

## 클러스터 스토리지 관리 소프트웨어 개발

손재기, 박창원  
전자부품연구원 유비쿼터스 컴퓨팅 연구센터

### A Development of Cluster Storage Management Software

Jae Gi Son, Chang Won Park  
Ubiquitous Computing Research Center, Korea Electronics Technology Institute

**Abstract** - 인터넷 정보의 디지털화가 사회 각 분야에 빠르게 진행되고 있다. 인터넷 기술을 기반으로 한 정보사회가 도래함에 따라 멀티미디어 정보를 생성·가공해 저장·분배하는 서비스가 광범위하게 생활화되고 있다. 방대한 데이터를 가공하고 저장하는데 있어 효율적이고 경제적으로 처리할 수 있는 혁신적인 정보서비스 솔루션이 필요한 시점이다. IP 기반 클러스터 스토리지는 방송, 통신, 컴퓨터, 가전 등을 포함한 다양한 미디어 및 디지털 데이터를 융합하는 디지털 컨버전스 플랫폼 환경에서 양방향 디지털 아이템 거래를 최적화 시키는데 필요한 고성능/고가용성/고신뢰성을 갖는 스토리지 플랫폼이다. 본 논문은 IP 기반 클러스터 스토리지 관리를 위한 클러스터 스토리지 관리 소프트웨어 개발에 관한 연구이다. 클러스터 스토리지 관리 소프트웨어는 SNMP나 EWS와 달리 XML을 기반으로 효율적인 구성 관리 및 정보 표현 등 XML의 장점을 최대한으로 이용하여 설계하였으며 XML 및 XML-RPC를 통하여 분산된 스토리지 시스템의 효율적인 관리 방법 및 개발 방안에 대해 기술한다.

## 1. 서 론

인터넷의 급격한 성장과 보편화는 전자메일과 웹과 같은 인터넷을 기반으로 하는 응용 프로그램의 폭발적인 확산을 야기했다. 또 인터넷을 기반으로 하는 응용에서 다루는 정보도 기본의 문자와 숫자 중심의 텍스트 데이터 뿐 아니라 이미지, 비디오, 음성, 오디오와 같은 대용량의 멀티미디어 데이터를 포함하게 되었다. 이러한 변화는 필요한 스토리지 용량의 폭발적인 증가를 초래하였으며, 현재 전 세계적으로 스토리지의 수요는 매년 두 배씩 증가하는 추세이다.

이렇게 거대해진 응용과 데이터 집약적인 환경에서 데이터를 저장하기 위해 응용 서버에 부착된 스토리지를 활용하는 기존의 방법은 심각한 한계에 부딪히고 있다. 데이터의 증가에 따라 내부 스토리지 용량을 증가시키는 것은 단순히 비용 문제 뿐 아니라 서버의 과부하, 네트워크 응답 속도의 저하, 관리의 어려움과 같은 여러 가지 문제점을 초래하였다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 새롭게 대두된 것이 클러스터 형태의 대용량 스토리지 시스템이다.

본 논문은 고성능/고가용성/고신뢰성을 갖는 IP 기반의 클러스터 스토리지 관리를 위한 프레임워크 기술에 관한 연구이다. 클러스터 스토리지는 기존의 서버 클러스터링 기술을 발전시켜 다양한 멀티미디어 및 디지털 데이터를 관리하는 차세대 네트워크 스토리지이다. 클러스터 스토리지는 스토리지 시스템의 성능, 상태를 모니터링 하고 이상이 있을 경우 이에 대한

이상 경고, 자원대체, 복구 등의 기능을 수행한다.

클러스터 스토리지 관리 프레임워크는 이러한 요구사항을 충족 시켜주기 위한 관리도구로서 클러스터 스토리지의 노드관리, 스토리지 관리, 스위칭 시스템 관리, 네트워크 자원 관리 등 클러스터 스토리지의 모든 자원을 관리할 수 있는 기본적인 프레임워크이다.

본 논문의 2장에서는 클러스터 스토리지 관리 시스템에 관련된 연구에 대해 기술하며 3장에서는 설계/구현된 IP 기반 클러스터 스토리지 관리 S/W 관하여 기술한다. 마지막 4장에서는 결론 및 향후 연구에 대하여 기술한다.

## 2. 관련 연구

### 2.1 분산 컴퓨팅 기술

분산 컴퓨팅 기술은 HTTP와의 호환성 부재로 인하여 HTTP 상에서 데이터 교환을 위해 별도의 프로토콜이 요구된다. 이러한 분산 컴퓨팅 기술과 HTTP와의 호환성 문제를 해결하기 위해 XML[1]을 통한 접근방안이 연구되고 있다.

현재 인터넷 보안의 중요성으로 말미암아 방화벽 설치하는 기본이 되었다. CORBA와 같은 분산 컴퓨팅 기술은 IIOP를 이용함에 따라 방화벽을 통과하지 못한다. 반면 웹 서비스를 위한 HTTP 포트를 사용하는 경우가 많기에 HTTP를 사용한다면 이러한 문제를 해결할 수 있다. 또한 보안 문제도 HTTPS (Secure Hypertext Transfer Protocol) 등 인터넷 보안 기술을 그대로 적용 가능하다.

XML-RPC의 경우 객체의 직렬화(Serialization)를 매우 잘 지원하며, HTTP와 마찬가지로 텍스트 기반의 프로토콜이다.

#### 2.1.1 XML-RPC

XML-RPC (XML-Remote Procedure Call)[2][3]는 XML 프로토콜의 일종으로 XML을 이용하여 분산된 시스템에 대한 함수 호출을 캡슐화하여 전송한다. XML-RPC는 전통적으로 RPC 프로토콜 사용의 문제점인 인코딩 문제를 할 수 있게 되었으며 또한 데이터 전송 방식을 HTTP를 사용, 간단한 데이터를 텍스트로 표현할 수 있으며 데이터 구조를 나타내는 표준을 제공한다.

#### 2.1.2 RPC

RPC(Remote Procedure Call)[3][5]는 클라이언트와 서버 간 디스패치 방식으로 운영되는 서비스로 원격지 머신에 위치한 프로시저를 호출하는 프로토콜이다.

RPC를 사용하는 프로그램 문장들이 실행 프로그

램으로 컴파일 될 때, 컴파일된 코드 내에 RPC의 대리인처럼 동작하는 스텐드가 포함된다. 그 프로그램이 실행되어, 절차 호출이 이루어질 때, 스텐드는 그 요구를 받아서 그것을 로컬 컴퓨터 내에 있는 클라이언트 런타임 프로그램에게 전달한다.

클라이언트 런타임 프로그램은 원격 컴퓨터와 서버 프로그램과 어떻게 접촉해야 하는지 대한 지식을 가지고 있으므로, 네트워크를 통해 원격절차를 요구하는 메시지를 보낸다. 이와 유사하게 서버는 런타임 프로그램과 원격절차 그 자신과 인터페이스를 하는 스텐드를 포함한다. 처리 결과들은 같은 방식으로 되돌려진다.

RPC 모델과 구현방법에는 몇 가지가 있다. 가장 보편적인 모델과 이행방법은 OSF의 DCE이다. IEEE는 1991년 11월에 ISO Remote Procedure Call Specification, ISO/IEC CD 11578 N6561, ISO/IEC에서 RPC를 정의하였다.

### 2.1.3 SOAP

SOAP (Simple Object Access Protocol)[4]은 마이크로소프트사에 의해 제안되었으며, 플랫폼 독립적인 분산 서비스, 오브젝트를 제공한다. HTTP 프로토콜 위에 XML 프로토콜을 구현한 것이다.

## 3. 클러스터 스토리지 관리 S/W

### 3.1 IP 기반 클러스터 스토리지

IP 기반 클러스터 스토리지 시스템은 스토리지의 서버에 대한 중속성을 제거하는 데 주안점을 둔 것이다. 전체 시스템은 사용자들에게 서비스를 제공해 주는 스토리지 서버와 실제 데이터가 저장되는 매체들로 구성되며, 이들이 광 채널(Fibre Channel) 또는 기가 비트 이더넷과 같은 고 대역폭의 채널을 통해 네트워크 형태로 연결된 클러스터 구조를 갖는다.

이러한 구조를 통해 스토리지의 서버에 대한 중속성을 해결함으로써 고 가용성과 높은 확장성을 제공할 수 있다. 하지만 여기서도 고려해야 될 문제점은 있다. 클러스터 스토리지를 적절하고 효율적으로 관리하기 위한 인터페이스를 제공해야 한다. 또한 관리자가 적절한 조치를 취하기 위한 충분한 정보를 제공해야 한다.

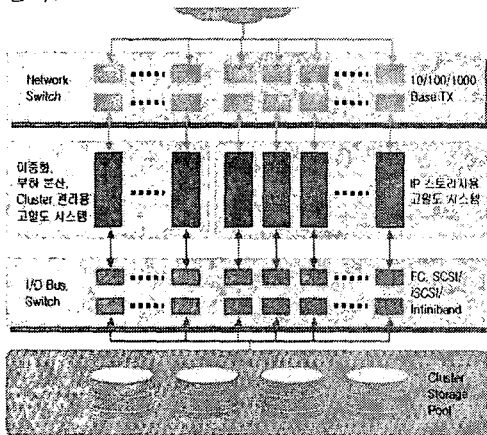


그림 1. IP 기반 클러스터 스토리지 구성도

그림 1은 IP 기반 클러스터 스토리지 구성도이다.

하위 클러스터 스토리지 풀은 FC-SAN, iSCSI, IP-SAN, NAS 등 스토리지 가상화를 통하여 액세스한다.

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 향상 시킨다. 또한 단일 시스템 구조이기 때문에 서비스에 따라 저장영역 블록화로 스토리지와 시스템 사이의 병목현상을 최소화 시킬 수 있다.

클러스터 스토리지 시스템은 어플리케이션이나 서버의 오류를 자동적으로 발견, 신속하게 이상이 없는 스토리지 시스템이 기존 시스템의 일을 재시작 할 수 있게 해 주는 가용성 개선과 관리자로부터 하여금 모든 클러스터 스토리지 자원의 상태를 파악하고 작업 부하를 클러스터 스토리지 구성요소 내의 다른 스토리지 시스템으로 이동 시키는 부하 분산 기능을 수행하여 중요 데이터의 지속적인 서비스를 제공하는 이점을 지닌다.

IP 기반 클러스터 스토리지는 기본적으로 N+1 액티브/스탠바이 스토리지 클러스터 정책을 사용한다. 가장 단순하면서도 가장 많이 쓰이는 방법으로 N개의 시스템은 운영 시스템, 나머지 1개의 시스템은 대기 시스템으로 한다. 대기 시스템은 운영 시스템을 주기적으로 모니터링하여 운영 시스템에서 다운과 관계된 이벤트가 발생하면 미리 구성해 놓은 시나리오를 구동, 오류가 난 시스템을 대체하는 방식이다.

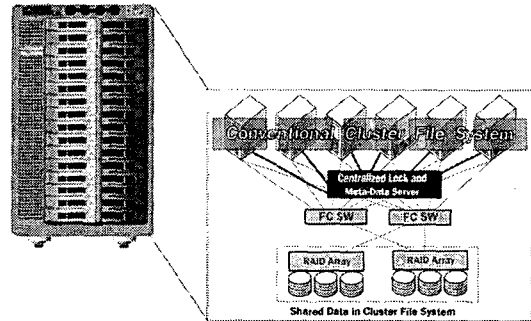


그림 2 IP 기반 클러스터 스토리지

### 3.2 클러스터 스토리지 관리 프레임워크

클러스터 스토리지 관리 프레임워크는 XML 및 XML-RPC를 기반으로 설계하였다. 일반적인 네트워크 장비의 설정 에이전트는 주로 구성 관리(Configuration Management)에 치중하고 있다. 본 논문에서는 클러스터 스토리지 전체 자원에 대한 관리 및 다양한 장비에도 내장될 수 있도록 이식성이 뛰어난 구조로 설계하였다.

클러스터 스토리지 노드와 각종 시스템 자원을 관리하기 위해 프레임워크는 아래와 같이 분류하여 설계하였다.

구분	기능 분류
구성 관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>클러스터 스토리지 노드 구성 설정</li> <li>클러스터 스토리지 시스템 관리</li> <li>사용자 및 관리자 설정 관리</li> <li>원격 시스템 제어</li> </ul>
상태 및 성능 관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>전체 시스템 성능/상태 관리</li> <li>각 스토리지 노드별/자원별 성능/상태 관리</li> <li>히스토리 관리</li> <li>성능/상태 관련 이벤트 설정 및 관리</li> <li>프로세스 상태 및 성능 관리</li> </ul>
고장 관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>이벤트 및 로그 관리</li> <li>시스템 대체 및 복구 관리</li> </ul>
데이터 관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>백업 및 복구 관리</li> <li>미러링 설정 및 예약 관리</li> </ul>

표 1 클러스터 스토리지 관리 프레임워크 기능 분류

클러스터 스토리지 관리 프레임워크는 다음과 같은 모듈로 구성된다.

- Configuration Mgt. Module
- Status & Performance Mgt. Module
- Fault Mgt. Module
- Data Mgt. Module
- Storage Service Mgt. Module

그림 3은 클러스터 스토리지 관리 프레임워크 소스의 일부이다. XML-RPC 서비스 모듈의 일부로 장치 관리 서비스 모듈과 유기적인 통신 채널을 가진다. XML-RPC는 네트워크 상의 분산 환경 하에 RPC에 HTTP와 XML을 적용한 것이다. 이러한 구현은 기존 RPC의 문제점인 인코딩 문제와 직렬화 문제를 XML을 이용하여 관리 데이터를 매우 간단한 텍스트로 표현, 데이터 구조의 표준을 제공할 수 있다.

```
xmlrpc_value *getNodeState(xmlrpc_env *env, xmlrpc_value *param_array, void *user_data)
{
    int sock;
    xmlrpc_int32 slot;

    GET_NODE_STATE_RLT rlt;

    xmlrpc_parse_value(env, param_array, "(i)", &slot);
    if(env->fault_occurred)
        return NULL;

    if(!_openNetwork(&sock, NULL))
        return NULL;

    if(_getNodeState(sock, slot, &rlt))
        return NULL;
    else
        return xmlrpc_build_value(env, "(s:i:s:i)",
            "state", rlt.state,
            "led", rlt.led);

    if(!_closeNetwork(sock))
        return NULL;
}
```

표 2 클러스터 스토리지 관리 프레임워크 예시 코드

### 3.3 클러스터 스토리지 관리 S/W

클러스터 스토리지 관리 S/W는

그림 2는 클러스터 스토리지 관리 구조를 나타낸 것이다. 클러스터 스토리지는 마스터 노드와 스토리지 서비스 노드로 구성된다. 마스터 노드는 부하 분산 및 하부 스토리지 서비스 노드를 관리하며 EWS와 XML-RPC 서비스 모듈에 의해 관리 정보를 제공한다. 각각의 서비스 노드에는 Node Agent Module이 탑재, 마스터 노드에 실시간 정보를 제공한다. 이러한 서비스 노드들은 자원 관리 및 모니터링, 레포팅 기능을 제공한다.

XML-RPC 서비스 모듈은 XML-RPC 프로토콜을 통해 들어오는 요청을 SCB(System Control Board)에 명령을 내리고 SCB에 의해 제어된 결과를 XML을 통해 응답한다.

IP 기반 클러스터 스토리지 관리 도구는 인터넷 및 인트라넷을 통하여 접근하며 플래시[9] 및 HTML을 사용한다. 플래시(Flash)는 현재 XML 및 다양한 인터페이스를 제공하고 있으며 미려한 그래픽 환경을 제공한다. 또한 사용자와의 상호 작용을 통하여 능동적인 환경을 제공함으로써 다양한 분야에서 적용될 수 있다.

XML-RPC 플래시 라이브러리[10]는 플래시 내 ActionScript를 통하여 통신한다.

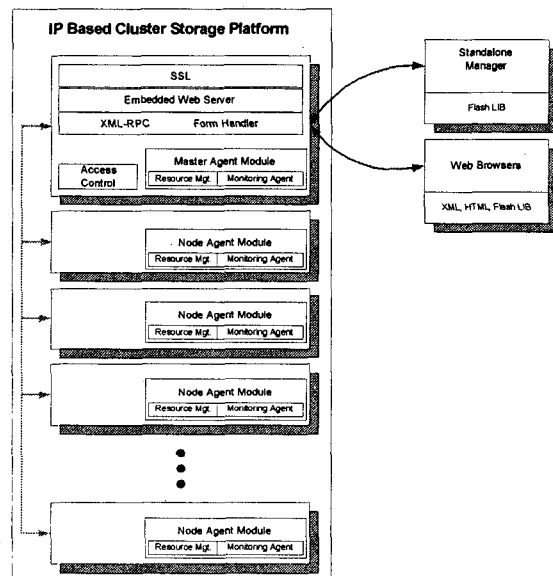


그림 4. 클러스터 스토리지 관리 구조

## 4. 결 론

인터넷 정보의 디지털화가 사회 각 분야에 빠르게 진행되고 있다. 인터넷 기술을 기반으로 정보사회가 도래함에 따라 멀티미디어 정보를 생성·가공해 저장·분배하는 서비스가 광범위하게 생활화되고 있다. 방대한 데이터를 가공하고 저장하는데 있어 효율적이고 경제적으로 처리할 수 있는 혁신적인 정보서비스 솔루션이 필요한 시점이다.

IP 기반 클러스터 스토리지는 방송, 통신, 컴퓨터, 가전 등을 포함한 다양한 미디어 및 디지털 데이터를 융합하는 디지털 컨버전스 플랫폼 환경에서 양방향 디지털 아이템 거래를 최적화 시키는 데 필요한 고성능/고가용성/고신뢰성을 갖는 스토리지 플랫폼이다.

본 논문은 IP 기반 클러스터 스토리지 관리를 위한

클러스터 스토리지 관리 소프트웨어에 관한 연구이다. 클러스터 스토리지 관리 소프트웨어는 XML을 기반으로 효율적인 구성 관리 및 정보 표현 등 XML의 장점을 최대한으로 이용하여 설계하였으며 XML 및 XML-RPC를 통하여 분산된 스토리지 시스템의 효율적 관리 방법 및 방안에 대해 기술하였다.

설계·구현된 IP 기반 클러스터 스토리지 관리 소프트웨어는 다양한 장비에 이식될 수 있으며 이기종간 통합 관리가 가능케 한다.

**(참 고 문 헌)**

- [1] XML (eXtensible Markup Language) 1.0, W3C, <http://www.w3.org/TR/REC-XML>, 1998.
- [2] XML-RPC, <http://www.xmlrpc.com>.
- [3] Simon St. Laurent, Joe Johnston, Edd Dumbill, "Programming Web Services with XML-RPC", O'reilly, 2001. 6.
- [4] W3C, SOAP version 1.2 Working Draft, <http://www.w3.org/TR/2001/WD-soap12-20010709>.
- [5] Andrew Birrell, Bruce Jay Nelson, "Implementing Remote Procedure Calls", TOCS, Vol.2, pp.35~59, 1984.
- [6] Remote Procedure Calls and Java Remote Method Invocation, IEEE Transactions on Concurrency, Vol.6 Issue 3, pp.5~7, 1998.
- [7] J. Schonwalder, A. Pras, J.p. Martin-Flatin, "On the Future of Internet Management Technologies", IEEE Communications Magazine, pp.90~97, Oct. 2003.
- [8] IETF, "Network Configuration(Netconf)", <http://www.ietf.org/html.charters/Netconf-charter.html>.
- [9] Macromedia, Flash, <http://www.macromedia.com>.
- [10] XML-RPC Flash, <http://sourceforge.net/projects/xmlrpcflas/>.
- [11] 박상현, 박창원, 손재기, "클러스터 스토리지 관리모듈 설계", 한국정보처리학회 학술발표대회, 2003. 7.
- [12] 임정은, 윤용익, "XML-RPC를 이용한 문서 교환 및 제어용 미들웨어 구조 연구", 정보과학회 학술대회, Vol.28, No.2, pp.514~516, 2001. 10.