

클라우드 컴퓨팅 인프라 구축을 위한 오픈 소스 서버 가상화 기술 분석

배유미*, 정성재**, 성 경***, 소우영*

요약

최근 기업들은 자원의 효율적인 활용과 관리를 위해 IT 인프라를 클라우드 컴퓨팅(Cloud Computing)기반으로의 전환을 모색하고 있다. 특히 서버 가상화(Server Virtualization) 기술을 이용한 시스템 구축은 자원의 효율성뿐만 아니라, 관리의 편리함, 공간 절약, Green IT 실현 등 많은 장점을 가지고 있다. 그러나, 인프라 구축에 따른 비용적인 문제가 큰 부담으로 작용하고 있다. 현재 클라우드 컴퓨팅 인프라 구축을 위한 오픈 소스 서버 가상화 기술은 등장 시기, 지원 기능, 활용도 등을 기준으로 제1세대부터 제3세대까지로 분류할 수 있다. 제1세대 서버 가상화 기술에는 Xen, KVM, VirtualBox 등이 해당하고, 제2세대 서버 가상화 기술은 Oracle VM, VMware의 vSphere, Citrix의 XenServer 등이 해당된다. 마지막으로 제3세대 서버가상화 기술은 다양한 하이퍼바이저를 통합 관리하기 위한 플랫폼으로 OpenStack, Eucalyptus, OpenNebula 등이 해당된다. 본 논문에서는 클라우드 컴퓨팅 인프라 구축을 위해 비용 부담이 없는 오픈 소스 서버 가상화 기술을 분석하여 기업의 상황에 적합한 시스템 구성을 위한 기반 지식을 제공한다.

Analysis of Open Source Server Virtualization Technique for Cloud Computing Infrastructure Development

Yu-Mi Bae*, Sung-Jae Jung**, Kyung Sung***, Wooyoung Soh*

ABSTRACT

Recently many companies tend to change the IT infrastructure into the base of Cloud Computing for the efficient utilization and management of resources. Especially the system configuration using Server Virtualization techniques gives us the ease of management, the economy of space, the realization of Green IT as well as the efficiency of resources. The cost of infrastructure construction, however, acts as a burden on cloud computing. Current cloud computing infrastructure for open source server virtualization technology emergence time, support functions, such as utilization based on the third generation to the first generation from classified can. The first-generation server virtualization technology such as Xen, KVM, VirtualBox, and its second-generation server virtualization technology of Oracle VM, VMware vSphere, Citrix XenServer. Finally, the third-generation server virtualization technology as a platform to integrate and manage a variety of hypervisors, OpenStack, Eucalyptus, OpenNebula. This paper analyzes the costless open source server virtualization techniques for the cloud computing infrastructure development and presents it as a basis of the suitable system configuration for the companies.

Key Words : Cloud Computing, Xen, KVM, Oracle VM, OpenStack, Eucalyptus, OpenNebula

* 한남대학교 컴퓨터공학과(✉yumidw@hanmail.net)

** ㈜스컴씨엔에스

*** 목원대학교 컴퓨터교육과

· 제1저자(First Author) : 배유미 · 교신저자(Correspondent Author) : 소우영

· 접수일(2012년 9월 24일), 수정일(1차 : 2012년 10월 17일), 게재확정일(2012년 10월 19일)

I. 서론

초기의 웹(Web)은 정보 검색을 주로 이용하였으나 현재는 쇼핑(Shopping), 은행 업무, 정부 민원 발급 등 생활의 한 부분처럼 이용되고 있다. 또한, 스마트폰(Smart Phone)의 보급으로 버스나 지하철 운행 정보 등 시간이나 장소에 구애받지 않고 실시간으로 해당 정보를 알 수 있는 환경으로 바뀌었다. 다양한 서비스의 증가는 운영되는 서버의 증설이 요구되고, 상황에 따라 유연한 관리도 요구된다. 이러한 상황에서 주목 받고 있는 기술이 클라우드 컴퓨팅(Cloud Computing)이다. 클라우드 컴퓨팅은 서버 가상화(Server Virtualization) 기술을 기반으로 운영중인 시스템의 자원을 효율적으로 관리할 수 있고, 통합 관리의 편리함, 공간 절약, 서버 운영의 유연성 부여, 전력량 소모 절약을 통한 Green IT 실현 등 많은 장점을 가지고 있다. 그러나, 서버 운영의 환경을 클라우드 컴퓨팅 인프라로 전환하려면 초기 구축에 많은 비용이 들어간다. 또한 클라우드 컴퓨팅 인프라 구축을 위해 많은 서버 가상화 기술들이 존재하는데, 도입하고자 하는 기업에 적합한 기술을 파악하기도 쉽지 않다.

본 논문에서는 비용 부담이 없는 오픈 소스 서버 가상화 기술들을 분석 및 분류하여 기업의 상황에 적합한 클라우드 인프라 구축을 위한 기반 지식을 제공한다.

II. 오픈 소스 서버 가상화 기술 분류

오픈 소스 서버 가상화 기술은 등장 시기, 지원 기능, 활용도 등을 기준으로 하여, 제1세대부터 제3세대 서버 가상화 기술로 나눌 수 있다. 제1세대 서버 가상화 기술은 하나의 물리적 서버에 하이퍼바이저를 이용하여 여러 개의 가상 머신을 생성/삭제/운영하는 수준의 기술이다. 보통 하나의 서버에 가상 머신들을

여러 개 생성하고, 가상 머신을 관리하는 가상 머신 장치관리자도 하나의 시스템에 설치된다. 이러한 경우는 단순히 유휴자원(Idle Resource)이 많이 남는 다수의 물리적 서버를 하나의 서버로 자원을 통합만 하는 경우에 유용하다. 리눅스 기반의 Xen, KVM, VirtualBox 등이 이에 해당한다[1].

제2세대 서버 가상화 기술은 다수의 물리적 서버의 자원을 통합하여 관리 기능을 제공하는 기술이다. 여러 대의 물리적 서버를 하나로 묶어서 하나의 서버 풀(Server Pool)로 구성하고 물리적 서버간의 관리와 에러 처리 등이 가능한 기술이 2세대 기술의 핵심이다. 다수의 물리적 서버중에 오류가 발생한 서버가 있으면 해당 서버 위의 가상 머신들을 정상적인 서버로 이동시키는 실시간 마이그레이션(Live Migration), 고가용성(High Availability) 등 서버 운영에 필요한 확장 기능까지 제공하는 기술들을 내장하고 있다. 현재 이러한 기술은 제1세대 기술의 핵심 기술인 하이퍼바이저를 활용하여 상업화시킨 경우가 대부분이다. Oracle의 Oracle VM, VMware의 vSphere(일명 ESXi), Citrix의 XenServer 등이 이에 해당한다. 제2세대 서버 가상화 기술은 서버 풀로 형성된 물리적 서버를 관리하기 위해 별도의 시스템에 데이터베이스를 설치하여 관리해야 한다.

제3세대 서버 가상화 기술은 다양한 하이퍼바이저들은 통합 관리하기 위한 플랫폼이 이에 해당한다. 제2세대 서버 가상화 기술들은 각각의 하이퍼바이저끼리만 호환이 될 뿐, 다른 하이퍼바이저들과의 연동을 지원하지 않는다. 각각의 하이퍼바이저들 위의 운영되는 가상 머신을 관리하기 위해 등장한 것이 Openstack, Eucalyptus, OpenNebula이다[2].

III. 서버 가상화 기술 동향

3.1 제1세대 서버 가상화 기술

3.1.1 Xen

Xen은 1990년대 후반 케임브리지대학교에서 시작한 프로젝트로 2002년 공개 프로젝트로 전환된 오픈 소스이다[3]. x86, x86_64, IA-64, Power PC, ARM 프로세서 등 다양한 CPU를 지원하는 하이퍼바이저 기반의 가상화 기술이다. 호스트 운영체제로 리눅스와 윈도우뿐만 아니라 NetBSD, FreeBSD, Solaris 등을 지원한다. 지원하는 가상화 방식으로는 커널이 수정된 게스트 운영체제를 통해 물리적 서버 대비하여 최대 98%의 성능을 나타낸다는 반가상화를 비롯하여, Xen 3.0 버전부터는 수정되지 않은 윈도우 및 기타 운영체제를 그대로 게스트 시스템에 실행할 수 있도록 전가상화도 지원한다. 프로그램 소스가 공개되어 있어서 오픈소스 진영의 커뮤니티 뿐만 아니라 다양한 벤더(Vendor)들의 호응을 얻고 있다. 쥘의 하이퍼바이저 기반으로 개발된 제품으로는 Virtual Iron사의 Virtual Iron(2009년 5월, Oracle사에 인수됨), Sun Microsystems사의 VirtualBox(2009년 4월, Oracle사에 인수됨), Oracle사의 VM Server, Citrix사의 XenServer 등이 있다. 단점으로는 QEMU와 같은 CPU 에뮬레이터가 아닌 전통적인 하이퍼바이저 방식이기 때문에 호스트와 다른 아키텍처의 게스트는 실행할 수 없다. 현재 Xen은 케임브리지대학교와 Citrix사에서 지원하고 있다.

3.1.2 KVM

KVM은 x86 시스템 기반의 리눅스 전가상화를 지원하는 기술로 CPU 가상화 기술인 인텔의 VT 및 AMD-V를 기반으로 동작하기 때문에 관련 기능이 있는 프로세서가 장착되어 있어야 하며, 게스트 시스템의 CPU는 32bit 및 64bit 형태로 지원한다[4]. KVM은 QEMU이라는 CPU 에뮬레이터를 사용하고, 수정되지 않은 리눅스나 윈도우의 이미지를 생성하여 다중의 가상 머신을 운영한다. 각각의 가상 머신은 개별적인 하드웨어(Network, Disk, Graphic adapter 등)를 가지

고 동작한다. KVM도 Xen 마찬가지로 오픈 소스이며, 리눅스 커널 2.6.20부터 포함되었다. 지원되는 게스트 운영체제로는 Linux, Windows, Solaris, BSD 계열 등이 있다.

3.1.3 VirtualBox

버추얼박스는 x86 및 AMD-64, Intel-64 기반의 가상화 지원 프로그램으로 InnoTek사에서 개발하였다. 초기에는 상용 및 클로즈드 소스 소프트웨어(제한된 GPL 버전)으로 시작하였으나, 개발 후 몇 해가 지난 2007년 1월에 제한된 오픈 소스 버전인 버추얼박스 OSE(Open Source Edition)가 GNU GPL(General Public License)하에 공개소프트웨어로 전환되었다[5]. 버추얼박스는 개인이나 연구를 목적으로 하는 경우에는 제한없이 사용가능하고 기업인 경우에는 오라클사를 통해 따로 구매해야 한다. 버추얼박스 OSE는 버추얼박스와 거의 같지만 주요 기능 몇 가지를 제외하고 배포된다. 버추얼박스는 2008년 12월에 Sun Microsystems를 거쳐 현재는 Oracle 사에 인수되었다.

3.2 제2세대 서버 가상화 기술

3.2.1 Oracle VM

Oracle VM은 Oracle사에서 Xen 하이퍼바이저 기반으로 만든 서버 가상화 솔루션으로 2012년 2월 현재 3.0.3버전까지 출시되어있다[6]. Oracle VM은 크게 Oracle VM Server, Oracle VM Manager 등 2개로 구성되어 있으며 각각의 역할과 특징은 다음 [표 1]과 같다. Oracle VM은 정책 기반 관리 기능, 스토리 커넥트 플러그인 API를 통한 향상된 스토리지 관리 기능, 중앙집중화된 네트워크 구성과 관리, 향상된 사용 편의성, OVF(Open Virtualization Format) 지원 등 다양한 기능을 제공한다. 무료 다운로드가 가능하고 라이선스 비용도 없다. 다만 엔터프라이즈급 지원을 원할 경우 서버 기준으로 서브스크립션 가격 모델이 적용된다.

표 1. Oracle VM의 구성 요소
Table. 1 Components of Oracle VM

구성 요소	역할과 특징
Oracle VM Server	- Xen 하이퍼 바이저 기반으로 동작 - 경량의 VM을 동작시킬 수 있는 환경 제공 - Oracle VM Manager와 통신을 위한 Oracle VM Agent를 포함 - Oracle VM Agent는 Web API를 제공하여 Oracle VM Server, Server pools, 자원 등을 웹으로 관리
Oracle VM Manager	- Oracle VM Server를 관리하는 도구 - 표준 ADF(Application Development Framework) 웹 애플리케이션 기반의 사용자 인터페이스 제공 - 역할로는 인스톨 미디어 또는 VM 플릿(Template)으로부터 생성 및 삭제 등의 주기 관리, VM의 파워오프, 업로드, 원관리, 라이브 마이그레이션 수행, 자원 및 ISO 파일 관리, VM 템플릿 관리, 공유 하드 디스크 관리 등을 담당

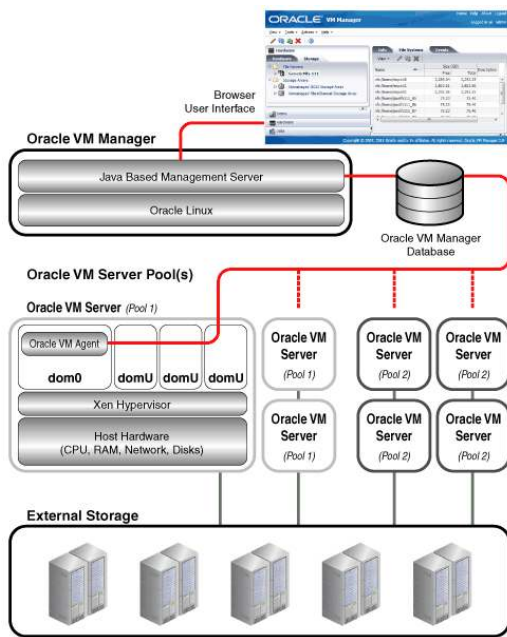


그림 1. Oracle VM Architecture
Fig. 1. Oracle VM Architecture

3.2.2 VMware vSphere Hypervisor

VMware vSphere Hypervisor는 VMware사에서 무료로 제공하는 서버 가상화 프로그램이다. 이전 버전에서는 VMware ESXi로 부르는데, 현재 공식적인 명칭은 vSphere Hypervisor이다. VMware사에서는 서버 가상화를 구성하기 위한 Hypervisor만 무료로 제공하여 하나의 물리적 서버에 가상 머신을 생성 및 삭제 관리 등은 가능하나, 여러 대의 가상화 서버들을 하나의 서버 풀로 묶기 위해서는 vCenter Server라는 솔루션이 필요한데 유료로 제공된다. 제2세대 서버 가상화 기술이라고 볼 수 있으나, 무료로 제공되는 부분은 제1세대 서버 가상화 기술 부분까지이다. 추후 VMware 솔루션 기반의 상용화 버전을 도입할 경우에만 고려해볼만하다[7].

3.2.3 Citrix XenServer

Xen 프로젝트의 핵심 멤버들은 젠소스(XenSource)라는 회사를 설립하여 Xen이 실제 IT환경에 사용될 수 있도록 상업화된 제품을 개발하기 시작하였고, 2007년 시트릭스(Citrix)사에 인수되어서 탄생한 것이 XenServer이다. 시트릭스는 서버 가상화 기반의 XenServer 뿐만 아니라, 애플리케이션 가상화, 데스크탑 가상화 관련 제품도 출시하고 있고, 다음 장에 언급될 클라우드 컴퓨팅 플랫폼을 제어하기 위한 운영체제인 OpenStack 프로젝트에도 참여하고 있다[8]. 그 중 서버 가상화 제품인 XenServer는 XAPI와 XenCenter를 통한 관리 기능, 스토리지 지원, 실시간 마이그레이션(Live Migration), 고가용성(HA: High Availability) 등 데이터센터(DataCenter) 운영에 필요한 확장 기능과 함께 기술 지원 서비스를 함께 제공하였다. 2009년, 시트릭스사는 기능을 제한하지 않는 XenServer를 무료로 배포하고, 일부 고급 기술과 기술 지원 서비스만 유상으로 제공하기로 결정하고, 2012년 2월 현재는 Free, Advanced, Enterprise, Platinum 등 4개의 버전으로 공급하고 있다. 그 중 Free 버전은

말 그대로 무료로 사용할 수 있는 제품으로 서버 가상화 구성의 핵심은 하이퍼바이저를 비롯하여 VM 디스크의 스냅샷(Snapshot), Live Migration 등 가상화를 구성하고, 운영할 때 불편함이 없을 정도의 수준을 무료로 제공하고 있다[9].

표 2. Citrix XenServer 확장 관리 및 자동화
Table 2. Citrix Xenserver Advanced Management and Automation
(F:Free, A:Advanced, E:Enterprise, P:Platinum)

	F*	A*	E*	P*
Automated VM Protection and recovery		○	○	○
Distributed virtual switching		○	○	○
Heterogeneous pools		○	○	○
High availability		○	○	○
Memory optimization		○	○	○
Performance alerting and reporting		○	○	○
Dynamic workload balancing			○	○
GPU pass-thru			○	○
Host power management			○	○
IntelliCache			○	○
Live memory snapshot and revert			○	○
Provisioning services (Virtual)			○	○
Role-based administration			○	○
StorageLink			○	○
Web management colsole with delegatedadmin			○	○
Provisioning services (physical)				○
site recovery				○

표 3. Citrix XenServer 특징
Table 3. Citrix XenServer Features
(F:Free, A:Advanced, E:Enterprise, P:Platinum)

	F*	A*	E*	P*
Cost	Free	\$1,000	\$2,500	\$5,000
XenServer hypervisor	○	○	○	○
IntelliCache	○	○	○	○
Resilient distributed management architecture	○	○	○	○
VM disk snapshot and revert	○	○	○	○
XenCenter management	○	○	○	○
Conversion tools	○	○	○	○
XenMotion live Migration	○	○	○	○

3.3 제3세대 서버 가상화 기술

3.3.1 OpenStack

OpenStack은 2010년 7월에 Rackspace Cloud사와 NASA에 의해 시작된 IaaS 클라우드 컴퓨팅 프로젝트이다[10]. OpenStack의 NASA의 Nebula 플랫폼에 Rackspace사의 클라우드 파일 플랫폼을 더하여 만들었으나, 현재는 Citrix Systems, Dell, AMD, Intel, Canonical, SUSE Linux, HP, Cisco 등 120개 이상의 기업들이 참여하면서 글로벌 협업 프로젝트로 바뀌어 진행되고 있다. OpenStack은 public 및 private 클라우드 환경에 사용할 수 있는 운영 체제를 목표로 하고 있으며, 클라우드 서비스 제공 업체, 기업, 공공 기관 등 대규모로 확장이 필요한 환경 구축까지 지원하도록 설계되어 있다. 무료로 다운 가능한 Apache License 기반의 공개용 소프트웨어로 다음의 [표 4] ~ [표 6]과 같

이 OpenStack Compute, OpenStack Object Storage, OpenStack Image Service 등 3개의 핵심 프로젝트로 구성되어 있다.

표 4. OpenStack Compute Project
Table 4. OpenStack Compute Project

프로젝트명	설명
OpenStack Compute	<ul style="list-style-type: none"> - 코드명 Nova라 부름 - 가상머신으로 이루어진 대규모의 네트워크를 관리하고 프로비저닝 해두도록 설계한 클라우드 컴퓨팅 플랫폼 - 유연하게 확장가능하고 이중화 구성 지원 - 컨트롤 패널, 사용자 및 프로젝트 접근제어, 네트워크 관리, 실행중인 인스턴스 관리를 위한 클라우드 오케스트레이션 API로 구성 - 특정 하드웨어나 업체에 의존하지 않는 표준 하드웨어 구성 지원 - VMware vSphere(ESX), Hyper-V, KVM, LXC(Linux Containers), QEMU, UML, Xen, XenServer 등의 다양한 하이퍼바이저 지원

표 5. OpenStack Object Storage
Table 5. OpenStack Object Storage

프로젝트명	설명
OpenStack Object Storage	<ul style="list-style-type: none"> - 코드명 Swift라 부름 - 접근할 수 있는 페타바이트의 데이터를 저장하는 표준 서버 클러스터를 사용하여, 이중화 및 확장성 있는 데이터 스토리지를 만드는 프로그램 - 파일시스템이 아닌 실시간 데이터시스템 - 중앙 제어 장치없이 큰 확장성과 영속성을 제공

표 6. OpenStack Image Service
Table 6. OpenStack Image Service

프로젝트명	설명
OpenStack Image Service	<ul style="list-style-type: none"> - 코드명 Glance라 부름 - 가상 디스크 이미지를 검색, 등록, 전송해주는 역할을 담당 - OpenStack Object Storage를 포함하여 다양한 디스크 이미지의 정보를 질의하기 위해 REST 인터페이스 제공 - 지원되는 이미지로는 Raw, Machine(kernel/ramdisk outside of image, a.k.a AMI), VHD(Hyper-V), VDI(VirtualBox), qcow2(Qemu/KVM), VMDK(VMWare), OVF(VMWare 및 기타 이미지 관련) 등이 있음

3.3.2 Eucalyptus

Eucalyptus는 미국의 UC 산타바바라 대학에서 시작된 오픈 소스 프로젝트로 Elastic Utility Computing Architecture for Linking Your Programs To Useful Systems의 약어이다[11]. 말 그대로 해석하면 “유용한 시스템으로 프로그램을 연결시키기 위한 유연성 있는 컴퓨팅 구조”라는 뜻으로 클라우드 컴퓨팅의 IaaS 서비스에 해당 하는 인프라 구성 관련 프로그램이다. 2009년 유칼립투스 개발팀은 Eucalyptus Systems이라는 회사를 설립하여 상용버전도 출시하였다[12]. 현재 유칼립투스는 오픈 소스 프로젝트와 상용버전인 Eucalyptus EE(Enterprise Edition)으로 나누어져 있고, 특징은 다음의 [표 7]과 같다.

표 7. Eucalyptus의 특징
Table 7. Features of Eucalyptus

Eucalyptus의 특징
- Open Source로 클라우드 서비스 중 IaaS(Infrastructure as a Service)에 해당
- 모듈라형으로 설계되어 있음
- 클러스터 기반의 관리 지원
- 기존에 사용중인 인프라 환경을 이용한 확장 지원
- 테라바이트의 스토리지 및 수천대의 시스템을 지원
- 아마존 클라우드인 EC2 및 S3와 호환
- 리눅스 기반의 배포방식 지원
- 설치와 개발이 간단
- KVM 및 Xen 하이퍼바이저 지원 (엔터프라이즈 버전은 VMware 하이퍼바이저 지원)
- SOAP를 이용한 안정적인 내부 커뮤니케이션
- 시스템 관리를 위한 클라우드 관리자 도구 및 계정 지원

- 특정 회사에 종속을 피하고, 운영중인 IT 인프라의 활용가능
- 하이퍼바이저, 스토리지, 네트워크 자원이 독립적으로 운영되도록 지원하는 플랫폼
- 클라우드 관리자, 사용자, 통합운영자를 위한 강력한 인터페이스 지원
- 엔터프라이즈 버전의 한정판 형태가 아닌 완전 공개형으로 아파치 라이선스 기반하에 배포
- 대규모로 확장 가능하고, 많은 테스트를 통해 안정성과 최적의 성능 확보
- 설치와 개발이 간단
- Xen, KVM, VMware 하이퍼바이저 지원하고 추가로 Hyper-V, OpenVZ, VirtualBox 지원 예정
- Amazon EC2 Query, OGF OCCI를 기본적으로 지원하고 추후 개발되는 vCloud API등 지원 예정

IV. 서버 가상화 세대별 기술 비교 분석

3.3.3 OpenNebula

OpenNebula는 Universidad Computense de Madrid의 DSA-research Group에서 시작된 오픈 소스 기반의 클라우드 IaaS 프로젝트이다[13]. 현재는 클라우드 인프라 구축과 가상화 기반의 데이터 센터를 구축하고 관리하는 산업 표준의 솔루션 개발을 목적으로 하고 있으며, 다양한 종류의 네트워크 및 스토리지 솔루션과 통합이 가능하며 Private, Public 및 Hybrid형 클라우드 구축이 가능하다[14]. 대표적인 특징은 다음의 [표 8]과 같다.

표 8. OpenNebula의 특징
Table 8. Features of OpenNebula

OpenNebula의 특징
- Private, Public 및 Hybrid 클라우드 구축을 위한 가상화 데이터 센터를 관리가 목적

본 논문에서 제1세대로 분류한 서버 가상화 기술은 하나의 시스템의 유휴 자원을 활용하여 여러 대의 가상 머신을 생성하고 다양한 운영체제를 설치하는 것이 목적이라고 볼 수 있다. Xen, KVM, VirtualBox 등은 모두 설치가 쉽고, 하나의 시스템에 다수의 가상 머신을 운영할 수 있다. 각 기술별로 가상 머신을 운영할 경우 자원 사용률의 차이는 있으나 성능의 우월을 평가할 만큼의 차이는 아니라고 볼 수 있다. 따라서, 각 하이퍼바이저별로 지원되는 Guest 운영체제를 파악하여 선택하면 된다[15]. 제2세대로 분류한 Oracle VM, VMware vSphere Hypervisor, Citrix XenServer 등은 최소 2대 이상의 시스템 구성이 필요하고 최적의 성능을 발휘하기 위해서는 스토리지가 필요하다. 성능의 우월을 비교하면 Oracle VM이 월등하다고 볼 수 있다. 무료로 제공되면서 상용 버전과 비교하여 손색 없는 성능을 발휘한다. 서버 풀 기반으로 안정적인 성

능을 발휘하고 웹 기반의 다양한 관리 기능도 제공한다. Citrix XenServer의 Free버전도 서버 풀 지원, 실시간 마이그레이션 등 일정 수준 이상 기능을 지원하고 있으며, 추후 상용화 버전으로 전환하고자 한다면 사용할만 하다. VMware vSphere Hypervisor는 무료로 제공되나 제2세대의 핵심 기능인 서버 풀 및 실시간 마이그레이션 기능을 사용하려면 상용 프로그램을 구매해야 한다. 제3세대 서버 가상화 기술은 다양한 하이퍼바이저를 통합 운영하는 것이 주목적으로 데이터 센터 구축 등 규모가 큰 클라우드 인프라 구축시에 사용된다. 본 논문에서 열거한 OpenStack, Eucalyptus, OpenNebula 등은 다양한 하이퍼바이저를 지원하고, 스토리지 및 네트워크 구성이 필수여서 최적의 성능을 발휘한다고 볼 수 있으나 초기 구축 비용이 많이 든다고 볼 수 있다. 3개의 솔루션 모두 public, private, hybrid형 클라우드 환경을 지원하고 있으며, 안정화를 위한 단계라고 볼 수 있다. 따라서, 현재로서는 성능적인 우월성을 평가하기에는 어려움이 있다.

V. 결론

서버 가상화 기술의 활용과 클라우드 기반의 IT 인프라 구축은 운영중인 시스템 자원 활용과 통합을 통해 관리의 편의성을 제공하고 있다. 클라우드 컴퓨팅의 핵심인 서버 가상화 기술 사용이 보편화되고 안정성을 확보하게 되면서 활용의 가치도 높아지고 있다. 아울러, 상용버전에서 제공되던 운영기술인 서버 풀 기능, 실시간 마이그레이션 지원 등이 무료 공개형 버전에 포함되고 있으며, 특정 하이퍼바이저에 종속되어 구성하던 가상화 인프라가 다양한 하이퍼바이저를 지원하는 플랫폼형이 등장하면서 대규모의 클라우드 환경까지 비용 부담없이 구축할 수 있게 되었다. 본 논문에서 분석한 서버 가상화 기술들은 잘 활용한다면 클라우드 컴퓨팅 환경을 위한 인프라

축에 밑거름이 될 수 있으리라 여겨진다.

참고문헌

- [1] Sung-Jae Jung, Yu-Mi Bae, "Comparison of Open Source Server Virtualization based on Linux", *The Journal of Korea Institute of Information Technology*, Vol. 9, No. 4, pp. 113-119, April 2011.
- [2] Patricia Takako Endo, Glauco Estacio Goncalves, Judith Kelner, and Djamel Sadok, "A Survey on Open-source Cloud Computing Solutions", *VIII Workshop em Clouds, Grids e Aplicacoes*, SBRC, 2010
- [3] Xen Project, <http://www.xen.org>
- [4] KVM Project, <http://www.linux-kvm.org>
- [5] VirtualBox, <http://www.VirtualBox.org>
- [6] Oracle VM, <http://www.oracle.com/us/technologies/virtualization/oraclevm/index.html>
- [7] VMware vSphere Hypervisor(ESXi), 2012년 2월, http://downloads.vmware.com/d/info/datacenter_cloud_infrastructure/vmware_vsphere_hypervisor_esxi/5_0
- [8] Citrix, <http://www.citrix.com>
- [9] Citrix XenServer Product, 2012년 2월, <http://www.citrix.com/English/ps2/products/subfeature.asp?contentID=2300456>
- [10] OpenStack, <http://en.wikipedia.org/wiki/OpenStack>
- [11] Eucalyptus Open Project, <http://open.eucalyptus.com>
- [12] Eucalyptus, <http://www.eucalyptus.com>
- [13] OpenNebula, <http://opennebula.org>
- [14] Milojicic D., Llorente I. M., and Montero R. S, "OpenNebula: A Cloud Management Tool", *IEEE Computer Society*, pp. 11-14, Vol. 15, No.2, 2011
- [15] Sung-Jae Jung, Kyung Sung, Yu-Mi Bae, "Comparison and Analysis of Resource Usage for Open Source Server Virtualization Techniques", *Journal of The Korea Knowledge Information Technology Society*, Vol. 27, No. 2, pp. 43-49, April 2011.

감사의 글

이 논문은 2012년도 한남대학교 학술연구조성비 지원에 의해 연구되었음.

저자소개

배유미 (Yu-Mi Bae)



2005년 한남대학교 컴퓨터멀티미디어
학과 학사

2007년 한남대학교 정보기술학과 석사

2008년~현재 한남대학교 컴퓨터공학과 박사수료

※ 관심분야: 리눅스, 보안, 멀티미디어, 클라우드컴퓨팅

정성재 (Sung-Jae Jung)



1998년 한남대학교 컴퓨터공학과 학사

2003년 한남대학교 컴퓨터공학과 석사

2011년 한남대학교 컴퓨터공학과 박사

2011년~현재 (주)스컴씨엔에스 연구소장

※ 관심분야: 리눅스, 정보보호, 클라우드 컴퓨팅 등

성경 (Kyung Sung)



2003년 한남대학교 컴퓨터공학과 박사

2004년 동해대학교 컴퓨터공학과 교수

2004년~현재 목원대학교 컴퓨터교육과 교수

※ 관심분야: 정보보호 및 정보관리, 컴퓨터교육

소우영 (Wooyoung Soh)



1979년 중앙대학교 전자계산학과 학사

1981년 서울대학교 전자계산학과 석사

1991년 메릴랜드대학교 전자계산학 박사

1991년~현재 한남대학교 컴퓨터공학과 교수

※ 관심분야: 정보 보호, 암호학 등