

가상화 스토리지 시스템 아키텍처에 관한 연구

최 성*

목 차

I. 가상화 아키텍처

1. Dynamic Mapping
2. LSF(Log Structured File)
3. Dual Redundancy 디스크 Array

II. 가상화 스토리지 장점

1. SnapShot Copy
2. 기존디스크의 1/4 용량만 필요
3. TEST 환경을 수초 내에 구축
4. 24*365 온라인 기능을 추가 비용 없이 구현
5. 데이터 장애 시 수 초안에 복구

III. 가상화 스토리지 저장 도입효과

IV. 결론

Abstract

외국의 하드웨어 제조업체들이 가상화 스토리지 기술을 발표하고 IT업계에선 가상화 스토리지 사업이 핫이슈(Hot Issue)로 떠오르고 있다. 가상화 스토리지 솔루션은 별도의 물리적인 저장공간이 필요없이 순간적인 데이터 복제가 가능한 하드웨어 디스크 및 소프트웨어를 가리킨다. 가상화 스토리지 솔루션을 이용하면 신속하게 데이터를 복제가 가능하다. 또한 데이터를 복제하기 위한 별도의 물리적인 저장공간이 필요없는 특징을 갖고 있다. 가상화 스토리지 솔루션의 핵심은 스냅샷(Snap shot) 기술이다. 이를 통해 복제에 걸리는 시간을 몇 초에서 몇 분 내 끝낼 수 있으며, 1 테라바이트를 이전의 방법으로 복제하기 위해서는 수 시간이 필요하지만 스냅샷 기술을 사용하면 불과 몇 분 안에 이를 끝낼 수 있다. 가상화 스토리지 솔루션은 저장장치 관련 비용을 절감할 수 있는 방안으로 연구되고 있다.

* 남서울대학교 컴퓨터학과 (한국디지털정책학회 부회장)

Dept. of Computer Science, NamSeoul University E-mail : sstar@nsu.ac.kr

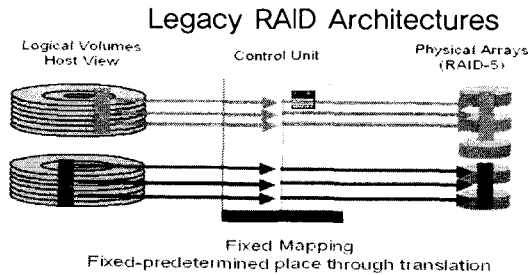
I. 가상화 아키텍처

1. Dynamic Mapping

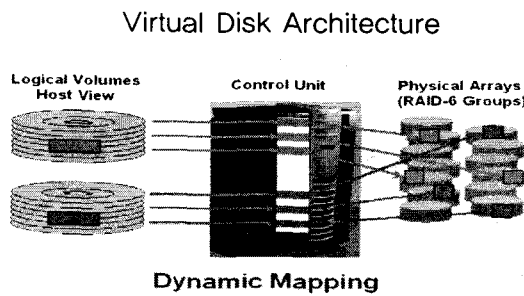
Legacy RAID 구조는 호스트에 보이는 위치와 실제로 데이터가 기록되는 위치는 고정(Fixed)적으로 Mapping되어 있어 각 트랙마다 고정된 위치, 고정된 용량을 미리 확보해야 된다. 고정 Mapping 방식은 빈도수가 높은 데이터를 성능이 같은 디스크로 반복해서 내보내고 있기 때문에

Bottleneck을 발생시키게 되며 디스크 증설 시마다 Conversion (Backup & Restore)을 필요로 한다. 그리고 데이터의 변경 시 항상 같은 위치에 변경이 되고 Read, Parity Check, Write, Write Parity순으로 4번의 IO가 발생한다.

가상화 디스크 구조는 호스트에서 보이는 Logical 볼륨과 실제로 데이터가 기록되는 Physical 디스크가 고정적으로 배정되는 것이 아니라 컨트롤러가 실제 위치를 할당하고 포인터를 가지고 있다. Logical 볼륨상에 있는 Logical 트랙들은 가용한 모든 Physical 디스크에 걸쳐서 분



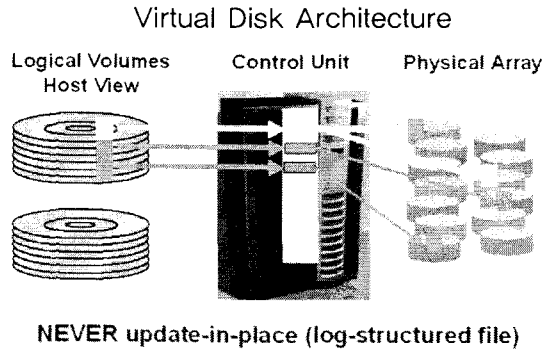
<그림 1> Legacy RAID 구조



<그림 2> 가상화 스토리지 디스크 구조

산되며 Update시 항상 새로운 곳에 Write를 하므로 2번의 IO만으로 변경이 이루어진다. 항상 새로

운 곳에 데이터를 Write하는 것이 가상화 기술의 핵심이다.



〈그림 3〉 가상화 스토리지 디스크 아키텍처

2. LSF(Log Structured File)

가상화 디스크에서는 Update시에 항상 새로운 곳에 Write를 하고 컨트롤러는 새로운 포인터를 가리킨다. Update 되기 전 데이터는 Snap Copy로 데이터가 사용 중이면 삭제되지 않고 Snap이 해제가 되면 DDSR(Deleted Data Set Release)에 의해 공간을 반환한다.

를 사용하고 있는데 이는 Raid 5에서 사용하는 P 패리티와 또다른 Q 패리티를 사용하고 있다. 이는 하나의 디스크가 장애를 일으켜서 복구 중에 있더라도 또다른 디스크에 장애가 발생한 경우에도 데이터를 복구할 수 있는 구조이다.

3. Dual Redundancy 디스크 Array

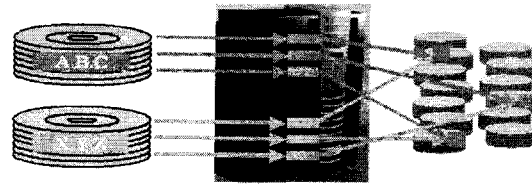
디스크의 장애발생시 데이터 손실을 방지하기 위하여 미러링이나 패리티를 사용한다. 미러링이나 RAID 5 타입의 디스크 Array에서는 하나의 디스크가 장애시 복구가 가능하지만 2개의 디스크가 장애시에는 복구가 불가능한데, 가상화 디스크에서 채택한 RAID 6+ 타입은 RAID 5에 또 다른 Error Correction Data를 생성함으로써 하나의 Array 내에서 두 개의 Disk에서 장애가 발생하여도 데이터를 보호할 수 있는 기법이다.

또한 RAID 플러스를 채택하여 Write 중에 발생하는 Parity Update에 필요한 여러 개의 Disk access를 하는 대신에 LOG STRUCTURE FILE을 이용하여 Array내의 새로운 위치에 Parity를 저장하므로 패리티에 의한 Bottleneck을 제거하였다. Raid 6+ 타입은 2개의 Redundancy 정보

Ⅱ. 가상화 스토리지 장점

1. SnapShot Copy

Online 시간의 연장 및 백업을 위하여 데이터를 복제하여 24*365 온라인 전환이나 야간 배치작업, 백업, 프로그램 테스트등의 작업을 수행하게 되는데 복제에 소요되는 시간과 비용, 시스템 중단되는 측면에서 볼 때 여전히 문제가 되고 있다. 가상화 스토리지만이 가능한 SnapShot은 가상화 디스크 아키텍처를 활용한 업계 유일의 솔루션이다. 복제 시 많은 시간을 요하는 기존의 솔루션과는 달리, 효율적인 방법으로 데이터를 복제하며 복제 시 데이터의 물리적 이동을 제거함으로써 CPU 비용, Channel 사용 및 데이터 복제 공간이 필요 없으며 신속한 데이터 복제로 어플리케이션의 가용성을 최대화 시켜준다.

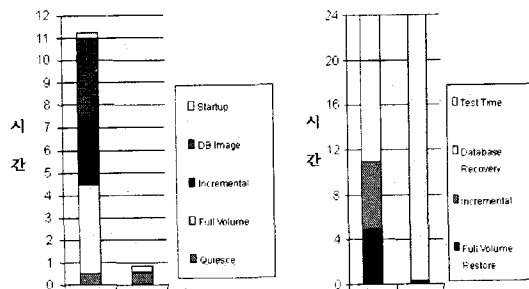


Copy Dataset A.B.C to X.Y.Z

〈그림 4〉 DB복제 시 물리적 방법

(그림 4)와 같이 Database A.B.C를 X.Y.Z로 복제 시 컨트롤러내의 포인터만 복사하므로 순간적으로 복제가 이루어지며 물리적인 데이터 이동이 필요 없으므로 추가적인 디스크 용량도 필요 없다. 원본 Dataset은 계속적으로 온라인을 가동하고 Update시 항상 새로운 곳에 Write되며 새로운 포인터가 지정 된다. 복제한 Dataset X.Y.Z는 백업이나 테스트를 위해서 사용된다. Snapshot은 데이터 자체를 복제하는 대신 시스템 내 데이터를 위한 새로운 뷰(View)를 만들어 준다. 데이터별로 독립된 뷰를 계속적으로 만들어 감으로써, 어플리케이션이 마치 여러 개의 물리적 데이터가 존재하여 각각 다른 데이터를 접하는 것처럼 인식케 하므로

복제 시 스토리지의 추가적인 증설이 필요 없다. 물리적으로 스토리지가 할당되는 것은 원본 데이터의 변경으로 추가되는 데이터에 해당되며 필요에 따라 2개의 뷰가 각각 독립적으로 동시에 Read/Write할 수 있다. Snapshot으로 뷰의 생성이 거의 순간적으로 수행되어지므로 어플리케이션 프로세싱의 실행이 신속하게 이루어지고 Snapshot Copy본은 나중에 다른 디스크나 테이프에 저장되어질 수 있으므로 부하를 분산시켜 성능을 향상시킬 수 있다. “순간적인 복제” 기능의 Snapshot은 24*364 가동이나 테스트, 백업등 여러 가지 중요한 비즈니스 어플리케이션을 위하여 매우 중요하다.



〈그림 5〉 스토리지 백업시 시간 단축 측정 예

(그림 5)는 기존 스토리지로 백업 시에 DB 이미지 백업, 증가분 백업, Full 백업 시에 11시간이 소요되었는데 Snapshot을 적용 시에 1시간 이내로 단축시킬 수 있었으며 400개의 볼륨(1TB)을 Snapshot Copy로 복제 시 5분이면 충분했다. 오른쪽 그림은 개발 테스트 환경을 구축 시 기존 스토리지로 구축하면 20시간이 소요되어 실 테스트 시간은 4시간밖에 할 수 없었으나 Snapshot 적용 시에는 24시간 정도의 테스트를 진행할 수 있음을 보여주고 있다.

2. 기존디스크의 1/4 용량만 필요

기존 스토리지는 디스크의 장애에 대비하여 2배의 용량이 필요합니다. 또한 온라인의 연속성을 유지하기 위하여 추가로 2배의 용량이 필요하여 총 4배의 디스크 용량이 필요하다. 즉 1TB의 데이터를 위하여 4TB의 디스크 용량을 구매해야 한다. Over Allocation 및 여유공간까지 감안하면 실제로 600GB의 데이터를 위하여 4TB의 디스크를 구매해야 한다. 그러나 가상화 스토리지는 1TB만 구매하면 기존디스크 4TB와 동일한 기능을 완벽하게 수행할 수 있다. 이는 가상화 디스크의 RAID 6+에 의한 완벽한 디스크 보호 기능과 SnapShot 기능에 의하여 가능하다. 가상화 스토리지는 Database에 의해 사전 할당된 디스크 공간에는 실질적으로는 디스크 절대 공간을 배정 하지 않는다. 즉 할당 영역은 디스크 공간을 차지하지 않으며, 실 데이터가 발생할 때 디스크 공간을 차지한다. 또한 디스크장애나 온라인 연속성 유지를 위한 추가 디스크 구매가 필요 없기 때문에 실 데이터량만을 고려하여 디스크를 구매한다. 여유분을 미리 구매할 필요가 없으며, 증설 시 시스템 Down 없이 유연한 증설이 가능하다. 온라인 시간의 연장 및 백업을 위하여 데이터를 복제 시 많은 시간을

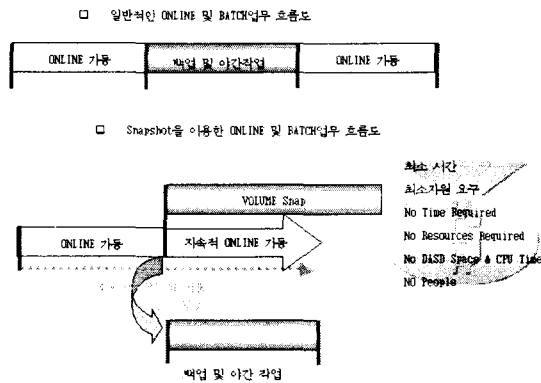
소요하는 기존의 솔루션과는 달리, 포인터 Copy를 이용하여 데이터를 복제하며, 데이터의 물리적 이동을 제거함으로써 CPU비용, Channel 사용 및 데이터 복제 공간이 필요 없다.

3. TEST 환경을 수초 내에 구축

어플리케이션 개발을 위한 테스트 환경을 구축할 때에 테스트 용량을 확보하고 백업 받은 데이터를 Restore하여 백업을 진행한다. 가상화 디스크는 온라인중인 데이터를 Snap Copy하여 수초 내에 테스트 환경을 구축할 수 있다. 테스트 환경을 구축 시 추가로 용량이 필요하지 않으며 가동중인 데이터를 사용하여 테스트를 진행할 수 있으므로 업무 전환이 용이하게 이루어진다. Snapshot Copy는 볼륨단위, 데이터셋단위, DB단위, LUN 단위로 각각 가능하다.

4. 24*365 온라인 기능을 추가 비용 없이 구현

금융권을 비롯한 대기업 및 공공 기관들은 대 고객서비스 개선을 위해 24*365를 구현한다. 그러나 24시간 On-line 서비스를 하기 위하여 Backup이 문제이다. On-line중인 많은 Data를 짧은 시간에 완벽한 Backup을 받기 위하여서는 많은 비용 및 노력이 투자되어야 한다. 스토리지텍 가상화 디스크와 순간 복제 소프트웨어인 Snapshot을 이용하면 대량의On-line 데이터를 수 십초의 시간 안에 복사하고 복사된 Snapshot Volume 및 데이터 베이스는 야간 Batch 및 백업 작업에 활용된다. 기존 Online Volume을 24*365로 전환하여 무 중단 시스템환경을 구축할 수 있다. Snap 되어진 Volume으로 백업 및 야간 작업 시 기존 Online Volume과는 무관하게 사용되므로 완벽한 24*365를 구현할 수 있다.

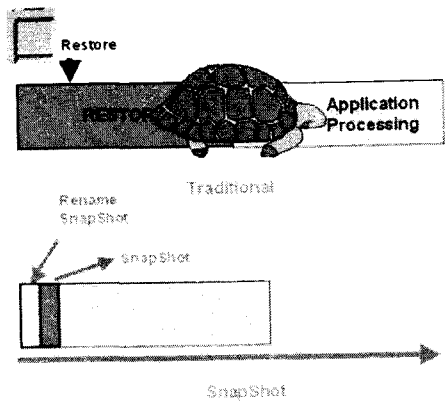


〈그림 6〉 백업 시 가동 흐름도

5. 데이터 장애 시 수 초안에 복구

전통적인 복구 방법인 테이프로 백업한 데이터 인 경우 복구(restore) 시간은 Backup 시간보다 많이 걸린다.

Snapshot을 이용하면 테이프로 복구 시 수 시간 걸리는 복구작업이 데이터량에 상관없이 수초에서 수분 내에 복구할 수 있었다.



〈그림 7〉 데이터 장애시 복구 방안

또한 Restore후에도 정상 가동까지는 여러 번의 테스트와 복구된 데이터의 검증이 필요하다. 테이프 복구 시 만약 테이프 파손이나 테이프 드라이브의 장애가 발생하면 복구시간은 예측할 수가 없다. 따라서 테이프를 통한 완벽한 복구작업은 백업 시 부터 2벌 이상의 데이터 Copy를 해야한다.

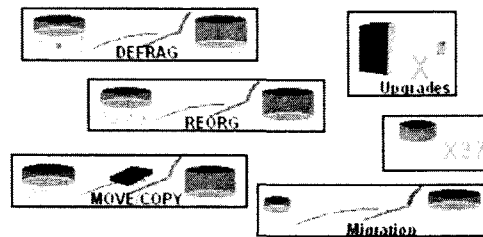
6. Self-Tuning 기능으로 스토리지 관리비용 절감

스토리지 성능향상을 위한 데이터 Move, Defrags, Reorgs, 볼륨 추가 등 비생산적인 I/O 발생으로 관리 및 운영비용이 많이 들고 이런 작업 중에는 데이터를 사용하지 못한다. 가상화 스토리

지는 할당되어지지 않은 공간 혹은 할당되었더라도 사용되지 않은 스토리지는 유효 용량을 차지하지 않으므로 공간 관리의 필요성도 줄어들게 되고 성능향상을 위하여 데이터의 이동이나 Defrags 작업등이 물리적인 데이터의 이동이 일어나지 않고 컨트롤러내의 포인터만 재정립하면 되어 순간적으로 이루어지므로 비즈니스의 연속성이 보장되며 실질적인 스토리지 관리비용이 감소되어 스토리지 관리를 최소화 할 수 있다.

하기 위해서는 이전 같으면 물리적으로 500기가 바이트의 저장장치가 필요했다. 그러나 가상 스토리지 솔루션은 실제 데이터를 복제하는 것이 아닌, 데이터를 가리키고 있는 포인터를 복제한다. 따라서 추가적인 물리적 저장공간 없이도 원본과 같은 데이터를 복제할 수 있다. 가상 스토리지 솔루션의 핵심인 스냅샷(Snap shot)을 이용한 복제는 수 초에서 수 분 안에 끝낼 수 있다. 1 테라바이트를 이전의 방법으로 복제하기 위해서는 수 시간이 필요

Scheduled Outages...



〈그림 8〉 가상화 스토리지

Ⅲ. 가상화 스토리지 저장 도입효과

가상(Virtual) 스토리지 솔루션은 별도의 물리적인 저장공간(디스크 등) 없이, 순간적인 데이터 복제가 가능한 하드웨어 디스크 및 소프트웨어를 의미한다. 가상 스토리지 솔루션을 이용하면 매우 신속하게(기존 몇 시간 걸리던 것이 몇분 정도로) 데이터를 복제할 수 있다. 특히 데이터를 복제하기 위한 별도의 물리적인 저장공간이 필요 없다는 것이 특징이다. 즉 500기가바이트의 데이터를 복제

하지만 스냅샷 기술을 사용하면 불과 몇 분 안에 이를 끝낼 수 있다. 가상 스토리지 솔루션은 저장장치 관련 비용을 획기적으로 절감할 수 있는 혁신적인 기술이다.

금융기관은 스토리지 솔루션 도입을 통해 추가적인 디스크 구입의 필요성을 상당부분 줄일 수 있다. 한 예로서 신정보시스템을 테스트하기 위한 테스트원장 구축을 위해서는 약 1.5 테라바이트의 추가적인 디스크가 필요했다. 하지만 가상 스토리지 솔루션을 도입하여 약 5백 기가바이트 정도의 디스크를 가지고 테스트 작업을 진행할 수 있었다." 즉 은행은 가상 스토리지 솔루션과 500기가바이트의 디스크를 통해 1.5테라바이트의 추가적인 디

스크 구입 문제를 해결한 것이다.

IV. 결 론

가상 스토리지 솔루션은 적지 않은 이점을 제공하는데, 애플리케이션 테스트를 용이하게 함으로써 애플리케이션 개발 기간을 단축시킬 수 있으며, 또한 데이터 백업에 거의 시간이 들어가지 않기 때문에 IT 인력들을 보다 효율적으로 활용할 수 있다. 새로운 기술을 도입한다는 것은 항상 위험을 동반한다. 가상화 스토리지 솔루션은 금융에서 기술을 도입한 것은 솔루션의 효과가 명백했기 때문이다. 은행이 안고 있던 고민거리인 신정보시스템에 대한 테스트 작업을 단축시키고 추가적인 디스크 구입 문제를 해결할 수 있었다.

가상화 스토리지 기술이 많은 장점을 가지고 있다. 은행의 경우 신정보시스템 구축 문제, 추가적인 저장장치 비용 문제 등에 대한 해법을 찾는 과정에서 자연스럽게 가상 스토리지 솔루션이 대안으로 제시되고 있다. 그러나 이러한 위험 수용은 이제 커다란 기회로 나타나고 있으며, 애플리케이션 개발 기간이 단축이 IT 인력운용과 비용측면에서 적지 않은 효과를 가져오고 있다. 추가적인 저장장치의 요구도 상당 부분 줄어들었으며, IT인력을 보다 효율적으로 운영하게 된다.

참 고 문 헌

1. White paper of Constellation 3D Inc. in www.c-3d.net/.
2. www.sony.co.jp/en/SonyInfo/News/Press/200011/00-54E1/
3. www.hp.com/hpinfo/newsroom/press/02nov00.htm.
4. "Read only technology" in www.calimetrics.com/Technology/ReadOnly/readonly.html.
5. White paper of Zen Research in www.xenresearch.com.
6. E. Betzig et al., "Near-field magneto-optics and high density data storage", *Appl. Phys. Lett.*, Vol. 61, pp.142-144, 1992.
7. B. D. Terris, et al., "Near-field optical data storage using a solid immersion lens", *Appl. Phys. Lett.*, Vol 65, pp.388-390, 1994.
8. G. R. Knight, "Near field recording", in www.nswc.navy.mil/cosip/nov98/sugg1198-2.shtml.
9. www.terastor.com/tech.html.
10. "Near-field method to extend optical recording" in www.semiconductor.net/semiconductor/issues/issues/2000/20.../six000901et.as
11. A. Partovi et al., "High-power laser light source for near-field optics and its application to high-density optical data storage", *Appl. Phys. Lett.*, Vol. 75, pp.1515-1517, 1999.
12. www.norsam.com/rom.html.
13. "Integral near-field optics" in www.calimetrics.com/Technology/Nearfield/nearfield.html.
14. "3-D optical memory" in www.rl.af.mil/div/IFB/techtrans/datasheets/3DOptMem.html.
15. J. L. Kann et al., "Mass storage and retrieval at Rome Laboratory, USAF", in www.tradespeak.com/htmldocs/1900.html.
16. S. Kawata and Y. Kawata, "Three-dimensional optical data storage using photochromic materials", *Chem. Rev.*, Vol. 100, pp.1777-1788, 2000.
17. J. Ashley et al., "Holographic data storage", *IBM. J. Res. Develop.*, Vol. 44, pp.341-368,