



ELSEVIER
爱思唯尔

迁移到云端

——在云计算的新世界中开发应用

Moving to the Cloud

Developing Apps in the New World of Cloud Computing

【印度】Dinkar Sitaram Geetha Manjunath 著
程国建 杨晓静 韩家新 王魁生 译



国防工业出版社
National Defense Industry Press

迁移到云端

——在云计算的新世界中开发应用

Moving to the Cloud

Developing Apps in the New World of Cloud Computing

[印度] Dinkar Sitaram Geetha Manjunath 著

程国建 杨晓静 韩家新 王魁生 译



国防工业出版社

· 北京 ·

著作权合同登记 图字:军-2013-192 号

图书在版编目(CIP)数据

迁移到云端:在云计算的新世界中开发应用/(印)
西塔拉姆(Sitaram,D.), (印)曼朱纳特
(Manjunath,G.)著;程国建等译. —北京:国防工业
出版社, 2015.6

书名原文:Moving to the Cloud:Developing Apps
in the New World of Cloud Computing
ISBN 978-7-118-09842-6

I. ①迁… II. ①西… ②曼… ③程… III. ①计算机
网络-研究 IV. ①TP393

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第112524号

Moving to The Cloud

Dinkar Sitaram, Geetha Manjunath

ISBN:978-1-59749-725-1

Copyright © 2012 Elsevier Inc. All rights reserved.

Authorized Simplified Chinese translation edition published by Elsevier Limited and National Defense Industry Press.

Copyright © 2015 by Elsevier (Singapore) Pte Ltd. All rights reserved.

Published in China by National Defense Industry Press under special arrangement with Elsevier (Singapore) Pte Ltd. This edition is authorized for sale in China only, excluding Hong Kong, Macau and Taiwan. Unauthorized export of this edition is a violation of the Copyright Act. Violation of this Law is subject to Civil and Criminal Penalties.

本书简体中文版由 Elsevier (Singapore) Pte Ltd. 授予国防工业出版社在中国大陆地区(不包括香港、澳门以及台湾地区)出版与发行。未经许可之出口,视为违反著作权法,将受民法及刑法法律之制裁。

本书封底贴有 Elsevier 防伪标签,无标签者不得销售。

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路23号 邮政编码100048)

北京嘉恒彩色印刷有限责任公司

新华书店经售

*

开本 710×1000 1/16 印张 24 字数 464 千字

2015年6月第1版第1次印刷 印数 1—2000 册 定价 99.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777

发行传真:(010)88540755

发行邮购:(010)88540776

发行业务:(010)88540717

序

在 21 世纪,信息是最宝贵的资源。无论是一个消费者在旧金山寻找餐厅,一个经营小生意的女人在班加罗尔查询纺织品的价格,还是一个金融服务业高管在伦敦研究股票市场的发展趋势,此刻,信息成为决策的关键,通过分析这些信息提供的洞察力可以得出最好的结果。

我们现在正处在信息技术产业中两个最重要的发展趋势的关键时期:融合云计算和个人移动信息设备进入移动/云生态系统,通过使用一个可扩展的、安全的信息基础设施提供下一代的个性化的体验。该生态系统将围绕结构化、非结构化和半结构化数据进行存储、处理和分析大量的信息。所有这些数据将以商业发展的速度进行访问和分析。

在过去的几年里,信息技术行业开始描述一个美好的未来,从计算资源到个人交互一切都通过云计算所提供的服务得以实现。未来移动互联网将是传统互联网连接规模的 10 倍以上,它将连接超过 100 亿的从智能手机到无线家电的智能“设备”。信息访问将会像现在的电力系统一样无处不在。IT 行业今天的最新研究进展将使我们能够推动规模经济进入下一个计算技术创造的新的世界,使得越来越多的人能够参与并受益于信息经济。

本书提供了一幅关于 IT 行业正在围绕云计算所发生的转变的图景。反过来,它也正在改变着我们的社会。本书提出了云计算的关键思想,分析了云计算如何不同于传统计算,以及云计算如何适于新的应用领域同时也可极大地扩展传统应用程序。本书还介绍了云计算的强劲驱动力,描述了一个著名的云架构分类方法,并在一个高层次上讨论了云计算所面临的技术挑战。

本书囊括了不同云计算模型的主要领域:架构即服务、平台即服务和软件即服务。接着讨论了开发云应用的相关范式。最后讨论了与云计算相关的技术,如云安全、云管理和虚拟化。

在过去的几十年里,作为 Hewlett Packard 研发中心机构的 HP Labs 实验室已

经在云计算领域的许多方面做了研究。本书的几位作者是 HP 印度实验室的研究员,他们多年投身于云计算的研究主题。本书的内容包括作者的个人研究成果,以及他们对该技术前景的展望。

我衷心祝福这本书的读者们在他们云计算的旅途中走运!

Prith Banerjee

惠普公司研发中心副总裁

前言

首先,非常感谢您选择本书。我们希望您会喜欢这本书并在阅读它的过程中学习到新知识。我们相信,本书中所涉及主题的深度和宽度能够满足一个巨大的读者群体。在分布式计算技术方面有着非常强大的技术背景的技术人员可能会喜欢通过现实生活中的案例来研究云计算平台,这使他们能够快速掌握当前平台的概况而不用实际去注册并通过实例来试验和实现它。擅长于传统编程系统的开发人员可能会喜欢一些简单或复杂的多平台云计算实例,使他们也能够开始尝试着在云端编程。本书也会给开发人员提供一些关于分布式系统(如云端)编程的基本概念,通过学习新技术,使他们能够写出有效的可扩展的云服务程序。甚至我们相信在校研究生也会发现本书对一些有待解决的公开问题很有帮助,而且随着云计算的演化有助于填补目前所面临的技术缺口。

历经对各种系统技术,特别是有关分布式计算的数年研究,我们经常讨论云计算所带来的益处,以及云计算在技术和心态方面所需要的调整。在这样的一次讨论中,我们恍然大悟,一本基于对云平台实际案例研究的书籍对于技术人员和开发人员都非常有实用价值,特别是其中包含相关的底层技术和概念。我们发现市面上许多关于云计算的书籍大多是对云计算的某个侧面进行描述。甚至有些书中把云计算只是当作一个特定的云平台来对待,如 Amazon 或 Azure。其他讨论云计算的书籍,把云计算看成是一种成本更为低廉的有效管理传统数据中心的新方法,其中也不乏在对这个云计算新技术所带来的效益进行炒作的书籍。

实际上,今天存在的关于云计算的各种不同的认识,使我们想到了那个众所周知的六个盲人摸象的典故。抓住大象尾巴的盲人坚持认为大象就像一根绳子,然而另外一个抓住象牙的人却坚持认为大象就像矛一样,等等。这些清楚地显示出我们非常需要一本书能够将这些关于云计算方方面面的各种认识从深度到广度整合在一起。然而我们知道,将所有有关云计算的知识都集中在一本书中,或者在研究案例中覆盖所有流行的云平台,都是不可行的。所以,我们决定在介绍云计算的每个方面时选择至少三四个不同的案例进行研究,并且对每个案例进行深入剖析。

写这本书的第二动机是为程序员和开发者开发下一代的云应用程序提供足够深度的知识。许多现有的书籍中完全集中于编写程序,没有分析关键概念或考虑其他实现方案。为了有效地设计程序,需要很好地理解所涉及的技术,这就需要进

行仔细考量与取舍,这是我们的信念。同样重要的是,设计恰当的算法,并选择合适的云平台,使给定的问题的解决方案具有可扩展性和在云端执行的高效性。例如,今天许多云平台可提供自动扩展功能。然而,为了有效地利用这一特点,必须深入理解平台如何处理扩展问题。还有对特定的云平台选择合适的算法也是非常重要的,这样可以用最有效的方法对给定问题进行求解并易于使用相关的云平台(如 Hadoop MapReduce)。

我们所面临的挑战是如何编写一本涵盖所有有关云计算知识的书,即呈现一个完整的大象视图,而不是把书本身写得像大象那样繁杂。为了达到这个目标,采取以下策略:首先,对于每一个云平台,我们都为其提供一个宽泛的概述。紧接着就是平台的一些具体方面的详细讨论。这种高层次的概述,连同平台的特定方面的详细研究将会使读者对平台的基本概念和基本特征有一个深刻的理解。例如,在 Salesforce. com 的章节中,我们从这些特征的高层概述开始,详细讨论了如何使用呼叫中心特征、Salesforce. com 下的编程,以及在编写程序等重要性能方面进行取舍。后面的章节介绍了平台架构,该平台架构可以实现 Salesforce. com 以及一些重要的底层细节,对技术主题也进行了深入的讨论。例如,在第 3 章中首次从编程角度来对 MapReduce 的概念和用法进行综述。本书在后面的章节中详细介绍了 MapReduce 所给出的新的编程范式、函数编程的基本原理、数据并行化以及对 MapReduce 求解问题的理论公式。提出了如何重新设计一个算法以适应 MapReduce 平台的许多例子。最后,描述了 MapReduce 平台的内部架构,以及如何在平台上处理云计算的性能、安全性和其他挑战的细节。

总之,本书对当前流行的云平台及其相关技术进行了深入的介绍,除了介绍云计算的一些开发工具、平台和应用程序接口以外,还重点介绍和比较了隐藏在平台之后的概念与技术,同时给出了专家们在云计算平台中运用这些技术所提供的复杂实例。本书可作为在云计算方面有意成为专家的 IT 从业者和开发人员的基础书籍,它将计算方法迁移到了云端,同时探索潜在的新的研究内容。书中详细说明了各种应用程序接口及其功能描述,其版本为本书编著时的最新版本。如果想要获取精确的信息,读者需要自己查看最新的产品文档。最后,由于云计算领域正在快速发展,我们计划在本书的网站中持续更新云计算技术和平台。我们的网址:
<http://www.movingtocloudbook.com>。

目 录

第 1 章 概要	1
引言	1
我们今天身在何处?	2
网络的进化	2
未来的进化	5
什么是云计算?	7
云部署模型	8
私有云与公共云	8
云计算的业务驱动力	10
云技术简介	11
基础设施即服务	12
平台即服务	13
软件即服务	14
技术挑战	15
小结	16
参考文献	16
第 2 章 基础设施即服务	19
引言	19
存储即服务:亚马逊存储服务	20
Amazon 简单存储服务(S3)	20
S3 管理	23
亚马逊简单数据库(Amazon Simple DB)	25
Amazon 关系数据库服务	26
计算即服务:亚马逊弹性计算云(EC2)	27
Amazon EC2 的概述	27
简单的 EC2 实例:设置一个 Web 服务器	36

在 Pustak 门户中使用 EC2	40
惠普 CLOUD SYSTEM MATRIX	46
平台基本特性	47
创建 Pustak 门户基础设施	48
单元即服务	51
单元即服务介绍	52
示例:建立一个网站.....	52
多租户:支持多个作者发布(他们)图书(信息)	55
作者网站的负载平衡	58
小结	59
参考文献	61
第 3 章 平台即服务	62
引言	62
WINDOWS AZURE	63
一个“Hello World”示例	63
举例:传递一条消息.....	65
Azure 测试和部署	70
Azure 平台的技术细节	77
Azure 编程模型	83
处理云计算挑战	87
在 Azure 上设计 Pustak Portal 网站	90
Google App Engine(谷歌应用引擎)	92
入门	92
开发一 Google App Engine 应用程序	94
使用永久存储	95
平台即服务:存储方面.....	99
亚马逊 Web 服务:存储	99
亚马逊简单存储服务(S3)	99
IBM SmartCloud:pure XML	100
Apache Hadoop	109
MapReduce	111
分布式计算文件系统.....	117
混搭.....	119
Yahoo! 管道	119
Yahoo! 查询语言	123

小结.....	129
参考文献.....	131
第4章 软件即服务	134
引言.....	134
CRM 作为服务:SALESFORCE.COM	135
特征简介.....	135
订制 Salesforce.com	137
Force.com: CRM 作为一种服务平台	138
在 Salesforce.com 及 Force.com 平台上的编程	141
社交计算服务.....	151
是什么构成了“社交”计算?	151
案例学习:Facebook	153
扩展 Open Graph	159
社交媒体网站:Picasa	160
微博:Twitter	164
来自谷歌的开放社交平台.....	167
隐私问题:OAuth	168
文档服务:Google Docs	171
使用 Google Docs 门户	172
使用 Google 文档 API	173
小结.....	178
参考文献.....	180
第5章 云应用开发范式	183
引言.....	183
可伸缩的数据存储技术.....	183
示例:Pustak 门户网站数据	184
可伸缩存储技术:分区	185
NoSQL 系统:key - value 存储	193
NoSQL 系统:对象数据库	197
重新审视 MapReduce	200
深入了解 MapReduce 程序的工作	200
与 MapReduce 编程范式中的几个基本概念	203
使用 MapReduce 的几个算法	206
富互联网应用程序.....	210

入门.....	210
一个简单的 (Hello World) 例子	212
客户端—服务器的例子:RSS 阅读器	214
高级平台功能.....	216
高级的例子:实现 Pustak 门户	218
小结.....	221
参考文献.....	223
第 6 章 应对云计算面临的挑战	226
引言.....	226
可伸缩计算.....	227
横向伸缩与纵向伸缩.....	227
阿姆达尔定律 (Amdahl 定律)	228
基于反向代理的云应用伸缩.....	228
混合云和云爆:OpenNebula	230
设计一个可伸缩的云平台:Eucalyptus	233
ZooKeeper:可伸缩的分布式协调系统	235
可伸缩的存储能力.....	241
CAP 定理	242
弱一致性的实现.....	244
NoSQL 系统的一致性	248
多租户.....	252
多租户等级.....	252
租户和用户.....	253
身份认证.....	254
多租户的实现:资源共享	254
案例分析:Salesforce. com 中的多租户	258
Hadoop 中的多租户和安全	260
MapReduce 安全	263
可用性.....	263
故障检测.....	264
应用程序恢复.....	264
Librato 可用性服务	265
Web 服务模型的使用	266
小结.....	266
参考文献.....	267

第7章 云安全设计	271
引言	271
云安全需求和最佳实践	272
物理安全	272
虚拟安全	273
风险管理	274
风险管理概念	275
风险管理过程	275
安全设计模式	276
深度防御	276
蜜罐	276
沙箱	276
网络模式	277
公共管理数据库	277
实例: 一个 PaaS 系统的安全设计	277
安全架构标准	278
SSE - CMM	279
ISO/IEC 27001 - 27006	279
欧洲网络与信息安全局 (ENISA)	279
ITIL 安全管理	279
法律和监管问题	280
第三方问题	281
数据处理	282
诉讼相关问题	284
选择云供应商	284
风险清单	285
选择云供应商的安全标准	285
云计算安全评估框架	286
云计算安全联盟	286
可信赖计算组	286
小结	287
参考文献	287
第8章 云计算管理	289
引信	289

管理 IaaS	290
CloudSystem Matrix 的管理	290
EC2 管理工具:亚马逊 CloudWatch	296
管理 PaaS	298
Windows Azure 的管理	299
管理 SaaS	301
监测 Force. com;Netcharts	301
监测 Force. com;Nimsoft	301
其他云管理系统	303
HP Cloud Assure	303
RightScale	304
Compuware	305
小结	306
参考文献	307
第 9 章 相关技术	308
引言	308
服务器虚拟化	308
基于 Hypervisor 的虚拟化	309
Hypervisor 技术	310
虚拟化的硬件支持	312
两种流行的 Hypervisor	316
WMware 虚拟化软件	316
XenServer 虚拟机监视器	317
存储虚拟化	318
文件虚拟化	318
块虚拟化	323
网格计算	327
网格计算概述	327
网格技术详解	328
网格和云的比较	331
其他云相关的技术	333
分布式计算	333
效用计算	334
自主计算	334
应用服务提供商	335

小结	335
参考文献	336
第 10 章 未来的发展趋势和研究方向	338
引言	338
新兴标准	338
网络存储工业协会 (SNIA)	339
DMTF 参考架构	342
NIST	344
IEEE	344
开放网格论坛 (OGF)	345
云计算基准测试程序	345
Cloudstone	346
Yahoo! 云服务基准包	349
CloudCMP	351
终端用户程序设计	354
可视化编程	355
示例编程	355
OPEN CIRRUS	360
获取到 OPEN Cirrus 的过程	361
大规模云计算研究测试	361
节点预约系统	362
可扩展的监控系统	363
云可持续性界面	363
云计算开放式研究存在的问题	365
小结	366
参考文献	367

【本章要点】

- 今天我们身在何处？
- 未来的进化
- 什么是云计算？
- 云部署模型
- 云计算的企业驱动力
- 云技术简介

引言

云计算是最重要的技术之一,预测成为未来的革命性计算。它将 IT 作为一种服务交付模型,并具有以下优点:它能够使企业当前的业务动态地适应他们的计算基础设施,以满足快速变化的环境要求。更重要的是,这大大降低了信息技术管理的复杂性,并能够普及 IT 的使用。此外,它是中小型企业为减少前期投资的一个具有吸引力的选择,这样他们能够使用复杂而且这以前只有大型企业可以预先负担得起的商业智能应用程序。云托管服务还为应用程序开发人员和平台提供商提供了有趣的复用机会和挑战性的技术。因此,云计算已经使得大部分技术人员处于兴奋期。

本章对云计算进行了一个整体概述,并分析了加速其进化的一些技术和商业因素。云计算为人们带来了翻天覆地的变化。云计算仅仅是为 IT 企业节省成本的一项措施吗?或是像 Facebook 网站那样从根本上改变了商业运营方式的冰山一角吗?如果是这样,IT 企业不得不应对这种变化吗,或者有被遗落在后的风险吗?通过对较高水平云计算现状的调查,很容易发现云技术的各类构件紧密地结合在一起,常常可能应用于云计算业务驱动的环境中。

我们今天身在何处？

计算今天面临着一个重大的转折点,类似于早期的技术革命。早期变革的一个经典的例子就是在《大转变:审视世界,从爱迪生到谷歌》^[1]中所描述的轶事。在纽约有一个叫特洛伊的小镇上,一个名字叫 Henry Burden 的企业家建立了一个生产马蹄铁的工厂。特洛伊城,地理位置优越,位于哈德逊河和伊利运河的交界处。由于其位置优越,在特洛伊制造的马蹄铁可以运往美国各地。纵观整个美国,选择在靠近水的工厂制造马蹄铁,Burden 先生彻底地改变了由当地工匠主导的这个行业。然而,帮助他完成这种重大改变的最关键的技术并不是马,而是他建造的水车,高 60 英尺(1 英尺 = 0.3m),重达 250t,这些水车产生的电力能够给他的马蹄厂提供电源。

Burden 先生的变革处于工业革命的中期,也称为第二次工业革命,电力的发明使其成为了可能。这场革命的起源可以追溯到第一块电池的出现,它是在 1800 年由帕维亚大学的意大利物理学家亚历山德罗沃尔特发明的。革命一直持续到 1882 年第一台蒸汽动力电站在伦敦的霍尔本高架桥上的使用,并最终结束于二十世纪中期,当电力变得无处不在并可通过墙上的插座供人们使用。Henry Burden 通过使用电力作用成为推动革命的重要人物之一,从开始创建电力需求,到最终使电力从一个不起眼的科学好奇成为无处不在的事物,并在现代生活中被人们认为是理所当然应该的存在。或许 Burden 先生并没有想要掌握丰富的电力资源会给人们生活带来巨大改变。

通过类比,我们可能正处在另一个变革的中点—现在我们周围存在的计算能力—这些计算能力目前已经摆脱了工业、企业和科研机构的范围,但也仅仅是一些廉价、大量的计算资源。为了抓住云计算所提供的机会,我们必须问清楚自己是朝哪个方向行进,以及大量的计算资源可以向电力资源一样自由的使用的未来是什么样子的。

*AWAKE! for Morning in the Bowl of Night
Has flung the Stone that puts the Stars to Flight;*

...

*The Bird of Time has but a little way
To fly - and Lo! the Bird is on the Wing.*

欧玛尔·海亚姆的“鲁拜集”

爱德华·菲茨杰拉德于 1859 年译成英文

网络的进化

想要知道未来计算演变成什么样子,查看一下历史是很有用的。第一阶段基

于互联网的计算,有时也被称为 Web 1.0,出现于 20 世纪 90 年代。典型的是用户和网站之间可以进行互动,网站会显示一些信息,并且用户可以点击超链接,以获取更多额外的信息。信息流是严格单向的从维护网站的机构到用户。因此,Web 1.0 的模型是一个巨大的图书馆,与谷歌和其他搜索引擎一并成为图书馆的目录。然而,即使这个小小的改变,企业(IT 企业)不得不做出回应,通过把自己的网站和出版内容放在 Web 上来有效地展示出企业形象(图 1.1)。如果不这样做的话,就好像竞争对手在做大量广告而自己却什么也没做。

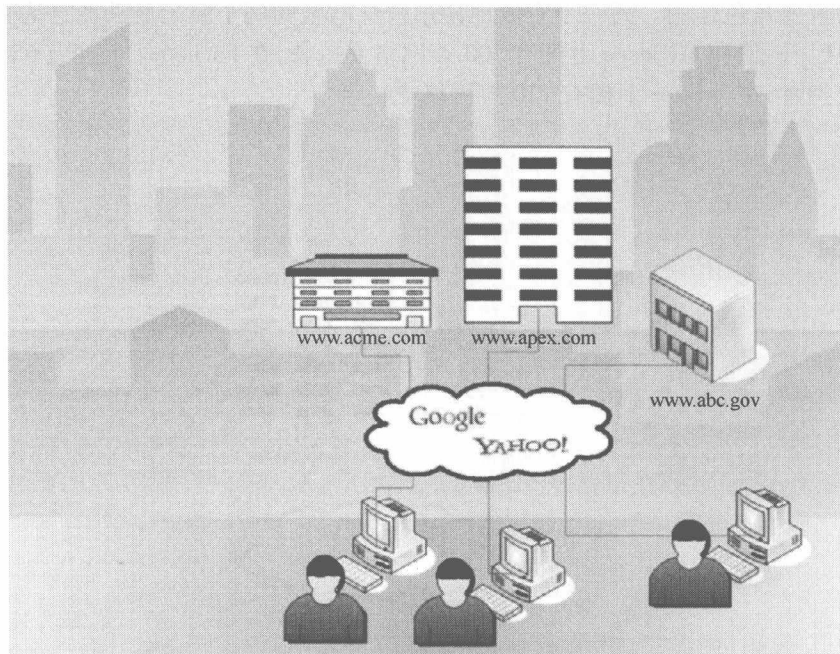


图 1.1 Web 1.0:信息的访问

Web 2.0 和社交网络

网络计算的第二个高潮是在 21 世纪初,当应用程序允许用户上传信息到互联网上变得非常流行的时候。这个看似微小的变化已经足以产生一类新的应用程序类型,主要是快速处理用户生成内容、社交网络以及其人群知识。这种新一代互联网应用称为 Web 2.0^[2],如图 1.2 所示。如果 Web 1.0 看起来像一个巨大的图书馆,Web 2.0 以及社交网络更像是一个虚拟世界,在很多方面看起来就是一个现实世界的复制(图 1.2)。在这里,用户不只是登录 ID,而且存储虚拟身份(或角色),不仅有大量关于他们自己的信息(图片、兴趣爱好和他们在网络上搜索的感兴趣的内容),而且存储现实世界中与他们有关的朋友和其他相关用户的信息,此外,该网站现在不是只读的;用户可以将他们的评论、标签、评级以及注释发布到 Web