

클라우드 컴퓨팅 환경에서 전력제어 스케줄링 알고리즘

서경석, 이봉환
e-mail:portars@gmail.com

A Power Control Scheduling Algorithm in Cloud Computing Environment

Kyung-seok Seo, Bong-Hwan Lee
Department of Information & Communications Eng., Daejeon University

요 약

최근 에너지 소비의 지속적 증가 및 에너지 가격의 급격한 상승으로 그린 IT 도입·운영이 필수적인 요소로 인식됨에 따라 서버 발열 및 데이터센터 에너지 절감을 위해 IT 인프라가 클라우드 컴퓨팅 플랫폼으로 대체 되어가고 있다. 본 연구에서는 오픈 소스 기반 클라우드 플랫폼을 구축하고 클라우드 컴퓨팅 노드의 다양한 자원 값을 이용한 전력제어 스케줄링 알고리즘을 제안하였다. 이 알고리즘은 클라우드 노드의 자원 효율을 높이면서 전력 소모를 절감하여 그린 IT 실현에 기여할 것으로 기대된다.

1. 서론

글로벌 환경위기 즉, 지구 온난화로 인해 국제적인 온실가스 감축 규제 및 각국의 환경 규제 강화로 국가와 기업 모두가 환경 경영이라는 슬로건으로 기업 경영 마인드가 변화되고 있다. CO₂ 배출, 각종 유해물질 제한 등 환경 규제 증가, 에너지 소비의 지속적 증가, 국제적 에너지 자원 가격의 급격한 상승으로 최근 각 기업에서는 친환경 경영을 위한 그린 IT 도입 운영 및 공급자 관리가 선택이 아닌 필수적 요소로 등장하게 되었다[1]. 모든 IT 관련 전력 비용의 절반 이상이 IDC(Internet Data Center)에서 발생하고 있기 때문에 데이터센터에 초점을 두고 있고 이 문제를 해결하기 위해서 클라우드 컴퓨팅 기술이 급부상하고 있다. 클라우드 컴퓨팅은 하드웨어 측면에서 기존의 서비스 모델과 몇 가지 다른 특징을 가지고 있다. 먼저 클라우드 컴퓨팅의 경우 하드웨어 자원을 필요한 만큼 무제한적으로 이용할 수 있다는 점이다. 물론 이에 따르는 추가 비용이 발생하지만 실질적인 하드웨어 추가 구매에 따른 비용 보다 상당 금액이 절감될 것으로 예상하고 있다[2]. 성능적인 측면에서 기존 서버는 서비스의 가용성을 위해 서버에 자원을 높게 잡아 유효자원 낭비가 발생하고 또한 전력낭비도 생긴다. 하지만 클라우드 컴퓨팅을 사용하면 많은 유효 자원을 90% 이상 사용하여 효율적으로 전체 자원 및 비용을 절감시킬 수 있다. 전문가들은 실제적으로 클라우드 컴퓨팅을 통해 데이터 센터 공간을 80% 이상 줄일 수 있고, 에너지 소비량도 40% 가량 절감할 수 있다고 한다[3]. 따라서 클라우드 컴퓨팅은 그린 IT를

실현할 수 있는 친환경적인 플랫폼이다.

본 논문에서는 그린 클라우드 컴퓨팅을 실현하기 위해 노드의 CPU, 메모리, NIC 등의 자원을 이용하여 노드의 전원을 제어할 수 있는 스케줄링 알고리즘을 제안한다. 즉, 클라우드 컴퓨팅 플랫폼을 클러스터링 시키고 모든 엔드 노드들이 활성화 된 상태에서 서비스를 대기하는 형태가 아닌 헤드 노드에서 필요한 유효자원을 관리하면서 필요한 자원 또는 앞으로 필요할 자원들을 예측하여 엔드 노드를 부분적으로 활성화시켜 전력을 절약하는 스케줄링 시스템을 제시한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련연구에 대해 기술하고, 3장에서는 제안하는 그린 클라우드 스케줄링 알고리즘에 대하여 설명하며 마지막으로 4장에서는 결론 및 향후 연구내용에 대하여 기술한다.

2. 관련연구

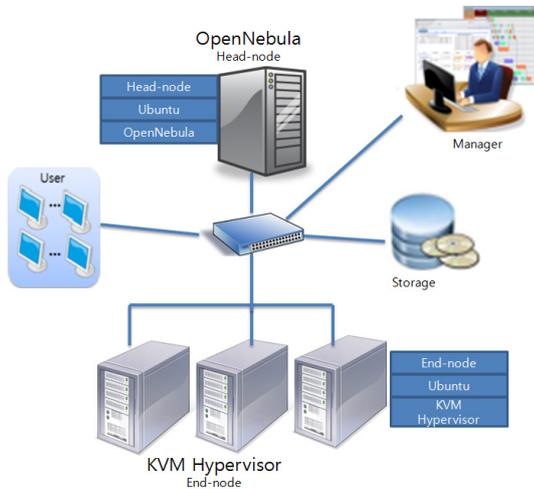
본 연구에서는 오픈소스 클라우드 플랫폼인 오픈네블라(OpenNebular)[4]와 커널 기반의 가상머신 플랫폼인 KVM[5]을 이용하여 사설 클라우드(Private Cloud)를 구축하였으며 시스템 구성도는 그림 1과 같다. 이는 본 연구팀에서 구현한 Xen 기반 가상 컴퓨터 교육시스템[6]을 KVM 기반으로 수정한 것이다. 그림 1에서 클라우드 플랫폼은 헤드 노드(Head-node)와 엔드 노드(End-node), 스토리지 등으로 구성되어 있다. 헤드 노드는 가상머신 요구사항 템플릿을 하이퍼바이저(Hypervisor)에 맞게 파싱하여 가상머신을 생성하고 가상머신의 라이프사이클 및 마이그

레이션(Migration)을 관리한다. 또한, 모든 엔드 노드에 대한 자원을 관리하고 가상머신 할당을 위한 스케줄링을 제공한다. 엔드 노드는 하이퍼바이저를 이용하여 가상머신을 구동시킨다.

3. 그린 클라우드 스케줄링 시스템

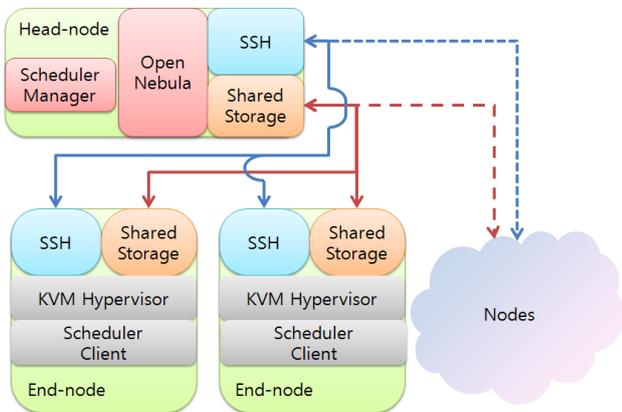
3.1 제안하는 그린 클라우드 컴퓨팅 구조

본 연구에서 제안하는 그린 클라우드 컴퓨팅 구조는 그림 2와 같다. 즉, 기존의 클라우드 컴퓨팅 아키텍처에 스케줄러 매니저 (Scheduler Manager)와 스케줄러 클라이언트 (Scheduler Client)를 추가하여 전력제어 및 에너지 효율을 높일 수 있도록 하였다.



[그림 1] 클라우드 컴퓨팅 구성도

헤드 노드에는 스케줄러 매니저를 탑재하여 엔드 노드들의 자원을 모니터링하여 불필요한 엔드 노드들은 중지 (suspend) 시키고 WOL(Wake On LAN)을 통해 활성화 시킨다. 엔드 노드에서는 스케줄러 클라이언트를 이용하여 스케줄러 매니저와 동기화 및 상태정보를 전달한다.



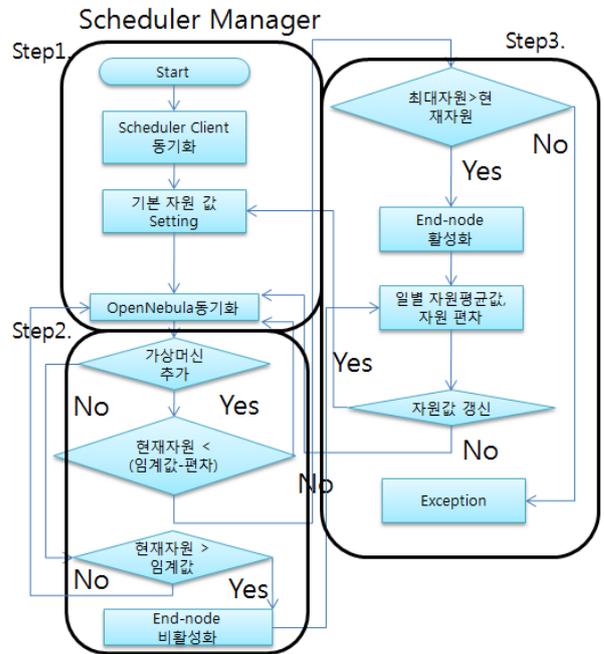
[그림 2] 그린 클라우드 컴퓨팅 플랫폼

3.2 전력제어 스케줄링 알고리즘

그린 클라우드 스케줄링 시스템은 최소 2개 이상의 엔드 노드를 구축한 클라우드 플랫폼에서 엔드 노드의 전력을 제어한다. 본 스케줄러의 흐름도를 나타내면 그림 3과 같다.

Step1 : 클라우드 환경 동기화 및 전력제어 프로그램의 초기화를 하는 부분으로서 엔드 노드에 설치되어 있는 스케줄러 클라이언트와 동기화를 하여 통신 환경을 구축한다. 그리고 나서 전력제어 변수인 임계값은 유동적으로 변하는 값이며 편차의 합과 차로 계산이 되며 디폴트는 평균 사용율이다. 편차 값은 사용 자원 편차의 평균으로 엔드 노드의 자원 값 보다 작을 시에는 엔드 노드의 자원 값으로 대체된다.

기본 변수들이 설정되면 오픈네블라와 동기화를 통하여 자원 모니터링 및 가상 머신의 라이프 사이클을 관리 한다.



[그림 3] 스케줄링 알고리즘 흐름도

Step2 : 가상머신의 생성 및 소멸에 의해서 자원 값의 변화를 모니터링 하여 엔드노드를 관리한다. 오픈네블라를 통해서 새로 추가 혹은 소멸되는 가상머신에 대한 정보를 받고 가상머신으로 인한 자원 변화를 통해서 그림 3과 같이 비교 로직을 수행하고 가상머신이 소멸되면 현재 자원과 임계값을 비교하여 현재 자원이 임계값 보다 클 경우 엔드 노드 중 가장 자원 사용량이 적은 엔드 노드의 가상머신을 자원이 남는 다른 엔드 노드로 이관시키고 엔드 노드를 비활성화 시킨다. 엔드 노드가 비활성화 되면 자원 값을 갱신한다.

Step3 : 가상머신이 생성되고 나서 현재 자원이 임계값 보다 크면 엔드 노드 활성화를 관리한다. Step2에서 현재

자원이 임계값 보다 크면 Step3으로 천이하여 현재 자원과 최대 자원을 비교하여 에러를 검색하고 엔드 노드를 활성화하며 일별 자원 평균값과 자원 편차의 평균을 구하고 임계값과 편차값을 새로 설정한다.

4. 결론 및 향후 연구 방향

클라우드 컴퓨팅 환경에서 엔드 노드의 다양한 자원값을 이용한 전력 제어 스케줄링 알고리즘을 제안하였다. 전력 제어 스케줄링 알고리즘은 클라우드 노드의 자원 효율을 높이면서 전력 소모를 절감하여 그린 IT 실현에 기여할 것으로 기대된다

향후 연구 내용으로 제안한 전력 제어 스케줄링 알고리즘을 실제 클라우드 컴퓨팅 환경에 적용하여 그 성능분석이 요구된다. 또한, CPU, 메모리, 스토리지 이외의 추가적인 자원 지표를 이용한 자원 스케줄링 알고리즘의 개발도 필요할 것으로 사료된다.

Acknowledgement

본 연구는 한국연구재단의 지역혁신인력양성사업 및 한국산업기술평가관리원의 산업원천기술개발사업의 일환으로 수행된 연구결과임.

참고문헌

- [1] 송길현, “그린 데이터센터 구축 사례에 기반한 그린 IT 도입 방안에 관한 연구”, Information Systems Review, Vol.11, No.2, 2009.8.
- [2] 이주환, “클라우드 컴퓨팅 서비스를 통한 그린 IT Economics”, TTA Journal, No.125, 2009. September~October.
- [3] 이주영, “클라우드 컴퓨팅 특징 및 사업자별 제공 서비스 현황”, 방송통신정책, Vol.22, No.6, pp.1~22, 2010.
- [4] <http://www.opennebula.org>
- [5] <http://www.linux-kvm.org>
- [6] 이봉환, “클라우드 컴퓨팅을 이용한 가상 컴퓨터 교육시스템 설계 및 구현,” 한국해양정보통신학회 논문지, 15권 9호, 2011.9.