

OpenStack에서의 가상머신 클러스터링 및 동적 할당

염재근*, 유정록*, 이정하*, 정기문*, 정대용**

*한국과학기술정보연구원 슈퍼컴퓨팅응용실

**한국과학기술정보연구원 가상설계분석실

e-mail: jaekeuny@kisti.re.kr, junglok.yu@kisti.re.kr, jungha07@kisti.re.kr,
kmjeong@kisti.re.kr, daeyongjung@kisti.re.kr

Virtual Machine Clustering & Dynamic Provisioning on OpenStack

Jaekun Yeom*, Jung-Lok Yu*, Jungha Lee*

Ki-Moon Jeong*, DaeYong Jung**

*Dept of Super Computing Application, KSITI

**Dept of Supercomputing Modeling & Simulation, KSITI

요 약

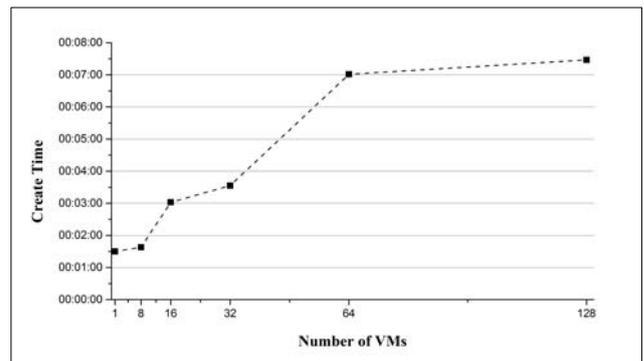
계산과학분야에서 컴퓨팅자원을 사용하는 사용자들은 수천 개의 CPU 규모의 클러스터단위로 컴퓨팅 자원을 사용한다. 자원의 크기에 따라 작업 실행 시간이 줄어들기 때문에 사용자들이 정확하고 빠른 연구결과를 얻기 위해서는 많은 컴퓨팅자원이 필요하다. 하지만 컴퓨팅자원의 한계와 비용의 문제로 모든 사용자들이 원하는 자원을 할당 받지 못한다. 본 논문에서는 컴퓨팅자원을 가상머신 클러스터 단위로 제공하는 방법과 자원의 낭비를 줄이기 위한 가상머신 동적 할당방법을 구현하였다.

1. 서론

천문학, 기상학 관련 연구 분야에서는 한 번의 연구결과를 얻기 위해 적게는 수십 코어에서 많게는 수천 개의 코어를 사용하지만 지속적으로 자원을 모두 사용하지는 않는다. 천문학의 경우 우주 한 장의 사진이 16K의 화질로 되어 있어 픽셀 하나의 변화를 보기 위해 여러 장의 사진을 비교한다. 날마다 변화하는 우주의 사진을 비교하기 위해서는 한 번의 비교하는 작업이 빠른 시간 내에 완료되어야하기 때문에 많은 컴퓨팅 자원이 필요하다. 하지만 날씨가 좋지 못해 우주 관측이 어려운 날이 지속될 경우에는 컴퓨팅 자원의 사용규모가 낮아진다. 기상학의 경우 급격하게 변하는 날씨와 예상치 못한 태풍의 경로 등을 최단 시간 내에 감지하고 예측하기 위해서 특정 시간 내에 필요한 자원이 급격하게 늘어난다. 이는 계속 모든 자원을 사용하지 않지만 태풍이나 지진 등 재난에 대비하기 위해서는 꼭 필요한 자원이기 때문에 특정한 기간에는 많은 자원을 사용할 수 있어야 한다.

본 논문에서는 사용자마다 필요한 소프트웨어가 다르고 컴퓨팅자원의 OS도 다르기 때문에 OpenStack의 가상머신을 이용하여 자원을 할당 및 반납을 하도록 하였다. 물리머신으로 자원을 이용하는 것은 OS설치부터 소프트웨어 설정까지 많은 시간이 필요하기 때문에 제약이 많다. 빠른 시간 내에 자원을 사용하지 않을 때 다른 사용자가 사용할 수 있도록 자원을 반납하고 필요한 때에 자원을 할당 받기 위해서는 이미지로 저장되어 있고 수 분 내에

사용이 가능한 가상머신이 적합하다. (그림 1)은 오픈스택에서 가상머신의 개수에 따른 생성 시간을 나타내고 있다. 처음 한 개의 가상머신을 생성할 때는 이미지의 복사가 되기 때문에 1분 30초가 걸리지만 이후의 가상머신 생성에는 복사된 이미지를 사용하여 생성하기 때문에 생성 시간이 줄어든다.



(그림 1) OpenStack 생성 시간

2. OpenStack의 기능

OpenStack은 가상머신을 관리하는 플랫폼이며 다양한 기능을 제공하고 많은 커뮤니티를 가지고 있다. 1년에 2번 업그레이드를 통해 사용자가 원하는 기능을 최대한 많이 지원하고 필요한 기능만 사용할 수 있도록 플러그인 형태로 제공하고 있다. OpenStack의 Heat에서 동적할당방법을 지원하고 있으나 클러스터에 가상머신을 추가하고 특정

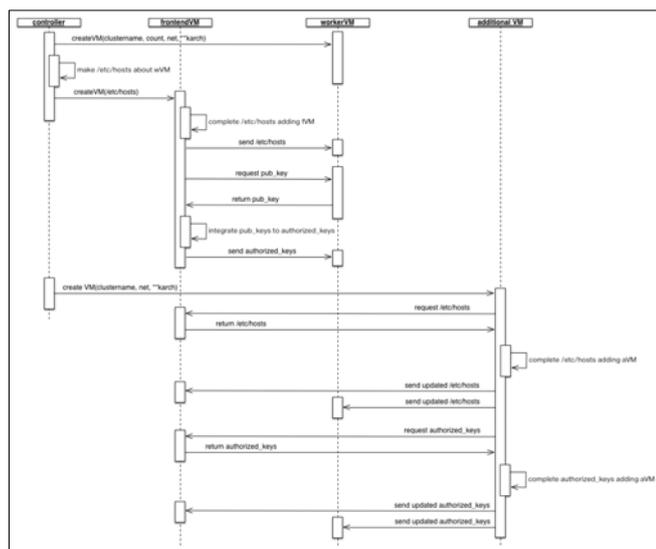
소프트웨어에 연동되는 방법이 미흡하다. 본 논문에서는 클러스터를 만들고 동적으로 할당할 수 있도록 다음과 같은 OpenStack의 기능들을 이용하였다.

- userdata : 가상머신이 부팅 될 때 실행되는 스크립트
- metadata : 가상머신의 정보들을 알 수 있는 정보
- file : 가상머신이 부팅 될 때 추가되는 파일

3. OpenStack 클러스터링 및 동적 할당 방법

3.1 클러스터링

클러스터란 front-end노드와 worker노드들로 역할이 나누어져 있고 front-end노드에서 작업의 제출, 로그인 등의 역할을 한다. worker노드들은 작업의 실행역할을 맡는다. 클러스터의 노드들은 /etc/hosts에 노드들의 정보를 알 수 있고 ssh-passwordless가 되어 서로의 노드들 사이에 ssh를 패스워드 없이 접속 가능하도록 하는 것이 기본이다. 계산과학분야의 특성상 데이터의 이동과 접속이 노드 간에 자유롭게 이루어져야하기 때문이다. 본 논문에서는 아래와 같은 방법으로 클러스터를 구현하였다.



(그림 2) 클러스터링 다이어그램

OpenStack에서 클러스터링을 생성하면 worker VM들을 먼저 생성한다. 이 후 worker VM들의 아이피와 호스트네임들을 file로 저장하여 front-end VM을 생성한다. front-end VM 자신의 아이피와 호스트네임들을 추가하여 /etc/hosts 파일을 완성하고 metadata에서 비밀번호를 가져와 worker VM들에게 /etc/hosts파일을 전송한다. 이 후 worker VM들로부터 공개키를 취합하고 자신의 공개키와 함께 통합된 authorized_keys를 다시 worker VM들에게 전송한다.

자원이 부족하여 다수의 worker VM들이 추가될 경우

마지막의 worker VM이 front-end의 역할을 하여 새로운 worker VM들의 정보와 기존 클러스터의 정보를 취합하여 클러스터의 모든 VM들에게 전달한다.

3.2 동적 할당 방법

계산과학분야에서 작업을 제출하기 위해 LoadLeveler, HTCondor, Slurm 등 많은 작업 스케줄러 등이 있다. 현재 대기중인 작업의 수에 따라 worker VM의 추가를 결정한다. 본 논문에서는 HTCondor에서 제공하는 Python API를 이용하여 작업의 수를 10초마다 모니터링하고 60초 후 OpenStack의 VM 할당 여부를 결정한다. 추가 할당된 VM은 HTCondor의 Pool에 포함되기 위해 userdata를 설정하였다. 작업의 끝난 후 자원이 사용되지 않을 경우 60초 후 작업이 추가되지 않을 경우 VM은 삭제된다.

4. 결론 및 향후 연구방향

자원의 성능은 작업의 실행결과가 달라지기 때문에 클러스터 단위로 사용하는 사용자들에게 안정성과 함께 중요한 요소이다. 클라우드에서의 가상머신은 물리머신보다 성능이 떨어지지만 클러스터링으로 사용자에게 제공하고 동적으로 자원의 규모를 늘리고 줄임으로서 사용자에게 쉽고 빠르게 자원을 제공과 자원의 효율성을 높일 수 있다. 향후에는 여러 스케줄러들을 사용하는 자원들에 클라우드를 적용하여 효율성을 비교하여 가상 머신 클러스터링과 동적 할당의 이점을 입증할 계획이다. 본 논문은 HTCondor에 대한 동적할당방법만을 구현하였다. 작업 스케줄러의 설정방법이 다르기 때문에 동적 할당을 위해서는 스케줄러마다 설정방법을 구별하여야 한다. 향후 LoadLeveler, HTCondor, Slurm에서도 클러스터가 어떤 작업 스케줄러인가에 따라 스케줄러를 구별하여 통합 적용되도록 할 계획이다.

참고문헌

[1] Panitkin, S “ATLAS Cloud Computing R&D project”, 20th International Conference on Computing in High Energy and Nuclear Physics, 2013,
 [2] Toor,S. “Investigating an Open Source Cloud Storage Infrastructure for CERN-specific Data Analysis”, Networking, Architecture and Storage (NAS), 2012 IEEE 7th International Conference on, 2012
 [3] Lee, C.A. “Approaches for Virtual Organization Support in OpenStack“, Cloud Engineering (IC2E), 2014 IEEE International Conference on , 2014
 [4] O Sefraoui “OpenStack: toward an open-source solution for cloud computing“, International Journal of Computer Applications, 2012