

# 가상화 환경에서 부하균형을 위한 가상머신 동적 재배치

사성일 하창수<sup>○</sup> 박찬익

포항공과대학교

{seongils, csha<sup>○</sup>, cipark}@postech.ac.kr

## Dynamic Relocation of Virtual Machines for Load Balancing in Virtualization Environment

Seong-il Sa Changsu Ha<sup>○</sup> Chanik Park

POSTECH

최근 하드웨어 기술이 발전함에 따라 하나의 물리적 장치에 복수개의 서버를 구현할 수 있는 서버 가상화 기술[1][2]이 주목을 끌고 있다. 하나의 물리적 장치에서 복수개의 서버들이 자원을 유함으로써 자원 활용에 대한 효율성이 증가할 뿐 아니라, 물리적 장치의 수가 줄어들게 됨에 따라 공간적인 효율성도 극대화할 수 있게 되었다. 이러한 비용적인 장점 때문에 서버 시스템의 교체나 증설을 계획중인 기업들에서 그 활용사례가 증가하고 있다.[3]

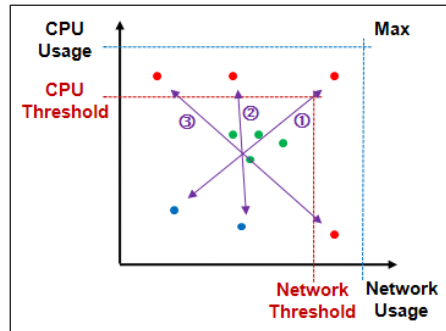
서버 가상화는 자원을 효율적으로 활용할 수 있는 긍정적인 효과가 있는 반면에 가상화에 따른 부하발생 [4][5]과 서버들 간에 자원활용에 있어서의 복잡성이 증가[6]하는 문제가 발생하기 때문에 이 복잡한 서버부하의 특성분석에 대한 연구와 더불어 자원 활용의 효율성을 증가시키기 위한 방법에 대한 연구가 시도되고 있다 [7][8][9].

자원 활용의 효율성을 증가시키기 위한 접근법 중 Timothy Wood et al.에 의한 sandpiper[7]은 가상화 서버환경에서 통합서버 간의 실시간 자원 모니터링을 통해서 적절한 알고리즘을 이용하여 가상머신[10]을 동적으로 재배치하여 자동으로 자원의 균형을 유지하는 기술이다. 본 논문은 이러한 가상머신 동적 재배치 [7][8] [11]의 알고리즘에 있어서 어느 하나의 통합머신의 자원 사용량이 안전한 수준을 초과하는 현상이 발생할 때 이러한 자원의 편중을 해결하기 위하여 이동할 가상머신과 가상머신이 옮겨질 대상 통합서버를 선정하는 과정이 보다 효율적일 수 없는가에 주목하였다. sandpiper의 알고리즘에서는 가상머신과 통합서버가 사용중인 자원의 비중을 분석 하기 위해서 각 하드웨어 자원의 사용량을 종합하여 구한 하나의 대표 값(Volume)을 사용한다.

$$Volume = \frac{1}{1-cpu} * \frac{1}{1-mem} * \frac{1}{1-net}$$

결과적으로 이 대표 값을 사용하여 분석하고 결정함으로써 통합서버 간의 각 자원(CPU, network I/O, disk I/O)들의 활용 분포가 균형을 이루는데 불리할 수 있음을 발견하였다. 예를 들어서 각 자원의 최대 가용치가 1.0에 대해서 통합서버1(cpu=0.9, mem=0.5, net=0.5)과 통합서버2(cpu=0.5, mem=0.5, net=0.9)이 존재할 경우 Volume값으로는 cpu, net의 자원 활용률의 차이를 구분할 수가 없게 된다.

본 논문에서 제안하는 서버통합 최적화 알고리즘(Server Consolidation Optimizing Algorithm 이하 SCO)에서는 통합서버에서 사용되고 있는 각 자원들의 활용률을 바탕으로 다차원 좌표공간에 점으로 통합서버의 위치를 표현함으로써 어느 통합서버가 어떠한 자원에 편중되었고 어느 통합서버가 가장 많은 자원을 사용하고 있는지를 분석이 가능하며, 결국 이 다차원 좌표공간 상의 각 통합서버간의 거리를 좁히는 방법으로 가상머신을 이동함으로써 특정 자원에 대한 편중된 과부하 없이 균형적인 가상머신 이동이 가능하였다.



[그림 1. 서버통합 최적화 알고리즘의 개념]

[그림 1]에서처럼 2차원 자원 활용률 공간에 점으로 통합서버를 표현함으로써 각 자원들의 사용량 차이를 두 점간의 거리가 곧 특정 자원들 간의 사용량의 차이를 확인할 수 있다. 앞에서 예를 들었던 통합서버1과 통합서버2도 다차원 공간에서는 거리차이를 나타내기 때문에 Sandpiper에서는 'Volume'값에 의해서 구분할 수 없었던 cpu와 net의 자원차이도 구분이 가능하게 되었다.

본 논문은 자원 사용량이 다양한 실험환경을 구성하여 두 알고리즘을 비교하는 실험을 수행하였고 실험결과를 통해서 SCOA가 Sandpiper에 비해 통합서버들간에 과부하가 발생하는 자원의 통합서버간 편차를 보다 효과적으로 줄여나가고 있음을 확인할 수 있었다.

향후 연구에서는 알고리즘적인 개선보다는 가상머신 동적 재배치 기술의 유연성을 제공하기 위해서 동일 하드웨어 제원을 가진 서버머신 사이에서만 가능한 가상머신 이동의 제약사항을 해소하는 문제와, 가상머신 자원 활용률을 정확하게 예측하는 문제를 해결해야 한다.

#### [Acknowledgement]

본 연구는 2008년도 두뇌한국 21사업과 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업(IITA-2008-C1090-0801-0045) 및 POSCO 산학연구(20078012)의 연구결과로 수행되었음.

#### [참고문헌]

- [1] P. Barham, B. Dragovic, K. Fraser, S. Hand, T. Harris, A. Ho, R. Neugebauer, I. Pratt, and A. Warfield. "Xen and the art of virtualization". In Proc. SOSP'03.
- [2] <http://www.xensource.com/> : Open source Xen.
- [3] "미국 기업의 가상화 기술 도입과 활용 분석", 한국SW진흥원, 2007년3월.
- [4] L. Cherkasova and R. Gardner. "Measuring CPU Overhead for I/O Processing in the Xen Virtual Machine Monitor" Proceedings of the USNIX Annual Technical Conference, April 2005.
- [5] P.Apparao, S.Makineni, D. Newell. "Characterization of network processing overheads in Xen" 2<sup>nd</sup> International Workshop on Virtualization Technology in Distributed Computing (VTDC 2007).
- [6] A. Menon et al. "Diagnosing Performance: Overheads in the Xen virtual Machine Environment" In First ACM/USENIX Conference on Virtual Execution Environments (VEE'05), June 2005.
- [7] Timothy Wood, Prashant Shenoy, Arun Venkataramani, and Mazin Yousif. "Black-box and Gray-box Strategies for Virtual Machine Migration" USENIX NSDI '07.
- [8] Norman Boboff, Andrzej Kochut, Kirk Beaty. "Dynamic Placement of Virtual Machines for Managing SLA Violations" IEEE, 2007.
- [9] Guillermo A. Alvarez, Elizabeth Borowsky, Susie Go, Theodore H. Romer, Ralph Becker-Szendy, Richard Golding, Arif Merchant, Mirjana Spasojevic, Alistair Veitch, and John Wilkes. "Minerva: An automated resource provisioning tool for large-scale storage systems." ACM Transactions on Computer Systems, 19(4):483-518, 2001.
- [10] J. Smith and R. Nair. "Virtual Machines: Versatile Platforms for Systems and Processes." Morgan Kaufmann, 2005.
- [11] C.Clark, K. Fraser, S. Hand, J. G. Hansen, E. Jul, C. Limpach, I. Pratt, and A. Warfield. "Live migration of virtual machines." USENIX NSDI '05 , May 2005.