

가상머신의 Host OS와 Guest OS의 동시 사용을 위한 성능 측정 방법

문진호^{0*}, 우수정^{*}, 김원영^{**}, 최원^{**}, 이문근^{*}

^{*}전북대학교 전자정보공학부, ^{**}한국전자통신연구원

{jjinghott, wpig04}@chonbuk.ac.kr, {wykim, wchoi}@etri.re.kr, moonkun@chonbuk.ac.kr

Performance measurement method for Host OS and Guest OS of Virtual Machine in simultaneously use environment

Jinho On^{*}, Sujeong U^{*}, Wonyoung Kim^{**}, Wan Choi^{**}, Moonkun Lee^{*}

^{*}Dept. of Computer Engineering, Chonbuk National University,

^{**}Electronics and Telecommunications Research Institute.

요 약

하드웨어의 급속한 성능증가와 서버의 동적인 활용을 위하여 가상화 기술의 연구 및 개발이 급격히 증가하고 있다. 이러한 가상화 기술의 성능을 측정하기 위한 기존의 방법들은 가상머신에 설치된 Guest OS만을 고려하거나, 시스템이 설치된 하드웨어를 대상으로 통합적으로 평가되었다. 하지만, 여러 개의 Guest OS를 사용하는 경우/ Host OS와 Guest OS가 서로 통신할 경우에는 이와 같은 측정 방법에 문제점이 발생한다. 본 논문은 Host OS와 Guest OS가 서로 통신할 경우 발생하는 Host OS의 자원 사용을 평가하여 Guest OS의 성능에 미치는 영향을 분석하고, 이러한 영향을 정확히 분석하기 위한 방법을 제안한다.

1. 서 론

1960년대부터 꾸준한 연구가 진행된 가상화 기술[1]은 하드웨어의 급격한 성능증가에 따라 그 필요성이 더욱 확대되었다. 이러한 가상화 기술은 대규모 분산환경에서 고착화 될 수 있는 자원의 원활한 사용을 의미하고, 시스템을 바라보는 관점을 “물리적”에서 “논리적”으로 대체할 수 있는 매우 중요한 기술이다.

하지만, 중요성이 증대되고 있는 가상화 기술에 대한 정확한 성능평가 방법에 관하여 많은 연구가 진행되고 있지 않다. 현재까지 진행된 가상머신의 성능 측정 방법은 Guest OS의 성능에 대한 관점만을 적용시켜 몇 가지의 문제점이 존재한다.

본 논문에서는 Host OS와 Guest OS가 동시에 동작하고, 하나의 목적을 위해 Host OS와 Guest OS가 동시에 고려되어야 하는 상황에서의 가상 머신 성능 측정방법에 대해 연구하였다.

본 논문의 내용으로는, 관련연구로써 가상화 기술과 *Virtual Machine* (VM)에 대해 알아본 후, 기존의 VM의 성능측정 방법과 이의 문제점을 설명한다. 다음으로는 기존의 연구에서 제기된 문제점을 해결하기 위해 본 논문에서 제안한 측정방법에 대해서 살펴보도록 한다.

측정을 위한 환경소개와 측정된 성능 그래프를 통해 VM의 성능을 분석해보고, 제안된 측정방법을 분석하도록 한다.

2. 관련 연구

2.1 가상 머신

2.1.1 가상화 (Virtualization)

가상화는 1960년대 메인프레임에 사용될 목적으로 IBM에 의해 주도적으로 연구가 진행되어 왔다. 하지만, 1980년대 PC의 보편화에 따라 가상화 기술의 필요성이 약화되었다가 최근 들어, 기업의 서버 유지 보수 비용과 PC의 급격한 성능증가로 인한 유휴자원을 줄이기 위해 1990년대 말부터 많은 연구가 진행되고 있다.

가상화는 바라보는 관점에 따라 여러 가지로 정의될 수 있다. 그 중 가장 일반적인 가상화 기술에 대한 정의는 다음과 같다.

“가상화는 컴퓨팅 리소스들을 제공하는 프로세스이다. 사용자와 애플리케이션들은 그 프로세스에서 가치를 쉽게 이끌어 낼 수 있다. 다시 말해서 데이터, 컴퓨팅 파워, 스토리지 용량, 기타 리소스에 대한 물리적 시각 보다는 논리적 시각을 제공한다.”[2]

가상화의 사용목적은 하나의 시스템에 하나의 운영체제는 기존의 틀에 얽매일 필요가 없이 서비스의 필요에 따라 유연하게 대응하여 고착화 될 수 있는 유휴 자원을 줄이는데 있다.

2.1.2 Virtual Machine

VM[3]은 가상화 기술의 구현체로 현재 연구목적과

상업적인 용도로 여러 가지의 VM들이 개발되어 있다. VM은 크게 하드웨어 VM과 애플리케이션 VM으로 분류될 수 있다. 애플리케이션 VM은 Java/C#/Smalltalk와 같이 중간코드의 실행을 위한 VM을 말하며, 하드웨어 VM은 하드웨어를 가상화하여 물리적 제약에서 벗어나기 위해 개발된 VM을 말한다.

하드웨어 VM을 제공하는 방법으로는 다음과 같은 방식들이 존재한다[4].

- 하드웨어 에뮬레이션
- 전제 가상화(Full 가상화)
- Para가상화
- OS Level 가상화

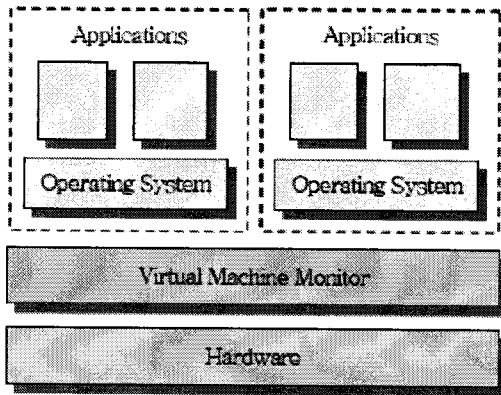


그림 1. VM의 일반적인 형태

가장 대표적인 VMWare VM은 Paravirtualization의 분류에 해당된다.

2.2 성능측정 방법의 기존 연구

기존의 성능측정 방법은 VM 위에 설치한 Guest OS를 대상으로 그 성능이 측정되었다.

2.2.1 Guest OS상의 벤치마킹 툴 사용

가장 간단한 방법으로 Host OS와 Guest OS 위에 벤치마킹 툴을 설치하여 각 OS의 성능차이의 결과로 VM의 성능을 측정하는 방법이다.

가장 간단한 방법이지만, 벤치마킹 툴에 따라 결과의 차이를 보일 수도 있다는 단점이 존재한다.

2.2.2 VM의 성능데이터 사용

VM에서는 VM의 성능을 평가할 수 있는 여러 가지의 데이터를 제공한다. VMWare와 같은 상업적인 VM은 Host OS에서의 자원의 상태, 네트워크 성능, CPU 사용률 등에 대한 정보를 제공한다. 정확성은 상당히 뛰어나지만, VM 자체적으로 성능측정에 대한 데이터[5]를 제공하여야 한다는 단점이 존재한다.

2.2.3 VMMark 사용

VMMark[6]는 VM의 성능측정을 위해 VMWare사에서 개발한 툴로 Mail 서버, Java 서버, Web 서버, Database, File 서버 등에 대한 성능측정을 수행하며, 서버로서의 성능에 대한 정확한 측정이 가능하다.

2.2.4 기존 성능측정 방법의 문제점

VMMark와 같이 외부컴퓨터에서 성능측정을 하는 경우는 성능에 영향을 미치는 모든 정보들을 무시하고 외부의 입장에서 종합적인 성능측정을 수행하는 방식이다. 이러한 방식의 하나의 Host OS 위에 여러 개의 VM을 동작시키는 경우에는 거의 유일한 성능측정 방법이지만, Host OS와 Guest OS가 어떠한 일을 수행하고 있을 경우에는 VM의 성능에 대한 정확한 결과를 얻을 수 없다.

3. 성능측정

3.1 성능측정을 위한 환경

3.1.1 하드웨어

CPU	Intel P-4 3GHz
RAM	1G
Guest OS RAM	512Mb
Network	Host Interface bridge

3.1.2 환경 설정

성능 측정을 위한 구조는 다음과 같다.

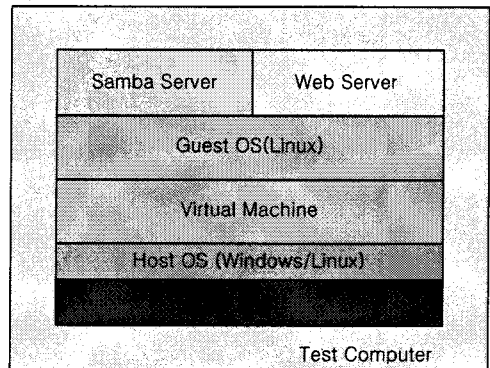


그림 2 성능측정 시스템 구축

성능측정에 사용한 환경은 다음과 같다.

Host OS	Windows XP Pro SP2
VM	VMWare, VirtualBox
Guest OS	Ubuntu 7.0.4

Web Server는 Apache 웹 서버와 Mysql, PHP로 구성되었고, 웹 서버에서의 하나의 호출은

데이터베이스와 연관되어 동작한다.

3.2 성능측정 방법

- 전통적인 방법에 의한 성능측정 수행 : Host OS와 Guest OS에 동일한 벤치마킹 툴을 설치하여 각 시스템에서의 성능차이를 파악한다. 이러한 경우 CPU, 네트워크와 같은 하나의 평가항목에 대한 VM의 성능을 평가할 수 있다.

- 1) Guest OS에 Apache Web Server, Mysql, PHP를 설치
 - A. Host OS의 웹 클라이언트로 동일한 페이지의 10000번 읽기 수행
 - B. Host OS에서 서버에 10KB 1MB의 데이터를 반복적으로 저장
- 2) Guest OS에 Samba[7] 서버를 설정
 - A. Guest OS에 존재하는 10KB, 1GB의 데이터 반복적 읽기
 - B. Guest OS에 10KB, 1GB의 데이터 반복적 쓰기

테스트가 이뤄지는 동안 Host OS는 성능 분석을 CPU 모니터링 툴을 이용하여 각 프로세스에 대한 로그를 기록한다.

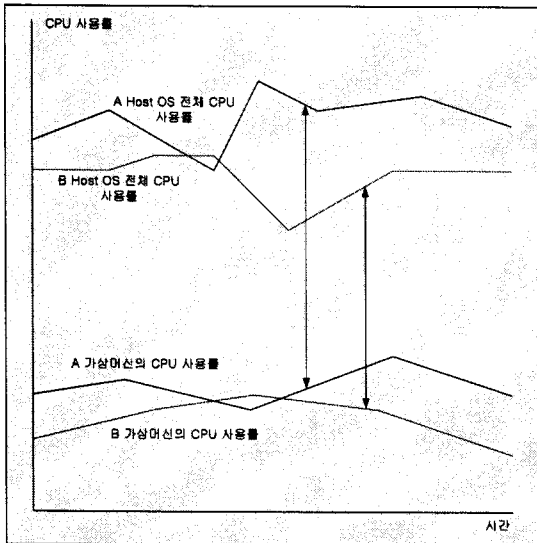


그림3. 성능측정 방법

Host OS에서 사용하지 않는 모든 기능을 제외 시키고, 모든 조건이 동일하다고 가정하면 Host OS 의 전체 CPU 사용률과 VM의 CPU 사용률의 차이는 Host OS가 실행되기 위한 다양한 프로세스의 CPU 사용과 VM 프로세스와는 별도로 테스트를 수행하기 위해 다른 작업을 수행하는 프로세스이다.

(OS 프로세스+작업을 수행하기 위한 부가적인 프로세스)

$$= (\text{Host OS 전체 CPU 사용률} - \text{VM 프로세스의 CPU 사용률})$$

(그림3)의 경우 A VM과 B VM은 Host OS에서 전체 CPU 사용률과 VM의 CPU 사용률의 차이가 거의 비슷하다. 이 경우, B VM이 성능이 A VM보다 좋다.

4. 측정 결과 분석

A	Virtual Box[8]
B	VMWare[9]

4.1 CPU 성능분석

Guest OS 상의 벤치마킹을 통한 성능분석은 어떠한 관점에서 어떠한 툴로 측정했는가에 따라 결과의 차이가 많이 발생한다. 본 논문에서는 성능측정 결과를 비교하기 위해 Passmark[10] 툴을 사용한 CPU 벤치마킹을 수행하였다.

표1. Passmark BunInTest를 이용한 CPU 측정

(M/O : Millions on Operation)

Host OS	100 cycle	12.355 M/O
Guest OS	87 cycle	8.50 M/O

4.2 Host OS와 Guest OS의 Web 성능측정 결과

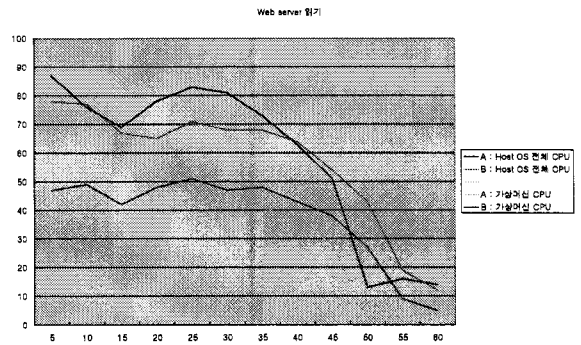


그림4. Web Server 읽기

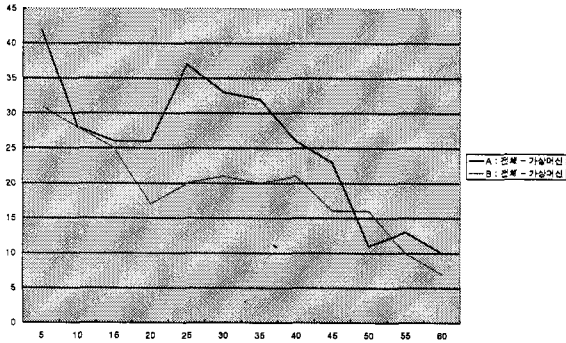


그림 5. 전체 CPU 사용률 - VMCPU 사용률(읽기)

A가 더 빠르게 일을 수행하지만, Host OS에 더 높은 CPU를 사용한다. B의 경우는 VM 프로세스에서 많은 일을 수행하지만, A는 Host OS의 기능을 사용하여 작업을 처리한다.

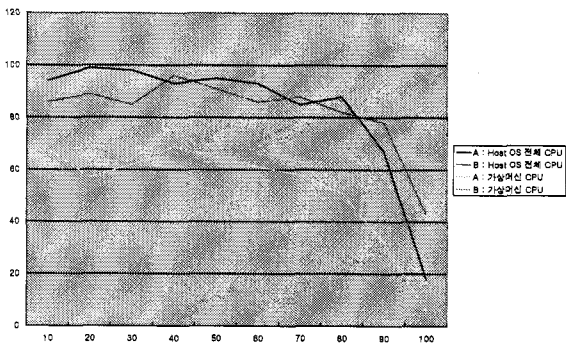


그림 6. Web Server 쓰기

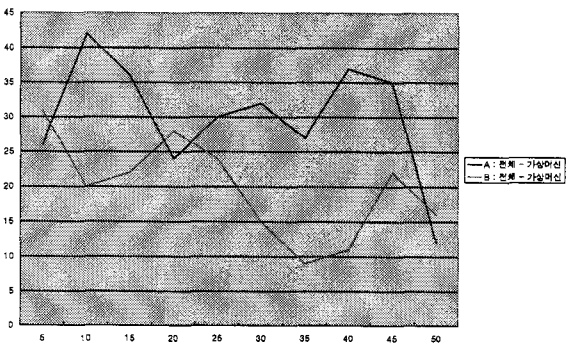


그림 7. 전체 CPU 사용률 - VM CPU 사용률(쓰기)

읽기 그래프와는 다르게 전체 CPU 사용량은 비슷하지만, VM 프로세스의 CPU 사용량은 큰 차이를 보인다.

4.3 Host OS와 Guest OS의 Samba 성능측정 결과

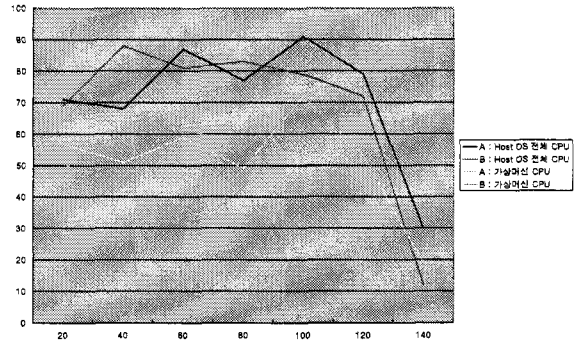


그림 8. Samba 읽기

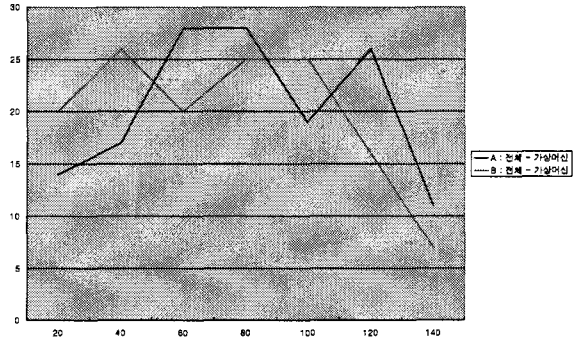


그림 9. 전체 CPU 사용률 - VM CPU 사용률(읽기)

디스크 I/O작업이 증가된 Samba 프로토콜의 작업에서는 A와 B 모두 비슷한 결과를 보였다. 이는 현재 구현되어 있는 대부분의 VM이 네트워크를 제외한 I/O부분에서 거의 동일한 방식으로 구현되어 있기 때문이다. Samba와 같이 네트워크와 연동된 I/O에서도 디스크 I/O의 영향이 큰 것을 알 수 있다.

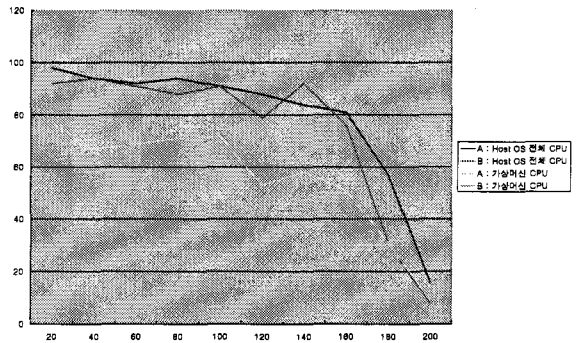


그림 10. Samba 쓰기

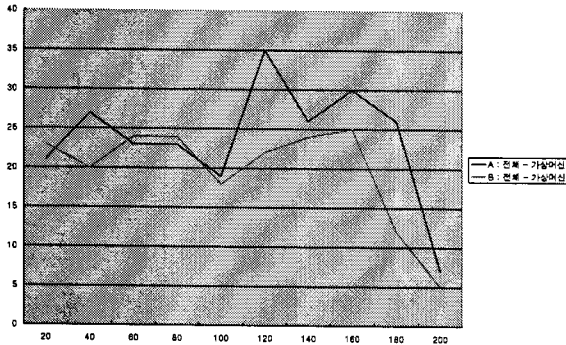


그림11. 전체 CPU 사용률 - VM CPU 사용률(쓰기)

Samba 쓰기의 그래프도 읽기의 결과와 비슷한 결과를 보였다.

4.4 Host OS/Guest OS 간의 네트워크 측정 방법 분석

결과 그래프에서 전체 CPU 사용률과 VM 프로세스의 CPU 사용률의 차이가 클 경우, VM의 처리 작업의 일부를 Host OS에 위임해서 처리한다는 것을 알 수 있다. 이런 경우, Host OS의 종류/ 작업 처리방식 등에 VM의 성능이 영향을 받게 된다. VM에서 대부분의 작업을 수행하는 경우, 외적인 영향을 적게 받고, 여러 개의 VM이 한 개의 Host OS에서 동작할 경우 전체 시스템에 미치는 영향이 훨씬 적다. 그러므로, 여러 개의 Guest OS를 설치하여 사용하는 경우에는, 이 부분이 전체 성능에 미치는 영향에 대해서 무시할 수 없다.

CPU 사용률과는 별도로 네트워크 / Disk I/O 등과 같은 또 다른 평가 기준을 도입하여 측정할 수 있다.

5. 결론

가상화 기술은 저하된 프로세서의 성능향상을 해결할 수 있는 중요한 기술로 꼽히고 있다. 한 개의 플랫폼에서 사용되지 않는 유휴자원을 효율적으로 사용하여 하드웨어의 성능을 최대한 끌어낼 수 있는 가상화 기술을 통하여 서버 및 데스크톱 사용자에게 효율적인 시스템 활용을 제공할 수 있다. 이러한 가상화의 기술은 현재 하드웨어 가상화[11]를 비롯한 여러 분야에서 연구가 진행 중에 있고 그 활용분야도 폭넓게 증가하고 있다.

가상화 기술에 대한 사용이 늘어날수록 Host OS와 Guest OS의 자원 공유, 네트워크와 같은 자원의 활용문제에 대한 중요성도 증가될 것이다. 본 논문은 이러한 환경에서의 CPU 사용률을 이용한 각 VM의 성능측정을 위한 방법을 제안하였고, 실험을 통하여 제안한 방식에 대한 분석을 수행하고, 제안한 방식의 효율성을 검증하였다.

추후에는 본 논문과 동일한 환경에서 발생하는 CPU 사용률을 이용한 방식이 아닌, 다양한 원인에 대한 성능 분석 방법의 연구와 분석 툴의 개발이 필요할 것이다.

참고문헌

- [1] R.P. Goldberg. "Survey of Virtual Machine Research". IEEE Computer, 7(6) (June 1974), 34-45.
- [2] Jonathan Eunice. "Definition of Virtualization". Illuminata.Inc : <http://www.ibm.com/developerworks/kr/library/gr-virt/>
- [3] Wikipedia. "Virtual Machine". http://en.wikipedia.org/wiki/Virtual_machine, August 2007.
- [4] Wikipedia. "Platform virtualization". <http://en.wikipedia.org/wiki/Virtualization>, August 2007.
- [5] VMware, Inc. "Performance Tuning and Benchmarking Guidelines for VMWare Workstation", August 2007.
- [6] VMMark : <http://www.vmware.com/products/vmmark/>
- [7] Samba : <http://us4.samba.org/samba>
- [8] VirtualBox : <http://www.virtualbox.org>
- [9] VMware : <http://www.vmware.com>
- [10] PassMark : <http://www.passmark.com/>
- [11] NEIGER, G., SANTONI, A., LEUNG, F., RODGERS, D., AND UHLIG, R. Intel virtualization technology: Hardware support for efficient processor virtualization. *Intel Technology Journal* 10, 3 (2006).