

新一代信息通信技术书系·无线通信专辑

宽带移动互联网

陈灿峰 编

KUANDAI YIDONG

HULIANWANG



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

新一代信息通信技术书系·无线通信专辑

宽带移动互联网

陈灿峰 编

北京邮电大学出版社
·北京·

内 容 简 介

基于 IP 的无线移动网络将为移动宽带多媒体业务提供统一的技术平台。本书详细介绍了移动通信网的技术演进、移动互联网的架构、移动互联网中的移动性管理、无线资源管理、无线服务质量、无线网络的规划与优化,以及无线应用与网络安全协议等内容。全书概念清晰、深入浅出、易于理解,其选材既有一定的广泛性,又具有鲜明的前瞻性,为读者提供了宽带移动通信与互联网知识的全面概览。

本书的读者对象包括通信领域的系统设计人员、蜂窝网络运营商、业务提供商等工程技术人员,本书也可作为高等院校通信工程和计算机网络专业的师生的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

宽带移动互联网/陈灿峰编. —北京:北京邮电大学出版社,2005

ISBN 7-5635-1054-0

I. 宽... II. 陈... III. 移动通信—通信网 IV. TN929.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 024471 号

书 名: 宽带移动互联网

主 编: 陈灿峰

责任编辑: 刘 洋

出版发行: 北京邮电大学出版社

社 址: 北京市海淀区西土城路 10 号(100876)

电话传真: 010-62282185(发行部) 010-62283578(FAX)

E-mail: publish@bupt.edu.cn

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京通州皇家印刷厂印刷

开 本: 787mm × 1092 mm 1/16

印 张: 20.75

字 数: 446 千字

印 数: 1—3 000 册

版 次: 2005 年 10 月第 1 版 2005 年 10 月第 1 次印刷

ISBN 7-5635-1054-0/TN·372

定 价: 35.00 元

· 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 ·

新一代信息通信技术书系

编委会

名誉主编：周炯槃

执行主编：乐光新

编委(专辑主编/副主编)：

吴伟陵 张 平 刘元安 李道本

杨义先 顾畹仪 纪越峰 张 杰

程时端 王文东 朱其亮 舒华英

(排名不分先后)



21 世纪是经济全球化、全球信息化的崭新世纪。

信息化要靠信息系统的支持,通信则是信息系统的核心和桥梁。离开了通信来谈信息化是不可能的。今天,人们越来越倾向于以更为广义的信息通信的丰富内涵来替代相对狭义的通信的概念。

信息通信发展的目标是要实现无论何人在何时何地都能与另一用户(包括网站)进行用各种媒体表达的高质量的信息传输,实现各种信息服务。信息通信是一个巨系统,凡是人类活动之所及都能找到它的踪迹。信息通信同时又是一个整体,任何一种通信方式和通信技术都不可能孤立地存在、单独地发挥作用,各种通信方式和技术只有互相协同、配合和支撑才能构成一个完整的通信过程。当代信息通信系统还有一个特点是与计算机相互交融、相伴相随、密不可分。自 20 世纪以来,计算机与集成电子技术得到了飞速发展,与此相应,信息通信技术也呈现日新月异的发展态势。摩尔定律在信息通信领域同样显示出它的规律。

信息通信既是一个巨大的概念,又是一个巨大的系统,同时还是发展迅速、变幻莫测的领域。我们不敢奢望用一两本书的有限容量来展示它的全貌和魅力。显然,在世纪之初全面地回顾、盘点信息通信技术在近年的发展和现状,展望和评述它的趋势和变化,无疑是有意义的和必要的。基于此,北京邮电大学出版社聘请业界的著名专家、学者组成阵容强大的编委会,全面、深入、系统地分析并探讨当今信息通信最新技术的发展和未来发展的走向,条分缕析,精挑细选,决定策划出版一套反映信息通信技术最新发展及其热点的图书,并向信息通信领域的知名专家组稿。在经过周密而细致地论证、研讨,并得到方方面面的热情支持和鼎力相助之后,初步形成了现在由 4~5 个专辑组成的“新一代信息通信技术书系”。

由于覆盖面宽、内容庞大,该书系按技术基础和应用相近的原则划分为不

同的专辑,基本涵盖了当今信息通信技术发展的大部分前沿领域。每一专辑只介绍信息通信领域中的一种技术门类,包括原理综述,技术进展的评介和作者自己的工作成果。由于该书系的作者都是信息通信领域的知名学者和领军人物,他们撰写的内容无疑具有权威性和前瞻性,相信会得到广大读者的欢迎,并产生积极意义和影响。

在写作方式和篇幅上,书系不追求系统、严格和完善的理论分析,不追求大而无当的鸿篇巨制,而坚持立足于对相关技术的原理阐述、应用开发、趋势评介和引导等原则,尽可能做到深入浅出、规模适当,因此特别适合大多数信息通信和相关领域工程师及高等院校的教师学生以及从业人员阅读和参考。

本书系从一开始就得到许多领导和专家学者的热情支持和帮助,在此一并表示深切的感谢!

信息通信技术的发展变化极快,本书系虽尽可能顾及方方面面,但仍有一些内容没能被纳入,我们会不断地充实,在今后的一段时间内努力完善这一书系。另外,书系中的每一本书也会受种种条件的限制,在内容和行文中可能存在欠缺,对技术发展的评价也会因人而异,我们也并不追求一致。本书系虽经编委会、所有作者和编辑出版者的努力,但疏漏和错误在所难免,我们恳请读者的批评和建议,希望能把这一有意义的工作做得更好!

乐光新

于 2005 年新春

序

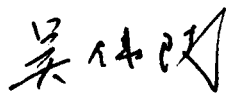
信息通信日新月异,无线技术前景无限。

为了尽快适应飞速发展的无线通信的需求,北京邮电大学出版社在2004年特别组织有关专家撰写了“新一代信息通信技术书系·无线通信专辑”,在这一专辑中为广大专业读者提供了近10本图书。在内容上,这些书大致可以分为两大类型:物理层技术与网络层技术。其中:

在物理层技术中,本专辑汇集了“移动通信中多媒体业务基础”、“无线通信中的先进DSP技术”等内容,同时还涉及以空域为主体的比较前沿的新技术“智能天线技术”、“无线通信中的多天线技术”。

在网络层技术中,则除了包含“移动通信中的资源管理”、“宽带移动互联网”等内容外,本专辑还包含更为前沿的新技术“无线网络中的信息安全”、“无线重构技术”和“异构网的业务综合”等。

以上内容将分别成书,陆续出版提供给广大的读者,同时,也殷切希望广大读者对本专辑的编写提出宝贵的意见,并提出新的需求,以便我们能进一步充实和改进,为读者提供更好的服务。



2005年3月于北京邮电大学信息学院



陆地无线移动通信目前正处于从第二代移动通信系统(2G, 如 GSM、IS-95 等)向第三代移动通信系统(3G, 如 WCDMA、cdma2000、TD-SCDMA 等)和超三代(B3G)系统的演进过程之中,其发展趋势是采用支持更高系统容量的空中接口、基于全 IP 的网络和对宽带多媒体业务的支持;与此同时,全球互联网也正朝着为用户提供移动性支持、个性化和定位功能等需要的方向发展,移动计算、普适网络和上下文知晓计算正成为未来互联网的新功能。移动通信与互联网的发展趋势是融合于下一代的宽带移动互联网。

本书系统地介绍了面向 IP 的宽带移动互联网中各种无线接入网技术与核心网络技术的发展,以及移动互联网中的若干关键技术,如移动性管理、无线资源管理等。全书内容主要分为上、下两篇,上篇介绍移动互联网的架构,主要包括各种陆地无线接入网与核心网技术的发展,以及宽带移动互联网的架构等。其中,第 1 章回顾了各种陆地移动无线通信技术的发展历程,重点介绍了前三代移动通信技术的演进,并指出 Internet 与移动通信网的融合趋势;第 2 章主要介绍无线接入网络的发展情况,首先沿着 3GPP 和 3GPP2 两大标准化组织标准演进路线,分别介绍了 WCDMA 和 cdma2000 两大 3G 标准的技术演进过程以及 4G 的相关研发情况,接着分别介绍了 IEEE 无线城域网(WMAN)、无线局域网(WLAN)、无线个域网(WPAN)的相关标准与标准化情况,然后介绍了 Ad Hoc 网络的特点及其与蜂窝网络的结合,以及作为一种 Ad Hoc 网络应用的无线传感器网络(WSN),最后介绍了下一代网络拓扑的研究方向及若干网络信息论的初步结果;第 3 章主要介绍无线核心网络的发展情况,首先沿着 3GPP 和 3GPP2 两大标准化组织标准演进路线,介绍基于 MAP 和 ANSI-41 的两大 3G 标准的核心网演进情况,接着介绍下一代网络和软交换相关技术及其在移动核心网中的应用,然后介绍了 7 号信令网及其与 IP 网络的互通问题,最后介绍了网格计算概念和 P2P 技术研究状况。下篇介绍移动互联网中的若干关键技术,主要是移动互联网中采用的网络层关键技术。其中,第 4 章主要介绍移动性管理技术,包括位置管理、切换管理、移动 IP、无线定位技术等;第 5 章主要介绍无线资源管理技术,包括接纳控制、负载控制、分组调度、功率控制、速率控制等;第 6 章主要介

绍无线服务质量,包括 IntServ、DiffServ 及跨层优化等;第 7 章简要介绍了无线网络规划与优化及网络仿真技术;第 8 章简要介绍了无线网络的应用与信息安全。

本书的编写得到了国家自然科学基金重大项目(项目编号:90204001)的支持,北京邮电大学吴伟陵教授审阅了书稿并提出许多修改意见,特此表示感谢。参加本书编写的其他人员还有牛凯、禹可、杜鹃等,北京大学的赵丽君整理了本书的资料,在此一并表示感谢。

鉴于时间仓促,笔者水平有限,加之当前移动通信技术的发展日新月异,书中难免有不当及错误之处,恳请读者批评指正。

陈灿峰

2005 年 2 月



上篇 移动无线互联网的架构

第1章 无线通信与 Internet 的发展

1.1 无线通信技术的发展	5
1.1.1 蜂窝无线通信系统	5
1.1.2 其他无线通信系统	18
1.1.3 蜂窝通信系统的容量	37
1.2 移动互联网的架构	42
1.2.1 互联网的发展	43
1.2.2 移动互联网的发展趋势	45
1.2.3 移动互联网的参考模型	46
1.2.4 移动互联网的展望	49

第2章 无线接入网的发展

2.1 无线广域网	52
2.1.1 3GPP: 从 GSM 到 WCDMA	52
2.1.2 3GPP2: 从 IS-95 到 cdma2000	63
2.1.3 4G 的研究进展	68
2.2 无线城域网	72
2.2.1 IEEE 802.16/WiMAX	72
2.2.2 IEEE 802.20/MBWA	76
2.3 无线局域网	79
2.3.1 IEEE 802.11	80
2.3.2 IEEE 802.15.4/HiperLAN	87
2.3.3 Wireless ATM	90
2.3.4 WLAN 与 3G 的互联	91

2.4 无线个域网	93
2.4.1 蓝 牙	93
2.4.2 IEEE 802.15	95
2.5 Ad Hoc 网络	96
2.5.1 MANET	97
2.5.2 与蜂窝网络的结合	99
2.5.3 无线网状网(802.11s)	103
2.6 无线传感器网络	104
2.6.1 无线传感器网络的概念和体系结构	105
2.6.2 传感器网络的应用	106
2.6.3 传感器网络的设计考虑	107
2.6.4 传感器网络研究中的热点问题	110
2.6.5 IEEE 802.15.4	114
2.7 无线网络发展的预测	116
2.7.1 分层小区与自组织小区	116
2.7.2 网络社区	117
2.7.3 网络信息论的若干结论	117

第3章 无线核心网的发展

3.1 无线核心网:从电路交换到分组交换	120
3.1.1 3GPP 的核心网演进	120
3.1.2 3GPP2 的核心网演进	121
3.2 下一代无线核心网络:NGN	123
3.2.1 NGN 与软交换	124
3.2.2 基于 IMS 的网络融合方案	131
3.2.3 IPv6 的发展及其在移动通信网中的应用	135
3.2.4 固定网络与移动网络的融合趋势——全 IP	142
3.3 信令网	147
3.3.1 SS7 简介	147
3.3.2 SS7 与 IP 网络的互通	148
3.4 网络计算与对等网络	151
3.4.1 网络计算趋势:网格化趋势	152
3.4.2 P2P 对等网络技术	154
3.4.3 P2P 技术研究现状	159

下篇 宽带移动互联网的关键技术

第4章 移动性管理

4.1 移动性分类	169
4.1.1 终端移动性	169
4.1.2 个人移动性与会话移动性	171
4.1.3 下一代网络中对移动性的支持 and 研究	172
4.2 位置管理	173
4.2.1 位置区的规划	173
4.2.2 3G 中的位置管理	174
4.2.3 移动性建模与预测	178
4.3 网络层移动性管理	180
4.3.1 IP 网络与蜂窝网络中移动性管理的不同	180
4.3.2 宏观移动性管理	183
4.3.3 微观移动性管理	187
4.3.4 二层触发器	192
4.3.5 网络移动性	193
4.4 切 换	196
4.4.1 切换的分类	196
4.4.2 切换算法的评估	200
4.5 无线定位技术	203
4.5.1 定位技术及其分类	204
4.5.2 定位服务系统	208
4.5.3 GPS 蜂窝网混合定位	210

第5章 无线资源管理

5.1 无线资源管理的含义	212
5.1.1 无线资源管理的研究内容	212
5.1.2 移动互联网中的无线资源管理	215
5.1.3 无线业务的自相似模型	218
5.1.4 无线资源管理中的博弈论	220
5.2 接纳控制与负载控制	222
5.2.1 准入控制的分类	223

目	5.2.2 CDMA 系统的准入控制	224
录	5.2.3 WCDMA 系统的准入控制	225
	5.2.4 负载控制	228
	5.3 队列管理与分组调度	229
	5.3.1 队列管理	229
	5.3.2 分组调度	229
	5.4 信道分配	235
	5.5 功率控制与速率控制	236
	5.5.1 功率控制分类	236
	5.5.2 CDMA 系统话音业务的功率控制	237
	5.5.3 CDMA 数据业务的 BAC 和 RC	238
	5.6 WCDMA 与 cdma 2000 系统中的无线资源管理	241

第 6 章 无线服务质量

6.1 QoS 概念及体系	245
6.1.1 QoS 概念	245
6.1.2 IP QoS 基本模型与实现方式	248
6.1.3 IntServ 与 RSVP	252
6.1.4 DiffServ 与 MPLS	254
6.1.5 IntServ 与 DiffServ 的联合	258
6.1.6 QoS 控制和管理框架	259
6.2 移动互联网中的 QoS 支持	265
6.2.1 无线传输过程中的服务质量控制	266
6.2.2 移动过程中的服务质量保证	268
6.2.3 移动网络中基于 IntServ/DiffServ 的 QoS 协议	269
6.2.4 电信级 IP QoS	270
6.2.5 UMTS 中的 QoS 结构	272
6.3 跨层设计	274

第 7 章 无线网络规划与优化

7.1 频率规划与小区规划	279
7.2 网络规划与仿真	280
7.3 网络优化方法和网络容量提升办法	284

第 8 章 无线应用与网络安全协议

8.1 WAP 与 i-Mode	286
8.2 移动商务	290
8.3 无线网络中的信息安全	294
8.3.1 无线局域网中的安全协议	295
8.3.2 网络层与传输层的安全协议	297
8.4 P2P 相关的信息安全	299
英文缩写索引	301
参考文献	306

上篇

移动互联网的架构

无线通信与 Internet 的发展

过去的 20 年,人们见证了 Internet 与移动通信的飞速发展,计算机和互联网技术的发展让地球村不再是幻想,而无线移动通信的普及与应用则让人们对个人通信更加期待。2002 年,在世界范围内发生了两个“超过”:一是全球移动通信用户数超过固定通信用户数;二是全世界网上传送的数据业务量超过话音业务量。这两个“超过”反映了随着时代与技术的进步,人类对移动性和信息的需求急剧上升的趋势。

从通信与网络技术发展的趋势上看,个人化、宽带化、综合化的个人通信系统(PCS, Personal Communication System)或通用个人通信(UPT, Universal Personal Telecommunication)是下一代网络与通信的发展目标。目前,互联网实现了位于不同地理位置之间的分布式通信,而无线移动通信正在努力实现全球漫游功能。可见,互联网和无线移动通信代表了通信发展的方向,这两种技术结合的产物,即无线互联网或移动互联网,将引起人们工作与生活模式的变革,并可能从根本上改变通信与计算的面貌。

无线网络与移动网络其实并不是指同一个意思,例如,移动网络的用户完全可以不使用无线接口接入网络,同样地,无线网络的用户也未必需要移动性的支持。事实上,无线网络主要侧重于通过无线接口向用户(移动或者静止)提供带宽分配和差错控制的支持等功能,而移动网络则着重于向移动用户提供路由与位置管理等功能;而两者的结合,即为本书将要介绍的移动无线互联网技术。

对无线通信构成挑战的关键问题是无线传输媒介的特性和用户的移动性。以下给出了无线网络与有线网络的主要区别:

- 有线和无线网络中都存在信道噪声造成的误码,但高误码率是无线网络必须解决的关键问题;此外,由于传输媒介的动态性和用户的移动性,无线信道的误码与延迟特性将出现比较大的抖动。
- 有线与无线网络中均存在广播,即多个接收站同时使用相同的通信媒介,但在无线环境下,对媒介的接入控制(MAC, Medium Access Control)的协调问题及安全问题将更为复杂。
- 有线与无线网络中均使用到路由功能,但是无线链路是一个相对的概念,传输媒介的动态变化和用户的移动性可能会引起链路的中断或再次出现,相应地,网络拓扑与连通性也会发生变化。