

- CloudStack是Apache旗下开源的云计算基础设施即服务（IaaS）框架
- CloudStack是一个开源的云计算解决方案

开源云计算平台

Open Source Cloud Computing

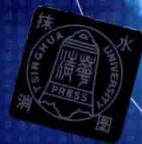
CloudStack实战

鲍亮 叶宏 编著



Internet of Things

清华大学出版社



开源云计算平台

CloudStack实战

鲍亮 叶宏 编著



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

CloudStack 是 Apache 旗下开源的云计算基础设施即服务 (IaaS) 框架, 具有高可用性和扩展性等特点。CloudStack 还是一个开源的云计算解决方案, 可以加速高伸缩性的公有云和私有云基础设施层的部署、管理和配置, 支持管理者快速方便地通过现有基础架构创建云服务。

本书分为三篇 14 章。第一篇介绍 CloudStack 概念、安装与配置。第二篇分析了 CloudStack 的架构和主要功能, 包括网络、存储、虚拟机、编程接口、Web 管理、高可用等。第三篇给出 4 个实战案例, 每个案例均从需求分析、系统规划、架构设计、系统设计、系统实现、系统运维等全方位介绍如何基于 CloudStack 构建一个完整的 IaaS 应用。

本书适合于以前没有接触过 CloudStack 的初学者, 或者了解 CloudStack 并希望能够深入掌握的读者, 也适合 CloudStack 应用开发人员和系统管理人员学习使用。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签, 无标签者不得销售

版权所有, 侵权必究。侵权举报电话: 010-62782989 13701121933

图书在版编目 (CIP) 数据

开源云计算平台 CloudStack 实战 / 鲍亮, 叶宏编著. - 北京: 清华大学出版社, 2016
ISBN 978-7-302-43306-4

I. ①开… II. ①鲍… ②叶… III. ①计算机网络 IV. ①TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 051232 号

责任编辑: 夏非彼

封面设计: 王 翔

责任校对: 闫秀华

责任印制: 何 芊

出版发行: 清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址: 北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编: 100084

社 总 机: 010-62770175 邮 购: 010-62786544

投稿与读者服务: 010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈: 010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者: 清华大学印刷厂

经 销: 全国新华书店

开 本: 190mm×260mm

印 张: 19.75

字 数: 506 千字

版 次: 2016 年 4 月第 1 版

印 次: 2016 年 4 月第 1 次印刷

印 数: 1~3000

定 价: 69.00 元

产品编号: 064473-01

前言

CloudStack 是 Apache 旗下开源的云计算基础设施即服务 (IaaS) 框架, 具有高可用性和扩展性等特点。CloudStack 支持管理大部分主流的 hypervisors, 如 KVM、XenServer、VMware、Oracle VM、Xen 等。除此以外, CloudStack 还是一个开源的云计算解决方案, 可以加速高伸缩性的公有云和私有云基础设施层的部署、管理和配置, 支持管理者快速方便地通过现存基础架构创建云服务。

在众多的开源的云计算 IaaS 框架中, CloudStack 的成熟度相对较高, 拥有许多成功的商业部署案例。但是, CloudStack 相关的中文资料严重欠缺, 目前市面上介绍 CloudStack 的书籍只有三本, 一本中文、一本英文、一本日文。基于这一现状, 市场上迫切需要 CloudStack 分析、应用和案例讲解方面的实用图书, 本书就是对 CloudStack 入门、应用与实践应用感兴趣的读者准备的, 适合于以前没有接触过 CloudStack, 或者没有了解过 CloudStack 并希望能够深入掌握的读者, 适合 CloudStack 应用开发人员和系统管理人员学习使用。

本书内容安排

全书分为三篇, 第一篇引导读者快速了解 CloudStack 并动手初步安装、配置与部署, 并逐一说明 CloudStack 的主要功能, 让读者对 CloudStack 有一个感性认识。第二篇讲解 CloudStack 的工作机制、代码结构和高级特性, 并分析 CloudStack 整体架构与核心源代码, 让读者从本质上明白 CloudStack 内部原理, 掌握 CloudStack 的设计思想和高级应用。第三篇从应用的角度, 结合 4 个案例介绍了 CloudStack 的配置、优化与二次开发, 每个案例均从需求分析、系统规划、架构设计、系统设计、系统实现、系统运维等方面全方位介绍如何基于 CloudStack 构建一个完整的 IaaS 应用。通过本书的学习, 读者可全面掌握 CloudStack 的安装、部署、应用、性能调优和二次开发, 并可从 CloudStack 的代码中获取软件开发与架构设计的经验与灵感。

本书特点

本书以符合初学者思维的方式, 系统介绍了 CloudStack 的安装部署、主要功能、源码分析、架构设计、性能优化与二次开发, 并结合作者实际参与过的项目, 详细介绍了如何基于 CloudStack 构建云计算 IaaS 应用。

- 快速上手：以最直接、最细致的方式指导读者快速掌握 CloudStack 的安装、部署与使用。
- 深入学习：详细分析 CloudStack 的高级特性，掌握 CloudStack 的高级配置方法、性能调优策略和二次开发技巧。
- 理解架构：从内部原理和架构分析入手，以代码情景分析为手段，使得读者深入理解 CloudStack 的架构和运行机理。
- 实战引导：以实际项目为背景，介绍云计算 IaaS 项目的实施过程和注意事项，真正做到对 CloudStack 精通。

本书读者对象

本书适合 CloudStack 的初学者，欲深入了解 CloudStack 配置、部署、优化和二次开发的软件工程师，欲深入理解 CloudStack 源码架构、掌握采用 CloudStack 构建云计算 IaaS 应用的系统架构师和软件工程师，以及任何对云计算 IaaS 相关技术感兴趣的读者。

本书作者与致谢

参与本书编写的作者除了封面署名人员，还有王志泳、温艳琪、衣凡、王焱楠、张韶涵等人，在此表示感谢。此外，本书的编写得到了国家自然科学基金资助项目《公有云计算服务组合系统收益优化研究》(61202040)的支持，在这里表示感谢。最后，感谢清华大学出版社图格事业部的编辑们，他们的辛勤工作使本书尽早与读者见面。

编者
2016年1月

目 录

第一篇 CloudStack 基础篇

第 1 章 CloudStack 简介	3
1.1 云计算定义	3
1.2 云服务基本概念	5
1.2.1 云服务的基本分类	5
1.2.2 云服务的模型	6
1.3 IaaS 的基本架构	8
1.3.1 基础设施层	8
1.3.2 管理层	9
1.4 CloudStack 简介	10
1.4.1 CloudStack 的发展历史	10
1.4.2 CloudStack 整体架构	11
1.5 主流开源云平台介绍	15
1.5.1 OpenStack	15
1.5.2 Eucalyptus	16
1.5.3 OpenNebula	17
1.5.4 各个开源云平台的综合比较	18
1.6 本章小结	19
第 2 章 CloudStack 的基本概念	20
2.1 CloudStack 基础设施概念	20
2.1.1 地区 (Region)	20
2.1.2 区域 (Zone)	21
2.1.3 提供点 (Pod)	22

2.1.4	集群 (Cluster)	23
2.1.5	主机 (Host)	23
2.1.6	主存储 (Primary Storage)	24
2.1.7	二级存储 (Secondary Storage)	24
2.1.8	物理网络	25
2.2	账户	25
2.2.1	账户、用户和域	25
2.2.2	使用 LDAP 服务器进行用户身份验证	26
2.3	用户服务概述	26
2.4	本章小结	27
第 3 章	CloudStack 的安装与配置	28
3.1	CloudStack 安装环境	28
3.2	配置操作系统源	29
3.3	配置 CloudStack 源	31
3.4	安装管理节点	32
3.4.1	设置主机名称	32
3.4.2	安装管理节点	32
3.4.3	安装配置数据库	33
3.4.4	修改 Linux 安全设置	33
3.4.5	初始化 CloudStack 数据库	34
3.4.6	安装网络存储	34
3.4.7	导入系统虚拟机模板	36
3.4.8	启动 CloudStack 服务	36
3.5	安装 Agent 节点	37
3.5.1	设置主机名称	37
3.5.2	安装 Agent 节点	37
3.5.3	配置并启动 libvirt	38
3.5.4	修改 Linux 安全设置	38
3.5.5	初始化 Agent	39
3.6	云平台配置	39
3.6.1	访问 CloudStack 用户界面	39
3.6.2	添加区域	40
3.6.3	添加提供点	41

3.6.4	添加来宾网络	41
3.6.5	添加集群	41
3.6.6	添加主机	42
3.6.7	添加主存储	42
3.6.8	添加二级存储	43
3.6.9	启动区域	43
3.7	上传镜像	44
3.7.1	修改全局配置项	44
3.7.2	注册 ISO	44
3.8	添加实例	46
3.8.1	添加实例设置	46
3.8.2	启动 VM	47
3.8.3	安装 VM 操作系统	47
3.8.4	查看虚拟机	48
3.9	本章小结	48

第二篇 CloudStack 分析篇

第 4 章	CloudStack 架构分析	51
4.1	CloudStack 的功能及特点	51
4.2	CloudStack 的主要组成部分	54
4.3	CloudStack 网络通信架构分析	61
4.4	CloudStack 软件架构分析	64
4.5	本章小结	66
第 5 章	CloudStack 网络功能分析	67
5.1	区域类型	67
5.2	物理网络	69
5.2.1	网络流量分类	69
5.2.2	网络标签	70
5.2.3	基础区域	70
5.2.4	高级区域	73
5.3	安全组	76
5.4	虚拟路由器	79

5.5	虚拟专用网络	81
5.6	总结	83
第 6 章	CloudStack 存储功能分析	84
6.1	主存储	84
6.1.1	系统需求和配置	84
6.1.2	添加一个主存储	85
6.1.3	存储标签	87
6.2	二级存储	87
6.2.1	添加二级存储	88
6.2.2	改变二级存储 IP 地址	89
6.2.3	更改二级存储	90
6.3	磁盘卷	90
6.3.1	创建一个新的磁盘卷	90
6.3.2	将一个磁盘卷关联到一个来宾虚拟机上	91
6.3.3	从虚拟机实例中解除磁盘卷关联	92
6.3.4	删除磁盘卷	93
6.4	快照	94
6.4.1	创建快照	94
6.4.2	自动创建快照	95
6.4.3	通过快照创建磁盘卷	96
6.4.4	通过快照创建模板	97
6.4.5	虚拟机存储迁移	98
6.5	二级存储虚拟机	99
6.5.1	二级存储虚拟机的创建	99
6.5.2	启动和配置二级存储虚拟机	100
6.5.3	二级存储与 CloudStack 通信	100
6.5.4	二级存储虚拟机管理二级存储	100
6.6	总结	101
第 7 章	CloudStack 虚拟机管理功能分析	102
7.1	虚拟机简介	102
7.1.1	关于使用虚拟机	102
7.1.2	虚拟机的最佳实践	103

7.1.3	虚拟机的生命周期	104
7.1.4	创建虚拟机	104
7.1.5	访问虚拟机	105
7.1.6	停止和启动虚拟机	106
7.1.7	分配虚拟机到主机上	106
7.1.8	虚拟机快照	108
7.1.9	改变虚拟机的名称、操作系统和小组	109
7.1.10	给来宾虚拟机的内部名称附加一个显示名称	110
7.1.11	更改虚拟机的服务方案	111
7.1.12	重启时重置虚拟机 root 卷	112
7.1.13	主机之间的虚拟机迁移（手动实时迁移）	113
7.1.14	删除虚拟机	113
7.1.15	与 ISO 工作	113
7.2	虚拟机服务方案介绍	116
7.2.1	计算提供	116
7.2.2	磁盘提供	118
7.2.3	系统服务提供	119
7.3	CloudStack 不同的虚拟机管理程序	120
7.3.1	Citrix XenServer	120
7.3.2	Oracle 虚拟机	121
7.3.3	红帽企业 Linux (KVM) 虚拟机	121
7.3.4	VMware vSphere	122
7.4	系统虚拟机	123
7.4.1	系统虚拟机模板	123
7.4.2	VMware 虚拟机支持多个系统	124
7.4.3	控制台代理	124
7.4.4	虚拟路由	124
7.4.5	二级存储虚拟机	125
7.5	本章小结	125
第 8 章	CloudStack 编程接口功能分析	126
8.1	CloudStack 编程环境搭建	126
8.1.1	CloudStack 安装所需要的软件	126
8.1.2	CloudStack 源代码下载	132

8.1.3	CloudStack 的编译、部署、运行	133
8.2	CloudStack 框架组件简介	134
8.2.1	CloudStack 组件	134
8.2.2	如何声明一个 CloudStack 组件	135
8.2.3	Auto-wiring	135
8.2.4	CloudStack Spring 组件的编码约定	136
8.2.5	组件生命周期	143
8.3	CloudStack API	144
8.3.1	准备工作	144
8.3.2	CloudStack API 角色	145
8.3.3	CloudStack API 的构造形式	145
8.3.4	CloudStack API 请求签名	146
8.3.5	CloudStack API 响应	147
8.3.6	CloudStack API 异步命令	149
8.3.7	制作 API 请求	151
8.3.8	CloudStack API 测试	158
8.4	本章小结	166
第 9 章	CloudStack UI 主页面分析	167
9.1	CloudStack 前端源码文件结构分析	167
9.1.1	源码文件结构	167
9.1.2	UI 界面结构分析	168
9.1.3	数据获取分析	178
9.2	CloudStack 的 API 与 UI 的调用	178
9.2.1	API 调用	178
9.2.2	修改 session 的时限	180
9.2.3	单点登录集成	180
9.2.4	跨域请求伪造	181
9.3	CloudStack 页面的自定义	182
9.3.1	header 自定义	182
9.3.2	左侧边栏自定义	182
9.3.3	右侧展示区域自定义	183
9.4	本章小结	186

第 10 章 CloudStack 高可用分析	187
10.1 关于高可用的介绍	187
10.2 部署高可用性的环境	187
10.2.1 CloudStack 管理服务器高可用性	187
10.2.2 CloudStack 冗余虚拟路由	189
10.2.3 CloudStack 存储高可用	190
10.2.4 数据库的高可用	191
10.3 CloudStack 高可用的过程分析	192
10.3.1 监测阶段	192
10.3.2 重启阶段	194
10.3.3 人为干预	198
10.4 结合代码分析	198
10.4.1 HighAvailabilityDaoImpl 类	198
10.4.2 HighAvailabilityManagerExtImpl 类	198
10.5 总结	202

第三篇 CloudStack 应用篇

第 11 章 CloudStack 的一键安装	205
11.1 一键安装 CloudStack 的需求分析	205
11.1.1 一键安装 CloudStack 的功能性需求分析	205
11.1.2 一键安装 CloudStack 的非功能性需求分析	214
11.1.3 对 CloudStack 改进云桌面的需求分析	215
11.2 一键安装 CloudStack 的设计与实现	215
11.2.1 一键安装 CloudStack 的服务器部署要求	215
11.2.2 一键安装 CloudStack 的软件部署架构	216
11.2.3 一键安装 CloudStack 的脚本版	217
11.2.4 一键安装 CloudStack 的 Web 版	225
11.3 对 CloudStack 远程桌面的改进和实现	227
11.4 一键安装 CloudStack 脚本版的测试	228
11.5 一键安装 CloudStack 的 Web 版测试结果	229
11.6 本章小结	230

第 12 章 基于 CloudStack 的上机管理系统	231
12.1 上机管理系统功能	231
12.1.1 管理员	231
12.1.2 教师	235
12.1.3 学生	235
12.2 系统总体设计	236
12.3 上机管理系统详细设计与实现	238
12.3.1 系统的流程设计	238
12.3.2 管理资源模块的设计与实现	239
12.3.3 软件管理的设计与实现	242
12.3.4 预约资源模块的设计与实现	244
12.3.5 定时开关机模块的设计与实现	247
12.4 上机管理系统的运行	251
12.5 上机管理系统测试	255
12.5.1 系统的功能性测试	255
12.5.2 系统的非功能性测试	258
12.5.3 系统的评价	258
12.6 本章小结	258
第 13 章 CloudStack 手机端管理 App	259
13.1 应用背景介绍	259
13.2 需求分析与总体设计	260
13.2.1 系统功能分析	260
13.2.2 系统整体功能分析	260
13.2.3 系统边界分析	261
13.2.4 详细用例需求分析	262
13.3 Android 技术介绍	267
13.4 详细设计与实现	267
13.4.1 类图	267
13.4.2 序列图	269
13.4.3 CloudStack 环境	270
13.4.4 API 测试	270
13.4.5 虚拟机状态图	271
13.4.6 系统功能测试	272

13.5 本章小结	279
第 14 章 基于 CloudStack 的运维管理协作平台	280
14.1 应用背景	280
14.2 需求分析	281
14.2.1 功能需求	281
14.2.2 非功能需求	283
14.3 核心业务处理流程	284
14.3.1 应用软件的安装	284
14.3.2 应用软件的更新	285
14.3.3 虚拟机脚本执行	286
14.4 总体设计	287
14.4.1 注册中心模块	288
14.4.2 数据加密/解密模块	291
14.4.3 RESTful 服务模块	291
14.4.4 代理软件模块	292
14.4.5 软件传输模块	292
14.4.6 相关技术介绍	293
14.5 系统的实现	295
14.5.1 RESTful 服务模块的实现	295
14.5.2 代理软件模块的实现	298
14.5.3 系统程序流程的实现	300
14.5.4 界面安装的实现	300
14.6 本章小结	302

第一篇

CloudStack基础篇

第 1 章

◀ CloudStack 简介 ▶

本章首先介绍云计算的基本概念和 CloudStack 基本组件，主要包含云计算定义、云服务的基本概念、IaaS 的基本架构、CloudStack 简介以及主流开源云平台的介绍和比较等。

1.1 云计算定义

云计算是由分布式计算、并行处理、网格计算发展而来的，是网格计算、分布式计算、并行计算、效用计算、网络存储、虚拟化、负载均衡等传统计算机技术和网络技术发展融合的产物，是一种新兴的商业计算模型。

云计算（Cloud Computing）这一概念于 2007 年 10 月 8 日正式出现，其标志性事件是谷歌和 IBM 宣布联合加入“云计算”的研究工作，并给出“云计算”的定义。同年 11 月 15 日，IBM 上海和阿莫科（Armok, NY）同时发布了“Blue Cloud”，Blue Cloud 是一系列的云计算产品，使得共同的数据中心像互联网一样运作。

自“云计算”这一概念诞生至今，尚未形成业界广泛认可的统一定义。本书将列举 4 种有代表性的云计算定义，并对每种定义方式进行解读。

1. IBM 的“云计算”定义

2007 年 10 月，IBM 的 Greg Boss 等人以技术白皮书的形式给出了“云计算”的定义：

“‘云计算’是同时描述一个系统平台或者一类应用程序的术语。云计算平台按需进行动态部署（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或虚拟的服务器。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（SANs）、网络设备、防火墙以及其他安全设备等。

在应用方面，云计算描述了一类可以通过互联网进行访问的可扩展应用程序。这类云应用基于大规模数据中心及高性能服务器来运行网络应用程序与 Web 服务。用户通过合适的互联网接入设备以及标准的浏览器就能够访问云计算应用程序。”

IBM 的定义明确指出云计算概念的内涵包含两个方面：平台和应用。平台即基础设施，其地位相当于 PC 机上的操作系统，云计算应用程序需要构建在平台之上；云计算应用所需的计算与