

스토리지 네트워크에서 인-밴드 스토리지 네트워크 가상화

차보훈^o 황중선

고려대학교 대학원 소프트웨어공학과

borongyee^o@korea.ac.kr , hwang@disys.korea.ac.

Virtualization of In-Band Storage Network In Storage Network

Bo-Hoon Cha^o Chong-Sun Hwang

Dept. Of Computer Science & Engineering, Korea University

요 약

블록 매니저뿐 아니라 RAID 시스템 또는 서버를 기반으로 하는 가상화 기술은 그 관리범위가 제한적이며 데이터 센터 전체를 대상으로 하는 솔루션으로 발전되기 어렵다. 같은 이유로 온라인 스토리지를 관리하는 비용은 관리되는 서버의 수에 비례하여 증가한다. 또한 데이터 센터 자체가 아닌 개별 서버의 요구사항에 초점을 맞추고 있다는 점에서 서버 중심적인 가상화 기술이라 할 수 있다. 스토리지 네트워크를 기반으로 가상화 기술로 구현하는 경우, 관리범위를 데이터 센터 전체를 범위로 하는 관리 및 가상화를 통해 관리비용을 절감할 수 있다. 본 논문에서는 블록 스토리지를 가상화하는데 사용되는 네트워크 인프라스트럭처에 대해서 분석하고, 가상화 매개변수를 관리하는 경우에 따른 인-밴드 가상화에 대해서 연구, 분석 및 새로운 모델을 제시하고 구현했다. 그리고 서버 중심적 가상화 기술과 성능 비교, 분석을 통하여 인-밴드 스토리지 네트워크 가상화 기술의 우수성을 나타낸다.

1. 서 론

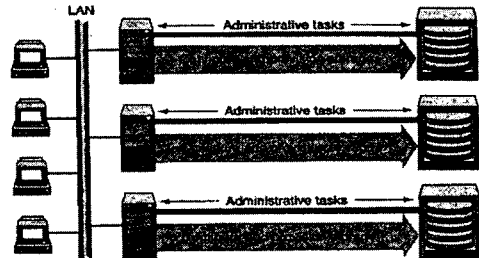
RAID 시스템 또는 블록 매니저를 이용하여 스토리지 가상화 환경을 관리하는 경우, 개별 서버들의 요구사항을 정리하고 반영하기 위해 관리자는 서버에서 실행중인 각 애플리케이션별로 용량, 성능, 가용성 요구수준을 점검해야 하며, 다른 서버들과 스토리지를 공유하는 애플리케이션에 적절한 품질의 스토리지 서비스를 제공하기 위한 일련의 조치를 수행해야 한다. 이렇게 스토리지를 서버 단위로 관리하는 경우, 관리비용은 데이터 센터의 서버 수에 비례하여 증가한다. 새로운 서버가 추가될 때마다 애플리케이션 관리자와 시스템 관리자 간의 협의를 거쳐야 하며, 또 시스템 관리자들 간의 논의를 통해 적절한 스토리지 분배방안을 결정해야 한다. 경우에 따라 이러한 비용은 데이터 센터의 규모가 커짐에 따라 기하급수적으로 증가할 수도 있다.

스토리지 네트워크는 스토리지 데이터 센터 전체를 범위로 하는 관리 및 가상화를 통해 관리비용을 절감할 수 있다. 또한 서로 다른 유형의 네트워크 스토리지 디바이스를 논리적으로 조합할 수 있다는 점은 커다란 혜택으로 간주된다. 또한 지능화된 스토리지 인프라스트럭처 컴포넌트를 이용하여 스토리지 관리의 범위를 전체 데이터 센터로 확장하는 것이 가능하며, 전체 데이터 센터의 스토리지 환경을 통합적으로 관리하기 위한 방안이 고민되기 시작한 것도 바로 이러한 인프라스트럭처 컴포넌트를 이용하기 때문이었다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련연구로서 서버 중심적 스토리지 가상화 기술과, 네트워크 중심적 스토리지 가상화 기술 살펴본다. 3장에서는 단점을 보완한 인-밴드 스토리지 네트워크 기반 블록 가상화 모델을 제시한다. 4장에서는 결론 및 향후 추가 연구가 필요한 부분에 대해 기술한다.

2. 관련 연구

2.1 서버 중심적 스토리지 가상화 기술.



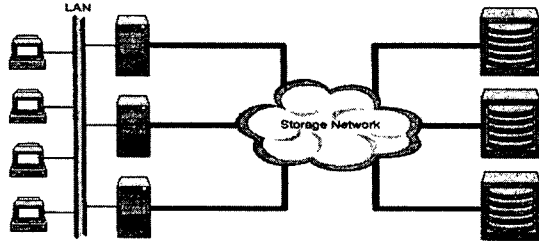
[그림 1] 서버 중심적 스토리지 가상화

[그림 1]은 관리자에 의해 개별적으로 관리되는 세 대의 서버로 구성된 데이터 환경을 나타내고 있다. 관리자는 서버에서 실행 중인 각 애플리케이션별로 용량, 성능, 가용성 요구수준을 점검해야 하며, 다른 서버들과 스토리지를 공유하는 애플리케이션에 적절한 품질의 스토리지 서비스를 제공하기 위한 일련의 조치를 수행해야 하며, 아래와 같은 두 가지 사항[1]이 포함된다.

- 구성 (configuration) : 필요한 용량, 성능 및 가용성 요구수준을 만족하는 어레이를 구성한다.
- 프로비저닝 (provisioning) : 구성된 어레이의 일부를 가상디바이스의 형태로 서버에 할당한다.

이렇게 서버 단위로 관리하는 경우, 새로운 서버가 추가될 때마다 애플리케이션 관리자와 시스템 관리자 간의 협의를 거쳐야 하며, 또 적절한 스토리지 분배방안을 결정해야 한다. 경우에 따라 이러한 비용은 데이터 센터의 규모가 커짐에 따라 기하급수적으로 증가할 수도 있다.

2.2 네트워크 중심적 스토리지 가상화 기술



[그림 2] 네트워크 중심적 스토리지 가상화

[그림 2] 은 다수 스토리지 디바이스와 서버가 하나의 네트워크 구성을 공유하는 경우, 그 해법은 크게 달라진다.

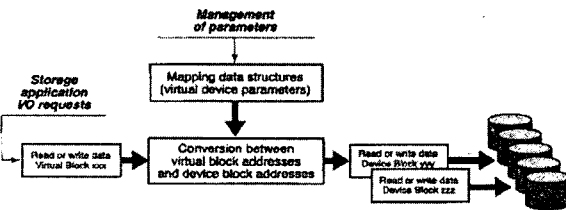
스토리지 네트워크는 아래와 같은 세 가지 기본 특성[1]을 갖고 있으며, 데이터 센터 전체를 범위로 하는 관리 및 가상화를 통해 관리비용을 절감할 수 있다.

- 완전한 상호연결 : 스토리지 네트워크가 갖는 가장 중요한 속성은, 데이터 센터의 모든 서버와 스토리지가 완벽하게 연결될 수 있다는 점이다.

- 이기종 서버 및 스토리지 디바이스의 지원 : 서로 다른 유형의 네트워크 스토리지 디바이스를 논리적으로 조합할 수 있다는 점은 커다란 혜택으로 간주된다.

- 지능형 인프라스트럭처 : '지능형 인프라스트럭처'란 최종점점(서버 또는 스토리지 디바이스)에 위치한 스토리지 관리기능을 네트워크 내부의 임의 자점에 이식하는 것이 가능함을 의미한다.

2.3 블록 스토리지 가상화의 핵심 컴포넌트.



[그림 3] 블록 스토리지 가상화의 핵심 컴포넌트

[그림 3] 은 가상화 디바이스를 구성하는 핵심 컴포넌트를 보여주고 있다. 블록 스토리지 가상화에는 두 가지 핵심 구성요소 [1][3]가 존재한다. 블록 어드레스와 논리적 블록 어드레스간의 변환이 그 첫 번째 이고, 가상화 매개변수(디바이스, 어드레스, 블록 영역, 'stripe depth' 등)의 관리가 두 번째이다.

파일 시스템 및 DBMS 에 의해 발생된 I/O 요청은 디스크 드라이브 또는 LUN[2]이 이해할 수 있는 명령으로 변환되어야 한다.

디스크 어레이의 블록 어드레스 변환 작업은 테이블 조회와 매개변수를 기반으로 알고리즘 방식으로 구현된다.

2.4 인-밴드 가상화.

인-밴드 가상화는, 가상화 매개변수가 영구적으로 저장되고 관리되는 기능이 구현되는 위치를 기준으로 구분된다.

I/O 요청의 블록 어드레스 변환을 수행하는 개체 (볼륨 매니저 또는 네트워크 가상화 컨트롤 소프트웨어) 가 가상화 매개변수를 함께 관리하는 경우, 이를 인-밴드 가상화 (in-band virtualization)[1][2] 라 부른다.

3. 인-밴드 스토리지 네트워크 가상화

3.1 인-밴드 스토리지 네트워크 가상화

인-밴드 스토리지 가상화란 블록 어드레스 변환을 수행하는 개체와 블록 어드레스 변환을 위한 매개변수를 관리하는 개체가 동일한 경우를 의미한다.

인-밴드 가상화 어플라이언스를 포함하는 시스템은 스토리지 용량의 추가, 또는 서버의 추가를 통해 확장될 수 있다.

3.2 인-밴드 스토리지 네트워크 가상화 장점

- 인-밴드 가상화는 서버 기반 볼륨 매니저와 RAID 시스템이 갖는 장점을 고루 취하고 있다고 말할 수 있다. 인-밴드 가상화 장비는 볼륨 매니저와 마찬가지로 운영체제의 I/O 드라이버를 이용하여 스토리지에 접근한다.

- 운영체제가 지원하는 물리적/가상적 스토리지 디바이스의 범위는 RAID 시스템과 비교했을 때 폭이 넓고, 다양한 종류의 스토리지를 지원하는 것이 가능하다.

- 인-밴드 가상화는 RAID 시스템과 장점을 공유하기도 한다. 인-밴드 가상화 장비는 하부의 스토리지 계층을 LUN[2]으로 가상화하여 애플리케이션에 제시한다. 따라서 애플리케이션 서버에 별도의 소프트웨어가 필요하지 않으며, 이는 볼륨 매니저가 갖는 단점을 극복한 예의 하나로 볼 수 있다[4]. 또 인-밴드 가상화는 볼륨 매니저보다 넓은 범위의 서버 플랫폼을 지원한다.

- 인-밴드 가상화 장비는 보안측면에서도 뛰어나다. 가상화 컴포넌트 (또는 I/O 와 관련된 다른 소프트웨어) 의 버그로 인해, 특정 데이터 블록이 전혀 관련되지도 않은 서버에 덮어 씌워지거나 손상될 가능성은 얼마든지 존재한다. 인-밴드 가상화의 경우, 가상화 장비가 모든 디바이스와 애플리케이션 서버의 경로 관리를 담당하므로 이런 문제가 없다.

인-밴드 가상화 장비에는 스토리지 네트워크 조닝 또는 RAID 시스템 LUN 마스킹 기능을 사용하여 서버와 스토리지에게 조합을 미리 결정할 수 있고, 또 인증을 요구하는 것도 가능하다.

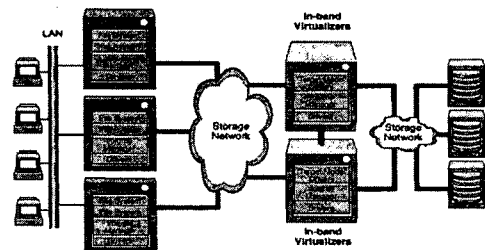
3.3 인-밴드 스토리지 네트워크 가상화 단점

- 안정성 (robustness) : 가상화 장비에 장애가 발생하는 경우 전체 스토리지에 대한 액세스가 차단되고, 데이터 센터의 가동이 완전히 중단될 수도 있다.

- 확장성 : 관리할 수 있는 연결의 수와 데이터 처리량에 한계에 부딪치는 경우, 새로운 네트워크를 구성하는 대안 밖에 없다.

3.4 제안하는 인-밴드 스토리지 네트워크 기반 블록 가상화.

3.4.1 안정성을 보완한 인-밴드 스토리지 네트워크 가상화.



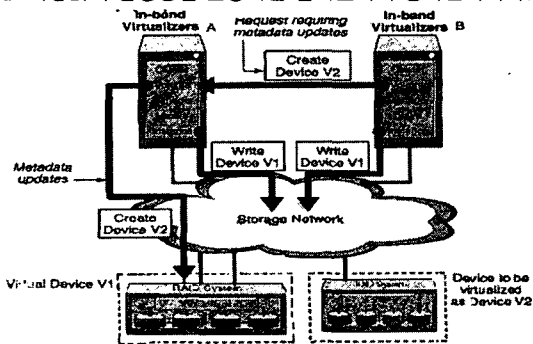
[그림 4] 인-밴드 스토리지 네트워크 가상화 장비

인-밴드 가상화를 수행하는 디바이스를 서버와 스토리지 사

이에 추가하여 안정성을 보완하는 모델을 제시한다.

인-밴드 가상화를 수행하는 디바이스는 SAN 어플라이언스(SAN appliance), 가상화 엔진(virtualization engine), 가상화 어플라이언스(virtualization appliance) 등의 다양한 이름으로 불린다.[4] [그림 4] 를 통해 알 수 있듯, 인-밴드 가상화 어플라이언스를 포함하는 시스템은 스토리지 용량의 추가, 또는 서버의 추가를 통해 확장될 수 있다. (이때 스토리지 용량과 서버의 수는 서로 독립적이다.) [그림 4] 에는 두 개의 인-밴드 가상화 어플라이언스가 구성되어 있으며, 두 장비 모두 같은 스토리지 디바이스, 같은 클라이언트에 연결되어 있다.

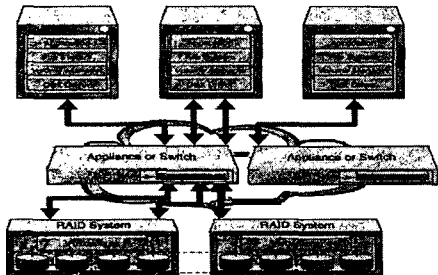
다음의 클러스터 안정성 방법을 적용하여 인-밴드 스토리지 네트워크 가상화의 안정성을 보장하는 클러스터의 동작원리이다.



[그림 5] 마스터-슬레이브 클러스터 볼륨 매니저

[그림 5] 의 메타데이터에 대한 모든 변경작업(새로운 가상 디바이스의 생성, 가상 디바이스의 크기 변경, 미러 분리 등)은 하나의 볼륨 매니저 인스턴스에 의해 수행된다. 단일 마스터 서버(master server)가 가상화 메타 데이터에 대한 변경 작업을 담당하며, 다른 서버들은 슬레이브(slave)로 동작하면서 데이터에 대한 읽기/쓰기 작업을 수행한다. 메타데이터를 업데이트 해야 할 필요가 있는 경우, 슬레이브 서버는 마스터에 요청을 전달하고 작업이 완료되기를 기다린다. 즉 메타데이터의 안정성과 보안성을 보장하기 위한 목적으로 적용하였다.

3.4.2 확장성을 보완한 인-밴드 스토리지 네트워크 가상화.



[그림 6] 인-밴드 스토리지 네트워크 기반 블록 가상화

또 다른 관점에서 바라본 인-밴드 스토리지 가상화를 제시하고자 한다. [그림 6] 을 통해 가상화 장비와 다른 시스템 컴포넌트가 갖는 관계를 강조하며, 중요한 세 가지 사실을 추론할 수 있다.

첫 번째, 서버 기반 볼륨 매니저와 마찬가지로, 인-밴드 가상화 장비는 모든 유형의 스토리지를 가상화 할 수 있다.

두 번째, 여러 디바이스의 스토리지 용량을 조합하여 하나의 어

레이를 구성하는 것도 가능하다.

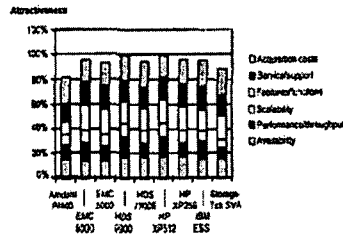
세 번째, 인-밴드 가상화 장비에 의해 구성된 어레이를 파티션(partition) 하여 분할할 수도 있다.

[그림 6] 를 통해 논의되어야 할 가장 중요한 사실은, 인-밴드 네트워크 스토리지 가상화의 관리범위가 데이터센터 전체로까지 확장될 수 있다는 점이다. 스토리지 네트워크를 통해 연결된 모든 스토리지 디바이스는 가상화 될 수 있다.

서버의 경우 별도의 소프트웨어 컴포넌트가 불필요하므로 서버 기반 가상화의 경우보다 한층 용이하게 확장될 수 있다.

3.5 성능 분석

스토리지 저장관리시스템의 성능 비교분석은 전문 평가기관인 Gartner Group 와 WithSoundView 분석자료를 중심으로 살펴보고자 한다.



Gartner Group[6]에서 조사한 저장관리시스템의 가격, 서버지원, 특성, 기능, 성능, 유용성, 확장성 측면에서 성능 분석이 [그림 7] 과 같다. 종합적인 수행 능력 측면에서 인-밴드 가

상화 수행디바이스를 적용한 HP(Hewlett Packard)의 XP512 와 HDS(Hitachi Data System)의 9900 제품이 서버중심 DAS (Direct Attached Storage) 구성의 EMC 8000 과 HDS 7700E 보다 우수한 성능을 보였다.

WithSoundView[7]는 성능측면에서 NetWork Appliance , IBM DAS[2]적용제품 순으로, 서비스측면에서는 NetWork Appliance 적용제품이 가장 우수한 것으로 조사되었다.

4. 결론 및 향후 과제.

본 논문에서는 스토리지 네트워크의 연결성의 용이성과 이기 종과의 호환과 지능형 장비의 구현이 용이하다는 장점을 이용, 네트워크 기반의 스토리지 가상화 기술인 인-밴드 가상화 기술을 적용하여 블록 가상화를 구현해 보았고, 인-밴드 가상화 기술의 안정성 또는 가용성의 문제가 지적되고 있어, 이러한 문제를 보완하기 위해 인-밴드 가상화 장비의 클러스터링의 적용 및 구성에 대해서 연구하였다. 향후 과제는 인-밴드 가상화 장비의 문제점인 I/O 경로의 복잡성을 단순화하고, I/O 처리시간의 단축을 위해 연구 중이다.

참고문헌

[1] 폴메시글리아, 프랭크 공저 "스토리지 가상화의 재정의", Veritas Korea (2004)
 [2] SNIA 온라인 용어사전 <http://www.snia.org/dictionary>
 [3] Alan Zeichick, "The Software Side of Storage" EMedia Magine, <<http://www.emediaalive.com>> [2003.5.7]
 [4] IDC, Worldwide Storage Service Provider Forecast and Analysis:2000-2005
 [5] 조윤희, "디지털콘텐츠의 저장관리시스템기술에 관한 연구", 정보학회지 제34권
 [6] Gartner Group, "Storage Network Infrastructure 2002: A guide to market Definition and Forecast Methodology"
 [7] WitSoundView, "SoundView Technology Group Homepage" [2003.5.7] <<http://research.SoundView.com/soundview/public/sndvresearch.asp>>