

企业私有云平台构建技术研究

刘 宇

(河南大学计算机与信息工程学院, 河南 开封 475004)

摘 要: 私有云平台提供了定义、运行云应用所依赖的计算、存储和网络资源等虚拟化基础设施管控功能及服务。文章对基于 OpenNebula、Eucalyptus 和 CloudStack 三种较成熟的开源虚拟化基础设施引擎搭建企业私有云解决方案进行了验证评估,并对三种方案进行了全面的对比分析。

关键词: 私有云; 云计算; 虚拟化; 基础设施服务; 分布式系统; 虚拟化基础设施引擎

Research on Technology of Building Enterprise Private Cloud Platform

LIU Yu

(College of Computer and Information Engineering, Henan University, Kaifeng, Henan 475004, China)

Abstract: The private cloud platform provides the functions and services of managing and controlling virtual infrastructure such as computing, storage and network resources, which are the foundation of defining and running cloud applications. The solutions of building the enterprise private cloud based on the three comparatively mature open source virtual infrastructure engines, OpenNebula, Eucalyptus and CloudStack, are verified and evaluated, and the three solutions are compared and analyzed comprehensively.

Key words: private cloud; cloud computing; virtualization; IaaS; distributed systems; virtual infrastructure engine

0 引言

美国国家标准化与技术协会(NIST)将云计算定义为一种可以通过网络以无处不在、按需即取的方式申请访问 IT 资源(如计算、存储、网络、应用、服务等)的模式。云计算服务按作用范围可分为公有云和私有云两种典型类型。公有云是为所有连接 Internet 的用户提供云服务的平台。相对公有云,私有云是在企业自有数据中心内部搭建云管理环境系统的基础支撑,为定义、运行云应用提供计算、存储和网络资源管控平台。相比公有云环境,私有云具有安全性高、数据和流程的可控性好等特点。Gartner 预测到 2012 年之前,IT 企业在私有云上的投资将始终高于公有云^[1]。企业部署私有云平台可以获得的收益有:

- (1) 为业务提供按需即取的基础设施。
- (2) 提升 IT 基础设施运行效率,降低运维成本,建设绿色数据中心。
- (3) 提高 IT 服务的可用性,并将 IT 维护操作对业务的影响降到最低。
- (4) 根据 IT 资源使用情况和 Service 级别将成本核算到客户和业务部门^[2]。

1 技术概述

参考现有技术和实现方案,私有云从逻辑架构(如图 1 所示)上可以大致划分为四个层次,分别是:虚拟化 Hypervisor 层、虚拟化基础设施管控接口层、虚拟化基础设施管理和云接口层,如图 1 所示。

为了在企业内部搭建具有与 Amazon EC2/S3、GoGrid、ElasticHost 等商业化公有云平台功能相似,且能够为企业提供

定义、运行云应用所依赖的计算、存储和网络资源等虚拟化基础设施管控功能及服务的私有云平台需要关注的核心技术有^[3]:

- (1) 利用虚拟化技术对 IT 基础设施提供的物理计算、存储资源进行整合、池化,实现资源按需调配和回收的应用模式;
- (2) 提供一致的虚拟化资源访问入口,屏蔽虚拟化平台之间的异构性;
- (3) 支持虚拟机的生命周期管理;
- (4) 支持配置自定义资源调配策略控制脚本以适应用户在高可用和节能等方面的需求;
- (5) 适应企业业务系统不同时期、不同环境下对资源的需

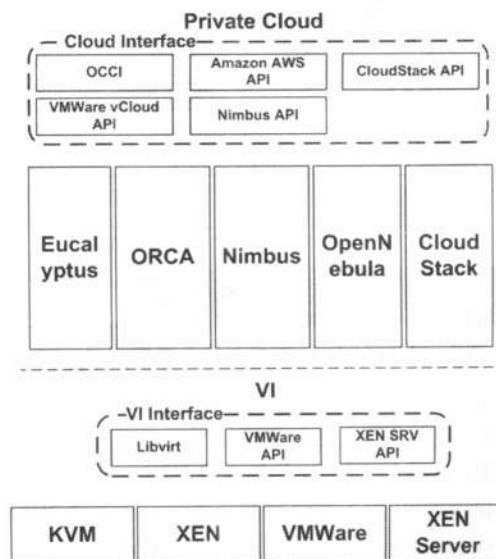


图 1 私有云逻辑架构

求变化。

只使用虚拟化软件对IT基础设施进行虚拟化实现私有云是不够的,需要虚拟化基础设施引擎(Virtual Infrastructure Engine)软件来辅助企业用户搭建私有云平台实现上述功能。

2 方案分析

目前技术上可行的企业私有云解决方案中可选的虚拟化基础设施引擎产品主要有 ORCA、Nimbus、Eucalyptus、OpenNebula、CloudStack 几种。其中,ORCA 由 DUKE 大学开发,是虚拟化环境下服务器、存储和网络资源管理及共享的开源框架,虽功能完善但未商业化,技术支持困难。ORCA 是基于 Globus 开发的虚拟化环境下服务器、存储和网络资源管理及共享的 IaaS 开源软件框架,只支持 Xen 和 KVM 虚拟化平台,稳定性存在问题。相比之下较为成熟且有成功案例的产品有 OpenNebula、Eucalyptus 和 CloudStack 三种。本文分别对利用这三种 VIE 搭建私有云平台的方案进行详细介绍,通过对三种方案验证和评估给出对比分析结果。

2.1 OpenNebula

2.1.1 方案概述

OpenNebula 方案(如图2示)以开源虚拟化基础设施管理器/引擎 OpenNebula 为核心,上层云 Cloud API 采用 OpenNebula 支持的 OCCI 接口,虚拟化基础设施管控接口层采用可跨多虚拟化基础设施平台的 Libvirt,虚拟化层选择 XEN、KVM、VMWare 三种虚拟化平台以验证方案跨虚拟化平台功能可用性。

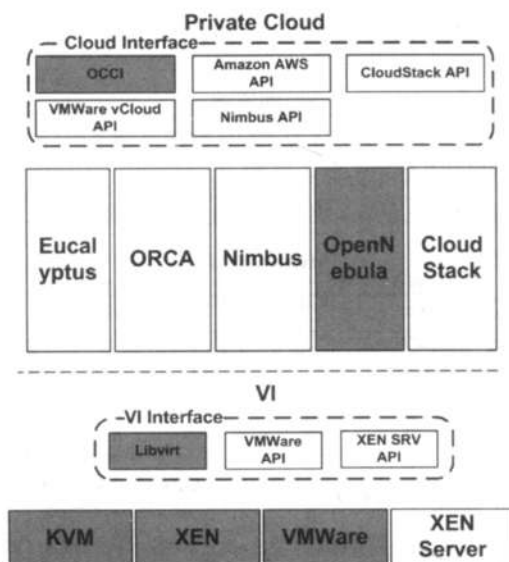


图2 OpenNebula 方案架构及覆盖产品示意图

OpenNebula 产品主要功能为动态部署虚拟机器。OpenNebula 最大的特色在于将虚拟平台从单一实体机器扩展到一群实体资源上,可用来构建企业私有云基础设施管控平台,并提供虚拟机、虚拟网络和存储资源管理和资源调配策略控制^[4]。OpenNebula 系统逻辑架构如图3所示。

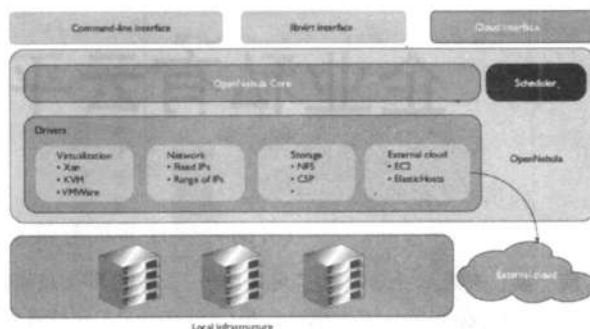


图3 OpenNebula 逻辑架构^[2]

2.1.2 方案验证

验证系统采用二台 DELL R410 服务器部署 KVM 虚拟化平台软件、Libvirt 作为 OpenNebula 计算节点;一台 Lenovo 台式机部署 NFS Server 共享存储服务存储虚拟机镜像, OpenNebula Front-End 和 OCCI Service 为用户提供 Cloud API 访问服务。部署物理结构如图4所示。

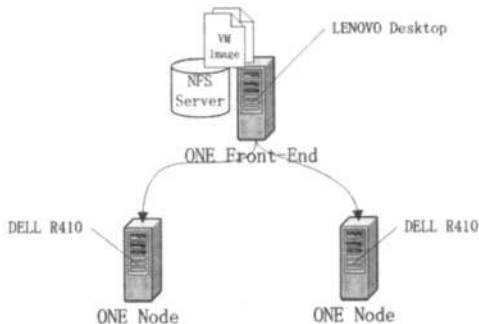


图4 OpenNebula 验证环境部署图

典型用例验证流程(如图5所示):

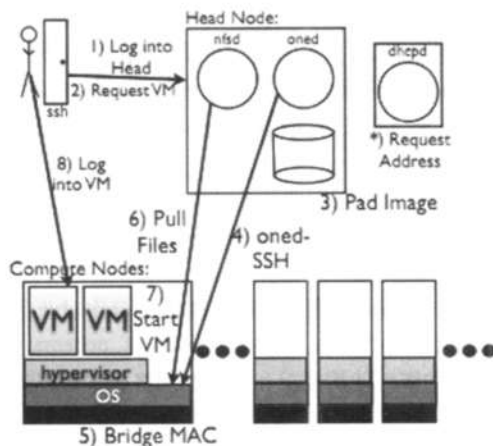


图5 OpenNebula 用例验证流程图

(1) 用户首先以 SSH 完全认证的方式或用 OCCI API 连接到 OpenNebula 的 Front-End Node;

(2) 用户用 onenvm 命令指定虚拟机模板、关联虚拟网络并创建虚拟机;

(3) 存储在 NFS 等共享存储设备上的虚拟机镜像被推送到计算节点 Hypervisor 上,并调整到预定义大小装配备启动;

(4) OpenNebula Front-End 节点上 oned 进程 SSH 登录到计算节点;

(5) 计算节点为新虚拟机设置桥接网络配置并生成一个具有虚拟 MAC 地址的 NIC;

(6) 启动虚拟机所需的配置文件被 oned 进程从 NFS 等共享存储设备推送到计算节点;

(7) 计算节点启动虚拟机;

(8) 虚拟机内的 RSA-KEY 以 SSH 方式登录虚拟机。

2.2 Eucalyptus

2.2.1 方案概述

Eucalyptus 方案(如图 6 示)核心为 Eucalyptus 私有云平台系统,云接口基于 Amazon AWS API 规范定义,能够提供与公有云计算平台 Amazon EC2/S3 服务相同的功能。Eucalyptus 最初是美国加利福尼亚大学 Santa Barbara 计算机学院的一个研究项目,现在已经商业化^[5]。

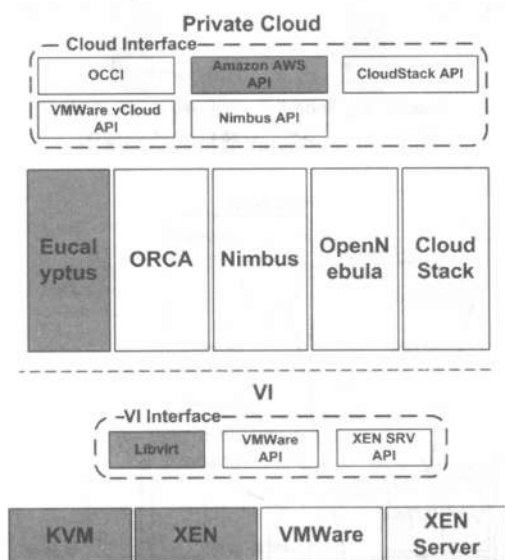


图 6 Eucalyptus 方案覆盖产品示意图

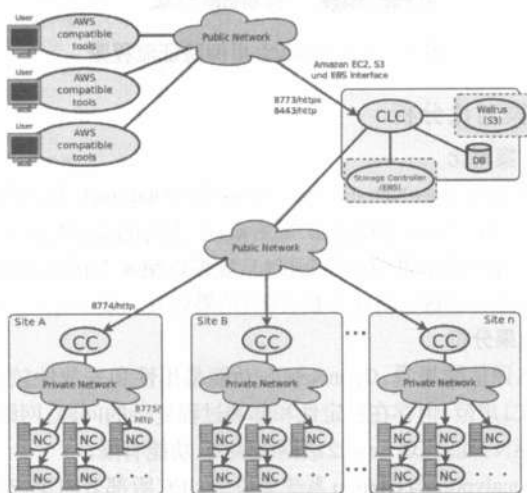


图 7 Eucalyptus 私有云系统架构图

图 7 为 Eucalyptus 私有云系统架构图,系统由多种类型节

点构成的机群组成。主要节点类型包括云控制器(Cloud Controller)、主机机群控制器(Cluster Controller)、主机节点控制器(Node Controller)和分布式存储控制器(Walrus)四种。

2.2.2 方案验证

验证系统采用二台 DELL R410 服务器部署 Eucalyptus CC、NC、SC 服务;一台 DELL R410 服务器部署 Walrus Server 共享存储服务存储虚拟机镜像,CLC 和 Amazon AWS API Service,为用户提供 Cloud API 访问服务。部署物理结构如图 8 所示。

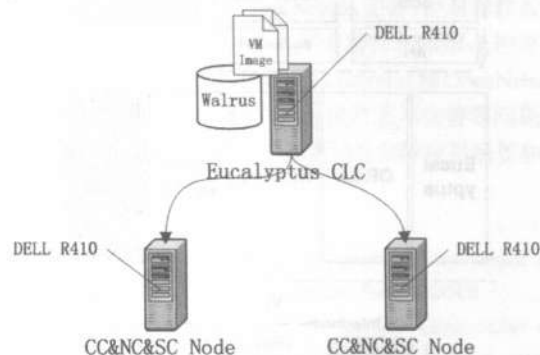


图 8 Eucalyptus 验证环境部署图

典型用例验证流程(如图 9 所示):

(1) 用户使用 euca2ools 或通过 Amazon AWS API 连接 Eucalyptus CLC 发送虚拟机申请使用请求;

(2) 对应用户申请的虚拟机镜像从 Walrus 存储 Bucket 中推送到指定计算节点;

(3) 虚拟机镜像在计算节点 Hypervisor 上被调整到预定义大小并装配准备启动;

(4) 计算节点为新虚拟机设置桥接网络配置并生成一个具有虚拟 MAC 地址的 NIC;

(5) CLC 节点按预配置的网络模式(Eucalyptus 提供四种网络模式,如 Static 模式支持预配置 MAC/IP 对,以 DHCP 的方式为虚拟机配置网络连接)为虚拟机分配 IP;

(6) 计算节点启动虚拟机;

(7) 用户用已被 Eucalyptus 自动注入虚拟机的 RSA-KEY 以 SSH 的方式连接虚拟机。

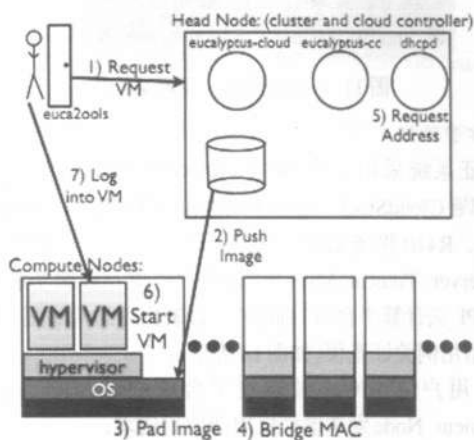


图 9 Eucalyptus 用例验证流程图

2.3 CloudStack

2.3.1 方案概述

CloudStack 方案(如图 10 示)核心为 CloudStack 私有云计算平台系统,云接口为 CloudStack 提供的原生 API 接口,支持用户自定义扩展,能够扩展支持 Amazon AWS API 接口规范。虚拟化基础设施平台访问接口采用 Libvirt,开源版支持 XEN、KVM、VMWare 三种 Hypervisor。

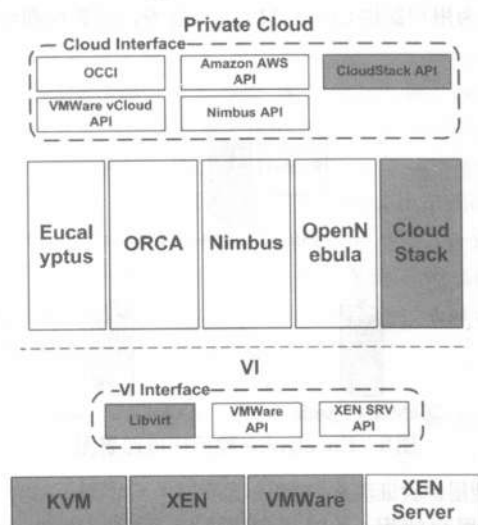


图 10 CloudStack 方案覆盖产品示意

Cloud.com(前身是 VMops)提供了开源版本的 CloudStack 云管理产品(逻辑架构如图 11 示),同时支持 VMware ESX、Xen、KVM 以及 Hyper-V。它提供了大量云计算界面管理工具,如 VM 自助式供应,动态工作负荷管理,多租户等等。它同时还支持 Windows 和 Linux 的来宾访问方式。更多详细介绍请参考文献[6]。

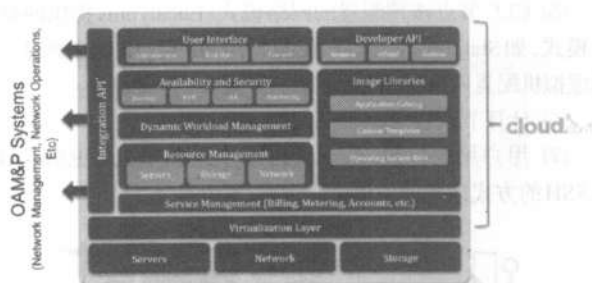


图 11 CloudStack 逻辑架构^[6]

2.3.2 方案验证

验证系统采用二台 DELL R410 服务器作为 Computing Node,部署 CloudStack Agent 和虚拟化平台 Hypervisor 服务;一台 DELL R410 服务器作为 Management Server,部署 CloudStack Server、Tomcat、MySQL,为用户提供存储服务 and CloudStack API 云计算平台访问服务^[6]。部署物理结构如图 12 所示。

典型用例验证流程(如图 13 所示):

- (1) 用户使用 Web 端管控平台或 CloudStack API 连接 Management Node 发送虚拟机申请使用请求;
- (2) Management Node SSH 登陆到 Computing Node;

(3) Management Node 将共享存储上的虚拟机镜像推送到 Computing Node 准备启动;

(4) 虚拟机镜像在 Computing Node Hypervisor 上被调整到预定义大小并装配准备启动;

(5) Computing Node 为新虚拟机设置桥接网络配置并生成一个具有虚拟 MAC 地址的 NIC;

(6) Computing Node 上 DHCP 服务为虚拟机配置网络连接;

(7) Computing Node 启动虚拟机;

(8) 用户用 RSA-KEY 以 SSH 的方式连接登录虚拟机。

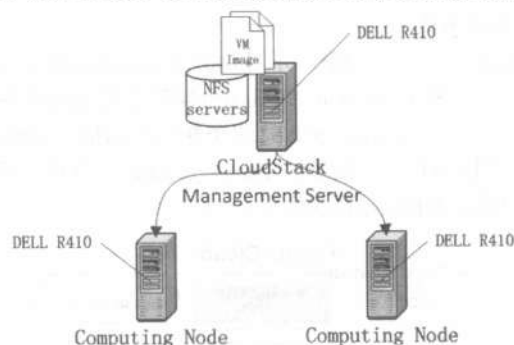


图 12 CloudStack 验证环境部署图

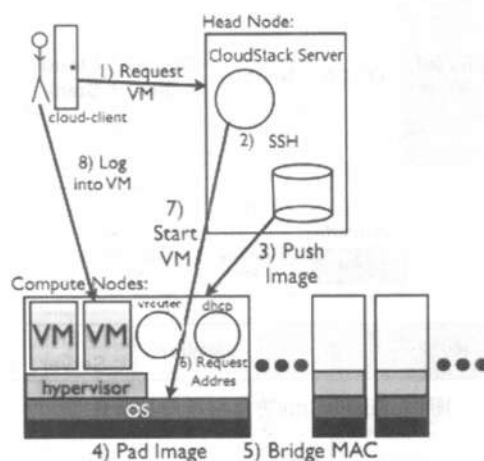


图 13 CloudStack 用例验证流程图

3 方案对比分析

3.1 方案对比

根据对 OpenNebula、Eucalyptus 和 CloudStack 方案的验证结果,下面分别从安装过程、部署规模、支持的虚拟化技术等非功能指标和虚拟机访问控制接口、虚拟机镜像上传等系统关键特性两个方面进行对比分析,评估结果如表 1、表 2 所示。

3.2 结果分析

从评估结果看,OpenNebula 功能易用性和开放性较好,支持 OCCL 规范,但存在稳定性和部署过程复杂的问题;网络虚拟化 VLAN 只能实现 Level2 级网络隔离,功能有限。

Eucalyptus 与 Ubuntu 系统集成的 UEC 版部署简单,产品易用性和稳定性较好,支持能耗管理等高级功能。但对支持 VMWare、SAN 存储网络和跨虚拟化平台的镜像迁移功能需要

购买企业版。网络虚拟化功能较 OpenNebula 完善,提供了四种虚拟网络模式。

表1 验证系统非功能指标对比

评估指标	OpenNebula 开源版	Eucalyptus 开源版	CloudStack 开源版
安装过程	命令行方式安装,包括如下5个过程 ^[1] : 1. Front-end 运行环境安装 2. 添加集群节点(cluster nodes) 3. 配置 ssh 访问 4. 安装节点运行环境 5. 配置认证信息	1. ubuntu 系统自带,通过 apt-get 的方式即可安装 2. 配置 CLC、Walrus、CC、SC、NC	源码编译安装
部署规模	需要部署一个 Front-end 节点和多个集群节点。	由 CLC、Walrus、CC、SC、NC 组成,但这些模块可以分散部署	需要 Server + MySQL、Host(Node 节点)以及 NFS 服务器
支持的虚拟化技术	Xen、KVM、VMware	Xen、KVM (企业版支持 VMWare)	Xen、KVM、Vmware
支持的存储技术方案	FibreChannel, iSCSI, NAS	iSCSI, SAN, NAS	iSCSI, NFS
虚拟机实例构建过程	通过 OpenNebula 提供 CLI 创建,比如 onenvnet 创建虚拟网络, onenvm 创建虚拟机	通过 euca2tools 工具创建	通过网页向导界面创建
网络配置过程	用户自定义配置文件,里面可以写入网络配置的一些信息,然后运行 onvnet 创建网络	修改 eucalyptus.conf 等配置文件	通过网页向导界面创建
存储配置过程	配置 NFS 服务器	修改 eucalyptus.conf 等配置文件	通过网页向导界面创建
弹性控制能力	1. 支持虚拟机实例运行后的主机选择策略 2. 通过集成第三方开源项目 (Haizea) 支持更为复杂的虚拟机实例部署及租用策略	集群节点会自动判断当前集群节点的负荷并自动部署虚拟机到该节点的实体机下	由 CloudStack 自己管理,将虚拟机部署到其下的 Host 主机
企业版支持能力	✓	✓	✓
编程接口	XML-RPC API Libvirt API EC2 Query API OpenNebula OGF OCCi API OpenNebula Ruby OCA API OpenNebula Java OCA API	Amazon的 EC2、S3	Cloud.com API

表2 验证系统的关键特性对比

评估指标	OpenNebula 开源版	Eucalyptus 开源版	CloudStack 开源版
虚拟机访问控制接口	✓	✓	✓
虚拟机镜像上传	✓	✓	✓
虚拟机实例启、停	✓	✓	✓
虚拟机模板导出、导入		✓	✓
虚拟机运行期指标获取	✓		✓
网络访问控制接口	✓	✓	✓
IP池创建	✓	✓	✓
虚拟网络创建	✓	✓	✓
虚拟机网络地址分配	✓	✓	✓
存储访问控制接口		✓	✓
存储空间划分		✓	✓
虚拟机存储挂载		✓	✓
弹性控制接口			✓
弹性规则定义	✓		
弹性操作定义	✓		✓
弹性控制触发器	✓		✓
基于策略的调度	✓		✓

CloudStack 的接口可自定义扩展,它支持用户自定义虚拟资源自动调配策略。网络虚拟化功能较强,提供虚拟路由 vRouter、DHCP、DNS 服务; Web 管控平台功能较 Eucalyptus 和

OpenNebula 完善,易用性较好。经验证发现,此方案存在虚拟机启动速度较慢,系统日志不完善等问题。

4 结束语

采用 OpenNebula、Eucalyptus 和 CloudStack 虚拟化基础设施引擎搭建私有云平台是目前相对较为成熟的企业私有云解决方案。通过对三种方案的验证评估可以看出, OpenNebula 功能易用性和开放性较好,但存在虚拟网络、存储服务功能有限和部署过程复杂的问题; Eucalyptus 开源版产品易用性和稳定性较好,网络虚拟化功能较 OpenNebula 完善,但对弹性控制策略定义和对虚拟机监控的功能尚不完善; CloudStack 网络虚拟化功能较强, Web 管控平台功能较 Eucalyptus 和 OpenNebula 强大,但存在虚拟机启动速度较慢,系统日志不完善等问题。三种方案各有利弊,在使用过程中需要结合实际应用场景和业务需求来选择适合的方案。

参考文献:

- [1] Frank Ridder, Claudio Da Rold. Comparing Infrastructure Utility Services and Private Clouds[R]. Gartner Report, 2010.
- [2] Borja Sotomayor, Ruben Montero, Ignacio Llorente. An Open Source Solution for Virtual Infrastructure Management in Private and Hybrid Clouds[A]. IEEE Internet Computing, Special Issue On Cloud Computing IEEE, 2009.
- [3] Borja Sotomayor, Ruben Montero, Ignacio Llorente. Virtual Infrastructure Management in Private and Hybrid Clouds[A]. IEEE Internet Computing, Special Issue On Cloud Computing IEEE, 2009.
- [4] Sempolinski, P. and Thain, D. A Comparison and Critique of Eucalyptus, OpenNebula and Nimbus[A]. In Proceedings of CloudCom, 2010: 417~426
- [5] Cloud User Guide. <https://help.ubuntu.com/community/OpenNebula>, 2011.
- [6] 云计算发展的未来方向—私有云. http://www.unison-web.com/zixun/view_226.html, 2011.
- [7] CloudStack User's Guide. <http://www.cloud.com/>, 2010.
- [8] <http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=1193913>, 2010.
- [9] Peter Mell, Timothy Grance. The NIST Definition of Cloud Computing[R]. Gaithersburg: National Institute of Standards and Technology, 2011. 1.25
- [10] http://en.wikipedia.org/wiki/Cloud_APIs;
- [11] OpenNebula 2.0 Documentation. <http://opennebula.org/>, 2011.
- [12] CI Infrastructure. <http://occi-wg.org/>, 2011.
- [13] Eucalyptus 2.0 User's Guide. <http://www.eucalyptus.com/>, 2011. 