

가상화 환경에서 VMM 의 성능 오버헤드에 대한 연구

최찬호, 김신규, 엄현상, 엄현영
서울대학교 컴퓨터공학과

e-mail : {chchoi, sgkim, hseom, yeom}@dcslab.snu.ac.kr

A Study on Overhead of Performance in the Virtualization Environment

Chanho Choi, Shin-gyu Kim, Hyeonsang Eom, H Y. Yeom
School of Computer Science and Engineering Seoul National University

요 약

효율적인 클라우드 시스템을 구축하기 위해서 가상 머신들의 성능을 예측하는 것은 중요한 일이다. 가상 머신들의 성능에 영향을 끼치는 요소에는 가상 머신들이 자원에 동시에 접근해서 발생하는 경우 이외에도 가상화 환경을 만들어주는 VMM 자체도 성능 하락의 원인이 될 수 있다. 따라서 본 논문에서는 VMM 이 주로 CPU 자원을 소모한다는 가정하에서 대표적으로 사용되는 가상화 환경인 Xen 과 KVM 에서 VMM 이 가상 머신들의 성능에 어떤 영향을 미치는지 연구하였다.

1. 서론

최근 가상화 환경이 부각되고 클라우드 서비스가 활성화됨에 따라서[2] 사용자들에게 좋은 성능의 가상 머신을 제공하는 것이 중요한 문제가 되고 있다. 일반적으로 한 호스트에는 CPU 의 Core 수의 1~2 배 가량의 가상 머신이 할당된다. [1] 각 가상 머신의 성능은 동시에 같은 자원에 접근하게 되는 경우에 떨어지게 되는데, 특히 CPU 자원은 동시에 수행되는 다른 작업에 크게 영향을 받는다. 문제는 가상 머신들만이 CPU 자원을 필요로 하는 것이 아니라 가상 머신들을 관리하는 Virtual Machine Monitor(VMM)도 CPU 자원을 필요로 한다. VMM 이 CPU 를 사용하는 시간에 의해 가상 머신의 성능이 다소 떨어지게 되며 이로 인해 사용자에게 필요한 성능의 가상 머신을 제공할 수 없을 수도 있다. 따라서 서비스 제공자는 VMM 이 어떤 성능 저하를 가져올 수 있는지에 대해 알 필요가 있다. 본 논문에서는 VMM 이 성능에 대해 어떤 오버헤드를 가져오는가에 대해 실험하고 분석한 결과를 서술하였다.

2. Xen & KVM

오픈 소스 가상화 플랫폼에서 대표적인 것으로는 Xen 과 KVM 을 들 수 있는데[3], 이 둘은 다소 다른 특징을 가지고 있다. Xen 은 Domain 0 라고 불리는 VMM 을 가지고 있는 반면에 KVM 은 가상화가 리눅스 커널 내부에 내장되어 있어서 VMM 에 특별한 이름이 존재하지는 않는다. 또한 KVM 은 전가상화(Full-Virtualization) 방식을 이용하여 하드웨어를 완전히 가상화시켜서 게스트 운영체제에 아무 수정도 가하지 않고 사용할 수 있지만, Xen 은 반가상화(Para-

Virtualization) 방식을 사용하여 VMM 에 의해 제어를 하여 높은 성능을 가질 수 있지만 게스트 운영체제에 수정을 가해줘야 하는 한계를 가지고 있다. 이 대표적인 두 개의 플랫폼은 Domain0 나 리눅스 커널 자체가 CPU 자원을 소모한다는 공통점을 가지고 있다. 이로 인해 제공하고자 하는 가상 머신의 성능에 오버헤드가 될 것이며 이러한 요소는 클라우드 서비스를 하는 공급자가 QoS 나 SLA 를 만족시키기 위한 정확한 예측을 하는데 방해가 될 수 있다.[4] 따라서 VMM 오버헤드가 얼마나 되는지에 대한 연구가 필요하다.

3. 실험 환경

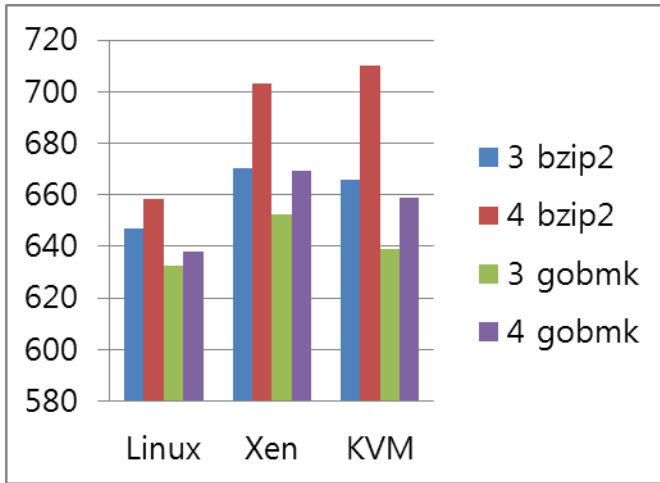
위와 같이 VMM 의 오버헤드를 실험하기 위해서 다음과 같은 실험을 진행하였다. 먼저, VMM 이 CPU 자원을 소모하는 것은 자명하므로 벤치마크로 CPU-intensive 한 SPEC CPU 2006 시리즈의 bzip2 와 gobmk 를 사용하였다. 실험을 진행할 때는 3 개의 CPU job 을 돌렸을 때와 4 개의 CPU job 을 수행하였을 때를 비교하였다. 또한 추가적으로 각 Core 에 VMM 과 워크로드들을 Pinning 을 하였을 시에 변화를 알아보기 위한 실험도 진행하였다. 실험에 사용된 머신의 사양은 다음과 같다.

- Intel Core2 Quad CPU Q9550 2.83GHz
- 8GB RAM
- Xen 4.0.1, Linux kernel 2.6.32.25

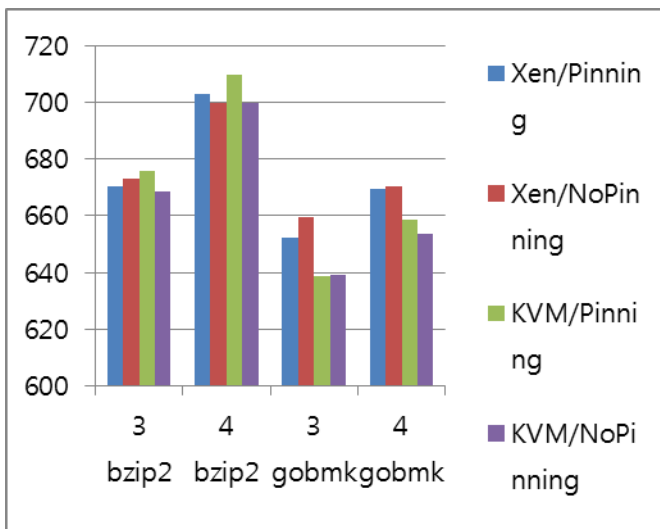
4. 실험 결과

bzip2 나 gobmk 를 3 개 혹은 4 개를 동시에 수행했을

때의 실험 결과는 그림 1 과 같다. 그림에서 세로축은 각 워크로드의 평균 수행시간이며 일반 리눅스를 사용하였을 때와 Xen, KVM 을 비교하였다. 일반 리눅스에서 실행하였을 때는 3 개 대비 4 개에서 리눅스 커널의 수행 오버헤드가 약간 나타난 것을 볼 수 있다. (평균 1.28%) 이 오버헤드는 커널이 KVM 을 지원하였을 때 더 큰 오버헤드를 가지는 것을 확인할 수 있다. (평균 4.89%) Xen 에서 같은 실험을 하였을 때는 3 개의 워크로드를 수행하였을 때 좀 더 긴 수행 시간을 가지는 것을 볼 수 있지만 4 개의 워크로드를 수행할 때를 보면 수행 시간이 길어지는 폭이 KVM 보다는 다소 적은 것을 볼 수 있다. (평균 3.75%) 이를 통해 볼 때 플랫폼 자체에서 가상화를 하기 위해 발생하는 오버헤드는 KVM 이 더 적지만 모든 Core 가 바빠지는 경우에는 KVM 이 더 안 좋은 성능을 보인다고 할 수 있다.



(그림 1) 3, 4 CPU jobs in Quad Core



(그림 2) Pinning vs. No Pinning

Pinning 실험에서도 Xen 이 좀 더 좋은 성능을 보여준다. 그림 2 를 보면 Xen 은 Pinning 하였을 때 대체로 성능이 좋아진 반면에 KVM 은 Pinning 하였을 시에 좀 더 성능이 낮아진 것을 확인할 수 있다. 이는 Xen 의 VMM 인 Domain 0 는 Pinning 이 가능하지만 KVM 의 VMM 은 따로 Pinning 이 불가능하여 수행 시에 계속 다른 Core 들을 사용하게 됨으로써 발생하는 오버헤드라고 할 수 있다.

5. 결론

본 논문에서는 VMM 이 가상 머신들의 CPU 사용에 어떤 영향을 미치는지 연구하였다. 실험을 통해 VMM 에 의한 오버헤드는 KVM 에서 평균 4.89%, Xen 에서 평균 3.75% 가량으로 나타났다. 이러한 오버헤드는 Xen 에서 Domain0 와 DomainU(가상 머신)을 Core 에 적절하게 Pinning 함으로써 다소 줄일 수 있으나 KVM 에서는 Pinning 이 불가능하여 오히려 Pinning 했을 때가 리눅스가 스스로 스케줄링 했을 때에 비해 더 성능이 안 좋게 나타난 것을 볼 수 있었다. 차후에는 CPU-intensive job 만이 아닌 다른 종류의 워크로드에 의한 VMM 오버헤드를 연구하여 클라우드 서비스의 성능 예측을 더욱 세밀하게 할 수 있을 것으로 보인다.

감사의 글

이 논문은 2011 년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단-차세대정보컴퓨팅기술개발사업의 지원을 받아 수행된 연구임. (No. 2011-0020521) 이 연구를 위해 연구 장비를 지원하고 공간을 제공한 서울대학교 컴퓨터연구소에 감사 드립니다.

참고문헌

- [1] Walker, E.: benchmarking AmazonEC2 for high-performance scientific computing, <http://www.usenix.org/publications/login/2008-10/openpdfs/walker.pdf>
- [2] M.D. Dikaiakos et al., "Cloud Computing: Distributed Internet Computing for IT and Scientific Research," IEEE Internet Computing, vol. 13, no. 5, 2009, pp. 10-13
- [3] T. Deshane, Z. Shepherd, J.N. Matthews, M. Ben-Yehuda, A. Shah, and B. Rao. "Quantitative comparison of Xen and KVM". Xen Summit, Boston, MA, USA, pages 1-2, 200
- [4] Rajkumar Buyya, Chee Shin Yeo, and Srikumar Venugopal. "Market-oriented cloud computing: Vision, hype, and reality for delivering it services as computing utilities". CoRR, (abs/0808.3558), 2008.