



移动云

CLOUD

计算技术专题研究

贾志淳 邢星 张宇峰 编著



东北大学出版社
Northeastern University Press

移动云计算技术专题研究

贾志淳 邢 星 张宇峰 编著

东北大学出版社

· 沈 阳 ·

© 贾志淳 邢 星 张宇峰 2016

图书在版编目 (CIP) 数据

移动云计算技术专题研究 / 贾志淳, 邢星, 张宇峰编著. —沈阳: 东北大学出版社, 2016. 4

ISBN 978-7-5517-1240-8

I. ① 移… II. ① 贾… ② 邢… ③ 张… III. ① 计算机网络—移动网—研究
IV. ① TP393 ② TN929. 5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 062291 号

出 版 者: 东北大学出版社

地址: 沈阳市和平区文化路 3 号巷 11 号

邮编: 110004

电话: 024-83687331 (市场部) 83680267 (社务室)

传真: 024-83680180 (市场部) 83680265 (社务室)

E-mail: neuph@neupress.com

http: // www. neupress. com

印 刷 者: 沈阳中科印刷有限责任公司

发 行 者: 东北大学出版社

幅面尺寸: 170mm × 240mm

印 张: 14. 25

字 数: 279 千字

出版时间: 2016 年 4 月第 1 版

印刷时间: 2016 年 4 月第 1 次印刷

责任编辑: 王兆元

封面设计: 刘江旻

责任校对: 叶 子

责任出版: 唐敏智

ISBN 978-7-5517-1240-8

定 价: 35.00 元

■ 作者简介

贾志淳 博士，副教授，硕士生导师，1982年生，天津市人。多年来一直从事计算机应用学科的教学与科研工作，取得多项科研成果，主要研究集中于云计算技术、Web 服务组合、服务故障诊断等方面。在多种学术刊物和国际学术交流会上发表论文 30 多篇，软件著作权 4 个，申请专利多项。长期以来，专心从事云计算技术及其应用领域的工作，主持和参与国家级和省部级项目共 4 项。

邢 星 博士，副教授，硕士生导师，1982年生，辽宁省营口市人。多年来一直从事计算机应用学科的教学与科研工作，取得多项科研成果，主要研究集中于数据挖掘、社交网络、控制理论与方法等方面。在多种学术刊物和国际学术交流会上发表论文 30 多篇。长期以来，专心从事推荐系统、机器学习和控制理论及其应用领域的工作，主持和参与国家级和省部级项目共 6 项。

张宇峰 博士，副教授，硕士生导师，1981年生，黑龙江省集贤县人。多年来一直从事仪器科学与技术学科的教学与科研工作，取得多项科研成果，主要研究集中于自动化检测及控制理论等方面。在多种学术刊物和国际学术交流会上发表论文 10 余篇。长期以来，专心从事自动检测与过程控制技术及其应用领域的工作，主持和参与国家级和省部级项目共 3 项。

■ 内容简介

本书针对国内外与移动云计算技术相关的热点问题,在移动计算、云计算学科领域基础理论方面多年深入探索研究的基础上,围绕移动网络技术、Web 服务技术、云计算技术、移动计算技术、物联网技术、社会计算技术、移动应用安全技术等七个方面的基本概念、研究现状、主要的研究问题、待解决的问题及未来的发展趋势等,经过分析论证,形成支持新一代移动云计算技术的一些新思路。其目的是增进社会各界对移动计算、云计算等新一代移动技术发展情况和应用前景的深入体验和更加全面的认识,进而推进移动计算技术发展和完善。

本书可作为移动云计算技术学术研究人员、工程研究人员、技术应用人员和网络管理人员,以及研究生、本科生等了解、熟悉和掌握移动云计算技术的参考书。

前 言

近年来,移动网络、Web 服务、云计算、物联网、社会计算等概念及其应用在信息产业内发展得如火如荼,再次掀起了信息技术浪潮。几个概念的不断融合,推动新一代移动计算技术广泛运用于人们的日常生活和工作。新一代移动技术产业的创新和发展仍将是经济社会发展的重要引擎,也将对节能减排、创造就业、科技民生起到积极的推动作用。目前,美国、日本、韩国以及欧盟等都非常重视移动云计算技术的发展,投入巨大的财力和人力,深入探索该技术的发展。我国也将移动计算作为国家未来重点扶持的对象,其中移动云计算技术正在被重点推进。但是,在这方面的著作,特别是适合高等院校的著作极为缺乏。本书在广泛调研和充分论证的基础上,结合当前应用最为广泛的移动技术,并以专题展开研究,是一部国内少有但社会广泛需求的并且适合高等教育改革和发展特点的移动云计算技术专题研究的专著。

本书针对国内外移动云计算技术热点问题,在云计算技术学科领域基础理论方面多年深入探索研究的基础上,借鉴国内外已有资料和前人成果,经过分析论证,围绕移动网络技术、Web 服务技术、云计算技术、移动计算技术、物联网技术、社会计算技术、移动应用安全技术等七个方面的研究现状、主要应用及发展趋势开展一些研究,形成支持新一代移动云计算技术的一些新思路。其目的是增进社会各界对云计算、社会计算、物理网等新一代移动计算技术发展情况和应用前景的深入体验和更加全面的认识,进而推进移动云计算技术发展和完善。本书可作为移动云计算技术学术研究人员、工程研究人员、技术应用人员和网络管理人员,以及研究生、本科生等了

解、熟悉和掌握移动云计算技术的参考书。

本书由国家自然科学基金（项目批准号 61503036）和辽宁省教育厅科学研究一般项目（项目批准号 L2015007）资助出版。

全书由贾志淳、邢星和张宇峰编著。本书在技术审核及内容编选上得到了杨玉强教授的支持，材料收集得到了李春杰教授、赵绪辉副教授和陆璐副教授等人的支持，在此感谢他们所给予的建议和发表的建设性意见。限于作者的水平，书中不当甚至错误之处在所难免，诚恳期待广大读者提出宝贵意见。

编著者

2015 年 11 月

2.1	移动网络概述	18
2.1.1	移动网络的基本概念	18
2.1.2	移动网络的发展历史	19
2.1.3	移动网络的基本特征	19
2.2	移动网络关键技术	20
2.2.1	3G, 4G, 5G 网络技术	20
2.2.2	WLAN WiFi	25

2.2.3	移动终端操作系统	26
2.2.4	移动 IP 接入技术	28
2.3	移动网络研究现状	29
2.4	移动网络应用领域	31
2.4.1	资讯	31
2.4.2	娱乐	32
2.4.3	沟通	32
2.4.4	移动电子商务	32
2.4.5	手机定位与导航	33
2.4.6	个人信息服务	34
2.5	移动网络发展趋势	34
2.5.1	移动网络产业发展趋势	35
2.5.2	移动互联网业务发展趋势	36
2.5.3	移动互联网技术发展趋势	37
2.5.4	其他发展趋势	37

第3章 Web 服务技术研究 40

3.1	Web 服务概述	40
3.1.1	Web 服务的基本概念	41
3.1.2	Web 服务的特点	42
3.1.3	Web 服务组合类型	43
3.1.4	Web 服务的体系结构	45
3.1.5	Web 服务的技术架构	48
3.2	Web 服务关键技术	50
3.2.1	可扩展标记语言 XML	50
3.2.2	简单对象访问协议 SOAP	51
3.2.3	Web 服务描述语言 WSDL	53
3.2.4	统一描述、发现和集成协议 UDDI	54
3.3	Web 服务研究现状	55
3.3.1	SOA	55
3.3.2	Web 服务组合	57
3.3.3	Web 服务安全	60
3.3.4	Web 服务故障诊断	62

3.4 Web 服务应用领域	65
3.5 Web 服务发展趋势	67

第4章 云计算技术研究 69

4.1 云计算技术概述	69
4.1.1 云计算产生背景	69
4.1.2 云计算概念	71
4.1.3 云计算特点	72
4.1.4 云计算体系结构	75
4.2 云计算关键技术	80
4.2.1 虚拟化技术	80
4.2.2 数据存储技术	80
4.2.3 数据管理技术	81
4.2.4 编程模型技术	82
4.2.5 平台管理技术	83
4.2.6 故障定位技术	83
4.2.7 分布式技术	84
4.3 云计算研究现状	85
4.4 云计算应用领域	88
4.4.1 云计算与教育	88
4.4.2 云计算与游戏	89
4.4.3 云计算与安全	89
4.4.4 云计算与互联网	90
4.4.5 云计算与电子商务	91
4.4.6 云计算与存储	91
4.4.7 云计算与物联网	92
4.5 云计算技术面临的挑战	92
4.6 云计算发展趋势	93

第5章 移动计算技术研究 96

5.1 移动计算技术概述	96
5.1.1 产生背景	96
5.1.2 移动计算概念	97

5.1.3	移动计算特点	98
5.1.4	移动计算模型	100
5.2	移动计算关键技术	104
5.2.1	无线通信技术	104
5.2.2	移动互联技术	109
5.2.3	移动终端技术	112
5.2.4	基站节能技术	116
5.2.5	安全保障技术	119
5.3	移动计算应用领域	121
5.3.1	社交网络服务和基于位置的服务	121
5.3.2	移动支付	122
5.3.3	云计算	122
5.3.4	声控手机	122
5.3.5	快速上网	122
5.3.6	电子存储	123
5.3.7	传送录像	123
5.3.8	监控功能	123
5.3.9	电子游戏	124
5.3.10	3D 地图	124
5.3.11	推荐服务	125
5.3.12	路线查询	125
5.3.13	新应用愈来愈多	125

第6章 物联网技术研究 127

6.1	物联网产生背景	127
6.2	物联网概念	128
6.3	物联网分类	130
6.3.1	按物的终端分类	130
6.3.2	按网络类型分类	131
6.3.3	按业务类型分类	131
6.4	物联网关键技术	132
6.4.1	感知技术	132
6.4.2	网络技术	138

6.4.3 应用技术	146
6.5 物联网研究现状	147
6.5.1 国外研究现状	147
6.5.2 国内研究现状	148
6.6 物联网应用领域	149
6.6.1 城市管理	149
6.6.2 数字家庭	150
6.6.3 定位导航	150
6.6.4 现代物流管理	150
6.6.5 食品安全控制	151
6.6.6 零售	151
6.6.7 数字医疗	151
6.6.8 防入侵系统	151
6.7 物联网发展趋势	151
6.8 国内物联网面临的安全挑战	152
6.9 物联网的战略意义	153

第7章 社会计算技术研究 155

7.1 社会计算概述	155
7.1.1 社会计算产生背景	155
7.1.2 社会计算概念	156
7.1.3 社会计算特点	158
7.2 社会计算研究领域	164
7.2.1 社区发现	164
7.2.2 社会网络	167
7.2.3 计算社会科学	170
7.3 社会计算应用领域	170
7.3.1 个体与群体的社会建模	170
7.3.2 社会文化建模与分析	171
7.3.3 社会交互及其规律分析	171
7.3.4 社会数据感知与知识发现	172
7.3.5 决策支持及应用	172
7.3.6 海量社会媒体信息的精准实时感知	172

7.3.7 动态社会群体网上上-网下行为互动演化规律分析	173
7.3.8 网络化社会态势的计算实验评估	173
7.3.9 社交应用	173
7.3.10 娱乐应用	173
7.3.11 生产应用	174
7.4 社会计算发展趋势	174
第8章 移动应用安全技术研究	176
8.1 移动终端面临的主要问题	176
8.1.1 垃圾信息	177
8.1.2 手机病毒	178
8.1.3 移动终端使用过程中的不可控性	180
8.2 移动平台安全	181
8.2.1 Android 平台安全	181
8.2.2 iPhone 平台安全	186
8.3 WAP 和移动 HTML 安全	189
8.3.1 WAP 安全体系机构	189
8.3.2 移动 HTML 安全	192
8.4 蓝牙安全	195
8.4.1 技术特点	196
8.4.2 安全机制	196
8.5 移动应用安全解决方案	202
8.5.1 基于流程控制的方法	202
8.5.2 基于技术的控制手段	203
参考文献	206

第1章 概述

近年来,智能手机、平板电脑、社交计算、云计算、物联网等概念及其应用在移动云计算领域内不断融合、快速发展。随着一种移动性更高、对移动设备依赖性更强的云计算环境的出现,对于智能手机、平板电脑、WiFi 传感器等移动设备、更灵活的应用程序开发、变化的工作模式、设备和资源短缺、延迟、带宽、网络安全性及其使能技术等问题的研究,已经成为移动互联网服务领域的新热点。移动云计算技术是随着移动通信、互联网、数据库、分布式计算、云计算等技术的发展而兴起的新技术。目前,移动云计算的应用现状、存在的问题、新一代移动设备的地位、新一代移动计算技术的培育和发展、将对我国经济发展方式转变产生的推动作用等,都是移动计算研究面临的主要问题。基于此,为了满足广大移动云计算技术知识研究和开发人员的需求,专门针对国内外移动计算、云计算技术热点问题,围绕移动网络技术、Web 服务技术、云计算技术、移动计算技术、物联网技术、社会计算技术、移动应用安全技术研究面临的挑战等七个方面的前沿知识,以专题形式开展研究。本章的内容可以使读者了解移动云计算基本概念、关键技术、发展趋势,移动云技术面临的问题,移动云技术体系结构和移动云计算的社会功能。

1.1 移动云计算基本概念

1.1.1 移动云计算定义

移动云计算(Mobile Cloud Computing, MCC)是指通过移动网络以按需、易扩展的方式获得所需的基础设施、平台、软件等的一种IT资源或(信息)服务的交付与使用模式,它是云计算技术在移动互联网中的应用。从本质上讲,移动云计算是移动互联网产业与云计算技术的结合,是云计算技术在移动互联网中的应用,是目前IT行业炙手可热的新业务发展模式。

移动云计算合并了包括使用者、企业、家庭基站、转码、端到端安全性、家庭网关以及启动移动宽带的服务等多种元素,它有两个关键特性:①云计算支

持便捷地对可配置计算资源的共享池进行按需网络访问,资源可以通过最少的管理工作或服务提供者相互交互来快速予以配置和发布;② 它有三种基本的云服务模型,包括基础架构服务(IaaS)、平台服务(PaaS)和软件服务(SaaS)。

目前关于移动云计算,存在多种不同的定义,而不同的研究涉及不同的“移动云”概念:

(1) 一般性地,移动云计算表示将一个应用运行在远程资源丰富的服务器端,如谷歌的移动端邮箱;而移动设备如一个瘦客户端通过 3G 网络与远程服务器进行连接。

(2) 另一种移动云计算,是将移动设备自身作为云端的资源提供者,组成端到端移动网络,在区域附近的各种移动设备以及一些其他可获得的固定设备组成相互连接的云端资源^[1]。

(3) 美国卡内基梅隆大学计算机系教授、美国计算机学会和电气电子工程学会院士 Mahadev Satyanarayanan 在 2009 年提出微云(cloudlets)概念,将移动设备自身工作量卸载到本地几个与远程云服务器相连接的多核计算机组成的微云当中,以此实现移动计算^[2]。

实际来说,移动云计算是借助于移动的互联网,充分发挥后台计算的价值,把复杂的计算模式和资源存储放置到后端,形成强大的云。与此同时,利用后台的云,根据终端系统的计算和数据处理能力,可以对终端设备进行快速的资源配置,充分发挥云端的计算优势,在实现一个小巧轻便终端的同时,能够运行更加复杂的应用。

1.1.2 移动云计算特点

由于移动性、交互性及便携性等特性,云计算被视为移动计算的进一步解决方案,那么“云”是如何通过移动云计算克服移动计算中的一些障碍呢?

(1) 弱化终端硬件的限制

现阶段,市场上所销售的主流智能手机,已经达到 8 核 CPU,其主频能够达到 2G,然而和传统的 PC 机相比较而言,还是有不少的差距。仅仅依靠手机终端对大量信息数据进行处理时,需要突破的限制中最大的障碍就是终端硬件。云计算的出现解决了终端硬件限制的问题,由于云计算进行运算和数据存储都是基于移动网络的,因此忽略了移动设备自身的运算能力,仅仅依靠云计算就可以有效解决手机终端硬件的瓶颈问题。以手机电池为例,电池是移动设备关注的主要问题之一,已经有多种加强 CPU 执行能力及以智能方式管理硬盘和屏幕以期降低电量消耗的解决方案被提出。然而,这些解决方案均在移动设备结构、设备硬件等方面要求一些变化,从而导致成本增长,并且并非对于所有移动设备都是便利的。针对这些问题,计算卸载技术被提出,将大量计算

和复杂处理工作从资源有限的移动设备转移到资源丰富的机器当中,如在云端的服务器当中。该技术避免在移动设备上花费大量时间去运行应用而导致大规模的电量消耗。

(2) 数据存储方便

由于移动设备的硬件资源限制,数据存储能力也是移动设备的一个约束条件。移动云计算中数据的存储都是在移动互联网中进行的,不仅方便用户进行数据存储,而且提供给用户一定的数据存储空间。同时,移动云计算也便于不同用户之间进行数据共享。通过应用移动云计算技术,移动设备使用者能够将大量的个人数据通过无线网络存储在云端。一个实例是亚马逊简易存储服务(Amazon S3),该存储服务支持文件存储,旨在降低开发人员进行网络规模计算的难度,为开发人员和IT团队提供安全、耐久且扩展性高的对象存储。另外,Facebook是当今最成功的社会网络应用,也是一个典型的在图片分享方面使用云技术的实例。通过将花费大量时间及能量的移动端计算密集型应用的执行工作移动到云端,移动云技术减少了移动端的运行成本。由于移动应用的数据存储在云端,应用运行不再受移动设备存储能力的限制。

(3) 更高的可靠性

由于数据和应用被存储并被备份在许多计算机当中,将数据存储在云端或将应用在云端运行是一种有效的改进移动计算可靠性的方式,该方式减少了在移动设备上数据及应用的丢失。此外,移动云计算还可设计成一种针对服务提供商及使用者的全面的数据安全模型,如云端能够用于保护来自被滥用和未被授权的分布情况的受版权限制的数字内容,云端也可以远程提供给移动使用者安全服务(如病毒扫描、恶意代码探测等),同时基于云端的安全服务能够有效利用从不同使用者收集来的记录改进服务的可靠性。

此外,移动云计算也继承了如下一些用于移动服务的云计算的特点:

(1) 按需提供服务

移动互联网用户的需求各不相同,移动互联网中的应用一方面通过个性化定制服务,以满足用户多种多样的需求;另一方面则会造成服务荷载变大。而云计算技术在移动互联网中的应用可以确保不同用户之间进行资源共享,大大降低了服务成本。在没有先进的资源储存方法的情况下,一个细粒度、自服务基础上的动态资源按需供应,无论对于服务提供商还是移动服务使用者,都是一个灵活的应用方式。

(2) 可扩展性

云计算灵活的资源供应方式,使移动应用的部署能够被执行并且可伸缩地满足不可预期的使用者需求。在没有或有很少资源使用约束的情况下,服务提供商能够轻松地增加或扩展一个应用和服务。

(3) 多重租用

服务提供商能够分享资源和成本去支持各种应用和大规模使用者。

(4) 易于集成

来自不同服务提供商的多个服务能够通过云技术和互联网被轻松地集成在一起以满足使用者的需求。

1.1.3 移动云计算关键技术

(1) 数据存储技术

云计算采用分布式存储方式来存储数据,并且采用冗余存储的方式来保证存储数据的可靠性。云存储技术的发展为移动设备端存储能力的限制提供了一个理想的解决方案,降低了移动设备成本,减少了系统故障和性能瓶颈,保证整个系统的高效稳定运行。另外,云计算的数据存储技术还有高吞吐率和高传输率的特点。目前云计算的存储技术主要有谷歌的非开源的 GFS (Google File System) 和 Hadoop 开发团队开发的 GFS 的开源实现 HDFS (Hadoop Distributed File System)。大部分 IT 厂商,包括 yahoo、Intel 的“云”计划采用的都是 HDFS 的数据存储技术。

(2) 数据管理技术

移动互联网中应用种类繁多且数目较大,加上云计算数据具有海量、易购、非确定性特点,使得在云端数据管理上需要采用有效的管理技术对海量数据和信息进行分析和处理,并实现不同应用和不同用户之间数据存储和计算的隔离。目前云计算的数据管理技术主要是谷歌的 GFS、BigTable、MapReduce 和亚马逊的 Dynamo。

(3) 数据安全技术

由于移动设备的易丢失性,移动端数据存在敏感数据安全隐患,并且数据在无线网中传输时数据易被拦截,造成隐私泄露等问题,因此,数据安全技术也是移动云计算的关键技术之一。针对客户端的隐私数据安全,可以通过减少敏感数据传输,降低云计算使用的风险。而针对网络用户和服务商之间的信息交互与数据共享,可以采用高鲁棒性的加密算法对传输数据进行加密,也可通过身份验证方式确保数据安全。

(4) 数据迁移技术

由于移动云计算中的节点规模庞大且单节点实拍概率较大,因此,对所有节点进行有效监控和协调、对失效节点进行迅速报警并做出相应的数据迁移操作,是保证系统有效连续运行的主要方法。目前,动云数据迁移技术主要包括进程迁移、虚拟机实时迁移、线程迁移这三种。

(5) 蜂窝通信技术