

# 클라우드 컴퓨팅에서 사용자 패턴 분석 기반 동적 가상 머신 할당 기법

배준성, 최경근, 이봉환  
대전대학교 정보통신공학과

e-mail: hieseng@gmail.com, clove38@empal.com, blee@dju.kr

## User Pattern-based Dynamic Virtual Machine Allocation Scheme in Cloud Computing

Jun-Sung Bae, Gyeong-Geun Choi, and Bong-Hwan Lee  
Dept of Information and Commun. Eng., Daejeon University

### 요 약

클라우드 컴퓨팅 환경을 구축할 수 있게 하는 OpenNebula는 ONE 스케줄러를 통해 가상머신들의 라이프 사이클을 관리한다. ONE 스케줄러는 가상머신을 할당 할 때, 클러스터 노드의 물리적 자원 할당 여부만을 고려하기 때문에 가상 머신 생성 후의 부하를 예측하기 힘들다. 본 논문에서는 사용자의 이전 가상 머신 사용 패턴을 기반으로 부하 등급을 나누고 이 등급에 따라 가상머신을 동적으로 할당하는 기법을 제안한다.

### 1. 서론

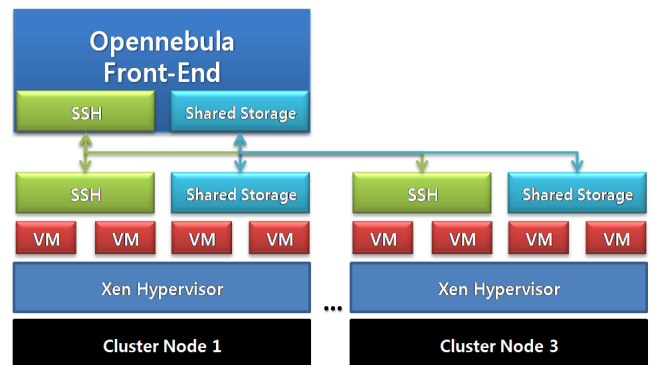
클라우드 컴퓨팅[1,10]은 인터넷상의 서로 다른 물리적인 위치에 존재하는 각종 컴퓨팅 자원들을 가상화[2,3] 기술로 통합하여 사용자에게 언제 어디서나 필요한 양만큼 편리하고 저렴하게 사용할 수 있는 IT 환경을 제공하는 기술이다. 가상화 기술을 기반으로 한 클라우드 컴퓨팅 서비스는 IT 서비스 패러다임을 변화시키며 새로운 디지털 시대를 주도할 핵심 서비스 중 하나로 차세대 정보혁명에 커다란 변화를 가져올 것으로 기대되고 있다.

가상화란 물리적인 컴퓨터 리소스의 특징을 다른 시스템, 응용 프로그램, 최종 사용자들이 리소스와 상호 작용하는 방식으로부터 감추는 기술로 정의할 수 있다. 가상화의 종류는 크게 네트워크 가상화, 스토리지 가상화, 서버 가상화 등으로 나눌 수 있으며 현재 가장 활성화되어 있는 것은 서버 가상화이다. 서버 가상화는 물리적인 하드웨어 자원을 여러 개로 나눠 가상 머신[4]들이 사용하는 것이므로 클러스터 노드[2,3]간 가상 머신 할당이 균등하게 되는 것이 바람직하다. 클러스터 노드에 대한 가상 머신의 적절한 분배가 잘되지 않을 경우 특정 클러스터 노드에 부하[5]가 걸리거나, 반대로 유휴 자원이 많은 클러스터 노드가 생길 것이다. 결국 이러한 문제들은 자원의 낭비와 성능에 영향을 주어 서비스 제공자와 사용자 간의 신뢰 관계에 영향을 줄 수 있다.

클라우드 컴퓨팅 플랫폼 구축을 지원하는 OpenNebula [6,7]의 ONE 스케줄러는 가상 머신 생성에 필요한 사용자의 요구사항으로 CPU, 메모리, 하드디스크 등의 물리적 자원량 만을 파라미터로 받는다. 이런 할당 기법은 가상

머신 생성 후의 클러스터 노드 부하를 예측하기 힘든 면이 있다. ONE 스케줄러는 클러스터 노드의 부하 분산을 위해 동적 마이그레이션[8]을 수행할 수 있다. 마이그레이션은 클러스터 노드들의 전체적인 부하 균형을 맞춰주므로 자원의 효율성을 계속적으로 유지할 수 있게 해준다. 하지만 마이그레이션 중에 생기는 오버헤드로 인해 가상머신의 성능이 일시적으로 저하되는 문제점[9]이 있다.

본 논문에서는 사용자의 이전 가상 머신 사용 패턴을 기반으로 부하 등급을 나눈 뒤, 이 등급에 맞춰 가상 머신 생성의 최적 클러스터 노드를 검색하여 특정 클러스터 노드의 과부하 및 과다 자원 유휴 클러스터 노드의 출현을 예방하는 사용자 패턴 분석 기반 가상머신 할당기법을 제안한다. 할당 기법의 효율성을 검증하기 위해 OpenNebula와 가상화 플랫폼 Xen[3,11]을 이용하여 클라우드 테스트베드를 구축하고 시뮬레이션을 병행한다.



(그림 1) OpenNebula 기반 클라우드 테스트베드의 구성도

## 2. OpenNebula의 스케줄러 정책

OpenNebula의 ONE 스케줄러를 이용하여 12 대의 가상 머신을 생성하였다. VM1에서부터 VM12까지 12 대의 가상 머신들은 모두 동일한 하드웨어 사양을 가지며 순서대로 ONE 스케줄러에 가상 머신 할당을 요청한다. ONE 스케줄러는 사용자의 요구사항에 따라 클러스터 노드들의 CPU 자원 유휴상태를 확인하고 요구사항에 맞는 클러스터 노드에 자동으로 가상 머신을 할당하므로 그림 2처럼 클러스터 노드 순으로 가상 머신이 생성되지 않는다. 이처럼 동적인 자원 할당은 클러스터 노드들의 유휴 자원을 자동으로 관리한다는 점에서 관리 측면에서 매우 유용하다 할 수 있다. 하지만, 가상 머신을 사용하는 사용자 중에는 늘 과부하를 일으키는 고급 사용자도 있을 것이고 부하를 거의 일으키지 않는 일반 사용자도 있을 것이다. 이러한 사용자의 사용 패턴을 고려하지 않고 가상머신을 할당할 경우 부하를 예측할 수 없어 특정 클러스터 노드에 부하가 집중될 가능성이 있다.

ID	NAME	STAT	CPU	MEM	HOSTNAME	TIME
342	vm1	runn	0	524288	bluesky.dju.ac.kr	00 18:00:14
343	vm2	runn	0	524288	cnca.dju.ac.kr	00 18:00:11
344	vm3	runn	0	524288	iris.dju.ac.kr	00 18:00:09
345	vm4	runn	0	524288	cnca.dju.ac.kr	00 17:53:54
346	vm5	runn	0	524288	cnca.dju.ac.kr	00 17:53:51
347	vm6	runn	0	524288	iris.dju.ac.kr	00 17:53:49
348	vm7	runn	0	524288	iris.dju.ac.kr	00 17:47:54
349	vm8	runn	0	524288	cnca.dju.ac.kr	00 17:47:39
350	vm9	runn	0	524288	bluesky.dju.ac.kr	00 17:43:24
351	vm10	runn	0	524288	bluesky.dju.ac.kr	00 17:43:21
352	vm11	runn	0	524288	bluesky.dju.ac.kr	00 00:36:23
353	vm12	runn	0	524288	iris.dju.ac.kr	00 00:36:19

(그림 2) ONE 스케줄러가 생성한 가상 머신 리스트

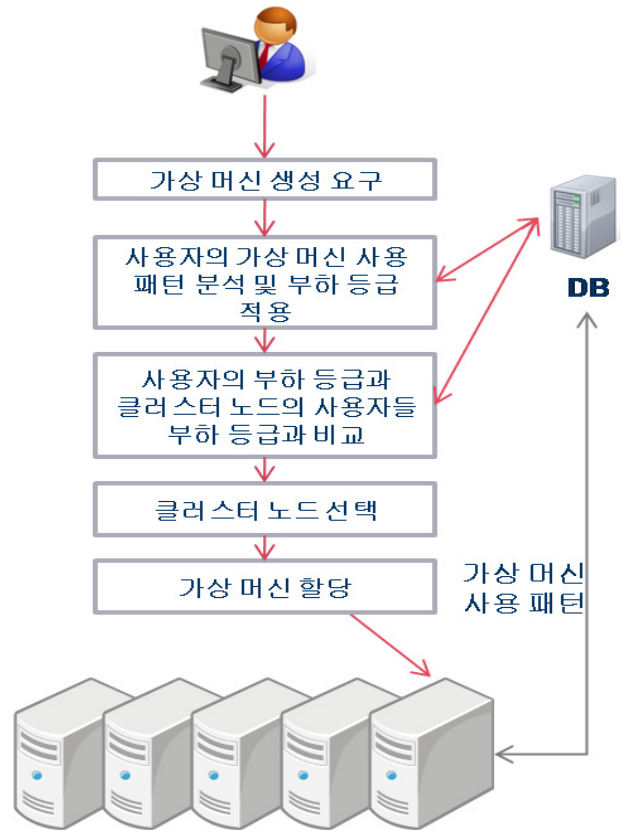
예를 들어, 표 1과 같이 가상 머신의 자원 사용량에 따라 등급을 분류하였을 경우 vm9~vm11 가상머신을 실행하고 있는 bluesky.dju.ac.kr 클러스터 노드는 다른 노드에 비해서 더 많은 부하가 걸리게 될 것이다.

(표 1) 사용량에 따른 가상머신 분류

가상머신 번호	자원 사용량
vm1~vm4	사용량이 거의 없음
vm5~vm8	사용량이 중간 정도
vm9~vm12	사용량이 많음

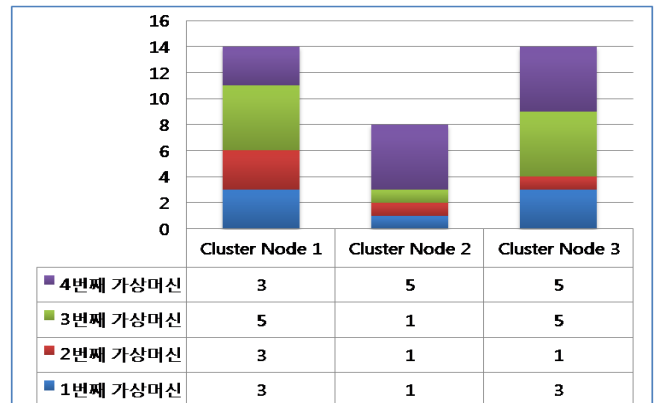
## 3. 제안하는 할당 기법

물리적 자원의 할당률 만을 고려한 ONE 스케줄러는 특정 클러스터 노드에 물리는 부하를 가상 머신 할당 과정에서 막을 수 없다. 본 논문에서는 사용자의 이전 가상 머신 부하 값을 파라미터로 사용하여 가상 머신 할당 과정에서 특정 클러스터 노드에 부하가 물리는 것을 예방하는 할당 기법을 제안한다. 그림 3은 할당 기법의 순서도이다.



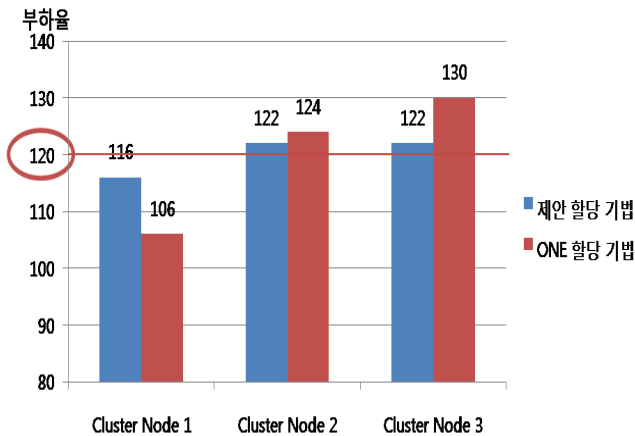
(그림 3) 사용자 패턴 분석 기반 가상머신 할당기법 순서도

사용자가 가상머신 생성을 요구하면 데이터베이스에서 사용자의 이전 가상머신 부하율들을 가져와 평균을 내고 부하 등급을 매긴다. 여기서 이전 부하율이 중요한 이유는 생성될 가상 머신이 실제 클러스터 노드에서 어느 정도의 부하를 낼지 예측하기 위함이다. 이 부하 등급과 실제 클러스터 노드에 있는 가상머신들의 부하 등급과 비교 한 뒤 부하가 낮은 클러스터 노드를 선택하고 가상 머신을 할당시킨다. 생성이 된 가상머신은 일정한 간격으로 데이터베이스에 부하율을 전송하고 이 부하율은 계속해서 사용자의 부하 등급을 정하는 데 사용된다.



(그림 4) ONE 스케줄러의 할당 기법이 적용된 가상 머신 배치도 (12대의 가상 머신 할당)

제안하는 할당 기법의 성능을 테스트하기 위해 가상 머신의 사용량에 따라 1, 3, 5로 부하 등급을 나눈 뒤 시뮬레이션을 수행하였다. 그림 4는 ONE 스케줄러의 정책대로 가상머신을 할당한 모습이다. 시뮬레이션에 쓰인 부하 등급을 전부 더하면 36의 값이 나오므로 각 클러스터 노드는 12 정도의 부하를 갖는 것이 좋으나 Cluster Node 1과 3은 14, Cluster Node 2는 8의 부하를 갖는 가상 머신들을 갖게 되어 클러스터 노드의 부하 분산이 효과적이지 않음을 알 수 있다.



(그림 5) 제안하는 할당 기법과 ONE 할당 기법을 이용한 가상 머신 할당 후 부하율 비교(총 120대의 가상 머신 할당)

그림 5는 가상 머신 할당에 사용자의 부하 등급을 적용한 경우와 그렇지 않은 경우의 클러스터 노드 부하율 차이를 보여준다. 제안하는 할당 기법의 경우 클러스터 노드들의 부하율이 120에 근접해 효과적인 부하 분산 처리를 했음을 알 수 있다. 반면, ONE의 할당 기법을 적용한 클러스터 노드들의 부하율은 Cluster Node 2를 제외하고는 이상 목표치에 많이 벗어나 있음을 알 수 있다.

#### 4. 결론 및 향후 연구 내용

본 논문에서는 사용자의 가상머신 사용 정보를 기반으로 하는 가상머신 할당 정책을 제안하였다. 물리적 자원의 할당률만을 고려한 기존의 ONE 스케줄러와 달리 가상머신 생성 과정에서 클러스터 노드 전체의 부하를 예상할 수 있어 특정 클러스터 노드에 걸릴 수 있는 과부하 또는 유휴 자원이 가득한 클러스터 노드를 예방할 수 있음을 보였다. 향후 연구내용으로 보다 정밀한 부하 등급의 예측을 위한 데이터 마이닝 기법이 요구되며, 가상머신의 할당 이후에 변하는 사용자들의 부하 등급을 바탕으로 클러스터 노드 간 실시간 마이그레이션에 대한 연구가 요구된다.

#### Acknowledgement

이 논문은 2010년도 교육과학기술부와 한국연구재단의 지역혁신인력양성사업과 일반연구자지원사업으로 수행된 연구 결과임 (No. 2010-0016574).

#### 참고문헌

- [1] Mladen A. Vouk, "Cloud Computing - Issues, Research and Implementations," Journal of Computing and Information Technology 16 pp. 235-246, 2008.
- [2] Virtualization, <http://en.wikipedia.org/wiki/Virtualization>
- [3] Xen, <http://xen.org>
- [4] Virtual Machine [http://en.wikipedia.org/wiki/Virtual\\_machine](http://en.wikipedia.org/wiki/Virtual_machine)
- [5] Ludmila Cherkasova, Rob Gardner, "Measuring CPU Overhead for I/O Processing in the Xen Virtual Machine Monitor," USENIX Annual Technical Conference, 2005.
- [6] OpenNebula, <http://www.opennebula.org/>
- [7] 황인찬, 이봉환, "클라우드 컴퓨팅 환경에서 가상머신 할당기법 및 임대서비스 구현," 한국해양정보통신학회 논문지, 14권 5호, pp.1147-1154, 2010.5.
- [8] Christopher Clark, Keir Fraser, Steven Hand, Jacob Gorm Hansen, Eric Jul, Christian Limpach, Ian Pratt, Andrew Warfield, "Live migration of virtual machines," USENIX Annual Technical Conference, 2005.
- [9] William Voorsluys, James Broberg, Srikumar Venugopal, Rajkumar Buyya, "Cost of Virtual Machine Live Migration in Clouds: A Performance Evaluation," Lecture Notes In Computer Science, Vol. 5931, pp. 254~265, 2009.
- [10] 이종숙, 박형우, "국내외 클라우드 컴퓨팅 동향 및 전망," 정보처리학회지, Vol. 16, No. 2, pp.17-30, 2009. 3.
- [11] Paul Barham, Boris Dragovic, Keir Fraser, Steven Hand, Tim Harris, Alex Ho, Rolf Neugebauer, Ian Pratt, Andrew Wareld, "Xen and the art of virtualization," ACM Symposium on Operating Systems Principles, pp. 164~177, 2003.