

# SAN 클러스터 환경에서 효과적인 백업 및 복구를 위한 백업 시스템

## A Backup System for Efficient Backup and Restore in SAN Cluster Environments

복경수\*, 강태호\*\*, 윤종현\*\*, 유재수\*\*\*

한국과학기술원 전산학과\*, 충북대학교 정보통신공학과\*\*, 충북대학교 전기전자컴퓨터공학부\*\*\*

Kyoung-Soo Bok(ksbok@dbserver.kaist.ac.kr)\*, Tae-Ho Kang(segi21@netdb.cbnu.ac.kr)\*\*  
Jong-Hyeon Yun(blulette@netdb.cbnu.ac.kr)\*\*, Jae-Soo Yoo(yjs@cbucc.chungbuk.ac.kr)\*\*\*

### 요약

저장 장치의 대용량화가 가속화되면서 SAN에 대한 활용이 증가되고 있다. 본 논문에서는 SAN 클러스터에 존재하는 장치 및 미디어를 통해 테이프 및 디스크 백업을 지원하기 위한 백업 시스템 모듈을 설계하고 구현한다. 개발하는 백업 시스템은 SAN 클러스터에 존재하는 다수의 장치 및 미디어를 효과적으로 관리하기 위한 장치 및 미디어 관리 기능을 제공한다. 클라이언트에 의해 요청되는 부가적인 작업을 처리할 수 있도록 스크립트 관리 기능을 제공하며 수행 중인 작업을 제어하고 관리할 수 있는 모니터링 기능을 제공한다. 또한, 클라이언트에게 백업과 복구에 대한 정보를 제공하기 위해 리포팅 기능을 제공한다.

■ 중심어 : | 백업 | 복구 | SAN | 장치 및 미디어 | 스크립트 | 모니터링 | 리포팅 |

### Abstract

It has been increased to use the SAN with increasing the size of storage device. In this paper, we design and implement a backup system to support the tape and disk based backup with devices and media in SAN cluster. Our backup system provides device and media management for efficiently managing a number of devices and media in SAN cluster. It also supports script management to process an additional task requested by clients and monitoring to control and manage tasks in execution. In addition, it supports reporting to offer backup and restore information to clients.

■ keyword : | Backup | Restore | SAN | Device and Media | Script | Monitoring | Reporting |

## 1. 서론

90년대 중반 이후 산업체 전반에 걸쳐 기업의 전산 업무는 물론 대부분의 고객 서비스가 통신을 통해 온라인화되어 가고 있다. e-비즈니스의 발달과 인터넷과 같은 통신 기술의 발전은 급격한 데이터의 증가를 가져왔다. 이와 함께 24시간 무중단 서비스를 제공해야 하는 응용

들이 증가됨으로 인해 백업에 대한 필요성을 점점 더 증가되고 있다. 이러한 상황에서 컴퓨터 장애, 클라이언트의 실수 또는 재난 등으로 개인 또는 회사의 중요한 데이터가 파괴될 경우 경제적으로나 사회적으로 큰 손실을 입게 된다. 특히, 전산업무를 많이 하는 기업의 경우에는 그 손실이 매우 크다. 각종 데이터 및 파일 시스템을 보호하기 위해서는 부가적인 장치에 주기적 또는 비주기적

\* 본 연구는 2005년도 충북대학교 학술연구지원사업의 연구비 지원에 의하여 수행되었음

으로 백업하는 것이 필수적이다[1][2].

일반적인 DAS(Direct Attached Storage)는 서버에 저장 장치를 직접 연결하는 가장 표준적인 방법으로 직접적인 일대일 연결을 사용한다. 클라이언트 수요에 부응하기 위해 추가되는 저장 장치와 서버 수가 늘어나면서 DAS 환경은 서버와 스토리지의 고립을 확산시켜 리소스의 효율적인 활용을 저해하고 관리자의 관리 부담을 가중시키고 있다. 또한, 서버별로 독립적인 저장 장치들을 관리하기 때문에 효율적으로 데이터를 공유하거나 관리하는 것이 어려우며 하나의 서버에 문제가 발생할 경우 데이터에 대한 접근이 불가능하게 된다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 NAS와 SAN과 같은 시스템들이 개발되었다[3].

NAS(Network Attached Storage)은 TCP/IP와 같은 일반적인 통신 프로토콜을 이용하여 기존의 네트워크에 직접 연결되는 저장 시스템이다. NAS는 기존의 네트워크를 이용하기 때문에 구축 비용이 저렴하고 편리하다는 장점이 있다. 그러나 NAS는 온라인 트랜잭션 환경에서는 DAS와 같이 성능이 저하되는 문제점이 있으며 대규모 시스템 환경에서는 독자적인 스토리지 솔루션으로 적용하기에는 한계점을 가지고 있다[4].

SAN(Storage Area Network)은 인프라에 대한 중복 투자 방지 및 이기종간 데이터 공유를 목적으로 만들어진 서버와 저장 장치 사이의 네트워크로 파이버 채널(fiber channel)을 이용하여 서버와 저장 장치를 연결한 특별한 네트워크이다[5]. SAN은 클러스터링된 저장 장치에 의해 뛰어난 가용성과 확장성을 제공하며 중앙집중식으로 데이터 공유 및 관리가 가능하다. 또한 파이버 채널을 통해 연결되기 때문에 높은 처리 속도를 제공할 수 있다. 또한 기존의 네트워크를 사용하지 않기 때문에 대용량의 파일 전송에 적합하며 대용량의 백업을 수행하는 데 시간을 단축시킬 수 있다. SAN 장치의 공유 및 가상화 기능을 이용할 경우 장애 극복(fault tolerance) 능력을 증가시킬 수 있으며 SAN의 확장성으로 인해 백업 장치의 용량 제한을 없애고 성능을 향상시킬 수 있다[6].

최근 디스크 가격의 하락과 더불어 디스크 장치를 백업 장치로 활용하기 위한 많은 연구들이 수행되고 있다. 테이프 기반 백업은 순차적으로 데이터를 접근해야 하기

때문에 백업 및 복구를 위해 많은 시간을 소요한다. 이에 반해, 디스크 기반의 백업은 데이터에 대한 임의 접근이 가능하기 때문에 백업 및 복구가 빠르다는 장점이 있다[7][8]. 특히, 백업된 일부 데이터에 대해 복구를 수행할 경우 테이프 기반의 복구보다 매우 빠른 복구 시간을 갖는다. 또한 테이프와 비교하여 데이터 관리 및 전송 면에서 신뢰성이 높다.

본 논문에서는 SAN 클러스터 내에 존재하는 장치 및 미디어를 통해 효과적인 백업 및 복구를 수행하기 위한 백업 소프트웨어 모듈을 설계하고 구현한다. 개발하는 백업 소프트웨어는 백업 서버(backup server), 백업 클라이언트(backup client) 그리고 장치 서버(device server)로 구성되며 SAN 클러스터 내에 존재하는 다수의 장치 및 미디어 관리를 통해 테이프 및 디스크 기반 백업을 지원한다. 자동화된 작업을 수행하기 위해 주 단위 또는 월 단위 스케줄링을 제공하며 백업 및 복구 과정에서 클라이언트에 의해 요청되는 부가적인 작업을 처리할 수 있도록 스크립트 처리 기능을 제공한다. 또한, 현재 진행 중인 작업에 대한 제어 및 작업 목록을 관리하기 위해 모니터링 기능을 제공한다. 백업 및 복구 작업에 대한 작업 결과나 사용한 저장 장치와 관련된 정보를 수집하여 클라이언트에게 필요한 정보를 제공하기 위해 리포팅 기능을 제공한다.

본 논문의 나머지 구성은 다음과 같다. II절에서는 기존에 제안된 백업 소프트웨어의 특징에 대해 기술하고 III절에서는 SAN 클러스터에 존재하는 장치 및 미디어를 통해 백업을 수행하기 위한 시스템 구조 및 특징을 설명한다. IV절에서는 개발하는 백업 소프트웨어의 내부 모듈들에 대해 기술하고 V절에서는 논문의 결론에 대해 기술한다.

## II. 기존 백업 소프트웨어

미국 Maryland 대학에서는 AMANDA라는 공개용 백업 소프트웨어를 개발하였으며 2005년 현재 2.45 버전이 개발되었다[9]. AMANDA는 하나의 마스터 백업 서버를 통해 여러 클라이언트의 데이터를 대용량 테이프 장치에

백업한다. AMANDA는 전형적인 LAN 기반의 중앙 집중식 백업 형태를 지니고 있으며 테이프 장치 이외에도 테이프 체인저(tape changer)와 같은 백업 장치에 대한 제어 및 관리를 수행한다. AMANDA의 프로토콜에는 하루에 수행하여야 할 백업의 양에 따라서 백업의 레벨을 결정하는 독특한 백업 스케줄링 기법을 포함한다. 또한 백업할 데이터를 보내기 전에 선택적으로 압축을 수행할 수 있으며 작업이 수행된 후에는 각종 에러를 포함한 백업 정보를 관리자 또는 클라이언트에게 이메일을 통해 전송한다[10]. AMANDA의 백업과 복구 명령은 UNIX dump/restore 그리고 GNU tar 등을 이용한다. 가능한 빠른 백업을 위해서 옵션으로 홀딩 디스크(holding disk)를 설정할 수 있다.

SAN에 대한 급속한 사용의 증가와 함께 SAN 클러스터에 존재하는 다수의 저장 장치를 백업 장치로 사용하기 위한 많은 연구들이 진행되고 있으며 다수의 상용 제품들이 개발되었다. 그러나 현재 국내에서는 SAN 환경에 적합한 백업 소프트웨어에 대한 연구가 거의 진행되지 않고 있다. Veritas에서는 분산 클라이언트/서버 환경에서 대규모 서버에 이르기까지 네트워크 환경에서 자동화된 백업 시스템을 구축할 수 있는 NetBackup이라는 백업 소프트웨어를 개발하였다[11]. NetBackup은 로컬 및 네트워크로 연결된 클라이언트 모두에 뛰어난 백업 성능을 제공하며, 중앙 집중식 관리를 통해 여러 대의 백업 서버에서 수천 클라이언트들을 관리할 수 있다. NetBackup은 스냅샷과 Server-free 데이터 이동 기술을 통해 디스크에서 테이프로 직접 데이터를 기록할 수 있다. 또한 Shared Storage Option을 이용하여 SAN 관리의 용이성 및 중앙집중식으로 장치를 공유하는 기능을 제공한다.

Legato에서 개발한 NetWorker는 하나의 단일화된 솔루션으로 온라인 백업, 무인 자동 백업, 데이터의 효과적인 관리 및 처리를 제공한다[12]. NetWorker는 DAS, NAS, SAN 환경에서 데이터 보호 기능을 제공하며 데이터베이스와 어플리케이션 모듈을 추가함으로써 보다 명확한 어플리케이션 보호 기능을 제공한다. NetWorker는 동시에 32개까지의 장치를 이용하여 동시 백업 및 복구하는 기능을 제공한다. SAN 환경에서 기존의 네트워크

를 거치지 않고 파이버 채널을 경유하여 저장 장치에서 직접 테이프에 백업할 수 있는 Server-less 백업 및 LAN-free 백업 등을 완벽하게 지원하며 LAN 및 SAN 환경에서 라이브러리 공유 기능을 제공한다. 또한 현재 운영 중인 저장 장치에서 오프라인 저장 장치로 데이터를 이동하는 기능을 제공하여 디스크 저장 장치 증가율을 감소시킬 수 있다.

Computer Associates에서 개발한 ARCserve는 광범위한 옵션과 에이전트를 통해 기업 전체의 데이터를 보호할 뿐만 아니라 어플리케이션 및 데이터베이스의 온라인 백업을 효과적으로 제공한다[13]. 이러한 ARCserve는 모든 저장 장치의 중앙 집중식 관리를 위한 웹 기반의 인터페이스를 지원한다. ARCserve는 마이크로소프트 클러스터 서비스를 지원하여 클러스터 환경에서 통합된 작업을 통해 높은 가용성을 제공하며 통합된 오류 복구를 가능하게 한다. ARCserve는 SAN 환경에 백업을 위해 Lan-free 백업, Serverless 백업 그리고 동적인 자원 관리 기능을 제공한다. SAN 옵션은 클라이언트가 파이버 채널을 사용하여 다중 서버가 저장 장치를 공유할 수 있다.

BakBone에서는 네트워크 환경에서 운영되는 이기종 운영체제 환경에 적용할 수 있는 NetVault라는 백업 소프트웨어를 개발하였다[14]. NetVault는 효과적인 메모리 관리 정책에 의해 데이터 전송률 및 CPU 부하를 감소시킨다. 또한 네트워크 압축 옵션을 통해 네트워크 부하를 감소시킨다. NetVault는 SAN, LAN, NAS를 모두 지원하며 대용량의 라이브러리와 고속 테이프 장비는 하나의 도메인에서 쉽게 공유할 수 있다. NetVault는 파이버 채널을 통해 클라이언트로부터 직접 데이터를 SAN 상의 테이프 드라이브로 백업한다. 다수의 백업 서버와 클라이언트들이 테이프 드라이브를 서로 공유할 수 있다.

### III. 제안하는 백업 시스템 구조

#### 1. 시스템 구조

제안하는 백업 소프트웨어는 SAN 클러스터에 연결된

다수의 장치 및 미디어 관리를 통해 테이프뿐만 아니라 디스크에 대한 백업 및 복구 기능을 제공한다. 제안하는 백업 소프트웨어는 [그림 1]과 같이 백업 서버(backup server), 백업 클라이언트(backup client) 그리고 장치 서버(device server)로 구성되어 있다. 백업 클라이언트는 실제 작업을 요청하는 클라이언트로서 로컬 컴퓨터에 저장된 데이터에 대한 작업 요청뿐만 아니라 원격지에 존재하는 특정 저장 장치에 저장된 데이터에 대한 작업 요청을 수행할 수 있다. 백업 클라이언트는 실제 작업을 처리하는 백업 서버에 연결하기 위한 클라이언트 모듈과 함께 NDMP 프로토콜에 의해 백업을 수행할 수 있는 DSP(Data Service Provider) 모듈을 포함하고 있다[15]. DSP 모듈은 데이터 서비스에 의해 백업 서버로부터 제어 신호를 수신하고 실제 백업된 데이터가 저장된 저장 장치와 통신을 수행한다.

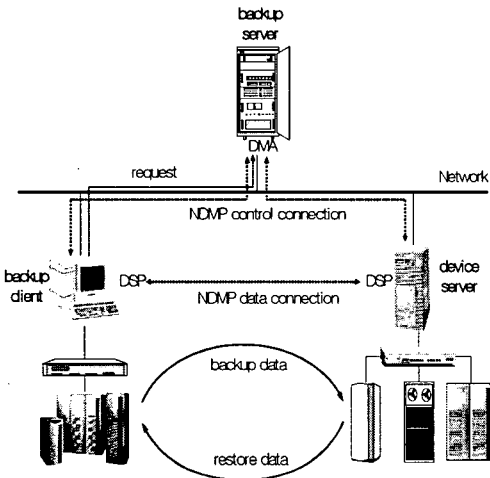


그림 1. 시스템 구조

백업 서버는 클라이언트의 작업 요청에 따라 요청된 작업을 분석하여 실제 작업을 처리하며 요청에 대한 작업을 수행하기 위한 다양한 서비스 모듈을 포함하고 있다. 백업 서버는 NDMP 프로토콜에 의해 실제 백업을 수행하는 DSP들을 제어하고 통신할 수 있는 DMA(Data Management Applications) 모듈을 포함한다. DMA는 백업 및 복구 요청을 수행하기 위한 하나의 프로세스로

제어 신호를 전달하여 실제 데이터 전송을 수행하는 DSP들의 상태를 제어하는 역할을 수행한다. 장치 서버는 백업 장치를 논리적 또는 물리적으로 관리하고 백업 및 복구 요청에 따라 데이터를 송수신하기 위해 테이프 서비스를 제공하는 DSP 모듈을 포함하고 있다. 이러한 장치 서버는 별도로 존재할 수도 있지만 백업 서버 내에 함께 존재할 수도 있다. 만약 장치 서버가 백업 서버 내에 존재할 경우 백업 서버는 DMA와 테이프 서비스를 제공하는 DSP 모듈을 함께 포함하고 있어야 한다.

제안하는 백업 소프트웨어는 백업 클라이언트, 백업 서버 그리고 장치 서버들 사이에 통신을 수행하기 위해 클럭 데몬, 스케줄 데몬, 메시지 데몬, NDMP 데몬과 같은 4개의 데몬을 사용한다. 먼저 클럭 데몬은 클라이언트의 예약된 백업 또는 복구 작업을 확인하기 위한 데몬으로 백업 서버가 시작되면서 종료될 때까지 항상 백업 서버에서 동작하고 있어야 한다. 클럭 데몬은 주기적으로 예약된 작업을 확인하여 현재 시점에 수행해야 할 작업이 존재하는지 확인하고 요청된 작업을 메시지 큐에 입력한다. 스케줄 데몬은 클럭 데몬과 함께 백업 및 복구 작업에 대한 요청을 읽어 프로세스에게 전달하는 역할을 수행하는 데몬으로 백업 서버에서 항상 동작되고 있어야 한다. 스케줄 데몬은 메시지 큐에서 받은 백업 및 복구 수행 시간 정보를 가지고 백업 및 복구를 수행하기 위한 정보를 설정한다. NDMP 데몬은 NDMP 프로토콜에 의해 백업 서버와 장치 서버와의 실제적인 작업을 수행하기 위해 DSP를 수행하기 위한 데몬이다. 현재 장치 서버와 백업 서버가 동일한 호스트에 존재하는 경우에는 NDMP 데몬이 백업 서버에 존재한다. 만약 백업 서버와 장치 서버가 서로 다르다면 백업 서버는 DMA 역할만을 수행하기 때문에 NDMP 데몬은 장치 서버에 존재한다. NDMP 데몬은 백업 서버에서 생성한 백업 및 복구 프로세스 즉, NDMP에서 DMA에 해당하는 프로세스가 생성되며 장치 서버는 DMA의 요청을 수신하기 위한 NDMP 데몬이 항상 존재해야 한다. 메시지 데몬은 백업 서버와 실제 장치를 관리하는 장치 서버와 통신을 수행하기 위한 데몬으로 SAN 클러스터에 존재하는 장치 및 미디어를 관리하거나 원격지에 있는 장치 서버에 스크립트를 수행시키기 위한 데몬이다. 장치 서버에는 NDMP 데몬

이 존재하지만 스크립트 처리와 장치 및 미디어 관리를 위한 메시지를 NDMP 프로토콜에서 인식하지 못하기 때문에 메시지 데몬을 새로 생성하여 백업 서버와 통신을 수행한다.

## 2. 제안하는 백업 시스템의 특징

제안하는 백업 소프트웨어는 NDMP 프로토콜에 의해 백업과 복구를 처리한다. NDMP 모듈은 NDMP 프로토콜에 의해 복구 및 복구 작업을 수행하기 위한 DMA와 테이프 서비스를 제공하는 DSP 기능을 제공하는 모듈로써 DMA 모듈은 항상 백업 서버 내에 존재하지만 테이프 서비스를 제공하기 위한 DSP 모듈은 장치 서버 내에 존재한다. 그러나 현재 NDMP 버전에서 테이프 서비스는 디스크 기반 백업을 제공하지 않는다. 제안하는 백업 소프트웨어는 기존 NDMP 프로토콜을 확장하여 디스크 기반 백업을 제공할 수 있도록 확장한다. 리눅스 운영체제에서는 2GB가 넘는 파일을 허용하지 않는다. 따라서, 2GB가 넘는 백업 이미지는 새로운 백업 파일을 작성하여 백업 데이터를 서로 다른 이미지에 저장하도록 한다. 제안하는 백업 소프트웨어는 다음과 같은 특징을 갖는다.

### ■ Lan-free 백업 및 복구를 지원

SAN은 파이버 채널을 통해 다수의 저장 장치들이 연결되어 있다. 이러한 저장 장치들에 대한 백업을 수행하기 위해 기존의 네트워크인 LAN을 거치지 않고 파이버 채널을 통해 백업을 수행하는 Lan-free 백업을 지원한다. 이로 인해, 네트워크 부하를 감소시킬 수 있고 파이버 채널을 통해 고속의 백업을 수행 할 수 있다.

### ■ 백업을 위한 개방형 프로토콜인 NDMP를 지원

NAS 기반의 백업을 위해 제안된 개방형 프로토콜인 NDMP는 버전 5에서 SAN 환경을 지원할 수 있도록 명시하고 있다[15]. 개발하는 백업 소프트웨어는 이러한 NDMP의 표준을 지원한다.

### ■ 중앙 집중식 관리

SAN 클러스터에 존재하는 저장 장치들에 백업에 대

한 하나의 콘솔에서 관리할 수 있을 뿐만 아니라 일관된 백업 정책을 유지할 수 있다. 또한 현재 수행 중인 작업에 대한 상태 정보를 중앙 집중식으로 관리할 수 있다.

### ■ 파일 시스템뿐만 아니라 DBMS 백업을 지원

SAN 클러스터에 연결된 각각의 저장 장치들은 그 목적에 따라 다양한 역할을 수행할 수 있다. 즉, 웹 서버, 파일 시스템, DBMS와 같은 다양한 형태의 데이터를 저장하기 위해 SAN 클러스터에 존재하는 저장 장치들이 공유할 수 있다. 제안하는 백업 소프트웨어는 파일 시스템뿐만 아니라 데이터베이스에 존재하는 데이터를 백업할 수 있다.

### ■ 다수의 백업 유형을 지원

산업계 표준인 tar뿐만 아니라 dd, cpio와 같은 다양한 유형의 백업을 지원한다. 또한 전체 데이터 중 일부만 변경, 추가 그리고 삭제될 경우 변경된 데이터에 대한 부분적인 백업을 수행할 수 있다.

### ■ 온라인 백업과 오프라인 백업을 지원

백업을 위해 현재 사용 중인 저장 장치 또는 시스템을 중지시키고 클라이언트들의 접근을 통제하는 것은 매우 불합리하다. 따라서 백업을 위해 사용 중인 저장 장치의 접근을 통제하지 않고 수행할 수 있는 온라인 백업을 지원한다. 또한 특수한 상황에서 클라이언트의 접근을 통제하고 백업을 수행할 수 있는 오프라인 백업도 지원한다.

### ■ 자동 백업 및 수동 백업을 지원

백업의 모든 수행 과정을 클라이언트 직접 관여하여 처리하는 것은 거의 불가능하다. 따라서 클라이언트가 백업의 요청을 미리 정의하고 정의된 스케줄 정책에 따라 원하는 시간 또는 원하는 날짜에 주기적인 백업을 수행할 수 있는 자동 백업을 지원한다. 또한 필요에 따라 클라이언트가 요구하는 백업 요청을 즉시 처리하는 수동 백업도 제공한다.

### ■ 다양한 복구 유형을 지원

클라이언트에 의해 백업된 데이터는 시간이 지날수록

엄청나게 증가할 것이다. 이러한 상황에서 클라이언트가 백업된 데이터의 일부만을 복구하기를 원할 수도 있다. 따라서 클라이언트가 원하는 일부 또는 전부를 선택적으로 복원할 수 있는 기능을 제공한다. 또한, 백업된 데이터를 이용하여 복구 요청을 수행할 때 현재 시점에서 즉 시적인 복구 요청은 물론 미래에 수행될 복구 작업을 예약하여 자동적으로 수행할 수 있는 복구 기능을 제공한다.

#### ■ 디스크 기반 백업

기존의 테이프 기반의 백업은 장치의 I/O속도와 순차적인 I/O에 의해 속도가 많이 저하된다. 이에 비해 디스크 기반의 백업은 I/O속도가 향상되며, 동시에 하나의 디스크에 백업이 가능하다. 디스크 기반의 백업은 원본 데이터에 대한 백업 장치로 사용되며, 테이프에 백업하기 위한 중간 단계로도 사용된다. 이는 백업 속도를 향상시키고, 백업이 동작하지 않는 시간을 이용하여 비교적 백업 수행 시간이 느린 테이프에 백업을 함으로써 보다 효율적인 백업을 가능케 한다.

#### ■ 스크립트 처리 기능

클라이언트는 소프트웨어 측면에서 자동적으로 지원하기 힘든 작업 또는 클라이언트의 의사가 많이 반영되는 여러 작업들을 수행할 수 있다. 백업 또는 복구를 수행하기 이전 또는 이후에 수행할 작업들을 클라이언트가 미리 정의하여 작성한 스크립트나 프로그램을 사용하여 작업을 처리하는 기능을 제공한다. Pre 스크립트는 백업이나 복구 작업이 수행되기 이전에 수행해야 할 여러 작업들을 처리할 수 있으며, Post 스크립트는 백업이나 복구가 수행된 이후 처리해야 하는 여러 작업들을 처리할 수 있다.

#### ■ 장치 및 미디어 관리 기능

SAN 클러스터 내에 존재하는 백업 장치 및 미디어를 관리 기능은 전체 백업용 장치를 효과적으로 사용할 수 있게 하고 백업 과정에서 발생할 수 있는 용량부족으로 인한 에러를 줄일 수 있다. 이를 위해 먼저 각 클라이언트별 백업용 장치 및 풀을 설정할 수 있다. 클라이언트는 자신이 관리하는 시스템이 백업될 공간을 미리 확보하고

이를 본인이 스스로 관리하게 함으로서 백업 수행에 대한 신뢰성을 높일 수 있게 된다.

## IV. 백업 시스템의 서비스 모듈

본 논문에서 제안하는 백업 소프트웨어는 리눅스 운영체제에서 SAN 환경에 적합한 백업 소프트웨어이다. 본 장에서는 제안하는 백업 소프트웨어에서 제공하는 서비스 모듈에 대한 특성을 기술한다. 제안하는 백업 소프트웨어는 백업을 위한 개방형 표준 프로토콜인 NDMP를 이용하여 SAN 환경에서 동작하도록 확장하였다. 또한, 기존 NDMP 프로토콜을 확장하여 디스크 기반 백업을 지원할 수 있도록 한다. 개발하는 소프트웨어는 Red Hat Linux에서 gcc를 이용하여 개발한다. 또한 백업 및 복구의 전, 후처리 작업을 위해 Shell 스크립트를 사용한다 [16].

### 1. 스케줄 관리

스케줄 관리는 스케줄링에 의한 자동 백업을 수행하기 위한 백업 스케줄을 생성하고 관리하기 위한 기능을 제공한다. 또한, 클라이언트의 예약 복구를 처리하기 위한 스케줄을 작성하는 기능을 제공한다. 클라이언트에게 다양한 스케줄 처리 기능을 제공하기 위해 백업 시스템에서 기본적으로 제공하는 스케줄과 클라이언트에 의해 작성된 스케줄 작성 및 확인 기능, 스케줄 파일을 추가, 스케줄 파일을 삭제 그리고 스케줄에 대한 수정 기능을 제공한다. 스케줄 관리에서 주(weekly) 단위, 월(monthly) 단위의 두 가지 스케줄링 주기를 제공한다.

백업 소프트웨어 기본적으로 제공하는 스케줄이 현재 사용하려는 스케줄을 제공하지 못할 경우, 클라이언트는 직접 새로운 스케줄을 적용한 스케줄 파일을 추가한다. 스케줄을 생성할 때는 주 단위 또는 월 단위의 스케줄을 추가할 수가 있다. 기본적으로 제공되는 스케줄과 클라이언트의 필요에 의해서 추가된 스케줄 파일의 목록을 확인할 수 있다. 현재 제공되는 스케줄 파일을 약간의 수정으로 재사용이 가능할 때 새로운 스케줄 파일을 추가하는 것보다 제공되고 있는 기존 스케줄을 수정하여 클

라이언트가 원하는 스케줄 파일을 수정할 수 있다. 클라이언트에 작성된 스케줄은 클라이언트별로 관리되며 스케줄 확인을 통해 작성한 스케줄을 확인할 수 있다. 그림 2는 월 단위 스케줄에 대한 내용을 나타낸 것이다. 그림 2에서 '0'는 전체 백업, '1'은 부분 백업, '\*'는 백업을 수행하지 않는다는 것을 나타낸다.

```

No. 1 : default_weekly.sch
No. 2 : sample_weekly.sch
No. 3 : test_monthly.sch
Select in Schedule File List : 3
--- SCHEDULE INFORMATION ---
Sun Mon Tue Wed Tur Fri Sat
0 1 1 1 0 1 1
0 1 * 1 0 1 1
0 1 1 * 0 0 1
0 1 1 1 0 1 1
    
```

그림 2. 스케줄 파일 보기

## 2. 스크립트 처리

스크립트는 백업 또는 복구 과정에서 클라이언트에 의해 요청된 추가적인 작업을 처리하기 위한 기능을 제공한다. 백업 또는 복구 과정에서 백업 소프트웨어가 자동적으로 수행할 수 없는 기능을 Pre 또는 Post 스크립트를 작성하고 이를 통해 추가적인 작업을 처리할 수 있도록 한다. 즉, 백업 또는 복구를 수행하는 과정에서 전처리 또는 후처리 작업으로 수행해야 할 내용 중 시스템의 상태 또는 경로에 따라 자동적으로 수행되지 못하는 기능을 스크립트를 통해 수행 가능하도록 한다. 스크립트는 OS에 따라 Windows의 경우 batch 파일(.bat)을 사용하며 UNIX의 경우 shell 스크립트나 perl과 같은 언어를 사용하여 작성한다. 제안하는 백업 소프트웨어가 제공하는 스크립트는 응용프로그램의 실행 및 종료, 장치 및 파일 시스템 등의 마운트 및 언마운트, 작업의 이전 이후에 필요한 메시지 전송, 작업에 대한 리포트 기능, 작업 수행 이전에 필요한 장치나 응용 프로그램에 대한 검사 기능, 작업이 실패할 경우 필요한 작업들을 지원하는 기능들을 수행할 수 있다.

스크립트 처리에서는 스크립트 작성, 수정, 삭제 그리고 확인 기능을 제공한다. 또한 백업 및 복구 수행 과정에서 필요한 스크립트를 실행하고 제어하는 기능을 제공

하며 스크립트 수행 과정에서 에러가 발생할 경우 이를 처리할 수 있다. Pre/Post 스크립트를 사용하기 위해서는 클라이언트가 지정한 작업을 수행할 수 있도록 스크립트 파일을 직접 작성하여 필요한 작업을 수행할 수 있어야 한다. 또한 Pre/Post 스크립트로 정의한 작업이 제대로 수행됐는지를 확인하기 위해 Pre/Post 스크립트는 지정한 작업을 수행한 후 작업에 대한 성공 또는 실패 여부를 알 수 있도록 지정된 값을 반환해야 한다.

스크립트는 일반 클라이언트가 관리자에 의해 제공되는 템플릿을 사용하거나 직접 메모장 등을 사용하여 스크립트를 작성할 수 있다. 클라이언트가 스크립트의 처리 과정을 직접 작성할 수도 있지만 템플릿을 통해 스크립트 작성 문법을 알지 못하더라도 필요한 파라미터만을 입력함으로써 스크립트를 작성할 수 있다. 스크립트를 작성하여 서버에 등록하고 각 작업 유형에 적합한 스크립트의 실행 순서를 설정한다. [그림 3]은 백업 및 복구를 위해 ORACLE 데이터베이스를 중지시키기 위한 스크립트 템플릿이다. 이 템플릿에서 \$ORACLE\_HOME, \$ORACLE\_MGR\_ID, \$ORACLE\_MGR\_PASS는 클라이언트가 직접 입력해야 할 템플릿 파라미터를 나타내고 있다. 관리자는 위와 같은 템플릿을 일반 클라이언트에게 제공하며 일반 클라이언트는 단지 템플릿 파라미터를 입력함으로써 필요한 스크립트를 작성한다.

백업 및 복구 과정에서 수행해야 할 작업의 수가 다수일 경우 스크립트를 실행할 순서를 결정해야 한다. 스크립트의 실행 순서를 결정하기 위해서는 이미 작성한 다수의 스크립트에서 전처리 작업으로 수행해야 할 스크립트와 후처리 작업으로 수행해야 할 스크립트를 선택한다. 전처리 작업을 구성하는 스크립트 수와 후처리 작업을 구성하는 스크립트의 수는 반드시 일치해야 한다. 스크립트 실행 순서 설정하는 과정에서 스크립트 실행 순서에 대한 타임아웃을 설정할 수 있다. 설정된 타임아웃 내에 실행 순서의 스크립트 작업이 모두 처리되지 않으면 스크립트 처리는 실패한 것으로 간주된다. [그림 4]는 백업을 위한 전처리 작업에 대한 실행 순서를 작성한 예이다. [그림 4]에서 Pre 스크립트로 실행 가능한 스크립트의 수가 4일 때 Pre 스크립트의 실행 순서를 작성한 예이다.

```
#####
#TEMPLATE SCRIPT FILE - PRE_ORACLE_SCRIPT#
#####
if [ -f $ORACLE_HOME/bin/sqlplus ]; then
$ORACLE_HOME /bin/sqlplus "$ORACLE_MGR_ID/$ORACLE_MGR_PASS as sysdba" << EOF
shutdown immedate
exit
EOF
echo "Oracle database shut down."
exit 0
else
echo "Cannot find Oracle svrmgrl ($ORACLE_HOME/bin/sqlplus)."
exit 1
fi
```

그림 3. 스크립트 템플릿

PRE SCRIPT EXECUTION ORDER			
No 1.	: ORACLE	PRE SCRIPT	oracle_pre_oracle_lv1_u1.sh
No 2.	: ORACLE	PRE SCRIPT	oracle_pre_oracle_lv2_u1.sh
No 3.	: ORACLE	PRE SCRIPT	oracle_pre_oracle_lv3_u1.sh
No 4.	: ORACLE	PRE SCRIPT	oracle_pre_oracle_lv4_u1.sh
-----			
		SELECT DATA NUMBER or SYMBOL [ s(Skip), x(EXIT) ] :	1
		SELECT DATA NUMBER or SYMBOL [ s(Skip), x(EXIT) ] :	2
		SELECT DATA NUMBER or SYMBOL [ s(Skip), x(EXIT) ] :	s
		SELECT DATA NUMBER or SYMBOL [ s(Skip), x(EXIT) ] :	x
-----			
Script Execution Order Description : oracle backup script execute order			
TimeOut(ex:10(10 minute) Maximum : 60) : 60			

그림 4. 스크립트 실행 순서 작성

### 3. 장치 및 미디어 관리

백업 장치 및 미디어 관리는 SAN 클러스터 내에 존재하는 백업 장치 및 미디어를 효과적으로 사용할 수 있도록 장치별 또는 특정 장치와 연관된 미디어의 목록을 관리한다. 또한, 풀이라는 논리적인 단위에 의해 각 장치들을 관리한다. [그림 5]에서 보는 것과 같이 장치 및 미디어 관리는 장치 관리, 미디어 관리, 풀 관리의 세 부분으로 구성되어 있다.

장치 관리 기능은 백업에 사용할 디스크 장치와 테이프 장치를 추가 하거나 삭제함으로써 백업 장치를 관리한다. 미디어 관리 기능은 테이프 장치에서 사용되는 미디어에 대한 라이프 싸이클 관리 및 미디어 할당 및 레이블 관리를 수행한다. 풀 관리 기능은 각 장치의 그룹을 클라이언트에게 풀(pool)이라는 논리적인 단위로 제공한다. 장치 및 미디어 관리에서는 전체 백업용 장치를 효과적으로 사용할 수 있도록 디폴트 백업 장치를 유지한다.

클라이언트에게 할당된 백업 장치에 백업 용량이 부족할 경우 디폴트 백업 장치에 백업을 수행하여 백업 과정에서 발생하는 오류를 방지할 수 있다.

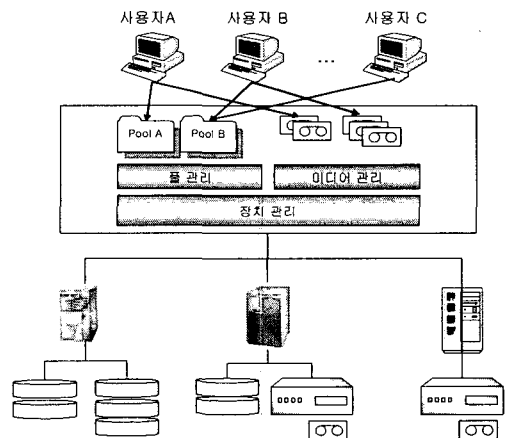


그림 5. 장치 및 미디어 관리자의 구조



장치 관리는 다수의 호스트에 존재하는 백업 장치를 호스트별로 관리할 수 있으며 장치 유형에 따라 장치 목록을 추가하거나 삭제할 수 있다. 이때, 백업 서버는 장치 서버의 메시지 데몬을 통해 장치의 할당 및 삭제를 요청한다. 백업 장치를 추가하기 위해 관리자는 먼저 호스트별로 가용한 장치 목록을 확인하고 백업 장치 목록에 등록한다. 이때 마운트 되어 있지 않은 장치는 메시지 데몬을 통해 자동으로 마운트하도록 한다. 관리자는 장치 관리 모듈의 모든 기능을 사용할 수 있지만 일반 클라이언트 권한의 클라이언트는 등록된 백업 장치 리스트 보기만을 수행할 수 있다. [그림 6]은 장치 관리에 의해 할당된 장치 목록을 나타낸 것이다. [그림 6]에서 회색으로 표시된 장치는 백업 장치로 할당된 장치를 나타낸 것이고 흰색으로 표시된 장치는 호스트에 존재하지만 백업 장치로 아직 할당되지 않은 장치를 나타낸 것이다. 각 호스트에 등록된 장치들은 호스트별로 관리되며 등록된 장치들 중에서 백업 서버에 백업 장치로 등록된 장치들은 백업 장치 목록(backup device list)에 저장되고 아직 백업 장치로 등록되지 않은 장치들은 가용 장치 목록(available device list)에 저장된다.

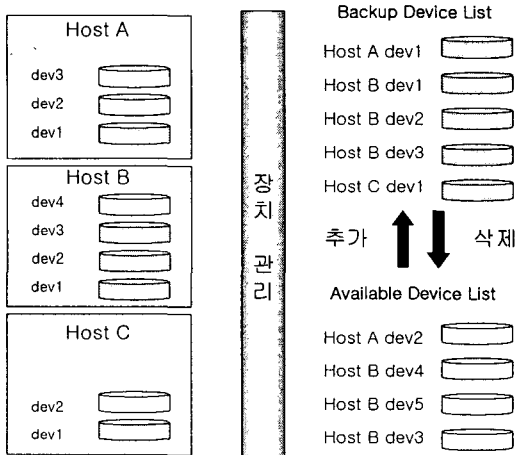


그림 6. 장치 관리

미디어 관리는 각 호스트에 등록된 테이프에서 사용되는 미디어들을 관리하는 역할을 수행한다. 미디어 관리에서는 특정 미디어를 추가하거나 삭제하는 작업을 수행

할 수 있으며 백업 시에는 미리 등록된 테이프 장치 중에서 사용 가능한 테이프 장치를 검색하여 가용한 미디어에 백업하고 복구 시에는 해당 미디어를 요청하여 수행한다. 미디어에 대한 관리는 미디어 자체에 대한 라이프 사이클 관리 부분과 미디어의 할당과 레이블을 관리하는 부분으로 구성되어 있다.

미디어에 대한 라이프 사이클 관리 부분에서는 미디어에 저장된 백업 보관 주기 및 미디어 라이프 사이클 관리를 수행한다. 먼저 백업 보관 주기 관리는 미디어에 해당 미디어에 백업된 내용을 유지할 보관 주기를 설정하여 이를 관리하는 기능을 수행한다. 미디어의 라이프 사이클은 미디어의 신뢰성을 보장할 기간 또는 미디어에 대한 최대 백업 횟수를 관리한다. 미디어의 할당 및 레이블 관리는 특정 클라이언트에 미디어를 할당하거나 사용할 미디어에 대한 레이블을 기록하고 관리하는 역할을 수행한다. 미디어에 대한 식별은 미디어에 할당된 레이블 통해 수행되며 새로운 미디어가 장치에 삽입될 경우 특정 레이블을 부여한다.

독립적으로 존재하는 백업 장치 또는 미디어를 그룹화하여 논리적인 단위로 제공하는 것을 풀이라 한다. 제안하는 백업 시스템에서는 다수의 장치나 미디어들을 클라이언트에게 하나의 논리적인 단위로 제공하기 위해 풀 생성 및 삭제, 할당된 풀 목록 보기, 할당된 풀의 확장 및 축소 기능 등을 제공한다. 각 클라이언트는 백업에 필요한 공간을 요청하고 백업 서버는 이를 수용하기 위한 풀을 클라이언트에게 할당한다. [그림 7]은 풀 관리에 의해 할당된 풀 목록을 나타낸 것이다.

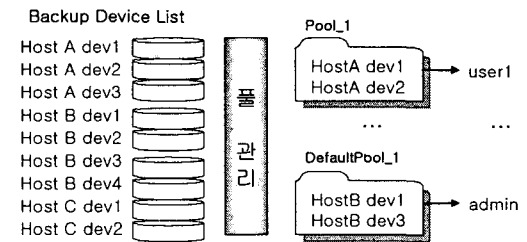


그림 7. 풀 관리

클라이언트는 자신이 필요로 하는 백업 공간을 미리

확보하고 관리하게 함으로서 백업 수행에 대한 신뢰성을 높일 수 있다. 그러나 클라이언트의 관리 소홀로 인해 백업 공간이 부족하여 백업 수행 과정에서 오류가 발생할 수 있다. 이를 보완하기 위해 관리자는 디폴트 풀을 생성하여 백업 과정에서 백업 공간의 부족으로 인해 발생하는 오류를 해결할 수 있다. 즉, 백업 과정에서 클라이언트에 할당된 백업 장치에 용량이 부족할 경우 디폴트 풀에 백업을 수행하여 용량 부족으로 인해 발생하는 오류를 처리할 수 있다. 제안하는 백업 소프트웨어의 풀 관리 기능에서 제공되는 풀의 유형은 [표 1]과 같다.

표 1. 풀의 유형

구분	분류	내용
백업 유형	전체 백업 풀	전체 백업을 위한 대용량의 풀
	부분 백업 풀	부분 백업을 위한 풀
클라이언트 유형	디폴트 풀	관리자에 의해 생성된 풀
	클라이언트 풀	일반 클라이언트의 요청에 의해 생성된 풀

#### 4. 라이프 사이클 관리

제안하는 백업 소프트웨어에서는 백업 장치의 저장 공간을 효과적으로 사용하기 위해 라이프 사이클 기능을 제공한다. 디스크 기반의 백업의 경우 더 이상 사용되지 않거나 이미 백업된 데이터들이 존재하여 더 이상 의미가 없는 백업 데이터들이 디스크에 남아있을 수 있다. 이러한 백업 데이터들은 저장 공간을 낭비하여 디스크의 가용성을 떨어뜨리게 된다. 제안하는 백업 소프트웨어에서는 백업 데이터에 대한 보관 기간을 명시하고 보관 기

간이 지난 백업 데이터들에 대해서는 2차 백업을 수행하거나 백업 데이터를 삭제하는 라이프 사이클 관리 기능을 수행한다.

라이프 사이클 관리 기능은 백업 서버의 DMA 모듈에서 처리한다. DMA 모듈에서는 백업 요청시 디스크 장치의 가용 공간 확보를 위해 라이프 사이클을 관리하는 담당자를 호출한다. 라이프 사이클 관리자는 호출된 시간 정보를 기준으로 하여 라이프 사이클 정보를 관리하는 메타 파일들을 검색한다. 라이프 사이클 정보는 백업이 수행될 때마다 기록되며 백업 위치, 백업에 연관된 히스토리 파일 위치, 그리고 보관 만료 시간 정보를 갖고 있다. 검색된 생명 주기 정보 중에서 현재 시간을 기준으로 보관 기간이 지난 백업 데이터와 백업에 연관된 히스토리 파일을 삭제한다. 백업 데이터가 백업 서버에 위치한 경우 해당 백업 파일을 직접 삭제하지만 백업 데이터가 원격지 호스트에 위치한 경우 메시지 데몬을 통해 통신을 수행하여 원격지에 존재하는 백업 데이터를 삭제한다.

#### 5. 모니터링

모니터링은 현재 진행 중이거나 완료된 작업의 목록 등을 관리하고 현재 수행 중인 작업을 제어할 수 있는 작업 관리 기능을 제공한다. 작업 목록 관리 기능은 현재 진행 중인 작업, 예약된 작업, 그리고 완료된 작업에 대한 목록을 관리하고 클라이언트와 관리자에게 제공하는 기능을 제공한다. 클라이언트는 자신이 요청한 작업에 대한 목록을 확인할 수 있으며 관리자는 백업 서버에 요청된 모든 작업을 확인할 수 있다.

표 2. 모니터링 기능

분류	기능	내용
목록보기	완료된 작업	완료된 작업에 대한 목록을 화면상에 출력
	일시 정지된 작업	현재 진행 중인 작업보다 우선 순위가 더 높은 작업을 수행하기 위해 일시 정지시킨 작업 목록의 상태를 출력
	실패된 작업	특정 에러에 의해 완료되지 못한 작업에 대한 목록을 출력
	취소된 작업	작업 취소로 백업 및 복구 작업에 대해서 화면상에 목록을 출력
	예약된 작업	현재 시점에서 백업 및 복구 작업이 수행하기 위해 예약된 목록을 출력
작업 관리	취소	현재 진행 중인 백업 및 복구 작업보다 더 급하게 처리할 백업 및 복구 작업이 있다면 진행 중인 백업 및 복구 작업에 대해서 작업 진행을 취소시키는 기능
	일시 정지	현재 진행 중인 작업보다 우선적으로 작업을 수행할 필요가 있을 경우 현재 진행 중인 작업에 대해서 잠시 일시 정지를 시키는 기능
	재시작	일시 정지된 작업에 대해서 다시 작업을 수행시키는 기능

작업 관리 기능에서는 현재 수행 중이거나 예약된 작업에 대한 취소, 일시 정지, 재시작 기능을 제공한다. 작업 관리에서는 급한 백업 및 복구 작업을 수행하기 위해 현재 진행 중인 작업에 대해 일시 정지를 수행할 수 있으며 일시 정지된 작업에 대해서 재 시작할 수 있는 명령을 수행할 수 있다. [표 2]는 모니터링 기능에서 제공되는 기능을 나타낸 것이다.

### 6. 리포팅

리포팅 기능은 클라이언트에 요청된 작업의 결과 또는 클라이언트에 할당된 장치 또는 풀에 대한 정보를 수집하여 제공하는 기능을 수행한다. 개발하는 백업 소프트웨어에서 리포팅 기능은 백업 및 복구 처리에 대한 처리 결과, 장치 및 미디어의 사용 내용을 주기적으로 리포트 파일에 저장하여 클라이언트에게 전달한다. 백업 및 복구에 대한 리포트는 작업 정보와 작업의 성공 여부, 작업에 따라 백업된 작업의 백업 크기, 복구 작업에서 복구한 데이터의 크기 등을 기록한다. 장치 및 미디어에 대한 리포팅은 백업 과정에서 사용한 장치 정보를 기록하는 것으로 사용한 장치 정보와 장치에 기록한 데이터의 양, 장치에 남아있는 여유 공간 등을 기록한다.

클라이언트는 리포팅 기능을 사용하기 위해 일(day),

주(week), 월(month)단위로 주기를 설정할 수 있다. 각 리포트는 리포트 주기 동안 기록한 리포트 정보에 대한 간략한 통계 정보를 갖는 리포트 헤더와 각 작업별로 기록되는 리포트 내용으로 구성된다. 리포트 정보는 클라이언트가 알 수 있는 형태로 문서로 작성하여 메일로 전송한다. [그림 8]은 메일을 통해 클라이언트에게 전달된 리포트 정보를 나타낸 것이다.

클라이언트는 필요에 따라 리포팅 주기를 수정할 수 있다. 만약 이미 설정된 리포팅이 존재하고 새로운 리포팅의 주기가 이전 주기보다 크다면 리포트의 종료일까지 수정이 연기된다. 이에 반해 새로운 리포팅 주기가 기존 리포트 주기보다 작게 설정하는 경우에는 이전 리포팅은 이메일을 통해 클라이언트에게 전송하고 새로운 리포트 주기가 시작된다.

### V. 결론

본 논문에서는 SAN 클러스터에 존재하는 백업 장치 및 미디어를 통해 효과적인 백업 및 복구를 수행하기 위한 백업 시스템을 설계하고 구현하였다. 개발하는 백업 시스템은 SAN 클러스터 내에 존재하는 장치 및 미디어를 효과적으로 관리하고 풀이라는 논리적인 단위를

[REPORT START TIME]	: 2005-04-03
[REPORT END TIME]	: 2005-04-03
[JOB COUNT]	: 1
[JOB SUCCESS COUNT]	: 0
[JOB FAILURE COUNT]	: 1
[FULL BACKUP COUNT]	: 1
[FULL BACKUP FILE SIZE ]	: 25.801 MB
[FULL BACKUP FILE SIZE(AVG)]	: 25.801 MB
[INCREMENTAL BACKUP COUNT]	: 0
[INCREMENTAL BACKUP FILE SIZE]	: 0.000 MB
[INCREMENTAL BACKUP FILE SIZE(AVG)]	: 0.000 MB
=====	
[JOB ID]	: admin_04031821
[JOB TYPE]	: tar
[JOB OWNER]	: admin
[JOB START TIME]	: 2005-04-03/18:21:38
[JOB END TIME]	: 2005-04-03/18:21:47
[JOB EXECUTION STATE]	: SUCCESS
[PRE SCRIPT EXECUTION STATE]	: SUCCESS
[POST SCRIPT EXECUTION STATE]	: SUCCESS
[BACKUP FILE SIZE]	: 25.801 MB

그림 8. 리포팅 정보

클라이언트에게 제공한다. 클라이언트에게 자동화된 작업을 처리할 수 있도록 스케줄 관리 기능을 제공하며 백업 장치의 저장 공간을 효과적으로 사용하기 위해 라이프 사이클 기능을 제공한다. 또한, 클라이언트에게 요청된 부가적인 작업을 처리하기 위해 스크립트 처리 기능을 제공하며 모니터링 기능과 리포팅 기능을 제공하여 요청한 작업에 대한 관리 및 제어를 수행할 수 있다.

[13] <http://www.ca.com/>

[14] <http://www.bakbone.com/>

[15] <http://www.ndmp.org/>

[16] <http://whhttp://www.geocities.com/orabackup/>

**참고 문헌**

[1] A. L. Chervenak, V. Vellanki, Z. Kurmas, and V. Gupta. "Protecting File System : A Survey of Backup Techniques," Pro. Joint NASA and IEEE Mass Storage Conference, 1998.

[2] 북경수, 황홍연, 송석일, 유재수, "SAN 환경에서 NDMP를 이용한 백업소프트웨어", 한국정보과학회논문지C, Vol.10, No.2, pp.455-469, 2003.

[3] 조성훈, 김성주, 이준호, 이주영, 박석천, "SAN의 구조와 기술 요소", 한국정보처리 학회지, Vol.8, No.4, pp.19-28, 2001.

[4] 서대화, 민병준, 임기욱, "네트워크 연결형 스토리지의 기술 동향", Vol.19, No.3, pp.6-13, 2001.

[5] [http://www.atempo.com/library/pdf/US/wp\\_tinasan\\_us.pdf](http://www.atempo.com/library/pdf/US/wp_tinasan_us.pdf)

[6] W. C. Preston, Using SANs and NAS, pp.66-188, O'REILLY, 2002.

[7] <http://www.stonefly.com/applications/whitepaper.s.asp>

[8] <http://www.syncsort.com/bex/white.htm>

[9] <http://www.amanda.org/>

[10] J. da Silva and O. Guomundsson, "The Amanda Network Backup Manager," Pro. USENIX Systems Administration (LISA VII), pp.171-182, 1993.

[11] <http://www.veritas.com/>

[12] <http://www.legato.com/>

**저자 소개**

북 경 수(Kyoung-Soo Bok)

정회원



- 1998년 2월 : 충북대학교 수학과 (이학사)
- 2000년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학석사)
- 2005년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학박사)

• 2005년 3월~현재 : 한국과학기술원 전산학과 Postdoc  
 <관심분야> : 자료 저장 시스템, 이동 객체 데이터베이스, 시계열 데이터베이스, 내용 기반 멀티미디어 검색, 고차원 색인 구조 등

강 태 호(Tae-Ho Kang)

정회원



- 1999년 2월 : 호원대학교 정보통신공학과(공학사)
- 2002년 8월 : 충북대학교 정보산업공학과(공학석사)
- 2003년 3월~현재 : 충북대학교 정보통신공학과 박사과정

<관심분야> : 자료 저장 시스템, 데이터베이스 시스템, 웹 콘텐츠 관리 시스템, 웹 마이닝 등

윤 종 현(Yun-Jong Hyeon)

준회원



- 2003년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학사)
- 2005년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학석사)
- 2005년 3월~현재 : 충북대학교 정보통신공학과 박사과정

<관심분야> : 자료 저장 시스템, 데이터베이스 시스템, 시계열 데이터베이스, 이동 객체 데이터베이스 등

유 재 수(Jae-Soo Yoo)

종신회원



- 1989년 2월 : 전북대학교 컴퓨터공학과(공학사)
- 1991년 2월 : 한국과학기술원 전산학과(공학석사)
- 1995년 2월 : 한국과학기술원 전산학과(공학박사)

- 1995년 3월~1996년 8월 : 목포대학교 전산통계학과 전임강사
- 1995년 8월~현재 : 충북대학교 전기전자컴퓨터공학부 부교수

<관심분야> : 데이터베이스 시스템, 정보검색, 멀티미디어 데이터베이스, 분산 객체 컴퓨팅, 자료 저장 시스템 등