



信息系统热点实践系列丛书



CloudStack 技术指南

刘振宇 蔡立志 陈文捷 编著

HEUP 哈尔滨工程大学出版社

CloudStack 技术指南

刘振宇 蔡立志 陈文捷 编著

内 容 简 介

本书是一本系统介绍 CloudStack 架构、安装和使用的书籍。

本书介绍了云计算和 CloudStack 的历史,对 CloudStack 的架构设计、安装和使用等进行了详细的讲解。为易于读者理解,本书以一个简单的部署实例为样例,介绍了 CloudStack 的安装过程,并从各个角度对 CloudStack 的使用进行介绍,包括虚拟机、模板、存储、网络、主机、账户、项目、服务方案等。最后本书介绍了计费相关服务的使用、性能优化和 API 调用等话题。

本书适合于 IT 行业的技术人员以及对云计算有兴趣的读者。本书力求用简洁易懂的语言和大量细致的截图,帮助读者正确安装和使用 CloudStack。计划使用 IaaS 的技术人员或研究云计算的工程师、学生等人员,通过本书能够对 CloudStack 有一个全面、系统的认识。

图书在版编目(CIP)数据

CloudStack 技术指南/刘振宇,蔡立志,陈文捷编著.
—哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,2015.12
ISBN 978-7-5661-1185-2

I. ①C… II. ①刘… ②蔡… ③陈… III. ①计算机
网络—指南 IV. ①TP393-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 000627 号

选题策划 沈红宇

责任编辑 刘凯元

封面设计 恒润设计

出版发行 哈尔滨工程大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区东大直街 124 号
邮政编码 150001
发行电话 0451-82519328
传 真 0451-82519699
经 销 新华书店
印 刷 哈尔滨市石桥印务有限公司
开 本 787mm×1 092mm 1/16
印 张 20.75
字 数 520 千字
版 次 2015 年 12 月第 1 版
印 次 2015 年 12 月第 1 次印刷
定 价 56.00 元

<http://www.hrbeupress.com>

E-mail: heupress@hrbeu.edu.cn

编写组

编 著	刘振宇	蔡立志	陈文捷	
编著成员	刘振宇	蔡立志	陈文捷	洪柯一
	胡 芸	蔡璐燕	刘超文	龚家瑜
	曹祥琼	陆佳文		



云计算作为信息技术领域的热门之一,在产业界和学术界的共同推动下得到迅速的发展,无论是互联网公司、电信运营商、软件公司等都对产生巨大的兴趣。IT界各大公司纷纷推出了解决方案和相应的产品。国际上,Amazon、Google、IBM、微软都是云计算的大力支持者,它们都采用云计算创新了不同的商业模式,其他成功的公司还包括Salesforce、Facebook、Youtube、Myspace等。一般认为,云计算包括以下几个层次的服务:基础设施即服务(IaaS)、平台即服务(PaaS)和软件即服务(SaaS)。在IaaS层,消费者使用“基础计算资源”,如处理能力、存储空间、网络组件或中间件。消费者能掌控操作系统、存储空间、已部署的应用程序及网络组件(如防火墙、负载均衡器等),但并不掌控云基础架构。当前,公有云服务的商用化主要侧重于IaaS服务,IaaS作为云计算的一种重要形式,目前有各种商业和开源的实现方案,典型的商业实现如亚马逊的弹性计算云,而在开源软件阵营,一些IaaS平台软件也在逐渐崛起,如OpenStack、CloudStack、Eucalyptus等。

CloudStack作为Apache基金会最大的顶级项目之一,发展至今已经获得众多知名厂商的支持。相较于OpenStack而言,CloudStack的安装配置更为简单,用户界面美观、易操作。CloudStack在国内外的用户数量也在不断增加,发展越来越成熟,在世界各地组织了多次技术交流会。在中国,也有一些大型企业加入到使用CloudStack的行列,如中国移动、中国电信等。但是,有关CloudStack的技术类中文书籍却不多,技术人员为了使用CloudStack,往往需要到CloudStack的官方网站上查阅英文文档。本书正是为了方便中文用户使用CloudStack而编写。

CloudStack作为一个功能强大的IaaS平台,支持多种虚拟化技术和网络存储协议,具有诸如防火墙、负载均衡、VPC等多种网络功能。本书尽可能详细地介绍这些功能,帮助读者全面地了解CloudStack。从来没有接触过CloudStack的初学者可以通过阅读本书了解CloudStack的基本使用,有一定CloudStack使用经验的读者也可以通过阅读本书对CloudStack有更进一步的了解。

一、本书对读者的要求

虽然本书尽可能地用简单易懂的语言介绍CloudStack,但要完全理解本书的内容,读者仍需要掌握一定的背景知识,具体有以下几方面:

- (1) CloudStack目前建议安装在Linux操作系统中,读者需要熟悉Linux系统的操作和配置。
- (2) 读者需要具有一定的计算机网络的知识。CloudStack是一个大型的云平台系统,各组件及虚拟设备均通过网络进行连接。读者在安装CloudStack之前需要对本地的网络环境有一定了解,并熟悉基本的网络配置方法。这有助于读者在安装CloudStack之前有一个良好的网络规划。
- (3) 读者需要具备出现问题后解决问题的能力。由于读者所处的硬件、网络环境与本

书中的样例可能不尽相同,读者可能在安装、使用中遇到本书中没有提及的问题,因此查阅资料、解决问题是一个必需的技能。

二、本书内容

本书基于 CloudStack 4.1 版本编写,全书内容共分为 15 章。各章的内容安排如下:

第 1 章介绍了云计算的概念和发展历史,然后通过几种典型的开源 IaaS 软件的介绍和比较,引出了开源 IaaS 平台软件 CloudStack。本章旨在使读者对 CloudStack 的产生背景及其基本功能和特点有一个概括性的认识。

第 2 章主要介绍 CloudStack 的一些基本概念及其组成,使读者对 CloudStack 的架构有一个基本的了解。

第 3 章主要介绍 CloudStack 的安装及初始配置,通过一个简单的部署样例,向读者介绍 CloudStack 详细的安装步骤。

第 4 章主要介绍 CloudStack 的模板管理功能,包括模板的创建、复制、下载、删除等操作。

第 5 章主要介绍 CloudStack 中虚拟机的管理,包括访问、创建、修改、迁移等操作。

第 6 章主要介绍 CloudStack 的存储管理,包括主存储和二级存储的添加,以及磁盘卷和快照的管理。

第 7 章主要介绍 CloudStack 的来宾网络及其各种功能,包括安全组、负载均衡、静态 NAT 等,同时介绍 VPN 及 VPC 的高级话题。

第 8 章主要介绍账户、用户和域、用户权限策略。

第 9 章主要介绍 CloudStack 中的项目管理,包括项目的创建、项目成员邀请,以及如何用项目来组织用户和资源。

第 10 章主要介绍 CloudStack 的服务方案管理,包括计算方案、磁盘方案、系统方案和网络方案的管理。

第 11 章主要介绍 CloudStack 的主机管理,包括添加、删除、定期维护主机的操作。

第 12 章主要介绍 CloudStack 中的几种系统虚拟机,即控制台代理、二级存储虚拟机和虚拟路由器。

第 13 章主要介绍 CloudStack Usage 服务的使用方法。

第 14 章主要介绍 CloudStack 中的一些高级设置,包括更改数据库设置、高可用性(HA)的设置以及性能优化方面的设置。

第 15 章主要介绍 CloudStack API 的概念及使用,帮助开发人员更好地整合 CloudStack。

三、致谢

本书的完成离不开各位作者的共同努力,在此感谢本书的主要作者以及对本书的校对、修订、出版做出过贡献的所有人员。感谢支持本书的各位读者,希望本书能帮助读者更好地使用 CloudStack。

最后,由于本书作者水平有限,书中难免有错漏之处,欢迎读者批评、指正。

编著者

2015 年 6 月

第 1 章 云计算和 CloudStack 简介	1
1.1 云计算的概念和发展	1
1.2 开源 IaaS 软件简介	4
1.3 CloudStack 简介	8
第 2 章 CloudStack 架构	12
2.1 CloudStack 基本概念	12
2.2 CloudStack 整体架构	12
2.3 CloudStack 网络架构	16
2.4 管理服务器	19
2.5 虚拟机服务器	19
第 3 章 CloudStack 的安装配置	21
3.1 系统规划	21
3.2 管理服务器的安装	25
3.3 虚拟机服务器的安装	31
3.4 CloudStack 的配置	36
3.5 安装 Usage 服务	65
第 4 章 模板管理	67
4.1 模板概述	67
4.2 上传模板	68
4.3 从虚拟机导出模板	70
4.4 从快照导出模板	73
4.5 下载模板	75
4.6 复制模板	76
4.7 删除模板	77
第 5 章 实例管理	78
5.1 实例管理概述	78
5.2 虚拟机的最佳实践	78
5.3 虚拟机的生命周期	79
5.4 创建虚拟机	79
5.5 访问虚拟机	89
5.6 关闭和开启虚拟机	91

5.7	修改虚拟机的名称、操作系统或分组	91
5.8	修改虚拟机的服务方案	92
5.9	在主机间移动虚拟机(手工动态迁移)	94
5.10	销毁虚拟机	95
5.11	使用镜像文件	97
第 6 章	存储管理	101
6.1	存储概述	101
6.2	主存储	101
6.3	添加主存储	103
6.4	二级存储	107
6.5	使用磁盘卷	108
6.6	使用快照	119
第 7 章	网络管理	126
7.1	来宾通信	126
7.2	提供点中的网络	127
7.3	区域中的网络	127
7.4	区域的物理网络配置	128
7.5	使用多种来宾网络	134
7.6	安全组	138
7.7	外部防火墙和负载均衡器	143
7.8	负载均衡器的规则	148
7.9	获得新的 IP 地址	154
7.10	释放一个 IP 地址	155
7.11	静态 NAT	157
7.12	IP 转发和防火墙	158
7.13	VPN	163
7.14	关于 Inter - VLAN 路由	180
7.15	配置虚拟私有云	181
7.16	持久网络	200
第 8 章	账户管理	204
8.1	基本概念	204
8.2	域管理	205
8.3	账户管理	212
8.4	用户管理	223
8.5	使用 LDAP 服务器进行用户身份验证	232
第 9 章	项目管理	236
9.1	项目概述	236

3

第 15 章 CloudStack API	305
15.1 CloudStack API 概述	305
15.2 API 请求的生成	305
15.3 设置 API 调用过期	309
15.4 响应	310
15.5 异步命令	311
附录	315
附录 1 术语	315
附录 2 时区表	318
参考文献	319

第1章 云计算和 CloudStack 简介

本章介绍了云计算的概念和发展历史,然后通过几种典型的开源 IaaS 软件的介绍和比较,引出了本书主要介绍的开源 IaaS 平台软件 CloudStack。本章的目的旨在使读者对 CloudStack 的产生背景及其基本功能和特点有一个概括性的认识。

1.1 云计算的概念和发展

1.1.1 云计算的概念

云计算是近年来互联网讨论最为热烈的技术,被认为是继微型计算机、互联网后的第三次 IT 革命,是互联网发展的大势所趋。云计算概念最早由 Google 等国外厂商提出,并随互联网技术的进步迅速发展,已经成为信息技术领域的热门之一,在产业界和学术界的共同推动下得到迅速的发展,无论是互联网公司、电信运营商、软件公司等对此都产生巨大的兴趣。

关于云计算,当前尚没有一个统一、确定的定义。维基百科认为,云计算是一种能够动态伸缩的虚拟化资源,通过互联网以服务的方式提供给用户的计算模式,用户不需要了解如何管理那些支持云计算的基础设施。美国国家标准与技术研究院(NIST)对云计算的定义:云计算是一种按使用量付费的模式,这种模式提供可用的、便捷的、按需的网络访问,进入可配置的计算资源共享池(资源包括网络、服务器、存储、应用软件及服务),这些资源能够被快速提供,只需投入很少的管理工作,或服务供应商进行很少的交互。IBM 的技术白皮书“Cloud Computing”对云计算的定义:“云计算一词用来同时描述一个系统平台或者一种类型的应用程序。一个云计算的平台按需进行动态的部署(provision)、配置(configuration)、重新配置(reconfigure)以及取消服务(deprovision)等。在云计算平台中的服务器可以是物理的服务器或者虚拟的服务器。高级的计算云通常包含一些其他的计算资源,例如存储区域网络(SAN)、网络设备、防火墙以及其他安全设备等。云计算在描述应用方面,它描述了一种可以通过互联网(Internet)进行访问的可扩展的应用程序。”

作为一种新型的计算和服务方式,云计算区别于传统计算的特点,就是它的计算资源分布在云端,用户通过访问云来使用计算资源,而不用关心计算资源的数量、结构、运行状态、成本、升级、运维等。虚拟化是云计算的核心技术,它将底层物理设备纳入统一的资源池进行管理,底层提供的资源以虚拟机作为最小单位向上提供,从而提高了计算资源的使用效率和管理效率。云计算平台主要是由各种机器组成的数据中心、一组部署管理的软件以及由此通过部署生成的虚拟机组成。与现有的企业数据中心相比,云计算平台可以做到资源随时随地按需分配。云计算所管理的资源由共享的服务器、共享的存储系统、网络组成。这些资源可以被统一管理、动态调度。用户可以根据需求弹性地使用海量的资源,资源可以根据用户需求迅速进行组合和配置,在很短时间内形成可以使用的系统提供给用户。用户使用结束后,这些资源会立即被释放,供其他用户使用。综上所述,云计算具有如下鲜明



的特征:

(1) 计算资源的服务化。所有计算资源以一种服务的方式提供,用户通过购买服务,来使用计算资源,所提供服务具有统一的接口、统一的表示方式,通过服务的方式,将计算资源封装起来,其技术、架构、运维、建设、升级等都对用户不可见,用户也无须关心。

(2) 计算资源的虚拟化。为了让计算资源能够被用户随需使用,根据其使用需求来动态扩展,最好的办法是将计算资源虚拟化,通过虚拟化使物理的计算资源柔性化,可以动态延展,随需改变。

(3) 超大规模。“云”具有相当的规模,Google 云计算已经拥有 100 多万台服务器,Amazon、IBM、微软、Yahoo 等的“云”均拥有几十万台服务器。企业私有云一般拥有数百至上千台服务器。“云”能赋予用户前所未有的计算能力。

(4) 高可靠性。“云”使用了数据多副本容错、计算节点同构可互换等措施来保障服务的高可靠性,使用云计算比使用本地计算机更可靠。

(5) 通用性。云计算不针对特定的应用,在“云”的支撑下可以构造出千变万化的应用,同一个“云”可以同时支撑不同的应用运行。

(6) 高可扩展性。“云”的规模可以动态伸缩,满足应用和用户规模增长的需要。

(7) 廉价。由于“云”的特殊容错措施可以采用极其廉价的节点来构成云,“云”的自动化集中式管理使大量企业无须负担日益高昂的数据中心管理成本,“云”的通用性使资源的利用率较之传统系统大幅提升,因此用户可以充分享受“云”的低成本优势,经常只要花费几百美元、几天时间就能完成以前需要数万美元、数月时间才能完成的任务。

云计算所具备的这些特点特别适合于互联网环境下为用户提供短期的、灵活的服务。随着云计算的发展,互联网应用产业将面临新一轮的调整,云计算将赋予互联网更大的内涵并改变互联网企业的运营模式。目前的云计算服务可分为 3 个层次,分别是:

(1) 基础设施即服务(IaaS),为用户按需提供实体或虚拟的计算、存储和网络等资源。在 IaaS 层,消费者使用“基础计算资源”,如处理能力、存储空间、网络组件或中间件。消费者能掌控操作系统、存储空间、已部署的应用程序及网络组件(如防火墙、负载均衡器等),但并不掌控云基础架构,如 Amazon 的弹性计算云(Elastic Compute Cloud,简称 EC2)。

(2) 平台即服务(PaaS),提供应用程序部署与管理服务,如 Google 的 Google App Engine。

(3) 软件即服务(SaaS),是基于云计算基础平台所开发的应用程序,如 Salesforce 公司的客户关系管理服务等。

从服务范围上来划分,云计算又可分为公有云、私有云和混合云。

公有云通常指第三方提供商为用户提供的能够使用的云,即企业通过自己的基础设施直接向外部用户提供服务。公有云一般可通过 Internet 使用,可能是免费或成本低廉的云。这种云有许多实例,如亚马逊的弹性计算云、微软的 Windows Azure 云等。

私有云是为一个客户单独使用而构建的云,该客户拥有基础设施,并可以控制在此基础设施上部署应用程序的方式。私有云可由公司的 IT 部门或云提供商进行构建,以支持一个公司企业数据中心内的专用云,提供对数据、安全性和服务质量的最有效控制。

混合云融合了公有云和私有云,是近年来云计算的主要模式和发展方向。企业用户出于安全考虑,更愿意将数据存放在私有云中,但是同时又希望可以获得公有云的计算资源,因此,这种情况下越来越多地采用混合云,混合云通过将公有云和私有云进行混合和匹配



来获得最佳的效果。

近年来云计算及其应用呈现出快速发展的态势,特别是公有云服务的商用化引起了众多关注。当前,公有云服务的商用化主要侧重于 IaaS 服务,即由云服务提供商基于虚拟化技术建立云基础设施,通过互联网面向企业和公众用户提供计算、存储、网络等资源方面的收费服务。

1.1.2 云计算的发展

事实上,云计算并非一个全新的概念。早在 1961 年,计算机先驱麦肯锡就预言:“未来的计算资源能像公共设施(如水、电)一样被使用。”

为了实现这个目标,在之后的几十年里,计算机产业主要经历了集群计算、效用计算、网格计算、服务计算等阶段,才发展到现在的云计算。可以说,云计算是从这些技术发展而来。集群计算通过在局域网内连接大量独立的计算机,达到高性能计算的效果。然而当时计算机的价格十分昂贵,所以产生了共享计算资源的想法。1961 年,麦肯锡在一次会议上提出了“效用计算”这个概念,具体目标是将分散在各地的服务器、存储系统以及应用程序整合并共享给多个用户,让用户按需租用计算资源,并且根据所使用的量来付费。但由于当时 IT 产业的发展限制,这个想法最终没能有效实施。网格计算把一个大规模计算问题分成许多小的部分,然后把这些部分分配给大量异构的、低性能的计算机来处理,将这些计算机的闲置资源整合起来,最后把这些计算结果综合起来解决大问题。但由于网格计算在商业模式、技术和安全性方面存在不足,最终没有取得预期的效果。服务计算将信息技术和商业服务结合起来,用信息技术对商业服务建模、操作和管理。云计算借鉴了效用计算和网格计算的思想,同时计算机发展在技术方面也基本满足。相比网格计算,云计算是弹性的,能动态分配资源,而且云计算更强调大规模资源池的分享,通过分享提高资源复用率,降低运行成本。同时云计算的硬件设备不再一味追求高性能,而是综合考虑成本、可用性、可靠性等因素。

2006 年 8 月 9 日,Google 首席执行官埃里克·施密特在搜索引擎大会(SES San Jose 2006)上首次提出“云计算”的概念。

2007 年 10 月,Google 与 IBM 开始在美国大学校园,包括卡内基梅隆大学、麻省理工学院、斯坦福大学、加州大学伯克利分校及马里兰大学等,推广云计算的计划。这项计划旨在降低分布式计算技术在学术研究方面的成本,并为这些大学提供相关的软硬件设备及技术支持(包括数百台个人电脑及 BladeCenter 与 System X 服务器,这些计算平台将提供 1 600 个处理器,支持包括 Linux、Xen、Hadoop 等开放源代码平台)。而学生则可以通过网络开发各项以大规模计算为基础的研究计划。

此后,国际 IT 巨头不断推动云计算相关的学术研究和产业发展,使得云计算进入了迅猛发展的阶段。Google 作为当时最大的云计算的使用者,Google 搜索引擎就建立在超过 100 万台服务器的支撑之上,Google 地球、地图、Gmail、Docs 等也同样使用了这些基础设施,而且这些设施的数量仍在迅猛增长。Google 还允许第三方通过 Google App Engine 运行大型并行应用程序。Google 以发表学术论文的形式公开其云计算三大法宝:GFS、MapReduce 和 BigTable,并在美国、中国等高校开设如何进行云计算编程的课程。2008 年 7 月 29 日,雅虎、惠普和英特尔宣布一项涵盖美国、德国和新加坡的联合研究计划,推出云计算研究测试床,推进云计算。2008 年 8 月,IBM 宣布将投资约 4 亿美元用于其设在北卡罗来纳州和日



本东京的云计算数据中心改造。微软紧跟云计算步伐,于2008年10月推出了Windows Azure 操作系统。Amazon 是将云计算作为其商业交易平台的互联网最大的在线零售商,它的云计算服务品牌是AWS(Amazon Web Services),其中包含了众多的细分产品服务,可满足不同用户的需求。Amazon 使用弹性计算云(EC2)和简单存储服务(S3)为企业提供计算和存储服务。收费的服务项目包括存储服务器、带宽、CPU 资源以及月租费。与此同时,众多开源的云计算平台软件也如雨后春笋般出现,如OpenStack、CloudStack、Eucalyptus等。2010年7月,美国国家航空航天局和包括Rackspace、AMD、Intel、戴尔等支持厂商共同宣布“OpenStack”开放源代码计划,微软在2010年10月表示支持OpenStack与Windows Server 2008 R2的集成;而Ubuntu已把OpenStack加至11.04版本中。2011年2月,思科系统正式加入OpenStack,重点研制OpenStack的网络服务。

在中国,云计算虽然起步较晚,但也发展迅速。2008年2月1日,IBM宣布将在中国无锡太湖新城科教产业园为中国的软件企业建立全球第一个云计算中心(Cloud Computing Center)。2008年5月10日,该云计算中心投入运营。2008年6月24日,IBM在北京IBM中国创新中心成立了第二家中国的云计算中心——IBM大中华区云计算中心。2008年11月28日,广东电子工业研究院与东莞松山湖科技产业园管委会签约,广东电子工业研究院将在东莞松山湖投资2亿元建立云计算平台。2008年12月30日,阿里巴巴集团旗下子公司阿里软件与江苏省南京市政府正式签订了2009年战略合作框架协议,计划于2009年初在南京建立国内首个“电子商务云计算中心”,首期投资额将达上亿元人民币。2009年1月,世纪互联推出了CloudEx产品线,包括完整的互联网主机服务“CloudEx Computing Service”,基于在线存储虚拟化的“CloudEx Storage Service”服务等。2010年8月,上海市闸北区北高新技术服务业园区作为上海市首个云计算产业基地正式挂牌,上海“云海计划”正式启动,计划3年内实现上海在云计算领域“十百千”发展目标,加快推动本市高新技术产业化。

1.2 开源 IaaS 软件简介

近年来云计算及其应用呈现出快速发展的态势,特别是公有云服务的商用化引起了众多关注。当前,公有云服务的商用化主要侧重于IaaS服务,即由云服务提供商基于虚拟化技术建立云基础设施,通过互联网面向企业和公众用户提供计算、存储、网络等资源方面的收费服务。IaaS作为云计算的一种重要形式,目前有各种商业和开源的实现方案。典型的商业实现如亚马逊的弹性计算云,它的服务分四个方面:计算实例、数据传输、存储、其他增值服务。计算实例根据实例类型按需计费,数据传输和存储则根据数据流量或存储空间大小按阶梯价格计费,这三类构成了IaaS的主要服务内容。

而在开源软件阵营,一些IaaS平台软件也在逐渐崛起。OpenStack近年来发展火爆,得到了国内外很多知名IT厂商的支持。CloudStack凭借更加成熟的解决方案,也在迎头赶上。老牌的Eucalyptus商业化运作已经很成熟,是众多企业私有云的首选。一向开发缓慢的OpenNebula也在这一时期一下推出了4个发行版。这些开源的IaaS平台各有特点,企业或个人客户可根据不同需要选择合适的IaaS平台。下面对这些典型的开源IaaS平台做一个简要的介绍。

1.2.1 OpenStack

OpenStack 是美国国家航空航天局 (NASA) 和 Rackspace 合作研发的云端运算软件, 是一个旨在为公共及私有云的建设与管理提供支持的开源项目。它的社区拥有超过 130 家企业及超过 2 000 位开发者, 是近年来比较热门的云计算开源项目, 得到了 IBM、AMD、Intel、戴尔、微软、思科等知名厂商的支持, 而在国内 OpenStack 的热度也在逐渐升温, 华胜天成、高德地图、京东、阿里巴巴、百度、中兴、华为等都参与其中。

OpenStack 采用 Python 语言编写, 支持的虚拟机管理软件包括 KVM、Xen、VirtualBox、QEMU、LXC 等。系统架构分为前端、计算服务、网络服务、存储服务、认证鉴权服务、监控服务等几大部分, 如图 1-1 所示, 各部分由功能不同的组件构成, 各组件能分别运行在不同的物理机上, 并通过消息队列进行通信。这种架构使得 OpenStack 具有高可扩展性和灵活性。

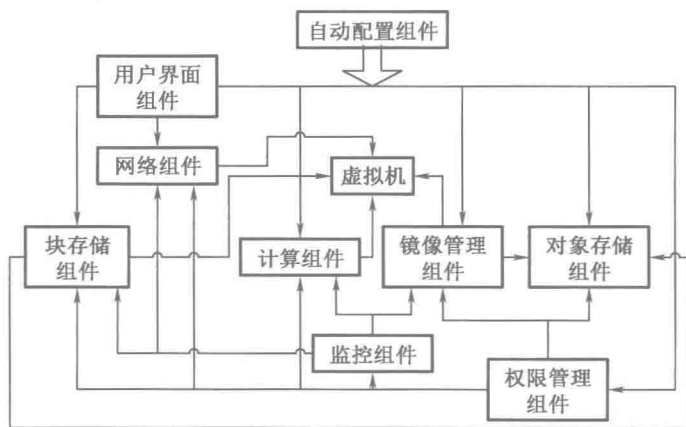


图 1-1 OpenStack 架构

1.2.2 CloudStack

CloudStack 是一个由思杰 (Citrix) 公司开发的具有高可用性及扩展性的云计算平台, 遵从 Apache 2.0 协议, CloudStack 支持大部分主流的 Hypervisors, 可以加速公共和私有云的部署、管理、配置。由于 CloudStack 有良好的用户界面及高可用性, CloudStack 社区活跃度快速上升, 逐渐受到商业用户及开发者的关注。目前 CloudStack 已成为 Apache 基金会最大的顶级项目之一。国内的天云趋势与 Citrix 达成战略合作协议, 共推 CloudStack 社区在中国的发展, 并成立了 CloudStack 中国社区。CloudStack 的系统架构分为管理节点和计算节点两种角色, 易于扩展, 同时提供多租户、VLAN 等特性。关于 CloudStack 的详细介绍请参阅本书后续内容。

1.2.3 Eucalyptus

Eucalyptus 最初是由美国加利福尼亚大学圣塔芭芭拉分校计算机科学学院研究的一个开源的云平台, 它通过计算集群或工作站群实现弹性的、实用的云计算, 现在已经商业化并提供支持服务。Eucalyptus 由于商业化较早, 所以开发与支持相对较成熟。Eucalyptus 提供

与 EC2 和 S3 的接口兼容性 (SOAP 接口和 REST 接口), 并支持运行在 Xen Hypervisor 或 KVM 之上。

Eucalyptus 主要由云控制器、集群控制器、计算节点控制器和存储控制器四大组件构成, 各组件可在单独的物理机上运行, 如图 1-2 所示。

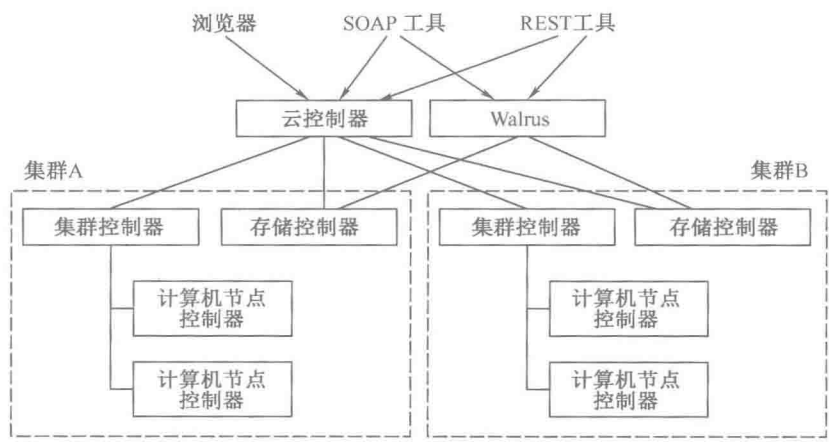


图 1-2 Eucalyptus 架构

1.2.4 OpenNebula

OpenNebula 是欧洲研究学会发起的虚拟基础设施和云端运计划, 是开放源代码的虚拟基础设施引擎。OpenNebula 是 2005 年启动的研究性项目, 2008 年初发布第一个开放源代码版本, 2010 年初大力推进开源社区的建设。它支持 Xen, KVM 或 VMware ESX, 支持亚马逊 EC2 接口, 拥有细粒度的访问控制策略, 采用模块化结构, 适应任何数据中心。

OpenNebula 的架构包括三个部分: 驱动层、核心层、工具层, 如图 1-3 所示。驱动层直接与操作系统打交道, 负责虚拟机的创建、启动和关闭, 为虚拟机分配存储, 监控物理机和虚拟机的运行状况。核心层负责对虚拟机、存储设备、虚拟网络等进行管理。工具层通过命令行界面或浏览器界面方式提供用户交互接口, 也可通过 API 程序调用接口方式提供给外部使用。

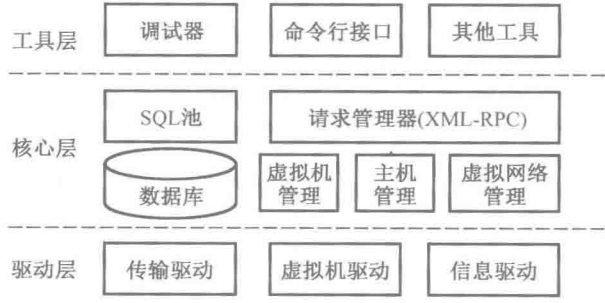


图 1-3 OpenNebula 架构

1.2.5 开源 IaaS 比较

以上几种开源 IaaS 在授权协议和商业支持上各有千秋,表 1-1 对开源 IaaS 进行比较。从表中可以看出,除了 Eucalyptus 外,其他几个开源云平台都采用更为友好的 Apache 2.0 授权协议,而 Eucalyptus 采用 GPL 授权协议,其要求基于 Eucalyptus 开发的软件也要遵循 GPL 协议,从而对商业开发有一定的限制。从支持的厂商看,OpenStack 的支持厂商最多,这使得 OpenStack 成为最为热门的 IaaS 平台。CloudStack 的用户比较多,表明它在商业上已经是比较成熟的产品。

表 1-1 四种开源 IaaS 的对比

IaaS	授权协议	主要支持厂商	主要用户
OpenStack	Apache 2.0	Rackspace、RightScale、AMD、惠普、H3C、瞻博网络、IBM、Intel、戴尔、思科、微软、VMware、NEC、红帽、Canonical 等	NASA、Canonical、RackSpace、Intel、AT&T、德意志电信、新浪等
CloudStack	Apache 2.0	思杰(Citrix)、天云趋势、Intel、瞻博网络、博科、红帽、IBM、SUSE、思科等	塔塔集团、阿尔卡特-朗讯、英国电信、GoDaddy、诺基亚研究中心、韩国电信、中国移动、中国电信、国家电网等
Eucalyptus	GPLv3	Amazon、戴尔、惠普、Intel、Mellanox、NetApp、Novell、红帽、Ubuntu、VMware 等	索尼、Puma、趋势科技、NASA、Infosys、中国工商银行等
OpenNebula	Apache 2.0	IBM、CERN、Logica、Akamai、4CaaS 等	德国电信、RIM、SARA、中国移动研究院、中国科学院等

从支持的虚拟机管理软件进行对比分析上看,四种开源 IaaS 支持的虚拟机管理软件如表 1-2 所示。从表中可以看出,OpenStack 和 CloudStack 支持的虚拟机管理软件较多。

表 1-2 四种开源 IaaS 支持的虚拟机管理软件

IaaS	KVM	Xen	VMware	LXC	Hyper-V
OpenStack	Y	Y	Y	Y	Y
CloudStack	Y	Y	Y	Y	Y
Eucalyptus	Y	Y	Y		
OpenNebula	Y	Y	Y		

图 1-4 是截至 2015 年 3 月,OpenStack、CloudStack、Eucalyptus 和 OpenNebula 的社区论