판사