

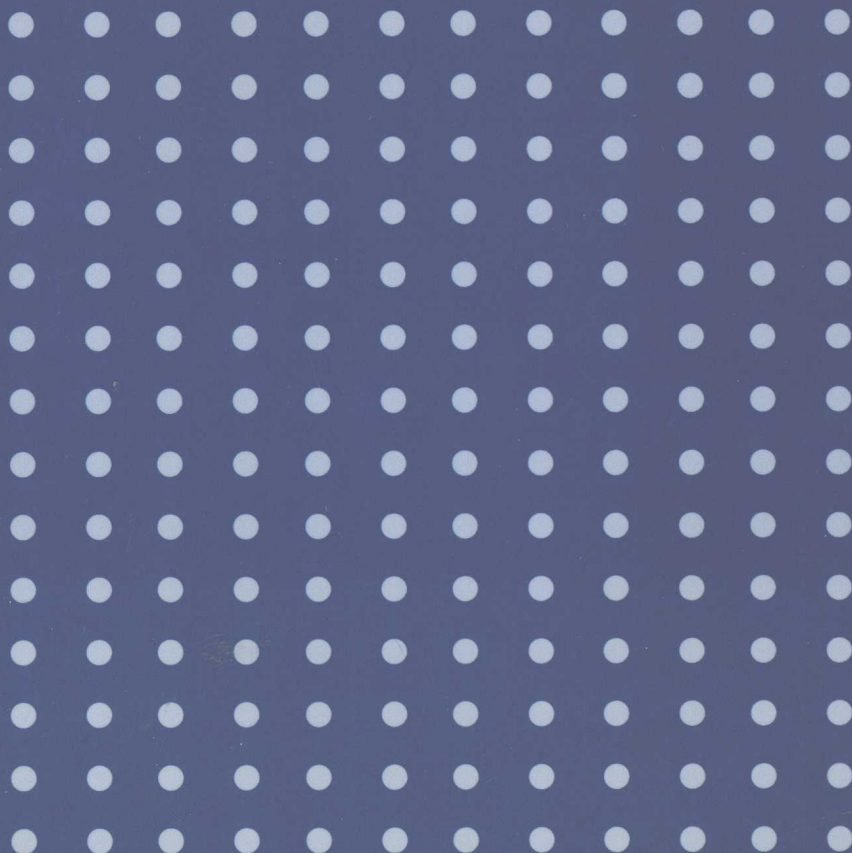


普通高等教育“十一五”国家级规划教材

重点大学计算机专业系列教材

移动计算技术

徐明 曹建农 彭伟 编著



清华大学出版社



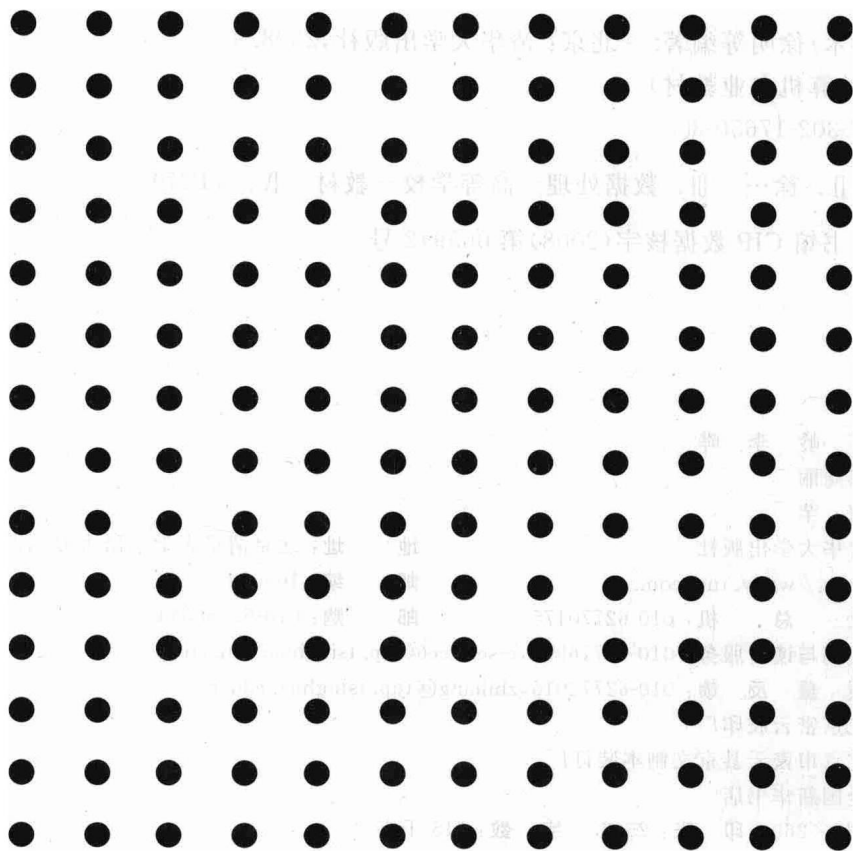


普通高等教育“十一五”国家级规划教材

重点大学计算机专业系列教材

移动计算技术

徐明 曹建农 彭伟 编著



清华大学出版社

北京

内 容 简 介

本书主要介绍移动计算技术,内容包括4个部分:第1部分介绍移动计算的概念与模型、基本特征、应用需求、无线通信与网络、移动设备与平台等;第2部分介绍移动 Internet 接入、移动数据管理与移动数据库、移动 Agent 与移动中间件等;第3部分介绍 Ad hoc 网络、移动定位、移动位置管理等内容;第4部分介绍移动计算安全、移动电子商务,最后一章探讨移动计算技术的基础性研究领域以及未来发展趋势。

本书系统、全面地介绍了移动计算的模型、方法、技术与应用,兼顾理论与技术,内容丰富、深入浅出、系统性强,可作为高等院校相关专业研究生、本科生教学用书,也适合移动应用开发人员、工程技术人员参考。

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

移动计算技术/徐明等编著. —北京:清华大学出版社,2008.9

(重点大学计算机专业教材)

ISBN 978-7-302-17650-3

I. 移… II. 徐… III. 数据处理—高等学校—教材 IV. TP274

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 065942 号

责任编辑:丁 岭 李 晔

责任校对:焦丽丽

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

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:北京密云胶印厂

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:25.25 字 数:615 千字

版 次:2008 年 9 月第 1 版 印 次:2008 年 9 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:39.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:017144-01

出版说明

随着国家信息化步伐的加快和高等教育规模的扩大,社会对计算机专业人才的需求不仅体现在数量的增加上,而且体现在质量要求的提高上,培养具有研究和实践能力的高层次的计算机专业人才已成为许多重点大学计算机专业教育的主要目标。目前,我国共有 16 个国家重点学科、20 个博士点一级学科、28 个博士点二级学科集中在教育部部属重点大学,这些高校在计算机教学和科研方面具有一定优势,并且大多以国际著名大学计算机教育为参照系,具有系统完善的教学课程体系、教学实验体系、教学质量保证体系和人才培养评估体系等综合体系,形成了培养一流人才的教学和科研环境。

重点大学计算机学科的教学与科研氛围是培养一流计算机人才的基础,其中专业教材的使用和建设则是这种氛围的重要组成部分,一批具有学科方向特色优势的计算机专业教材作为各重点大学的重点建设项目成果得到肯定。为了展示和发扬各重点大学在计算机专业教育上的优势,特别是专业教材建设上的优势,同时配合各重点大学的计算机学科建设和专业课程教学需要,在教育部相关教学指导委员会专家的建议和各重点大学的大力支持下,清华大学出版社规划并出版本系列教材。本系列教材的建设旨在“汇聚学科精英、引领学科建设、培育专业英才”,同时以教材示范各重点大学的优秀教学理念、教学方法、教学手段和教学内容等。

本系列教材在规划过程中体现了如下一些基本组织原则和特点。

1. 面向学科发展的前沿,适应当前社会对计算机专业高级人才的培养需求。教材内容以基本理论为基础,反映基本理论和原理的综合应用,重视实践和应用环节。

2. 反映教学需要,促进教学发展。教材要能适应多样化的教学需要,正确把握教学内容和课程体系的改革方向。在选择教材内容和编写体系时注意体现素质教育、创新能力与实践能力的培养,为学生知识、能力、素质协调发展创造条件。

3. 实施精品战略,突出重点,保证质量。规划教材建设的重点依然是专业基础课和专业主干课;特别注意选择并安排了一部分原来基础比较好的优秀教材或讲义修订再版,逐步形成精品教材;提倡并鼓励编写体现重点大学

计算机专业教学内容和课程体系改革成果的教材。

4. 主张一纲多本,合理配套。专业基础课和专业主干课教材要配套,同一门课程可以有多本具有不同内容特点的教材。处理好教材统一性与多样化的关系;基本教材与辅助教材以及教学参考书的关系;文字教材与软件教材的关系,实现教材系列资源配套。

5. 依靠专家,择优落实。在制订教材规划时要依靠各课程专家在调查研究本课程教材建设现状的基础上提出规划选题。在落实主编人选时,要引入竞争机制,通过申报、评审确定主编。书稿完成后要认真实行审稿程序,确保出书质量。

繁荣教材出版事业,提高教材质量的关键是教师。建立一支高水平的以老带新的教材编写队伍才能保证教材的编写质量,希望有志于教材建设的教师能够加入到我们的编写队伍中来。

教材编委会

十多年前,我从大型科研工程任务的领导岗位退下来以后,主要从事基础性、前瞻性研究和指导博士生。工作中一直在思索:作为信息技术的主干——计算机技术已经高速发展快半个世纪了,未来的发展方向究竟在哪里?哪些前瞻性科研方向对于中国计算机事业发展将产生重要的影响与作用?渐渐地,有两个方向引起我的重点关注,其一是高性能微处理器技术,其二是移动计算技术。尽管它们当时并不那么被看好,却显示出潜在的重大价值与意义。正因为如此,从20世纪90年代中期开始,我们将一批博士生布局到这两个方向,围绕其中的关键理论与技术问题展开研究。

移动、无线通信经历了一百多年的发展历程,在人类社会起着越来越重要的作用,但只是到了若干年前,随着通信数字化以及蜂窝移动通信、Internet、微电子及嵌入式系统等多个领域的迅猛发展与交叉融合,移动通信、无线网络与分布式计算汇聚成了一种新的计算模式,移动计算才真正引起人们的重视,才从一个稀有名词发展到今天广为接受的事实。近些年以来,移动多媒体、移动定位与位置服务、无线WWW、移动电子商务、无线传感信息处理等多方面的技术研发、人才培养与市场培育均获得长足发展。Internet与移动通信也从两个完全不相干的领域逐渐融为一体。今天,信息处理已经从网络计算发展到移动计算、正在向无处不在(Ubiquitous Computing)的计算阶段延伸和拓展,普适计算(Pervasive Computing)的理念开始获得广泛共识。

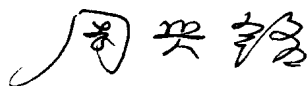
当前,国内外知名大学纷纷开设移动计算与无线网络相关课程,世界各地举办的国际学术会议也在日渐增多,MobiHoc、PerCom、MDM等成为其中的翘楚,ACM与IEEE均推出相应的会刊,移动应用业务更是风生水起。移动设备和产品更新换代之快,无线网络标准推陈出新之频,无不显现这一领域欣欣向荣的局面。而当年培养的一批博士生已经成长起来,所取得的成绩令人欣慰。

徐明教授担任我的助手多年,从事与移动计算相关的研究和教学工作很有成绩。曹建农教授早先毕业于南京大学,后留学美国华盛顿大学,现任教于香港理工大学,在无线网络及移动中间件等领域做出了国际一流水准的研

究工作。彭伟博士年轻有为,在 Ad hoc 网络路由协议等方面有相当深入的研究。由这三位作者编著的《移动计算技术》一书可说是应运而生。书中内容既是对移动计算理论与技术当前发展的系统梳理,也是他们多年来研究工作的总结。相信本书作为一本比较系统地介绍移动计算与无线网络技术的著作不仅可用作在校相关专业的本科生、研究生的教材,而且对于相关领域的从业人员而言大有裨益。

时至今日,手机早已超出单一通话工具的范畴,笔记本电脑也不再是孤独的终端,无时无刻连上 Internet 已不再是一句口号,各种有线、无线网络的无缝漫游及其之上的服务一体化前景指日可待,移动的网络、无线的信息世界正在悄悄改变我们每一个人的每一天。我们有理由相信移动计算技术将带来更大的奇迹。

是以为序。



2008年6月

便携信息设备、Internet、无线通信技术发展日新月异,为分布计算带来了前所未有的新机遇,移动计算技术成为飞速发展的前沿领域。近些年来,在数据管理、定位与位置服务、互联网、电子商务、无线传感信息处理、信息安全等多个层面,移动计算技术研究与市场应用各方面均展现出欣欣向荣的发展态势,可以说这是学术界、产业界持久努力的结果,同时,移动计算技术的产品表现也引起社会大众的强烈兴趣。正是技术驱动与应用需求两方面的因素推动了移动计算技术的形成和发展。

10多年前,在周兴铭院士的倡导和带领下,我们在国内较早开展了移动计算理论、模型与关键技术研究,先后承担多项国家自然科学基金,教育部博士点基金,多项武器装备预研及预研基金重点课题,在移动数据管理、移动定位与位置管理、无线传感器网络等领域取得多项重要突破。在《计算机学报》、《软件学报》、《电子学报》、EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking、IEEE Transactions on Wireless Communications 等国内外知名期刊与 PerCom'06、MDM'06 高水平国际会议上发表过 50 余篇学术论文。从 2003 年起,我们在国防科技大学开设“无线网络与移动计算”、“移动通信原理”等课程。与此同时,香港理工大学曹建农教授开设同名课程,从移动 Agent 与中间件入手针对移动计算技术展开了系统的研究,开发完成 PDAgent、MDAgent 等多个原型系统,在 IEEE Transactions on Computers、Journal of Parallel and Distributed Computing、IEEE Computer Communications、IPDPS'08、ICPP'07 等国际学术期刊与会议上发表一系列高水平论文,先后担任 MSN'07、MDC'07、PerCom'08 等多个国际会议大会主席或程序委员会主席,多年来的研究工作引起国际间高度关注。2005 年,国防科技大学与香港理工大学成立“移动计算与无线传感器网络”联合实验室,双方互派人员,共同申请与承担科研课题,联合发表学术著作与论文,主办 APPT'05、ICCNMC'05、MSN'06 等多个国际学术会议。

在各自的教学过程中,我们均苦于没有一本合适的教材。从我们掌握的情况来看,现在已有的教材大多是关于无线网络或者移动通信方面,并非全面、系统性介绍移动计算模型、关键技术及其相关应用。课程教学素材与资

源大多是论文集和技术报告。即使汇集成书,内容却不完整,章节之间缺乏有机联系。

有鉴于此,我们萌发了写一本系统性教材的愿望,立足于系统介绍移动计算相关理论与技术,反映移动计算技术国际前沿研究进展,也包含自身多年来的研究成果,更努力使本书的结构完整、章节安排循序渐进。承蒙清华大学出版社的大力支持,经过2年多的酝酿与写作,终于完成本书稿。

本书内容包括移动计算概念与框架、无线通信与网络、移动数据管理、移动定位、移动代理、移动应用开发平台以及移动WWW、安全技术以及发展趋势等内容。旨在使读者了解移动计算与普适计算的概念及其发展趋势;掌握无线网络与移动互联网、移动数据管理、移动定位与位置管理、移动安全等原理和方法;了解移动计算与无线网络技术发展的前沿动态,掌握利用典型平台开发移动计算应用的基本原理和方法。

本书由4个部分组成。第1部分为第1章~第3章。第1章概要介绍移动计算的发展渊源,概念与定义。在此基础上,介绍移动计算的应用需求与发展现状、移动计算模型、技术挑战、移动计算系统组成与结构等内容。第2章简要介绍无线通信技术基本原理。按照无线网络的覆盖范围逐一介绍了当前主要的无线通信与网络技术,最后对通信技术的发展趋势展开了简要的分析。第3章介绍各种移动终端,WinCE、Palm OS、Symbian等移动操作系统以及.NET、J2ME、BREW等移动应用开发平台,最后介绍移动环境中的能效(Energy-efficient)技术。

第2部分为第4章~第7章,涉及移动数据管理、中间件层面的内容。第4章讨论如何以无线方式接入Internet,内容包括移动终端接入Internet的基本原理和方法,如动态文件、动态URL,最后介绍无线WWW应用体系三个实例,即WebExpress、Mowgli、WAP。第5章介绍移动Agent技术,内容包括移动Agent的起源、应用、标准、协同模型与互操作技术,剖析Mole、Concordia等典型移动Agent系统。第6章介绍移动中间件,重点是互操作性与标准化,描述移动中间件的设计准则与规范,重点介绍情景感知与适配的原理、模型与实现方法,以PDAgent为例分析移动应用开发平台设计理念。第7章介绍移动数据管理以及移动数据库,涉及移动查询、数据复制与广播、移动事务处理与移动数据管理等技术,最后比较分析Oracle 9i、Sybase、IBM DB2等移动数据库产品。

第3部分为第8章~第10章,其中第8章介绍Ad hoc网络,包括MAC接入、网络路由、网络资源发现与调度等,最后亦用一定篇幅专题讨论无线传感器网络。第9章介绍移动定位的原理、技术与应用,其中重点讨论AOA、TOA(TDOA)、E-OTD以及GPS等定位技术。第10章系统论述位置管理,包括GSM、移动IPv4/IPv6、Ad hoc网络中的位置管理算法,探讨各种位置管理策略与优化方案。

第4部分为第11章~第13章,其中第11章概述移动环境下安全的基本特征与问题,包括蜂窝通信网络、WAP、无线局域网安全性以及J2ME的安全设计。第12章介绍移动电子商务的框架与典型实例。第13章是全书的收尾章,探讨了移动计算领域的交叉性、前瞻性问题,选择移动多媒体及其QoS、移动计算系统的可生存能力与容错性、多网的融合作为代表性问题,并以此归结出移动计算技术的发展方向。

在共同讨论形成本书大纲基础上,徐明撰写第1、2、3、7、9、11、12、13章,曹建农撰写第5、6章,彭伟撰写第4、10章,陈颖文、胡罡撰写第8章。虞万荣、赵金晶、李勇刚、吕品、程辉等博士生参加了部分章节的撰写工作。全书最后由徐明负责统稿并在每章之后安排了一组

思考题与习题。作者还整理出一张比较完整的缩略语英汉对照一览表以方便读者阅读相关文献。

由于时间、精力等多种因素制约,移动环境下的异构网络集成、车载网络、移动流媒体以及移动 P2P 计算等内容尚未纳入本书,只好留待再版时修订。

本书在编撰过程中得到了周兴铭院士的关心和指导。本书完稿之后,周院士审阅了初稿,提出了若干建议,并为本书作序,在此谨向周院士表达最诚挚的谢意。

国防科技大学计算机学院副院长王志英教授、香港理工大学电子计算学系前任主任 Keith Chan 教授、现任主任 David Zhang 教授一直关心本书的撰写与出版,在此一并致谢。

作者衷心感谢清华大学出版社的大力支持,尤其感谢本书责任编辑为本书出版付出的辛勤劳动和汗水。

移动计算技术涉及领域宽,内容多,发展快,加之作者水平有限,疏漏、不当与错误之处在所难免,欢迎读者批评指正。

本书得到国家自然科学基金项目(编号:60773017)、国家科技部 973 项目(编号:2002CB312002)、国家教育部博士点科研基金(编号:20059998022)、国防科技大学国际合作项目等课题资助。

编 者
2008 年 7 月

11.4.1	概述	325
11.4.2	Ad hoc 网络安全策略	325
11.5	移动 IP 安全	328
11.5.1	概述	328
11.5.2	移动 IP 安全威胁及对策	328
11.6	移动应用层安全	330
11.6.1	WAP 安全	330
11.6.2	J2ME 安全	334
11.7	结束语	336
	思考题与习题	337
	参考文献	338
	有关网站	339
第 12 章	移动电子商务	340
12.1	引言	340
12.1.1	什么是移动商务	340
12.1.2	移动商务的基础环境	342
12.1.3	移动商务的特性	344
12.1.4	移动商务的分类	345
12.2	移动支付	346
12.2.1	概述	346
12.2.2	移动支付的无线接入	346
12.2.3	移动支付过程及其实现	347
12.2.4	移动支付的表现形式	348
12.3	移动电子交易	349
12.4	移动商务安全	350
12.5	移动商务案例	353
12.5.1	相关背景	353
12.5.2	解决方案	354
12.5.3	应用效果	355
12.6	移动商务的未来发展	355
12.6.1	目标	355
12.6.2	以内容为中心的服务	356
12.6.3	标准化	356
12.7	结束语	357
	思考题与习题	357
	参考文献	357
	有关网站	358

第 1 部分

第 1 章 绪论	3
1.1 什么是移动计算	4
1.2 移动计算系统组成	5
1.3 移动计算的应用	6
1.3.1 需求分析	6
1.3.2 应用现状	10
1.4 移动计算的基本特征与技术挑战	11
1.4.1 基本特征	11
1.4.2 技术挑战	13
1.5 移动计算模型	15
1.5.1 移动客户/服务器模型	15
1.5.2 移动 P2P 模型	16
1.5.3 移动 Agent 模型	17
1.6 移动 Internet	17
1.6.1 移动通信技术的发展	18
1.6.2 移动 WWW	19
1.7 本书的结构	20
1.7.1 各章节内容	20
1.7.2 章节展开方式	22
思考题与习题	22
参考文献	23
有关网站	24
第 2 章 无线通信与移动网络技术	25
2.1 无线通信技术基础	25

2.1.1	无线电频谱与无线通信	25
2.1.2	调制解调技术	26
2.1.3	无线信道接入技术	28
2.1.4	多址接入	29
2.1.5	无线通信网络系统分类	30
2.2	无线个域网	31
2.2.1	红外技术	31
2.2.2	蓝牙技术	32
2.2.3	超宽带(UWB)	35
2.2.4	ZigBee	36
2.2.5	小结	37
2.3	无线局域网(WLAN)	37
2.3.1	概述	37
2.3.2	无线局域网的特点与应用	38
2.3.3	无线局域网的网络拓扑与接口	39
2.3.4	无线局域网标准	41
2.4	无线城域网(WMAN)	44
2.4.1	WiMax	45
2.4.2	无线 Mesh 网	46
2.4.3	小结	48
2.5	无线广域网	49
2.5.1	蜂窝通信技术	49
2.5.2	数字蜂窝通信系统	50
2.5.3	第三代移动通信(3G)技术	53
2.5.4	移动宽带无线接入	57
2.6	卫星通信技术	58
2.6.1	静止轨道卫星移动通信系统	58
2.6.2	中轨道卫星移动通信系统	58
2.6.3	低轨道卫星移动通信系统	58
2.7	结束语	59
	思考题与习题	60
	参考文献	60
	有关网站	61
第3章	移动终端及其系统平台	62
3.1	移动终端	62
3.1.1	移动终端分类	63
3.1.2	无线智能传感器	63
3.1.3	普通手机	64

3.1.4	智能手机	65
3.1.5	个人数字助理	66
3.1.6	手持计算机	67
3.1.7	笔记本电脑	68
3.1.8	平板电脑	68
3.1.9	移动终端的发展	69
3.2	移动终端信息输入	70
3.2.1	键区输入	70
3.2.2	触摸输入	71
3.2.3	语音输入	72
3.3	移动终端操作系统	72
3.3.1	Windows CE	72
3.3.2	Palm 操作系统	73
3.3.3	Symbian 操作系统	73
3.3.4	Linux	74
3.3.5	国产移动操作系统	75
3.4	移动应用开发平台	75
3.4.1	.NET	75
3.4.2	J2ME	76
3.4.3	BREW	78
3.4.4	比较与分析	81
3.5	移动终端节能技术	82
3.5.1	蓄电池技术	82
3.5.2	节能技术	83
3.6	结束语	84
	思考题与习题	84
	参考文献	84
	有关网站	85

第 2 部分

第 4 章	移动接入 Internet	89
4.1	移动 WWW	90
4.1.1	移动 Internet 接入	90
4.1.2	网络层和传输层	90
4.1.3	应用层	91
4.1.4	移动适应性	92
4.1.5	小结	93
4.2	动态文件	93

4.3	动态 URL	94
4.3.1	什么是动态 URL	94
4.3.2	如何处理动态 URL	95
4.4	无线 WWW 应用体系	95
4.4.1	WebExpress	95
4.4.2	Mowgli	97
4.4.3	无线应用协议	99
4.5	结束语	105
	参考文献	105
	有关网站	107
第 5 章	移动 Agent 技术	108
5.1	什么是移动 Agent	109
5.1.1	软件 Agent	110
5.1.2	从代码的移动性到 Agent 的移动性	111
5.1.3	移动代码范型	112
5.1.4	移动 Agent 的特征	113
5.1.5	移动 Agent 的优势	114
5.2	移动 Agent 关键技术	116
5.2.1	通信	116
5.2.2	迁移	117
5.2.3	命名与定位	119
5.2.4	协同模型与互操作性机制	119
5.2.5	安全机制	122
5.2.6	容错机制	124
5.3	移动 Agent 标准	125
5.3.1	FIPA	126
5.3.2	OMG-MASIF	126
5.4	典型移动 Agent 平台	128
5.4.1	Aglets	128
5.4.2	D'Agent(AgentTcl)	129
5.4.3	Mole	129
5.4.4	Telescript 与 Odyssey	130
5.4.5	Concordia	131
5.5	移动 Agent 应用及其开发	132
5.6	结束语	135
	思考题与习题	136
	参考文献	137

第 6 章 移动中间件	140
6.1 什么是中间件	140
6.2 为什么需要移动中间件	142
6.3 移动中间件关键技术	144
6.3.1 服务发现技术	144
6.3.2 支持断接操作	146
6.3.3 情景感知	146
6.3.4 自适应技术	148
6.4 移动中间件主要类型	149
6.4.1 基于元组空间的中间件	149
6.4.2 情景感知与自适应中间件	150
6.4.3 移动 Agent 中间件	151
6.4.4 基于消息的移动中间件	152
6.5 移动中间件实例	153
6.5.1 SOMA	153
6.5.2 LIME	154
6.5.3 CARISMA	154
6.5.4 JADE	155
6.6 轻量级移动中间件平台——PDAgent	155
6.6.1 PDAgent 的设计	156
6.6.2 PDAgent 的特点	157
6.6.3 普适计算中间件——MDAgent	158
6.7 结束语	160
思考题与习题	160
参考文献	161
第 7 章 移动数据管理及移动数据库	164
7.1 移动数据库的特征	165
7.2 移动数据查询	166
7.2.1 移动查询模型	167
7.2.2 移动查询语言	168
7.2.3 弱连接下的移动查询技术	170
7.2.4 支持移动查询的人机交互技术	171
7.2.5 省电查询与查询优化	171
7.3 移动数据管理	172
7.3.1 数据广播	173
7.3.2 移动数据复制与同步	177
7.3.3 数据缓冲与预取	181

7.4 移动事务及事务处理	183
7.4.1 事务概述	183
7.4.2 移动事务特征	184
7.4.3 关键问题与技术	185
7.4.4 移动事务处理模型	187
7.5 移动数据库应用解决方案	192
7.5.1 Sybase 移动数据库系统	192
7.5.2 Oracle 移动应用解决方案	194
7.5.3 IBM 移动数据库解决方案	197
7.6 结束语	199
思考题与习题	200
参考文献	200
有关网站	202

第3部分

第8章 Ad hoc 网络	205
8.1 Ad hoc 网络的发展历史	206
8.1.1 Ad hoc 网络的基本特征	206
8.1.2 Ad hoc 网络的应用领域	208
8.2 Ad hoc 网络的体系结构	209
8.2.1 终端结构	209
8.2.2 Ad hoc 网络结构	210
8.2.3 Ad hoc 网络协议栈	211
8.3 MAC 层接入	215
8.3.1 概述	215
8.3.2 隐藏终端问题	215
8.3.3 暴露终端问题	217
8.3.4 终端移动的影响	218
8.3.5 典型单信道 MAC 层协议	218
8.4 Ad hoc 网络路由协议	222
8.4.1 概述	222
8.4.2 表驱动的单播路由协议	223
8.4.3 按需单播路由协议	225
8.4.4 组播路由协议	232
8.4.5 广播协议	233
8.4.6 其他路由协议	234
8.5 Ad hoc 网络的其他问题	235
8.6 无线传感器网络	236