

가상화 시스템의 시스템 자원 낭비율에 기반 한 성능 평가 방법

김진석[○] 장지용 한세영 박성용

서강대학교 컴퓨터공학과

{sabin[○], jiyong97, syhan, parksy}@sogang.ac.kr

Performance Evaluation Methodology for The Virtualized System

based on The Waste Rate of The System Resource

Jinseok Kim[○] Jiyong Jang Saeyoung Han Sungyong Park

Dept. of Computer Science, Sogang University

시스템 가상화는 1970년대 초 대용량의 메인 프레임에 여러 개의 운영체제를 동시에 가동하여 값비싼 하드웨어를 공유하기 위해 시작된 이래, 하드웨어 가격의 하락과 PC의 등장으로 사라졌다가, 최근에 서버의 콘솔리데이션(Consolidation)을 통한 보안, 성능 최적화에서 시스템 자원의 유연한 관리에 이르기 까지 다양한 차원에서의 요구의 증대에 따라 그 수요가 다시 증가하고 있다.

가상화 기술을 사용하려는 사용자들의 증가에 따라, 가상화 어플리케이션을 개발하고 있는 많은 회사들은 이러한 사용자들의 요구에 맞추어 다양한 가상화 상품들을 발 빠르게 출시하고 있다. 빠른 속도로 새롭게 출시되는 다양한 가상화 어플리케이션의 등장과 함께, 가상화 시스템의 성능을 측정하려는 여러 시도들이 있었다. 그러나 대부분의 성능 측정 방법들은 자원 활용률의 증가라는 측면에 초점을 맞춰서 특정 자원의 효율성과 성능을 높이는 면만 입증하였을 뿐 가상화 기술의 적용으로 인한 오버헤드 및 전체 성능의 저하 등의 요소는 성능 측정에 반영하지 못했다.

하나의 물리적인 하드웨어에서 여러 개의 상이한 운영체제 및 어플리케이션을 구동하는 가상화 환경의 특성에 따른 제약으로 인하여 규격화된 가상화 시스템의 성능 평가 방법은 아직 정의되지 않았다. 예를 들어, 5%의 CPU 활용률을 보이는 NFS 서버와 10%의 CPU 활용률을 보이는 웹 서버가 있다고 하자. 두 대의 서버는 비가상화 서버이며 각각 1.6 records/sec, 1000 replies/sec의 처리량을 보이고 있다. 이 두 서버를 통합하여 가상화 시스템을 구축하면 CPU 활용률은 30%로 증가하지만 각 서버의 처리량은 가상화 오버헤드로 인하여 0.5 records/sec, 900 replies/sec로 감소할 수 있다. 이 경우 CPU 활용률만을 보고 가상화 시스템이 비가상화 시스템에 비해 성능이 증가했다고 할 수 없으며, 또한 반대로 처리량만을 보고 가상화 시스템의 성능이 비가상화 시스템의 통합 전에 비해 나빠졌다고 할 수도 없다.

이렇게 가상화 시스템에서 성능 비교의 모호성이 발생하는 이유는 우선 가상화 시스템의 성능 평가 방법이 아직 규격화 되어있지 않기 때문이다. 가상화 시스템의 성능 평가를 위해서는 단일 하드웨어 머신 상에 여러 개의 상이한 운영체제 및 가상 머신(Virtual Machine)이 가동 되고 있다는 점을 주지해야 한다. 이는 시스템의 성능 평가를 위한 워크로드 또한 단일 시스템을 가정한 것이 아닌 다수의 운영체제 및 어플리케이션을 가정한 것이어야 한다는 것을 의미한다. 기존의 벤치마킹 툴은 단일 하드웨어와 단일 운영체제를 가정하고 워크로드를 생성하고 시스템의 성능 평가를 수행하기 때문에 가상화 시스템의 성능 평가의 도구로서 적합하지 않다.

본 논문에서는 가상화 시스템의 성능을 비교할 수 있는 방법적인 연구를 수행하여 가상화 시스템의 성능 평가를 위한 시험적인 벤치마킹 툴을 개발하고 실험을 통하여 이의 적합성을 보이고자 한다. 우선 가장 일반적인 형태의 가상화 시스템을 모델링하여 실험 환경을 구성하였다. 또한 가상화 시스템이 기존의 비가상화 시스템과 비교해 지니고 있는 장점과 보완점이 드러나도록 시스템 자원의 활용률과 기존의 벤치마크 어플리케이션을 통한 작업처리량을 이용해 통합작업처리량 대비 CPU 낭비율(W'_c)을 정의하고 이를 실험 결과에 적용하여 다양한 워크로드에 따른 성능 변화를 관찰하였다. 실험 결과를 통해 본 논문에서 제안한 성능 평가 방법이 워크로드의 특성에 따른 가상화 시스템의 성능 변화의 추이를 잘 포착하는 것을 확인할 수 있었다. 특히 시스템 활용률과 작업처리량 정보를 적절히 조합하여 비가상화 시스템과의 절대적인 성능을 비교할 수 있는 툴을 마련한 것은 기존의 가상화 시스템 성능 평가 방법이 지닌 한계를 보완하는 점이라고 할 수 있다. 더불어서 가상화 시스템의 성능 평가를 위해 전혀 새로운 구조의 벤치마크를 개발하기보다 기존에 시스템 평가 도구로 사용되었던 툴을 이용하여 성능 평가를 할 수 있도록 한 점은 그 확장성 면에서도 보완 되는 사항이라고 할 수 있다.

본 논문에서는 시스템 자원을 대표하는 매체로 CPU 활용률을 사용하였다. 그러나 컴퓨팅 시스템은 CPU 자원 이외에도 복잡하고 다양한 방법으로 사용되는 시스템 자원이 있음을 감안한다면 메모리, 물리적인 디스크 장치, 시스템 버스, 캐쉬 등의 장치 혹은 이들을 병합한 전체적인 활용률에 주안점을 두고, 가상화 시스템에서 이를 얼마나 유용한 자원으로 낭비하지 않고 활용하는지에 대한 정보도 성능 평가의 요소에 포함시킬 수 있을 것이다. 또한 본 논문에서는 워크로드 생성기로서 기존에 사용되고 있는 벤치마크 어플리케이션을 이용하였지만, 가상화 시스템이 활용되는 목적과 기능적인 구조에 따라 이에 좀 더 적합한 워크로드의 정의가 이루어진다면 보다 표준화된 성능 평가 도구로서 활용될 수 있다.