

# 가상화 방법의 비교

안창용O 유혁

고려대학교 정보통신대학원 컴퓨터공학과

e-mail : {luckyan, hxy}@korea.ac.kr

## Comparison of Virtualization Method

Changyong AnO, Chuck Yoo

Department of Computer Engineering, Korea University

### 요 약

가상화란 직접적으로 보이지 않는 기능에 의해 사용자가 물리적인 자원을 논리적인 자원으로 변환하여 물리적인 제약으로부터 벗어나 보다 유연하게 IT자원을 이용할 수 있게 해 주는 기술이다. 시스템 가상화를 통하여 증대되고 있는 시스템 운용의 복잡성을 크게 줄일 수 있으며, 빈번한 업그레이드 등 유지보수에 드는 비용을 크게 절감할 수 있다. 현재 대두되고 있는 가상화 기술별 벤더의 차이점에 대해 비교 분석하였다.

### 1. 서 론

하드웨어 가상화 시도는 지금으로부터 40여년전 (1960년대 후반) 메인프레임에서 서버를 분할하는데서 태동한 기술이다. 가상화의 등장배경은 현재 15 ~ 20%정도 밖에 사용되지 않는 낮은 서버 활용률에 있다. 이를 가상화 솔루션을 도입하여 80%까지 활용률을 높여보자는데서 가상화가 등장하였다. 그 외 CRM, ERP 등 다양한 서버가 확충됨으로서, 수십 개의 서버를 가져다가 가상화 솔루션을 도입하여 효율적인 통합 관리를 하자는 것이다. 이외에도 유휴 자원의 효율성 증대 및 비용절감에 대한 효과가 있다.

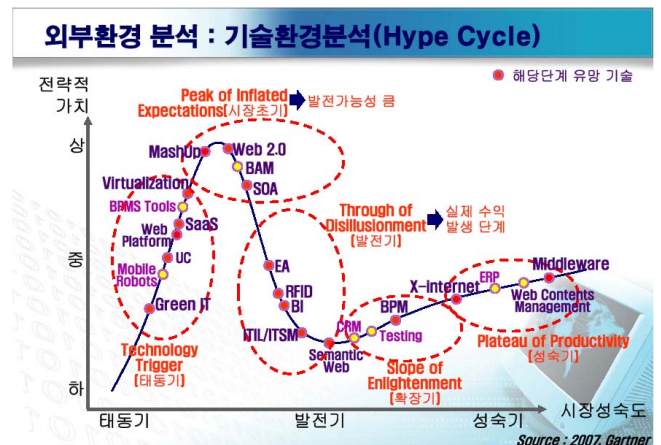
가상화의 정의는 물리적으로 다른 시스템을 논리적으로 통합하거나 하나의 시스템을 논리적으로 분할해 자원을 효율적으로 사용하는 기술이다.

Cartner에서는 사용자에게 자원의 물리적 속성이나 영역이 감춰진 채 제공되는 자원의 모음이라고 정의하고 있고, 한국정보통신기술협회(TTA)에서는 컴퓨터 운영체제(OS)를 시스템 구조나 하드웨어에 영향을 받지 않고 설치 및 사용 할 수 있도록 하는 기술이라고 하고 있다. 또한 2007년 Cartner 10대 전략적 기술에서 가상화 2.0이 선정되었으며, 기존 가상화 기술이 한계가 있으며, 앞으로는 여기에 자동화 기술을 가미한 가상화 2.0이 주목을 받을 것이라 하

였다. [1][2][3]

### 2. 관련 연구

2.1 가상화 기술 동향  
2007년. Cartner .



(그림 1) (2007년 Cartner 유망 기술)

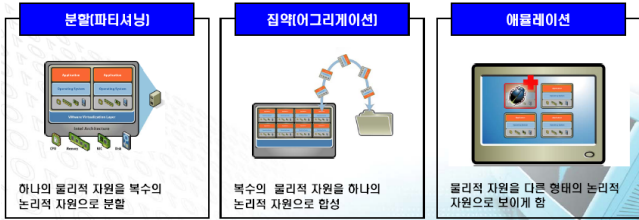
위 (그림 1)에서 보면 가상화 기술 과 SaaS와 더불어 태동기 기술로 분류 할 수 있다.[4]

### 2.2 가상화 기능

가상화의 기능은 크게 분할, 집약, 애플리케이션 3개로 구분할 수 있다. 분할이란, 하나의 물리 자원을

복수의 논리 자원으로 간주 하여 사용하는 것으로서 [(예) 서버의 가상화가 있다.] 집약이란, 복수의 물리 자원을 하나의 논리 자원으로 간주 하는 것으로서 [(예) 스토리지 가상화, 그리고, 프로비저닝이 있다.] 애플리케이션이란, 어떠한 물리 자원을 다른 유형의 논리 자원으로 보이게 하는 것이다.

[(예) JVM(Java Virtual Machine), Telent]



(그림 2) (가상화의 기능)

2.3 가상화 기술 분류

가상화 기술은 크게 4개로 구분 한다.

①인프라 가상화, ②인포메이션 가상화 ③워크로드 가상화. ④소프트웨어 가상화

①. 인프라 가상화

①-1 서버 가상화는 하나의 서버에서 여러 개의 애플리케이션, 미들웨어, 운영체제들이 서로 영향을 미치지 않으면서 동시에 사용될 수 있도록 한다.

- 대표적 업체 VMware

(서버 가상화 개념도)

애플리케이션 파티셔닝			
OS 파티셔닝			
하이퍼바이저	I/O 가상화		
하드웨어 파티셔닝	물리적 파티셔닝	논리적 파티셔닝	서브 프로세서 파티셔닝

(그림 3) (서버 가상화 개념도)

<서버 가상화의 종류>

. 물리적 파티셔닝이란, 시스템 내부를 구성하는 물리적 시스템 보드 단위로 서버를 분할해 파티셔닝 하는 기술이다.

. 논리적 파티셔닝이란, 주소 매핑 메커니즘에 의해서 서버 자원을 각 파티션 별로 격리해 제어하는 기술이다.

. 서브 프로세서 파티셔닝이란, 한개의 프로세서 상에 여러 개의 독립적인 파티션을 구동하는 기술이다.

. 하이퍼바이저 파티셔닝이란, 물리적 서버 위에 존재하는 가상화 레이어로서 운영 체제가 구동할 수 있는 하드웨어 환경을 가상으로 만드는 기술이다.

. O/S 파티셔닝: 운영체제 위에 하이퍼바이저가 별도로 설치된 후 파티션을 나누어 게스트 운영 체제들이 설치 및 운영되는 아키텍처이다

. 애플리케이션 파티셔닝이란, 단일 운영체제 상에서 애플리케이션들이 CPU나 I/O 디바이스 등을 공유하면서 독립된 메모리 활동영역을 할당받아 서로 영향을 미치지 않으면서 가동되는 형태이다.

①-2 스토리지 가상화 는 스토리지 자원을 논리적인 풀 개념을 도입해 여러 스토리지 시스템 사이의 리소스 공유를 통해서 물리적인 경계의 한계를 극복하는 개념이다. - 대표적업체 EMC

<가상화 스토리지 개념도>



(그림 4) (가상화 스토리지 개념도)

<스토리지 가상화의 종류>

. 컨트롤러 파티셔닝이란, 스토리지 서브시스템 또는 컨트롤러를 파티션으로 나누어 마치 여러 개의 컨트롤러가 있는 것처럼 하는 것이다.

. 스토리지 블록 가상화란, 사용자에게 제 각기 물리적으로 다른 스토리지 컨트롤러에 들어 있는 유휴 디스크 조각을 모아서 가상 디스크를 생성하는 것이다.

. 파일 시스템 가상화란, SAN 상에서 공통으로 사용이 가능한 파일 시스템을 구성해서 운영 체제 플랫폼에 관계없이 데이터 공유와 정책 기반의 단일화된 관리를 가능하게 하는 기술이다.

. 테이프 가상화란, 테이프 드라이브 또는 테이프 라이브러리가 없는 상황에서 가상화 테이프를 인식하게 하는 기술이다.

. IPSotr 기능 (Service Enabled Device) : 기존 사용중인 스토리지 볼륨 및 환경에 대해 IPStor 기반의 가상화 구현시 IPStor의 온라인 데이터 마이그레이션 기능인 SED를 통하여 서버의 최소 다운타임으로 스토리지 하단의 이기종 데이터에 대한 데이터 백업 및 마이그레이션이 가능한 환경으로 구축한 것이다.

IPStor가 없는 기존 스토리지의 데이터를 IPStor의 리소스로 인식시킴으로써 IPStor의 스토리지 서비스를 제공하는 기능이다.

Storage Service Enabler를 이용해 최소의 다운타임으로 On-Line Data Migration이 가능하다. 또한 COD(Capacity On Demand)기능이 추가되었다.

압축 : 지난 90일 동안 사용하지 않은 파일 압축함 이관 : 지난 180일동안 사용하지 않은 파일들을 자동으로 이관시킴

확장 : 디스크 공간의 임계치에 도달하면 자동으로 추가 공간을 즉시 할당됨

②. 인포메이션 가상화

인포메이션 가상화에는 크게 파일 가상화와 데이터 가상화 두가지가 있다.

②-1 파일 시스템 가상화는 운영체제가 파일을 서버 시스템이 인식하는 디스크 또는 파티션에 기록될 수 있도록 구성하는 방식이다. (그림 4) 참고

구분	특징
·단일 파일 시스템	·저널링, 보안 등 단일 플랫폼 및 OS를 위해 특화된 파일 시스템
·네트워크 공유 파일 시스템	·특정한 프로토콜로 네트워크 상에서의 데이터 공유를 가능하게 함
·클러스터 파일 시스템	·동일 서버들로 이루어진 클러스터 사이에 고속으로 데이터를 공유함
·SAN 파일 시스템	·SAN 환경에서 이기종의 서버들끼리 데이터를 공유할 수 있음
·글로벌 그리드 파일 시스템	·네트워크 공유 파일 시스템의 확장으로 독립적인 네트워크 파일 시스템이 모여서 계층적인 구조를 형성함

(그림 4) (파일 시스템 가상화 특징)

②-2 데이터 가상화는 비즈니스 애플리케이션 로직이 적용되어 단순한 데이터를 의미 있는 정보로 변경하는 기술이다.

③. 워크로드 가상화

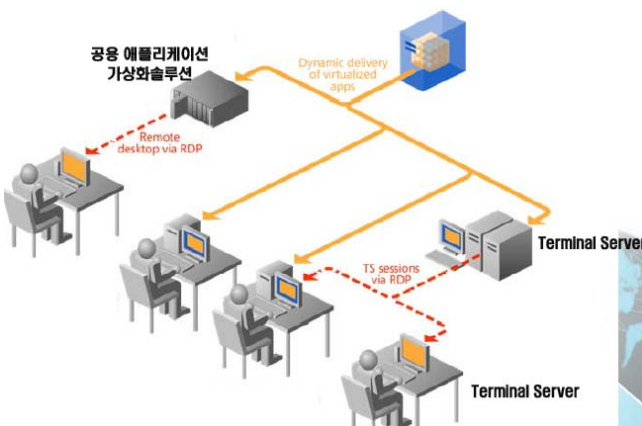
③-1 트랜잭션 가상화는 J2EE 애플리케이션에 가해지는 업무 부하량과 자원 사용량을 실시간으로 분석하고 적절한 관리 작업을 자동으로 수행함으로써 관리자가 수행해야 할 작업의 부담을 덜어 주는 장점이 있다.

③-2 태스크 가상화는 중간 매개체 역할을 하는 서버에게 작업을 요청하면 서버는 가용한 컴퓨팅 자원 풀에 작업을 분배해서 요청사항을 처리하게 한 후 다시 작업을 요청자에게 돌려보내는 형태이다.

③-3 프리젠테이션 가상화는 워크로드와 데이터 및 소프트웨어 등 업무 자원을 중앙 집중형으로 구성하고, 사용자는 가벼운 단말기 수준을 유지하면서도 마치 고객 단말에서 서버 환경처럼 업무처리 효과를 나타내고 있다.

④. 소프트웨어 가상화

- MS의 GridSort와 같이 하나의 응용프로그램을 여러 고객 단말에서 공유해서 사용하는 것이 가능하게 하는 개념이다.



(그림 5) (응용프로그램 가상화)

3. 가상화 벤더 현황

3.1 가상화 비교

- VMware, MS, XenSource 주요특징
- VMware는 Virtual Infrastructure 3 제품으로

2005년 가상화 머신 SW 매출 3억 1000만 달러로 전체 시장의 55%를 차지하고 있고, 하드웨어 애플리케이션 방식의 제품으로 x86 플랫폼 전용의 가상화 소프트웨어 시장을 과점하고 있는 대표적 벤더이다.

VM웨어 제품이 시장을 리드하는 것은 윈도우와 리눅스 OS에서 모두 실행이 가능하기 때문이다.

· MS는 Virtual Server 2005 제품은 하이퍼바이저 기술을 적용한 하드웨어 에뮬레이션 방식의 가상화 제품이다. PC용 가상화 SW인 'Virtual PC'와 서버용 제품인 "Virtual Server"를 출시하였다. 2007년 윈도우 비스타를 지원하는 "Virtual PC 2007"도 발표하였다. 2005년 가상화 SW 관련 매출 4890 만 달러를 기록하였고 2008년 Hyper-V를 출시 예정이다. 윈도우 OS에서만 실행이 가능하다는 단점이 있다..

· XenSource는 Xen Enterprise 3 제품으로 오픈소스 소프트웨어라는 특징을 가지고 있는 동시에, 인텔이나 AMD, 레드햇, 노벨, 마이크로 소프트 등의 벤더들이 Xen 지원을 표명하고 있어 다양한 시스템 적용이 가능하는 장점이 있다. HOST OS가 되는 Linux등에 하드웨어를 의사 가상화하는 방식을 채택하고 있으며, 뛰어난 성능이 가장 큰 장점이다.

3.2 가상화 기술 비교

시스템(인프라) 가상화 기술은 크게 전체 가상화(full virtualization)와 부분 가상화(para virtualization)기술로 나누어질 수 있다. 전체 가상화란VMWare나 MS Virtual PC가 취하고 있는 방법으로써 가상머신 모니터가 OS에 완전한 하드웨어 에뮬레이션을 제공하는 기법이다. 이와 반대로 부분 가상화는 부분적인 하드웨어 에뮬레이션을 제공해주게 되며 때로는 OS를 수정하여 성능에 대한 최적화를 실현하게 된다. 부분 가상화의 대표적인 가상 머신 모니터로는 xen이 있다. 각각의 가상화 기술을 CPU, 메모리, I/O의 서브 시스템 별로 살펴보자.[5]

3.2.1 CPU 가상화

가상화를 하기 위해서는 OS가 직접 특권 명령을 수행하게 해서는 안 된다. 특권 명령은 여러 OS가 동시에 돌아가는 가상 머신 환경에서 다른 OS의 시스템을 손상시킬 수 있기 때문이다. 따라서 OS의 바이너리 코드에 들어있는 특권 명령을 수행하려 할 때 가상머신 모니터는 이를 알아내어 특권 명령을 실행해도 되는지 확인한 후 실행해도 된다면 OS 대신 실행하게 된다. 이때 전체 가상화와 부분 가상화 기술은 각각 다른 방식으로 이를 구현하고 있다. 전체 가상화 기술은 OS가 로드될 때 또는 OS의 명령이 실행되기 전에 바이너리 코드에 특권 명령어가



들어가는지 검사하고 만약 있다면 직접 바이너리를 수정하여 가상 머신 모니터로의 트랩 명령어로 바꾸어 버린다. 이러한 바이너리 수정 과정은 모든 명령을 일일이 확인해야 하는 절차를 거치므로 성능의 저하를 가져오게 된다.

부분 가상화 기술은 전체 가상화처럼 런타임 시간에 특권 명령을 바꾸지 않고 컴파일 시간에 바꾸게 된다. 부분 가상화 기술은 OS의 소스 코드를 수정해 도 되는 기술이므로 사람이 소스를 찾아서 특권 명령어를 트랩명령어로 직접 바꾸어 주던지 이러한 일을 자동으로 수행하는 툴을 만들어서 컴파일 시간에 반영되도록 할 수 있다. 따라서 런타임에 바이너리 수정 과정이 없으므로 부분 가상화의 성능이 전체 가상화 기술에 비해 월등히 높다.

### 3.2.2 메모리 가상화

메모리 가상화는 가상 머신 모니터 위의 각각의 OS는 자신이 가상 머신 모니터로부터 할당 받은 메모리 영역만을 참조해야 하며 그 정보는 각각의 OS의 페이지 테이블에 담겨 있다는 사실에 기반하여 구현되어 있다. 구체적으로 한 OS가 자신의 페이지 테이블을 수정하려 하면 가상 머신 모니터는 이를 감지하여 다른 OS의 물리적인 페이지를 참조하지 않는가를 검사하거나 다른 OS가 사용하지 않은 페이지를 할당하게 된다. 전체 가상화와 부분 가상화 모두 각 OS의 페이지 테이블 영역에 쓰기 방지속성을 부여하여 각 OS가 자신의 페이지 테이블을 수정하려 하면 트랩을 발생시키고, 트랩이 발생되면 가상 머신 모니터에 있는 트랩 핸들러에서 이를 처리하게 하고 있다. 메모리 가상화에 있어서 전체 가상화와 부분 가상화의 차이점이 있다면 전체 가상화는 쉘도우 페이지 테이블을 가상 머신 모니터 내에 유지하고 있다는 것이다.

전체 가상화 방식의 경우 OS를 수정할 수 없다고 하였고 수정되지 않은 OS의 경우 자신이 모든 물리 메모리를 참조할 수 있다고 생각하게 된다. 따라서 각각의 페이지 테이블의 엔트리의 내용은 실제 물리 프레임이 아닐 수 있으므로 각각의 OS가 갖고 있는 페이지 테이블을 바로 MMU(Memory Mangement Unit)에 매핑하여 사용할 수 없다. 대신 가상 머신 모니터에 쉘도우 페이지 테이블이라는 것을 유지하여 이를 MMU에 매핑하여 사용하게 된다.

부분 가상화 방식의 경우 OS를 수정할 수 있고 각각의 운영체제에 있는 페이지 테이블이 실제 물리 페이지 프레임에 가리킬 수 있도록 수정할 수 있다. 따라서 OS가 갖고 있는 페이지 테이블을 바로 MMU에 매핑하여 사용할 수 있고 이는 쉘도우 페

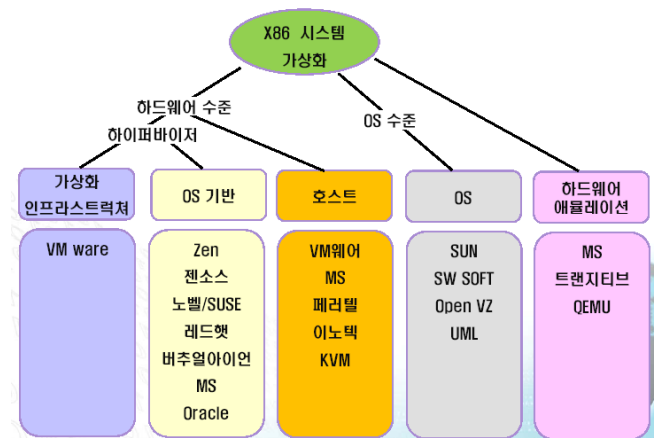
이지 테이블을 유지하는 비용을 줄여서 성능을 향상시킬 수 있는 요인이 된다.[5]

### 3.2.3 I/O 가상화

I/O 가상화는 여러 OS에서 I/O 요청이나 응답이 발생했을 때 각각의 OS의 요청 사항에 맞게 I/O 처리를 해주는 것을 목표로 하고 있다.

전체 가상화 방식의 경우 특권 I/O 명령어인 in, out 명령어 등에 트랩을 발생시켜 이 명령어의 컨텍스트에 맞게 하드웨어를 에뮬레이션해주는 역할을 하게 된다. 이때 전체 가상화는 모든 하드웨어를 에뮬레이션해 주게 되어 높은 비용이 발생하게 된다.

부분 가상화 방식의 경우 in, out 등의 명령어를 가상 머신 모니터에서 제공해주는 하이퍼콜로 바꾸어 주게 된다. 하이퍼콜은 가상 머신 모니터 내에 있는 I/O 링에 I/O 디스크립터를 등록해 주는 일을 하게 되고 I/O 디스크립터에는 디바이스에 대한 요청 및 응답에 대한 상세 사항이 기술 되어 있다. I/O 디스크립터는 각각의 OS가 작성하게 되어 있다. 가상 머신 모니터는 I/O 링을 분석하여 각 OS별로 디바이스 요청사항을 스케줄링하고 디바이스에 대한 요청 및 응답에 충돌이 생기지 않도록 처리한다. 이때 부분 가상화는 모든 하드웨어에 대한 에뮬레이션을 제공하지 않으므로 성능을 향상시킬 수 있다.



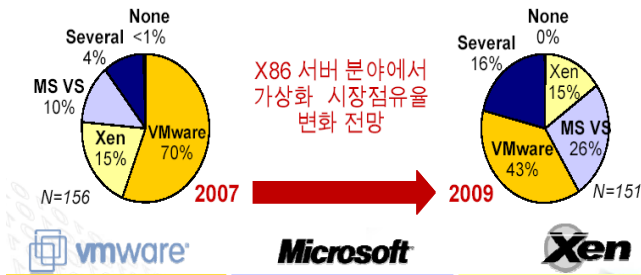
(그림 6) (가상화 기술별 벤더 분류)

## 4. 가상화 벤더 현황

### 4.1 가상화 벤더의 시장 점유율

(그림 7) (시장 점유 추이)

· VMware는 현재 70% 이상 시장점유 중, 하지만 가격절감이 힘든 부분이 있다. 이부분은 전략적으로 매우 중요한 부분이다. 2008년 이후 MS가 새로운 가상화 솔루션을 가지고 나올 것으로 예상하고 있으므로 가장 위협을 느끼고 있다. 현재 나스닥 상



장후 급격한 시가총액 증가로 시장에서 더욱 유명해졌다.

· MS(Microsoft)는 2008년 hypervisor기반의 가상화 솔루션을 출시예정이며, MS의 브랜드만으로도 시장에선 큰 무기가 되고 있다. Win 2008서버와 서로 시너지 효과를 기대해 봄으로서 경쟁력 향상을 노리고 있다.

· Xen는 시트릭스에서 Xen을 인수하였다. (2007년)

Xen의 성공은 MS의 부진에 큰 영향을 행사 할 것으로 예상된다. 시트릭스와 Xen의 시너지 효과로 VMWare에 대항하여 시장점유율을 향상 추정하고 있다. 그러나 단점으로 서버 가상화 부분만을 시장 진출함으로써 단편적인 부분만을 VMware, MS와 경쟁한다.

## 5. 결론 및 향후 연구과제

주로 시스템(인프라) 가상화 기술에 대하여 다루어

보았다. 전체 가상화, 부분 가상화부분에 대해 관련 연구를 하였다. OS에 완전 한 하드웨어 에뮬레이션이 되는 전체 가상화, 이와 반대로 하드웨어 에뮬레이션을 제공해주고 때론 OS를 수정하여 성능을 최적화로 실현하는 부분 가상화에 대해 연구를 하면서 유형적 효과 [(예) 서버의 재활용, OS비용절감, 네트워크 장비감소 등]뿐만 아니라 무형적인 효과 [(예) 운영의 편리성으로 기회비용 발생, 효율적인 클러스터링, 협업기능 극대화 등]를 기대할 수 있는 장점을 알게 되었다. 가상화 방법에 따른 장점에 대하여 관련 연구가 지금 이 순간에도 진행 중이며, 또한, 현재 사용되고 있고, 앞으로 사용될 가상화에 대해 조금더 관심을 가진다면 급변하는 21세기에 인력 자원 활용 및 애플리케이션 개발에 대해서도 보다 효율적이고 바람직한 투자가 이뤄질 것이라 예상된다.

## 참고 문헌

- [1] 조유근, 고건, 김영찬, "OPERATING SYSTEM CONCEPTS", 홍릉과학출판사
- [2] 한국IBM 시스템테크놀로지그룹, "가상화 기술의 새로운 패러다임", 한국경제신문, 2007.
- [3]MORGAN KAUFMANN, "VERSATILE PLATFORMS FOR SYSTEMS AND PROCESSES", JAMES E. SMITH , RAVI NAIR
- [4] <http://www.gartner.com/>
- [5] <http://www.tta.or.kr/Home2003/main/index.jsp>