

云计算



Cloud Computing

基础与实用技术



黎连业 王安 李龙 编著

一本**囊括**云计算基础知识**完整**、**实用**的云计算技术指南

清华大学出版社



云计算

基础与实用技术



黎连业 王安 李龙 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书从云计算技术基础的角度出发,系统地介绍云计算的实用技术。全书的内容主要包括:云计算的概念、云计算的技术基础、云计算操作系统与云计算中的三个典型服务模式、云计算的结构和层次、云计算中的分布式数据库设计技术、云计算系统中的虚拟化与 Xen 虚拟化技术、云计算系统中的存储技术、云计算的“大门”—Web 技术、云计算系统中的安全技术、云计算系统中的测试和用户端的 Web 测试技术、云服务和托管服务。

本书关注的是实用的云计算基础知识,云计算的系统实现和设计技术,涉及的知识面、知识点非常广,是本科生、研究生、应用开发人员、IT 专业人员以及相关学科的研究人员需要关心的。

本书所叙述的内容系统全面,可作为高年级本科生、研究生的教材,也可供云计算的应用开发人员作为参考书籍。

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

云计算基础与实用技术/黎连业,王安,李龙编著. —北京:清华大学出版社,2013.1

ISBN 978-7-302-30622-1

I. ①云… II. ①黎… ②王… ③李… III. ①计算机网络 IV. ①TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 272678 号

责任编辑:夏非彼

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 刷 者:清华大学印刷厂

装 订 者:三河市金元印装有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:190mm×260mm

印 张:22.75

字 数:582 千字

版 次:2013 年 1 月第 1 版

印 次:2013 年 1 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:49.00 元

前言

云计算是一个新兴的术语，很多技术还处在起步阶段，具体实现的问题目前尚不明了。云计算涉及的范围非常广，技术基础包括并行计算、网格计算、分布式计算等。本书从云计算技术基础的角度出发，系统地云计算技术知识进行全面介绍，帮助读者理清云计算的思路，激发读者对云计算研究的兴趣，帮助读者入门与提高，促进云计算技术的发展。

本书与目前大多数云计算图书所关注的不同（他们关注的是云计算领域中比较流行的公司平台和和管理工具的介绍），本书关注的是真正的云计算基础知识，旨在使读者在学习的过程中，真正走进云计算环境，能够深入了解、掌握云计算的相关知识，为研究、开发和应用云计算的专业人员提供一本参考书籍。

云计算的应用是交付服务模式，是 IT 商业服务模式的革命，已经跨越了学术和科技界，融入到了许多社会行业。客户通过网络按需“买服务”，服务提供商在“云”中卖服务，“云服务”成为一个发展趋势。目前，跨国信息技术行业的大公司正在使用云计算的概念兜售自己的产品和服务，可以说是“圈云服务”，以掌握 IT 产业主导权。

云计算的系统实现和设计是技术，涉及的知识面、知识点非常广，是本科生、研究生、应用开发人员、行业专业人士以及相关学科的研究者需要关心的。本书包含如下内容：

第 1 章 云计算的概念

本章主要介绍云计算的基本知识，使读者对云计算建立一种直观的概念。

第 2 章 云计算的技术基础

本章主要介绍云计算的并行计算和网格计算的技术基础，以及分布式计算，为读者进行后续章节的学习打下基础。

第 3 章 云计算操作系统与云计算中的三个典型服务模式

本章主要介绍云计算操作系统、云计算系统中的中间件、IaaS 服务模式、PaaS 服务模式、SaaS 服务模式，是读者现阶段研究学习的重点以及未来继续开发的重要参考。

第 4 章 云计算的结构和层次

本章主要介绍云计算的技术结构、应用体系结构、服务体系结构、服务层次和技术层次，为研究和应用开发提供参考。

第 5 章 云计算中的分布式数据库设计技术

本章主要介绍云计算中数据库设计的策略和处理方法、数据库的文件设计和代码设计、

分布式数据库的分布、C/S 和 B/S 计算模式、分布式数据库的安全、以及数据库设计，为应用开发提供数据库设计的参考。

第 6 章 云计算系统中的虚拟化与 Xen 虚拟化技术

本章主要介绍虚拟化的基本概念，平台虚拟化、资源虚拟化、应用程序虚拟化、Xen 虚拟化技术，为学习和理解虚拟化打下基础。

第 7 章 云计算系统中的存储技术

本章主要介绍存储技术、虚拟存储技术、SVA 共享虚拟磁盘阵列，为虚拟数据中心备份和恢复打下基础。

第 8 章 云计算的“大门”——Web 技术

本章主要介绍 Web 技术概念，Web 应用开发是计算机信息专业高年级同学必修的一门专业课程。

第 9 章 云计算系统中的安全技术

本章主要介绍传统的网络安全技术，包括云计算、云、数据中心、SaaS、PaaS、IaaS、服务器、虚拟化部署、瘦客户端、网络安全的相关内容，对云计算系统安全进行了讨论。

第 10 章 云计算系统中的测试和用户端的 Web 测试技术

本章主要介绍云测试和用户端的 Web 测试技术，云测试是基于云计算的一种测试。云测试还处于起步阶段，本章主要对测试的内容和方法进行讨论。

第 11 章 云服务和托管服务

本章主要介绍云计算服务、云计算服务商业收费、云计算服务商的云服务战略、服务器托管、服务器外包服务、主机托管和整机租用、网站托管，对云服务的方法进行介绍。

本书所叙述的内容都是云计算需要的基础知识。

笔者在编写本书时，参考了大量的文章、技术资料 and 高峰论坛会议资料，并且参考引用了有关文章、资料里的多幅图表，尤其是联想、开源、微软、浪潮、华胜天成、中企开源、北京基调、华为、中兴、Microsoft、IBM、Oracle、Citrix、Dell、HP、Cisco、施耐德、八百客、百会、谷歌、Intel、亚马逊、苹果、VMware 等公司馈赠的技术资料和有关技术白皮书，从中吸取了许多知识。对于引用的文献名称和作者就不再一一列出，借本书出版机会，对这些文章、技术资料、技术白皮书的作者、公司一并表示感谢！

本书的作者：黎连业、王安、李龙。帮助编写本书部分章节的有黎照、王华、李淑春、黎娜和黎军。

编 者

2012 年 7 月

目录

C O N T E N T S

第1章 云计算的概念

1.1 什么是云计算.....	2
1.1.1 云计算.....	2
1.1.2 云计算的含义.....	3
1.1.3 云计算的核心思想.....	4
1.1.4 云计算的服务模式.....	4
1.1.5 为什么需要云计算.....	4
1.1.6 云计算的价值.....	5
1.1.7 云计算的适用范围.....	5
1.1.8 云计算服务具备的特征.....	5
1.1.9 云计算的特点.....	6
1.1.10 云计算的判识标准.....	7
1.1.11 云计算的关键技术.....	7
1.1.12 云计算的“云”.....	8
1.2 云计算的定义.....	12
1.3 云计算需要的知识.....	15
1.4 国外云计算发展现状.....	15
1.5 国内云计算发展现状.....	18

第2章 云计算的技术基础

2.1 并行计算的技术基础.....	20
2.1.1 并行计算的特征.....	21

2.1.2	并行计算的三种形式	21
2.1.3	并行计算的功能	22
2.1.4	如何实现并行计算	22
2.1.5	并行计算机系统结构	22
2.1.6	并行计算的五种访存模型	26
2.1.7	并行计算软件环境和并行程序设计模型	29
2.1.8	消息传递并行程序设计	31
2.1.9	为什么要做并行计算	32
2.2	网络计算的技术基础	32
2.2.1	什么是网络计算	32
2.2.2	网络计算的目标、要求、本质、目的、特征和网络计算技术特点	33
2.2.3	网络计算的功能分类、定义、主要组成部分和应用需求	35
2.2.4	网络计算的好处、基本功能, 网络技术的新概念、优势和关键	37
2.2.5	网络计算的发展历程、技术路线和研究现状	39
2.2.6	网络的体系结构	43
2.2.7	网络计算和云计算的关系	52
2.2.8	网络相比互联网的特点	54
2.3	分布式计算	55
2.3.1	什么是分布式计算	56
2.3.2	分布式计算的定义、工作方式、优点、特征和特点	56
2.3.3	分布式系统模型	58
2.3.4	分布式操作系统	61
2.3.5	分布式文件系统	64
2.3.6	分布式数据库系统	69
2.3.7	分布式计算系统管理	77

第3章 云计算操作系统与云计算中的三个典型服务模式

3.1	操作系统和云计算操作系统	80
3.1.1	操作系统的基本概念	80
3.1.2	操作系统的历史	80

3.1.3	云计算操作系统.....	104
3.2	云计算系统中的中间件	108
3.2.1	什么是中间件	109
3.2.2	中间件的定义	109
3.2.3	中间件的种类	110
3.2.4	使用中间件带来的十大优越性	111
3.3	云计算系统中的 IaaS 服务模式	111
3.3.1	基础设施即服务 IaaS 概述	111
3.3.2	IaaS 的特征	112
3.3.3	IaaS 提供云服务的三种类型	113
3.3.4	IaaS 提供的公有云和私有云服务	113
3.3.5	IaaS 服务模式的虚拟化	115
3.3.6	华胜天成 IaaS 管理平台	117
3.3.7	部分国外厂商 IaaS 产品	120
3.4	云计算系统中的 PaaS 服务模式	120
3.4.1	平台即服务 PaaS 概述	120
3.4.2	PaaS 的特点	121
3.4.3	PaaS 提供的服务	121
3.4.4	PaaS 的分类	122
3.4.5	PaaS 平台	123
3.4.6	构建 PaaS 模式需要的组件	129
3.5	云计算系统中的 SaaS 服务模式	129
3.5.1	软件即服务 SaaS 的优点和缺点	130
3.5.2	企业用户选择的 SaaS 模式	131
3.5.3	八百客提出的 SaaS 服务和支持	132
3.5.4	SaaS 技术要求	132
3.5.5	中小企业 SaaS 服务模式	134
3.5.6	百会 SaaS 产品	135
3.5.7	XaaS	141
3.5.8	三个服务模式在云计算系统中的关系	142

第4章 云计算的结构和层次

4.1	云计算的技术结构	146
4.2	云计算的应用体系结构	150
4.2.1	云用户端	150
4.2.2	服务目录	151
4.2.3	管理系统	153
4.2.4	管理工具	153
4.2.5	资源监控	159
4.2.6	服务器集群	161
4.3	云计算的服务体系结构	161
4.4	云计算的服务层次和技术资源层次	163
4.4.1	云计算的服务层次	163
4.4.2	云计算的技术资源层次	164

第5章 云计算中的分布式数据库设计技术

5.1	数据库从集中式、分散式到分布式的发展	167
5.2	分布式数据库的设计策略和处理方法	168
5.2.1	分布式数据库的设计策略	168
5.2.2	分布式数据库的设计处理方法	170
5.3	分布式数据库的文件设计和代码设计	173
5.3.1	分布式数据库的文件设计	173
5.3.2	分布式数据库的代码设计	177
5.4	分布式数据库的分布	180
5.4.1	重复存储分布方法	180
5.4.2	分片存储分布方法	181
5.4.3	组合存储分布方法	182
5.4.4	数据分配方式	184
5.4.5	命名和局部自治性	184
5.4.6	分布透明性	185

5.5 分布式数据库的 C/S 和 B/S 计算模式	185
5.5.1 分布式数据库的 C/S 计算模式	186
5.5.2 分布式数据库的 B/S 计算模式	190
5.5.3 C/S 与 B/S 混合模式分析	191
5.6 分布式数据库的安全	193
5.7 数据库设计	196

第 6 章 云计算系统中的虚拟化与 Xen 虚拟化技术

6.1 虚拟化的基本概念	201
6.1.1 虚拟化的定义	201
6.1.2 虚拟化的体系结构	202
6.1.3 虚拟化的分类	203
6.2 平台虚拟化讨论的内容	204
6.2.1 完全虚拟化	204
6.2.2 超虚拟化	205
6.2.3 硬件辅助虚拟化	205
6.2.4 部分虚拟化	205
6.2.5 操作系统级虚拟化	206
6.2.6 本地虚拟化	207
6.3 资源虚拟化讨论的内容	207
6.3.1 内存虚拟化	207
6.3.2 CPU 虚拟化	208
6.3.3 存储虚拟化	209
6.3.4 IO 虚拟化	210
6.3.5 服务器虚拟化	210
6.3.6 网络虚拟化	212
6.4 应用程序虚拟化讨论的内容	213
6.4.1 应用程序和软件虚拟化	213
6.4.2 桌面虚拟化	214
6.5 Xen 虚拟化技术	215

6.5.1 Xen 虚拟化技术的特征	215
6.5.2 Xen 工作原理	216
6.5.3 Xen 的体系结构	216
6.5.4 Xend daemon	219
6.5.5 VMware 与 Xen 比较	220

第 7 章 云计算系统中的存储技术

7.1 存储技术基础的简述	222
7.1.1 存储技术简述	222
7.1.2 DAS 存储连接技术	224
7.1.3 SAN 存储连接技术	224
7.1.4 NAS 存储连接技术	226
7.1.5 SAN 与 NAS 存储连接技术的比较	227
7.1.6 文件区域网络介绍	228
7.1.7 磁盘阵列技术基础	230
7.1.8 磁带存储	235
7.1.9 可写光盘驱动器	238
7.2 云架构下的存储和虚拟存储技术	239
7.2.1 虚拟存储技术的简述	239
7.2.2 分布式存储	242
7.2.3 备份和恢复	244
7.2.4 分层存储的数据迁移	246
7.2.5 重复数据删除	249
7.2.6 连续数据保护	249
7.2.7 灾难恢复	250
7.2.8 虚拟数据中心备份和恢复	250
7.3 SVA 共享虚拟磁盘阵列简述	251
7.3.1 SVA9500 共享虚拟磁盘阵列和规格	252
7.3.2 虚拟磁盘	254
7.3.3 VSM 虚拟存储管理系统	256

7.3.4 VSM 管理工具 (VSMAT)	259
7.3.5 专业性能报告程序 (ExPR)	259
7.3.6 异地灾难备份	260

第 8 章 云计算的“大门”——Web 技术

8.1 Web 技术的简述	262
8.1.1 Web 开发技术的历史发展过程	262
8.1.2 Web 的基本名词术语	266
8.2 Web1.0 概念	271
8.3 Web2.0 概念	271
8.4 Web3.0 概念	274

第 9 章 云计算系统中的安全技术

9.1 传统的网络安全的内容	278
9.1.1 传统的网络安全性	278
9.1.2 传统的网络安全的威胁源	280
9.1.3 网络安全保护策略	281
9.1.4 网络安全设计	283
9.1.5 网络数据加密	286
9.1.6 安全认证	288
9.1.7 使用防火墙	289
9.1.8 网络综合布线系统中的物理隔离技术	290
9.2 云计算的安全问题	293
9.3 云安全的内容	293
9.3.1 云安全的三个层次	294
9.3.2 云用户应用常见的问题	295
9.3.3 公司对云安全的调查结论	295
9.3.4 云安全问题的解决办法	298
9.3.5 云计算环境下安全防护的主要思路	298
9.4 数据中心安全的内容	301

9.4.1	云数据中心面临的安全问题	301
9.4.2	云数据中心面临的安全建设	305
9.4.3	云运营商数据中心安全解决方案介绍	308
9.5	SaaS、PaaS、IaaS 安全的内容	308
9.5.1	SaaS 安全的内容	308
9.5.2	PaaS 安全的内容	309
9.5.3	IaaS 安全的内容	309
9.6	服务器安全的内容	311
9.6.1	服务器虚拟化安全	311
9.6.2	企业应用服务器安全	312
9.6.3	Web 服务器安全	313
9.6.4	IIS 服务器安全	314
9.7	虚拟化部署安全的内容	315
9.7.1	虚拟环境中主要攻击的目标问题	315
9.7.2	云安全问题	315
9.7.3	云计算中心安全问题	316
9.7.4	虚拟灾难恢复、虚拟机备份与数据保护问题	317
9.8	瘦客户端安全的内容	318
9.9	网络计算安全的内容	320
9.9.1	网络安全概述	320
9.9.2	网络中的认证	323
9.9.3	网络中虚拟组织的社区安全授权	325

第 10 章 云计算系统中的测试和用户端的 Web 测试技术

10.1	云测试	327
10.2	用户端的 Web 测试技术	330
10.2.1	Web 的功能测试	330
10.2.2	Web 的性能测试	333
10.2.3	Web 的用户界面测试	334
10.2.4	Web 的兼容性测试	337

10.2.5 Web 的安全性测试	337
10.2.6 Web 的接口测试	339

第 11 章 云服务和托管服务

11.1 什么是云计算服务	341
11.2 云计算服务商业收费	343
11.3 云计算服务商的云服务战略	343
11.4 服务器托管、服务器外包、主机托管和整机租用	345
11.5 网站托管	346

第1章

云计算的概念

从本章节可以学习到:

- ❖ 什么是云计算
- ❖ 云计算的定义
- ❖ 云计算需要的知识
- ❖ 国外云计算发展现状
- ❖ 国内云计算发展现状

云计算是一个新兴的术语，很多技术还处在起步阶段，目前还没有确切的定义，它涉及的范围非常广。本章主要对云计算进行解释，使读者对云计算建立一种直观的概念。

1.1 什么是云计算

从 2006 年 3 月，亚马逊（Amazon）推出弹性计算云（Elastic Compute Cloud, EC2）服务，2006 年 8 月 9 日，Google 首席执行官埃里克·施密特（Eric Schmidt）提出“云计算”（Cloud Computing）的概念起，短短几年，云计算已经从一个虚无缥缈的概念，变成落入人间、实实在在的技术。在当时看来，是一个时髦的词！是一个炒作！认为云计算不过是新瓶装旧酒，却没想到云计算迅速引起广泛关注，已经跨越了学术和科技界，融入到了许多社会行业。进入 2012 年，云计算被公认为普遍性的技术。

1.1.1 云计算

云计算被认为是“继个人电脑、互联网之后电子信息领域又一重大变革”，云计算作为网络技术中的一个流行用语，已经被很多人所熟悉，那么什么是云计算？云计算是一种基于互联网的计算方式，通过这种方式，共享的软硬件资源和信息通过网络以按需、易扩展的方式获得所需的服务。这种服务可以是和 IT、软件、互联网相关的，也可以是任意其他的服务。

云计算可以说是网格计算（Grid Computing）、分布式计算（Distributed Computing）、并行计算（Parallel Computing）、效用计算（Utility Computing）、网络存储（Network Storage Technologies）、虚拟化（Virtualization）、负载均衡（Load Balance）等传统计算机技术和网络技术发展融合的产物。

云计算通过网络将庞大的计算处理程序自动分拆成无数个较小的子程序，再交由多部服务器所组成的系统经搜寻、计算、分析之后将处理结果返回给用户。通过这项技术，网络服务提供者可以在数秒之内，处理数以千万计甚至亿计的信息，达到和“超级计算机”同样强大性能的网络服务。最简单的云计算技术在网络服务中已经随处可见，例如搜索引擎、网络邮箱等，使用者只要输入简单指令即可得到大量信息。

云计算的程序和数据不再运行和存放在个人台式计算机上，可以托管到“云”中，利用个人电脑或便携设备，经由互联网连接到“云”中，能够让你从世界上的任何地方访问你所有的应用程序和信息服务，不再受到桌面的限制，如图 1-1 所示，这是一个由云计算启动的、全新的协同计算的世界。

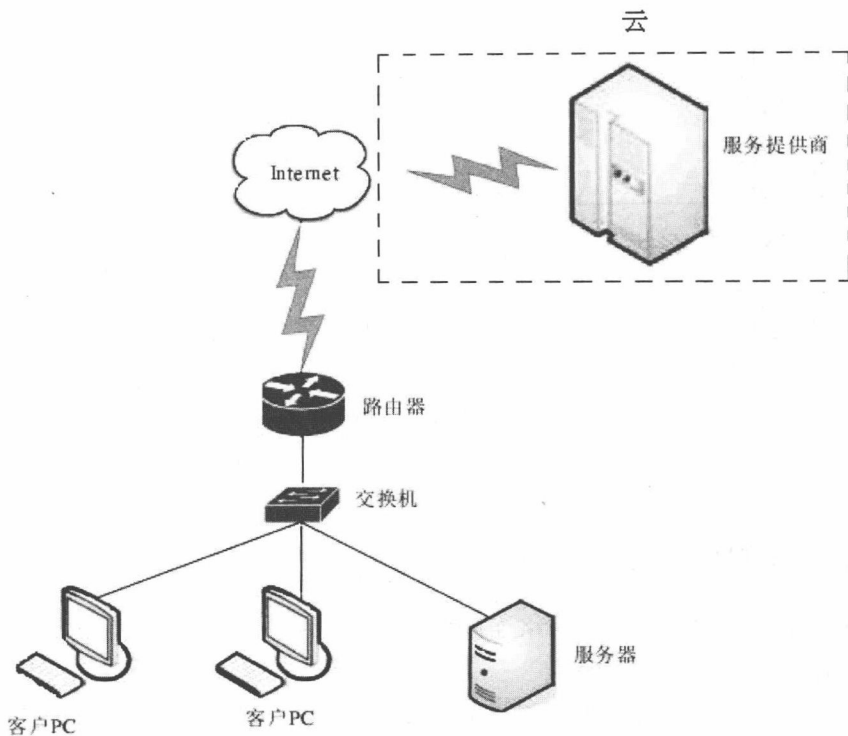


图 1-1 网络中的云

1.1.2 云计算的含义

云计算主要包含两个层次的含义：

一是从被服务的客户端来看：在云计算环境下，用户无须自建基础系统，可以更加专注于自己的业务。用户可按需获取网络上的资源，并按使用量付费。

二是从云计算后台来看：云计算实现资源的集中化、规模化。能够实现对各类异构软件基础资源的兼容，支持异构资源和实现资源的动态流转，可以更好地利用资源，降低基础资源供应商的成本。

云计算不是一种新的 IT 技术，也不是一个新的 IT 架构，而是一种全新的 IT 资源交付服务模式。云计算是 IT 商业服务模式的革命，它彻底改变了人们获取 IT 服务的方式，降低了社会信息化的门槛，使得所有与之相关的工作变得更加简单、合理和自然，也使得创新和改革变得更加容易和便捷。最简单的云计算在网络服务中已经随处可见，如电子邮件服务、手机上网、搜索引擎、公司托管，使用者只要输入简单指令即能得到大量信息。云计算在网络上的服务模式如图 1-2 所示。

未来，只需要一台笔记本或者一个手机，就可以通过网络服务来实现我们需要的一切，甚至包括超级计算这样的任务。