



国际信息工程先进技术译丛



WILEY
www.wiley.com

移动无线传感器网 —— 原理、应用 和发展方向

**MOBILE, WIRELESS, AND
SENSOR NETWORKS**
**Technology, Applications, and
Future Directions**

(印度) Rajeev Shorey

(日本) A. Ananda

Mun Choon Chan

(新加坡)

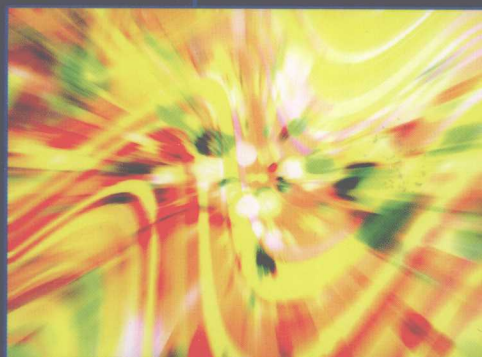
Wei Tsang Ooi

王玲芳 费 岚 严正香 等译

著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



国际信息工程先进技术译丛

移动无线传感器网 ——原理、应用和发展方向

(印度) **Rajeev Shorey**

(日本) **A. Ananda**

(新加坡) **Mun Choon Chan**
Wei Tsang Ooi

著

王玲芳 费 岚 严正香 等译



机械工业出版社

本书重点讨论当前无线、移动和传感器网络中人们关注的主要专题,包括如下方面:网络架构、协议、建模和分析,以及应用、解决方案和正在出现的新体制。本书分为逻辑上不同的三个部分:第Ⅰ部分描述无线局域网(WLAN)和多跳无线网络技术的最新进展;第Ⅱ部分专述无线传感器网络技术的最新进展和研究成果;第Ⅲ部分讲述的专题是RFID中间件、智能家庭环境、移动网络中的安全和应需商务。

本书可以作为希望跟踪无线通信技术的最新研究和进展,但没有时间或耐心阅读大量文章和规范的学生、研究人员和实践人员的重要参考书。本书对于正在寻找这个领域中开放问题的研究生而言,将会非常有用。另外,本书也可作为无线/移动通信领域的专业人员、设计人员和网络管理人员的参考书。

All Rights Reserved. Authorised translation from the English language edition published by John Wiley & Sons, Ltd.

This translation published under license.

Original English language edition copyright©2006 by John Wiley Ltd.

Simplified Chinese Translation Copyright©2009 by China Machine Press.

本书中文简体字版由机械工业出版社出版,未经出版者书面允许,本书的任何部分不得以任何方式复制或抄袭。

版权所有,翻印必究。

本书版权登记号:图字01-2007-3554号

图书在版编目(CIP)数据

移动无线传感器网——原理、应用和发展方向/(印度)肖瑞(Shorey, R.)等著;王玲芳等译. —北京:机械工业出版社,2009.10

(国际信息工程先进技术译丛)

书名原文:Mobile, Wireless, and Sensor Networks: Technology, Applications, and Future Directions

ISBN 978-7-111-28183-2

I. 移… II. ①肖…②王… III. 无线电通信:移动通信—传感器
IV. TN92 TP212

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第153349号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:张俊红 责任编辑:顾 谦

版式设计:霍永明 责任校对:李 婷

封面设计:马精明 责任印制:洪汉军

北京瑞德印刷有限公司印刷(三河市胜利装订厂装订)

2010年1月第1版第1次印刷

169mm×239mm·24印张·463千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-28183-2

定价:98.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

读者服务部:(010)68993821

封面无防伪标均为盗版

译者序

随着多种无线技术的快速发展，产生了从个人到企业的大范围、多种类的无线应用和服务，在这些领域的技术研究和进展经历了自 20 世纪 90 年代以来非常健康的快速增长，到目前为止还没有呈现出放慢速度的迹象。本书以一种高明的、严谨的，但仍可被读者理解的方式进行论述，这将肯定使初学者及想了解无线、移动和传感器网络这个领域的研究人员和实践人员等受益匪浅。

本书是由来自工业界和学术界的专家们集体编写的，阐述了无线、移动和传感器网络领域最新的研究成果和进展，以及未来的发展趋势。本书以逻辑为主线，有条理地组织无线、自组织和传感器网络三方面材料，以增值中间件将这三个材料联系在一起，其中中间件将这些网络的本质输出给应用集，以便应用加以智能地使用。本书将讨论重点放在无线、移动和传感器网络技术中当前热门的主要专题上，包括：架构、协议、建模和相关分析还涉及应用、解决方案以及正在出现的新技术体制。

本书分为三部分：第 I 部分描述无线局域网（WLAN）和多跳无线网络技术的最新进展；第 II 部分专述无线传感器网络技术的最新进展和研究成果；第 III 部分讲述的专题是 RFID 中间件、智能家庭环境、移动网络中的安全和应需商务。

本书由王玲芳统稿并翻译第 1~5 章，河南省信阳职业技术学院严正香翻译第 6~11 章，河南财经学院费岚翻译第 12~15 章，张辉、齐卫宁、武广柱、尤佳莉、单明辉、游庆珍、王弟英、吴璟、李山坡、潘东升、李冬梅、王铮、刘磊、稽智辉、杨群、吴秋义、段世惠、宋磊、匡振国等人参与本书部分内容的翻译和校对工作。本书是译者们牺牲节假日的时间翻译的，在翻译过程中，得到了家人们的大力支持，在此表示由衷的感谢。

另外，选择翻译本书的一个重要原因是，本书受到了多位著名专家的推荐，代表了本领域领先的研究成果和发展趋势。各位专家的推荐参见后续的“专家推荐”内容。不过，需要指出的是，本书的内容仅代表作者个人的观点和见解，并不代表译者及其所在单位的观点。同时，由于翻译时间比较仓促，疏漏错误之处在所难免，敬请读者原谅和指正。

译者

2009 年秋 北京

专 家 推 荐

对于具有良好知识背景的读者（如学生及实践人员），该书全面讲述了移动网络技术的最近研究工作，该书是及时的、值得一读的。该书突出了将伴随着当前 WLAN 及下一代网状网和多跳网络这两种网络的部署而来的一些机遇和挑战。

Henning Schulzrinne

计算机科学系教授、系主任，
哥伦比亚大学，纽约，美国

该书是无线相关技术领域的其他出版物内容的补充，它所补充的内容正是这些年来人们在研究和部署中具有重要热点的内容，并因此是受欢迎的和及时的。通过涵盖技术和应用这两方面内容，该书对于关注这个领域这两方面进展的人们而言是有用的参考手册。该书的许多专题体现为精心连接的章节，每个章节论述的都是以前没有发表过的研究工作成果。这些章节的作者们都是相关技术领域的权威人士。

Imrich Chlamtac

CreateNet 研究协会主席
布鲁诺·凯斯勒荣誉教授
特兰托大学，意大利

该书将带领读者首先了解 WLAN、多跳自组织和传感器网络领域中研究前沿正在发生的状况。可以肯定的是，一旦读者读过其中一些章节，则将希望探索书中所讲述主题和提出问题的更深层次内容。这些内容包括性能分析、设计方法论和中间件、能量管理、安全及应用。

Bijendra Jain

计算机科学与工程系教授
印度理工学院，德里，印度

在这个领域多位专家的精心撰稿基础上，该书给出了容易阅读的、深入的和最新的技术内容，涵盖了无线连网中几个重要领域的范围极其广泛的、数量仍在增长的文献资料，特别是 WLAN、多跳无线网络和无线自组织传感器网络方面的

内容更是如此。教育人士、应用人员和研究人员都将发现这本书是非常有用的。

Anurag Kumar

电气通信工程系教授、系主任
印度科学工学院，班加罗尔，印度

该书深入地阐述了正处于成形阶段的移动、无线和传感器网络领域的基本问题。该书精心选择的章节、流畅的撰写风格及技术上合理的组织方式，对于希望在这激动人心的领域耕耘的研究人员而言，都使该书极具阅读价值。

Nisheeth Vishnol

IBM 印度研究中心
乔治亚理工学院，亚特兰大，美国

随着多种无线技术的快速发展，在相关领域的研究工作和进展产生了从个人到企业的广泛应用和服务，这些应用和服务经历了自 20 世纪 90 年代以来非常健康的快速增长，到目前为止还没有呈现出放慢速度的迹象。以此作为事实背景，该书汇编了来自于工业界和学术界专家精心撰写的文章，给出了这个领域最新的研究工作和进展以及未来发展趋势。该书以逻辑为主线组织无线、自组织和传感器网络活动，之后以增值中间件将它们连接起来，该中间件将这些网络的本质输出给应用集合以便智能地加以使用。该书共 15 章，以一种高明的、严谨的但仍可理解的方式进行论述，这将肯定使初学者及想换换口味的研究人员和实践人员等受益匪浅。我赞赏编辑人员，赞赏他们将深思熟虑的和精心准备的内容组成稿，该书丰富了这个日益成熟的但仍然还年轻且具有挑战性的研究领域。

Chatschik Bisdiklan 博士

IEEE 学会特别会员
IBM T. J. Watson 研究中心，纽约，美国

由领域专家们撰写的这本书，在讲述无线和传感器网络的最新研究发展方面做了出色的工作。对于在这个正在成形的领域工作的研究人员和业界专业人员而言，这是必读的一本书。

Kumar Sivarajan

特贾斯网络公司 CTO
班加罗尔，印度

移动、无线和传感器网络的出现将对社会产生巨大影响。来自此领域著名专家的集体工作结晶确实非常及时，可作为本领域学生、研究人员和应用人员的一

本优秀的参考书。

Sanjay Shakkottal

电气和计算机工程系助理教授
德克萨斯大学奥斯丁分校，美国

移动、无线和传感器网络的编辑们做了一件令人难以置信的工作，他们将无线连网研究工作中最新的进展编辑成书，这将对学生、职员和研究人员等具有极大的用途。该书各章都给出了相关主题领域的良好综述，并有算法、结果和支撑理论的精巧结合，与简单解释紧密编织在一起，另外还有大量参考文献。对于考虑在此领域研究发展的人们而言，这是一本必读教科书。

Thyaga Nandagopal

通信协议和网际互连研究所
朗讯技术公司贝尔实验室，新泽西，美国

前言

目标

无线通信市场出现了大规模的增长。现在地球表面的几乎每个地点都在使用无线技术。每天都有数亿人在使用笔记本电脑、个人数字助理 (PDA)、呼机、蜂窝电话和其他无线通信设备交换信息。室外和室内无线通信网络的成功产生了许多应用,其涵盖范围包括工业企业、公司到家庭和学校。人们不再受制于硬连线的网络的羁绊,在全球范围内几乎能到达的任何地方都能访问和共享信息。

最了不起的增长发生在无线局域网 (WLAN) 的部署之中,其中使用基于 IEEE 802.11 的无线网络提供连接 (不仅作为热点连接,而且延伸到城市的大部分区域)。同时,也见证了小型和低成本计算设备及通信设备正在出现的重要趋势。虽然这些微小的设备 (称为传感器节点) 就能量、存储容量和数据处理能力方面而言是严格受限的,但在人们如何与环境通信及交互的重大改变中,它们有作为催化剂的作用,能够激发这样的改变。

本书的目的在于解决无线网络中的挑战性问题,特别是 WLAN、多跳无线网络、传感器网络及其应用中的问题。另外,本书讨论正在出现的应用和新的体制,例如,普适计算环境中的 RFID 中间件、智能家庭设计和“应需 (on-demand) 商务”。

本书的目标有两个:在实践和理论间的鸿沟上搭起桥梁与在不同类型的相关无线网络间搭起桥梁。

可以相信,本书的主题和焦点是及时的。本书将关注焦点放在无线、移动和传感器网络中当前热门的主要专题上,包括网络架构、协议、建模和分析以及应用、解决方案和正在出现的技术体制。

就人们所知,还不存在在单卷书中将紧密相关的无线技术方面的专题成稿,且讨论主要的技术挑战以及重要应用的书籍。本书各章由来自学术界和工业界的研究人员及应用人员撰写,他们都是本领域内的专家。在本书多数章节中,作者们都以专题的宽广综述开始,之后转向讨论技术挑战和解决方案。

预期读者

本书可以作为希望跟踪无线通信技术的最新研究和进展,但没有时间或耐心

阅读大量文章和规范的学生、研究人员和实践人员的有益信息源。本书对于正在寻找这个领域中开放问题的研究生而言,将会非常有用。另外,本书也可作为无线/移动通信领域的专业人员、设计人员和网络管理人员的参考书。

创作思路

创作本书的思路是在 2004 年 3 月形成的,当时在新加坡举办了一个名为“MOBWISER”(移动、无线和传感器网络:技术和未来方向)的极为成功的国际研讨会。读者希望了解更多细节可参见网址 <http://mobwiser.comp.nus.edu.sg/>。

研讨会会有来自世界各地的 13 位专家应邀出席,研讨了从多跳无线网络到传感器网络及其应用领域中的研究工作。从每个方面而言,这次研讨会都是一个巨大的成功。这次大会的参会代表多达 125 人。受到研讨会的成功及参会人员热情的鼓舞,本书编写人员决定将这些内容合成一本书,以解决无线网络的核心问题,重点放在 WLAN、多跳无线网络和传感器网络以及这些网络的应用。

当请 MOBWISER 研讨会各位演讲人为本书贡献文章时,他们中的多数都慨然同意。极其由衷地感谢 Sunghyun Choi、Sajal Das、Robert Deng、Anthony Ephremides、Craig Fellenstein、Marwan Krunz、Mingyan Liu、Archan Misra 和 Prasant Mohapatra,感谢他们在这项任务非常早期的阶段就表现出的热情和兴趣。

随着本书逐渐变为现实,我们意识到,为了使本书更全面,需要在内容中包括其他专题。新增加的专题是 WLAN 测量、无线网络中的安全、传感器网络中的安全和存储管理以及传感器网络相关的中间件和应用。我们由衷地感谢 Farooq Anjum、Rick Bunt、Rajit Gadh、Wendi Heinzelman 和 David Kotz,感谢他们对本书的贡献。

致谢

一本好书总是许多人的智慧结晶。除了感谢 15 章的作者们之外,这里将特别感谢 Sajal Das 教授和 Anthony Ephremides 教授,他们在发起写作本书的思路中起着指导作用。由衷感谢他们在这项任务中的不断鼓励和支持。

因为本书的思路源于 MOBWISER 研讨会期间,所以这里要感谢新加坡国立大学的 Yap Siang Yong 先生和 Sarah Ng 女士,感谢他们在 2004 年 3 月在新加坡组织 MOBWISER 研讨会中的巨大支持和帮助。感谢新加坡国立大学和印度新德里 IBM 研究中心,感谢他们对这项任务的慷慨资助以及允许本书使用他们的资源。

特别地感谢美国新泽西州 Hoboken John Wiley 出版社的工作人员,他们非常出色。还要由衷地感谢 Val Moliere 和 Emily Simmons,感谢他们在整个任务过程

中给予的鼓励、耐心和卓越的支持。没有他们的帮助，这本书将不可能成书。与 Val 和 Emily 一起工作是一种非常快乐和值得回忆的经历，感谢他们的非凡工作。

本书的结构

本书分为逻辑上不同的三部分：第 I 部分描述 WLAN 和多跳无线网络中的最新进展；第 II 部分专述无线传感器网络技术的最新进展和研究成果；第 III 部分讲述的专题是 RFID 中间件、智能家庭环境、移动网络安全和应需商务。

期望读者在每一部分都遵循章节顺序进行阅读，以便获得对主题的更好理解。但本书的三部分之间可以以任意顺序阅读。

希望在得到对“移动、无线和传感器”网络这个主题的深入领悟方面，读者将发现这本书的独到、有趣与实用价值。

Rajeev Shorey

IBM, 新德里

Akkihebbal L. Ananda

Mun Choon Chan

Wei Tsang Ooi

NUS, 新加坡

原 书 序

目前无线连网可能正处在腾飞伊始的阶段，极可能一天还没有过去就有一封电子邮件宣布另一次无线连网会议的日程。这当然是这个领域活跃的研究活动的展现形式。在这样一个瞬息万变的环境中，将研究成果以一种条理清晰的方式而加以精心编排的专集是存在必然的、客观的需求。这样做不仅对于初学者而且对本领域中活跃的研究人员都是有益的，使他们可以对不在直接研究范围内的技术发展持有最新知识。这本书就是这样的一项努力的结晶，其中包括了无线连网领域中数位著名研究人员的专题供稿。本书的特点是，精心撰写的章节涵盖了如下领域非常热点的当前专题：无线局域网（WLAN）、多跳网络、传感器网络和中件。通过这些专家的手笔，在降低盲目阅读文献方面，并在吸收以前研究成果的基础上，本书将起到有用的和及时的作用，因此将进一步推进无线连网领域的技术演进。

P. R KUMAR
伊利诺斯大学
Urbana-Champaign

目 录

译者序	
专家推荐	
前言	
原书序	

第 I 部分 WLAN 和多跳无线网络技术的最新进展

第 1 章 无线局域网的测量	3
1.1 简介	3
1.2 测量工具	4
1.2.1 syslog	5
1.2.2 SNMP	8
1.2.3 认证日志	9
1.2.4 网络侦听	9
1.2.5 无线侦听	11
1.2.6 客户端工具	13
1.2.7 其他需考虑的因素	13
1.3 测量研究	14
1.3.1 校园 WLAN	14
1.3.2 企业 WLAN	18
1.3.3 无线侧测量研究	19
1.3.4 讨论	20
1.4 小结	22
1.4.1 无线测量检查清单	22
参考文献	23
第 2 章 了解校园无线网络的使用情形	25
2.1 简介	25
2.2 相关研究工作	26
2.3 网络环境	27
2.4 方法	28
2.4.1 记录认证日志	28
2.4.2 收集跟踪数据	28

2.4.3 匿名化处理	29
2.4.4 分析	29
2.5 结果	29
2.5.1 ACS 日志结果	29
2.5.2 漫游模式	32
2.5.3 跟踪数据	35
2.6 小结	37
参考文献	38
第3章 IEEE 802.11 WLAN 的 QoS 保障	39
3.1 简介	39
3.2 相关研究工作	40
3.3 遗留的 DCF	42
3.4 QoS 保障的双队列方案	43
3.5 用于提供 QoS 的逐渐成熟的 IEEE 802.11e	44
3.5.1 EDCA	45
3.5.2 基于竞争的接纳控制	47
3.6 VoIP 和 IEEE 802.11b 的接纳控制容量	48
3.6.1 VoIP	48
3.6.2 802.11b VoIP 接纳控制容量	48
3.7 比较性的性能评估	49
3.7.1 VoIP 接纳控制容量	50
3.7.2 单队列和 MDQ 的比较	52
3.7.3 MDQ 和 EDCA 的比较	55
3.7.4 EDCA 默认访问和 PIFS 访问	58
3.7.5 抖动性能比较	60
3.8 小结	62
参考文献	62
第4章 移动自组织网络功率控制	65
4.1 简介	65
4.1.1 IEEE 802.11 方法中的缺陷	66
4.1.2 传输范围选择做出的折中	68
4.2 能量定向的功率控制方法	69
4.2.1 仅用于数据报文的 TPC	69
4.2.2 功率感知的路由协议	69
4.2.3 PARP/SIMPLE 方法的限制	72
4.3 TPC: MAC 视点	73
4.3.1 拓扑控制算法	73

4.3.2 干扰感知的 MAC 设计	74
4.3.3 干扰感知的 MAC 协议	77
4.3.4 移动性和功率控制说明	80
4.3.5 其他 TPC 方法	81
4.4 互补方法及其优化	81
4.4.1 传输速率控制	82
4.4.2 定向天线	83
4.4.3 基于 CDMA 自组织网络的 TPC	85
4.5 功率节省模式	86
4.6 小结和开放问题	88
致谢	89
参考文献	89
第 5 章 多跳无线网络中能量高效、可靠报文传递的路由算法	94
5.1 简介	94
5.1.1 底层无线网络模型	95
5.1.2 路线图	96
5.2 相关工作	97
5.3 能量开销分析和最小能量路径	98
5.3.1 EER 情形中最优的能量最小路径	99
5.3.2 HHR 情形中最优的能耗最低路径	102
5.4 最小能量可靠路径的链路开销指派	103
5.4.1 逐跳重传	103
5.4.2 端到端重传	104
5.5 最小能量路径的性能评估	105
5.5.1 链路错误建模	106
5.5.2 度量指标	107
5.5.3 仿真结果	108
5.6 按需路由协议的适应性调整	112
5.6.1 估计链路错误率	112
5.6.2 AODV 及其改进	115
5.6.3 路由发现	118
5.7 按需协议扩展的性能评估	121
5.8 小结	123
参考文献	124

第 II 部分 传感器网络的最新进展和研究成果

第 6 章 无线传感器网络的检测、能量和鲁棒性	129
--------------------------------------	------------

6.1 简介	129
6.2 模型描述	131
6.2.1 无线传感器典型网络	131
6.2.2 无线传感器网络简化模型	132
6.2.3 三种运行方案	132
6.3 分析	133
6.3.1 中心化方案	134
6.3.2 分布式方案	135
6.3.3 量化方案	137
6.4 检测性能	138
6.4.1 三种方案的比较	139
6.4.2 最优与次优	140
6.4.3 中心化方案与分布式方案	141
6.5 能量效率分析	142
6.5.1 能耗模型	142
6.5.2 数值结果	144
6.6 鲁棒性	148
6.6.1 攻击 1: 节点破坏	148
6.6.2 攻击 2: 观察数据删除	150
6.7 小结	152
参考文献	153
第 7 章 使用传感器网络的移动目标跟踪	155
7.1 简介	155
7.2 目标定位方法	156
7.2.1 传统的跟踪方法	156
7.2.2 使用二元传感器进行跟踪	158
7.2.3 与特殊传感器有关的其他方法	161
7.3 支持分布式跟踪的协议	163
7.3.1 目标定位应用中用于跟踪初始化和维护的分布式组管理	163
7.3.2 跟踪树管理	165
7.4 分布式跟踪的网络架构设计	167
7.4.1 目标跟踪的部署优化	167
7.4.2 目标跟踪的功率保留	168
7.4.3 使用层次网络、宽带传感器网络的目标跟踪	171
7.5 小结	173
参考文献	174
第 8 章 现场收集数据的无线传感器网络	176

8.1 简介	176
8.2 能量约束施加的寿命限制	177
8.2.1 模型和假定	178
8.2.2 基本数学框架	178
8.2.3 对框架所做的改动	180
8.2.4 不依赖于特定网络布局的一种方法	182
8.2.5 数据压缩的使用	184
8.3 网络和通信架构施加的吞吐量限制	187
8.3.1 基本模型和假定	188
8.3.2 一些一对一通信的结果	189
8.3.3 一些多对一通信的结果	190
8.3.4 数据压缩的效果	191
8.3.5 实际算法	192
8.4 开放问题	193
8.5 小结	194
致谢	194
参考文献	194
第9章 无线传感器网络的覆盖和连通性问题	197
9.1 简介	197
9.2 覆盖和连通性	199
9.3 数学架构	200
9.3.1 检测模型	201
9.3.2 通信模型	202
9.3.3 覆盖模型	202
9.3.4 无线传感器网络的图论观点	203
9.4 基于暴露路径的覆盖	204
9.4.1 最小暴露路径: 最坏情形覆盖	205
9.4.2 最大暴露路径: 最优情形覆盖	209
9.4.3 最大破坏路径: 最坏情形覆盖	210
9.4.4 最大支撑路径: 最优情形覆盖	211
9.5 基于传感器部署策略的覆盖	212
9.5.1 不精确的检测算法	213
9.5.2 势能场算法	214
9.5.3 虚拟力算法	215
9.5.4 分布式自扩散算法	216
9.5.5 VEC、VOR 和最小最大算法	216
9.5.6 出价协议	218

9.5.7 递进的自部署算法	218
9.5.8 整数线性规划算法	220
9.5.9 不确定性感知的传感器部署算法 (UADA)	220
9.5.10 部署算法的比较	221
9.6 其他策略	222
9.7 小结	225
致谢	226
参考文献	226
第10章 无线传感器网络的存储管理	230
10.1 简介	230
10.2 存储管理的动机：应用种类	231
10.2.1 科学监控：回放分析	231
10.2.2 增强的真实感：多名观测人员动态查询	232
10.3 预备知识：设计考虑、目标和存储管理组件	233
10.3.1 设计考虑	233
10.3.2 存储管理目标	234
10.3.3 存储管理组件	234
10.4 存储的系统支持	234
10.4.1 硬件	235
10.4.2 文件系统案例研究：火柴盒	235
10.5 协作存储	236
10.5.1 协作存储设计空间	237
10.5.2 协作存储协议	237
10.5.3 协作的传感器管理	238
10.5.4 试验评估	239
10.5.5 基于多分辨率的存储	243
10.6 索引和数据检索	244
10.6.1 设计空间：P2P 网络中的检索	245
10.6.2 以数据为中心的存储：地理位置散列表	245
10.6.3 GHT：地理位置散列表	247
10.6.4 传感器网络的图嵌入问题	249
10.6.5 传感器网络中特征属性的分布式索引	249
10.7 小结	250
参考文献	251
第11章 传感器网络的安全	253
11.1 简介	253
11.2 资源	255