

OpenStack 을 이용한 가상 머신 라이브 마이그레이션 성능 평가

장한이, 김성환, 김요한, 임 혁
광주과학기술원 전기전자컴퓨터공학부

{hanizang, sunghwankim, yohankim, hlim}@gist.ac.kr

Performance Evaluation of Virtual Machine Live Migration using OpenStack

Hannie Zang, Sunghwan Kim, Yohan Kim, and Hyuk Lim,
Gwangju Institute of Science and Technology (GIST)

요 약

클라우드 컴퓨팅은 인터넷이 가능한 기기를 통해 사용자가 원격으로 다른 컴퓨팅 자원을 사용할 수 있게 해준다. 클라우드 서비스 제공자는 사용자에게 제공하는 컴퓨팅 자원의 하나로 가상 머신을 운용할 수 있으며, 가상 머신 라이브 마이그레이션 (Virtual Machine Live Migration) 은 컴퓨팅 자원의 효과적인 운용을 위한 Load Balancing, Fault Management 등에 사용된다. 가상 머신 라이브 마이그레이션의 성능을 개선하기 위해서는 마이그레이션에 필요한 전체 시간 (Total Migration-time) 외에도 가상 머신이 중단되는 시간 (Down-time) 을 줄일 수 있어야 한다. 본 논문에서는 OpenStack 을 이용한 공유 스토리지 기반 가상 머신 라이브 마이그레이션 (Shared Storage based Virtual Machine Live Migration) 실험을 통해 Down-time 에 영향을 끼치는 요소들에 대해 기술한다.

I. 서 론

최근 클라우드 컴퓨팅의 발전으로 인하여 클라우드 서비스 제공자가 사용자에게 쉽게 가상 머신 기반의 컴퓨팅 서비스를 제공할 수 있게 되었다. 수많은 가상 머신이 실행 중인 클라우드 컴퓨팅 환경에서는 가상 머신의 관리가 중요하며 그 중에서도 가상 머신을 다른 호스트로 옮기는 라이브 마이그레이션 기술에 대한 연구가 많이 진행되어왔다. 라이브 마이그레이션은 마이그레이션 기술과 다르게 실행 중인 가상 머신을 최소 중지 시간 내에 다른 물리적 호스트로 옮기는 것에 중점을 둔다. 라이브 마이그레이션은 클라우드 컴퓨팅 환경에서 하드웨어 자원의 최적화, 시스템의 안정적인 운영을 위해 사용된다.

라이브 마이그레이션의 성능은 가상 머신을 옮기는 데 걸리는 총 시간인 Total Migration-time 과 가상 머신이 실행되지 못하는 시간인 Down-time 이 좌우한다. Total Migration-time 과 Down-time 을 줄이기 위한 다양한 연구들이 진행되어왔으며, 사용자가 라이브 마이그레이션 중에 Down-time 을 체감하지 못하게 하는 것에 궁극적인 목표가 있다 [1].

본 논문에서는 Down-time 에 영향을 미치는 요소들을 알아보기 위해 OpenStack 환경에서 라이브 마이그레이션의 Down-time 을 측정하였다.

II. 공유 스토리지 기반 라이브 마이그레이션

OpenStack 에서는 기본적으로 공유 스토리지 기반 라이브 마이그레이션과 블록 마이그레이션을 제공한다. 공유 스토리지 기반 라이브 마이그레이션은 공유 스토리지를 통해 가상 머신의 OS 이미지를 공유하고 실행 정보가 저장된 메모리만을 다른 호스트로 마이그레이션 하는 기술을 말한다. 블록 마이그레이션은 가상 머신의 OS 이미지를 갖는 스토리지와 실행 정보가 저장된 메모리를 함께 마이그레이션 하기 때문에 공유 스토리지 기반 라이브 마이그레이션에 비해 Down-

time 이 길다. 본 논문에서는 가상 머신의 Down-time 이 짧은 공유 스토리지 기반 라이브 마이그레이션 기법을 사용하였다.

III. OpenStack 을 이용한 클라우드 구축

3.1 컨트롤러 노드 구성

컨트롤러 노드는 가상 머신 생성 명령이나 실행 중인 가상 머신을 다른 호스트로 마이그레이션하는 명령을 내리는 관리자의 역할을 갖는다. 컨트롤러 노드에서 필요한 OpenStack 의 서비스 중 Nova 는 다른 호스트에서 수행 중인 가상 머신의 관리 기능을 갖고 Glance 는 가상 머신의 OS 이미지를 관리한다. 그 외에도 OpenStack 서비스의 사용자들을 인증하기 위한 Keystone 과 OpenStack 서비스들의 정보를 저장하는 MySQL 을 사용하였다. PC 는 Intel Pentium 4 CPU 와 4GB 의 메모리를 사용하여 컨트롤러 노드를 구성하였다.

3.2 컴퓨트 노드 구성

컴퓨트 노드는 컨트롤러 노드의 명령을 받아 하이퍼바이저 상에 가상 머신을 생성하거나 삭제하며 다른 컴퓨트 노드로 가상 머신 마이그레이션을 수행한다. Nova 와 KVM 하이퍼바이저를 통해 가상 머신의 생성 및 삭제 작업을 처리하며, 컨트롤러 노드의 데이터베이스를 이용하기 위해 Python MySQL API 를 설치하였다. PC 는 Intel Core 2 Duo CPU 와 4GB 의 메모리를 사용하여 컴퓨트 노드를 구성하였다.

3.3 OpenStack 네트워크 구성

그림 1 은 OpenStack 을 이용하여 구성한 실제 네트워크이다. 하나의 컨트롤러 노드와 2 개의 컴퓨트 노드를 이용하여 네트워크를 구성하였다.

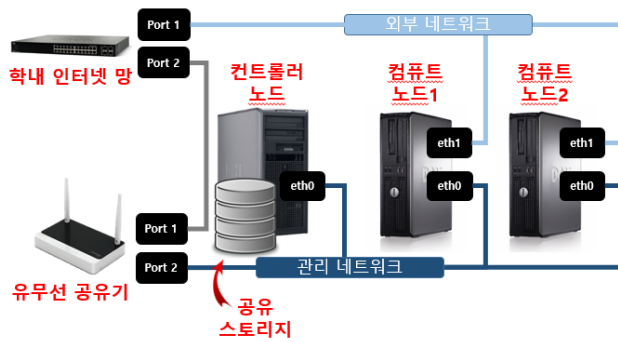


그림 1 네트워크 구성도

각 노드들은 관리 네트워크 (Management Network)로 연결된다. 관리 네트워크를 통해 컨트롤러 노드의 명령이나 컴퓨터 노드의 가상 머신이 다른 컴퓨터 노드로 전송된다. 컴퓨터 노드의 가상 머신은 외부 네트워크 (External Network)를 통해 인터넷을 접근한다. 관리 네트워크는 ipTime N2e를 통해 100Mbps의 LAN으로 연결하였으며, 외부 네트워크는 Cisco SG100-24 Gigabit Switch로 연결하였다.

본 논문에서는 공유 스토리지 기반 라이브 마이그레이션을 위해 컨트롤러 노드에 NFS (Network File System) 공유 스토리지를 설치하였다. 컴퓨터 노드들은 마이그레이션 작업 시 관리 네트워크를 통해 컨트롤러 노드에 설치된 공유 스토리지로부터 가상 머신의 OS 이미지를 공유하게 된다.

각 노드의 운영체제로는 Ubuntu 14.04 LTS를 사용하였으며, OpenStack의 버전은 Icehouse를 이용하여 실험 환경을 구축하였다.

IV. 성능 평가

OpenStack에서 flavor는 가상 머신이 사용할 수 있는 메모리와 저장공간, CPU core 개수 등을 정의해놓은 템플릿이다. 총 5 종류의 flavor가 있으며 사용하는 하드웨어 자원이 적은 순서에 따라 tiny, small, medium, large, xlarge로 분류된다. 본 논문에서는 각각 512MB와 2GB의 메모리를 갖는 tiny와 small 사이즈의 이미지를 사용하였다.

본 논문에서는 가상 머신의 이미지 사이즈 외에도 컴퓨터 노드의 CPU 사용량, 가상 머신의 memory 사용량에 따른 실험 결과를 분석하였다. stress 프로그램을 이용하여 컴퓨터 노드의 CPU 사용량을 조절하였으며, yes 명령어를 통해 가상 머신의 메모리 중 특정 메모리만큼을 사용하도록 하였다. 가상 머신은 cirros 0.3.2 버전을 운영체제로 하여 컴퓨터 노드에서 생성하였다. 컨트롤러 노드에서 해당 가상 머신으로 ping을 주고 응답이 끊긴 시간을 기준으로 마이그레이션 작업 중에 가상 머신이 동작하지 않는 Down-time을 측정하였다.

그림 2는 가상 머신의 이미지 사이즈 및 컴퓨터 노드의 CPU 부하에 따른 Down-time 측정 결과이다. tiny 사이즈의 가상 머신에 비해 small 사이즈의 가상 머신이 네트워크를 통한 전송 시간이 길어 Down-time이 증가하였다. 컴퓨터 노드의 CPU 부하가 높아짐에 따라 컴퓨터 노드의 작업 처리 속도가 떨어져 Down-time이 증가하는 것도 확인하였다.

그림 3은 가상 머신의 메모리 사용량에 따른 Down-time 측정 결과이다. 다른 컴퓨터 노드로 복사해야 하는 가상 머신의 메모리 양이 증가함에 따라 Down-time이 선형적으로 증가했음을 확인하였다.

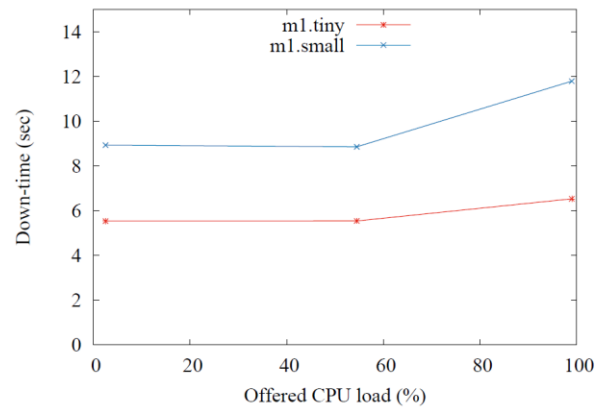


그림 2 가상 머신의 이미지 사이즈 및 컴퓨터 노드의

CPU 부하에 따른 Down-time 측정 결과

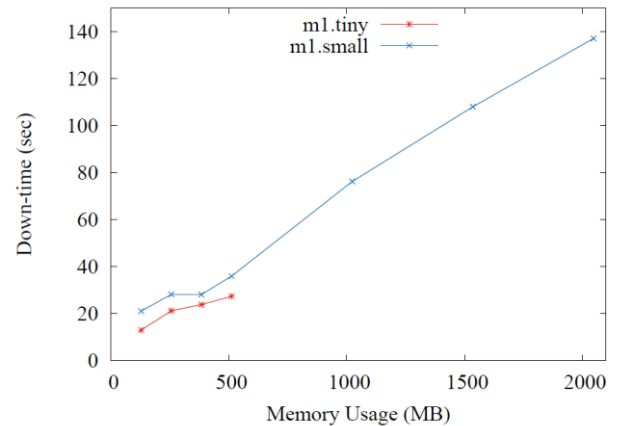


그림 3 가상 머신의 메모리 사용량에 따른 Down-time

측정 결과

V. 결론

본 논문에서는 OpenStack을 이용하여 공유 스토리지 기반 라이브 마이그레이션 작업을 수행하였으며, 가상 머신의 이미지 사이즈를 조정하거나 가상 머신의 메모리 사용량, 가상 머신이 실행 중인 컴퓨터 노드의 CPU 사용량을 조절하여 마이그레이션 작업 중에 끼치는 영향을 분석하였다. 실험을 통해 가상 머신의 이미지 사이즈, 컴퓨터 노드의 CPU 부하, 가상 머신의 메모리 사용량이 증가함에 따라 Down-time이 증가하는 것을 확인하였다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 미래창조과학부의 재원으로 정보통신기술진흥센터의 지원(No.R7117-16-0218, 이중 다수 클라우드 간의 자동화된 SaaS 호환성 지원 기술 개발)과 미래창조과학부의 재원으로 한국연구재단 중견연구자지원사업의 지원(No. 2014R1A2A2A01006002)을 받아 수행된 연구임.

참고 문헌

- [1] Sherif Akoush et al. "Predicting the performance of virtual machine migration." Modeling, Analysis & Simulation of Computer and Telecommunication Systems (MASCOTS), 2010 IEEE International Symposium on. IEEE, 2010.