

WILEY

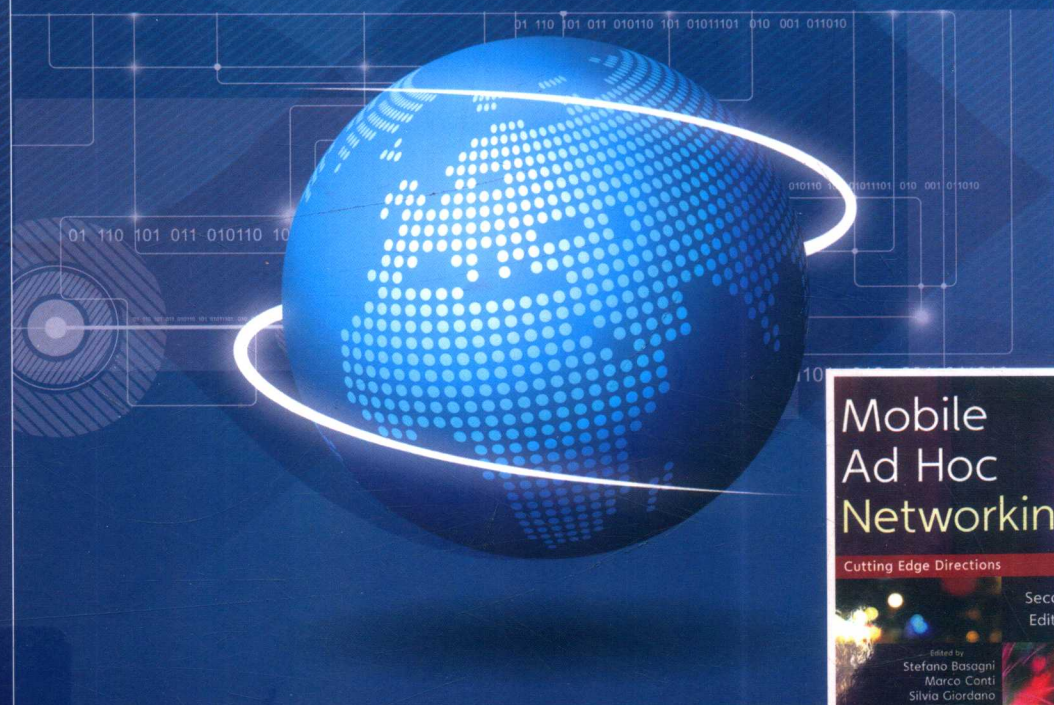


通信网络精品图书

移动Ad Hoc网络： 前沿研究方向（第2版）

Mobile Ad Hoc Networking:
Cutting Edge Directions
Second Edition

[美] Stefano Basagni [意] Marco Conti [瑞士] Silvia Giordano [加] Ivan Stojmenovic 著
于鹏 申振 陈军 贾宁宁 蒋攀攀 安新源 等译



Mobile
Ad Hoc
Networking

Cutting Edge Directions

Second
Edition

Edited by
Stefano Basagni
Marco Conti
Silvia Giordano
and Ivan Stojmenovic

IEEE
WILEY



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

通信网络精品图书

移动 Ad Hoc 网络： 前沿研究方向

(第2版)

Mobile Ad Hoc Networking: Cutting Edge Directions

Second Edition

[美] Stefano Basagni

[意] Marco Conti

[瑞士] Silvia Giordano

[加] Ivan Stojmenovic



于鹏 申振 陈军 贾宁宁

蒋攀攀 安新源 朱徐诚 蒋天宇 译

卢施旭 陈瑞

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书详细深入介绍了移动 Ad Hoc 网络最前沿的研究方向,共分 5 部分。第 1 部分为总体介绍,包括第 1~6 章,主要介绍多跳 Ad Hoc 网络的演进路线,移动多跳无线网络技术标准及应用场景,Ad Hoc 网络的安全性问题,终端用户移动性架构的解决方案,移动 Ad Hoc 网络研究成果的实验及仿真等内容;第 2 部分为 Mesh 网络,包含第 7~8 章,主要介绍多频点多通道无线 Mesh 网络中的资源优化和 Mesh 网络中的服务质量等内容;第 3 部分为机会网络,包括第 9~13 章,主要介绍容延迟网络和机会网络的应用、机会网络中的移动模型,机会路由,机会网络中的数据传播及数据运算中的群体计算等内容;第 4 部分为车载自组织网络,包括第 14~19 章,主要介绍车载自组织网络数据通信协议的分类,VANET 移动模型、拓扑结构和 VANET 仿真,VANET 实验,VANET 的 MAC 协议,认知无线车载 Ad Hoc 网络:设计、实施及未来的挑战,以及下一种范式转变:从车载网络到汽车云;第 5 部分为传感器网络,包括第 20~23 章,主要介绍无线传感器网络的能量采集技术,机器人辅助的无线传感器网络:近期应用及未来面临的挑战,移动受限的水下网络:算法、系统和实验,以及水声网络的进展等内容。

本书可以作为从事移动 Ad Hoc 网络及相关领域研究的系统设计师、算法设计师、软硬件工程师的业务工具书,同时对高等院校相关专业师生及其他科技工作者也有重要参考价值。

Mobile Ad Hoc Networking: Cutting Edge Directions, Second Edition, by Stefano Basagni, Marco Conti, Silvia Giordano, Ivan Stojmenovic, ISBN:978-1-118-08728-2.

Copyright©2013 by the Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.

All Rights Reserved. This translation published under license. Authorized translation from the English language edition, Published by John Wiley & Sons. No part of this book may be reproduced in any form without the written permission of the original copyrights holder.

Copies of this book sold without a Wiley sticker on the cover are unauthorized and illegal.

本书中文简体中文字版专有翻译出版权由 John Wiley & Sons, Inc. 公司授予电子工业出版社。未经许可,不得以任何手段和形式复制或抄袭本书内容。

本书封底贴有 Wiley 防伪标签,无标签者不得销售。

版权贸易合同登记号 图字:01-2013-9182

图书在版编目(CIP)数据

移动 Ad Hoc 网络:前沿研究方向:第 2 版 / (美)斯特凡诺·巴萨尼(Stefano Basagni)等著;于鹏等译. —北京:电子工业出版社,2018.10

(通信网络精品图书)

书名原文: Mobile Ad Hoc Networking: Cutting Edge Directions, Second Edition

ISBN 978-7-121-35025-2

I. ①移… II. ①斯… ②于… III. ①移动网—无线网 IV. ①TN929.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 209191 号

策划编辑:宋梅

责任编辑:谭丽莎

印刷:三河市良远印务有限公司

装订:三河市良远印务有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开本:787×1092 1/16 印张:49.25 字数:993 千字

版次:2018 年 10 月第 1 版(原著第 2 版)

印次:2018 年 10 月第 1 次印刷

定价:199.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888, 88258888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式: mariams@phei.com.cn。

作者简介

Stefano Basagni (斯特凡诺·巴萨尼) [美], 分别在意大利米兰大学和美国得克萨斯大学达拉斯分校获得计算机科学和电机工程博士学位, 于 1991 年从意大利比萨大学获得计算机科学学士学位。从 2002 年 1 月起, 任中国东北大学电气和计算机工程系计算机工程专业助理教授。

Marco Conti (马尔科·孔蒂) [意], 从意大利比萨大学获得计算机科学硕士学位。目前是意大利国家研究委员会 (CNR) 信息技术协会高级研究员。曾担任 “Networking 2012” 和 “PWC2003” 会议的议程委员会主席。目前在期刊 *ACM Mobile Computing and Communications Review* 编委会任职。

Silvia Giordano (西尔维娅·焦尔达塔) [瑞士], 从洛桑联邦理工学院获得博士学位。目前是瑞士提契诺州应用科技大学无线通信和高频小组的协调员, 意大利 IIT-CNR 的科学合作者, 任期刊 *IEEE Communications Magazine* 的技术编辑。

Ivan Stojmenovic (伊万·斯托伊梅诺维奇) [加拿大], 从萨格勒布大学获得数学博士学位。目前任渥太华大学的全职教授, 任期刊 *Journal of Multiple-Valued Logic and Soft Computing* 的主编, 并且是期刊 *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems*、*Parallel Processing Letters* 和其他一些期刊的编辑。最近他编纂了《无线网络和移动计算机手册》(Wiley, 2002)。

译者序

移动 Ad Hoc 网络是复杂的分布式网络系统，是自组织、自愈网络，由无线移动节点组成。无线移动节点可以自由而动态地自组织成任意临时性 Ad Hoc 网络拓扑，从而允许人们和设备在没有通信基础设施的环境中进行无缝互联互通。移动 Ad Hoc 网络中，每个节点具有足够的智能进行连续侦听和寻找其他邻近节点，动态地确定数据包的最佳传输路径，从而把数据包逐跳地转发到网络中的任何其他节点，避免因网络节点的移动、RF 传播条件变化、节点被毁等原因造成网络结构性损伤。

移动 Ad Hoc 网络几乎涉及所有方面：从战机、战舰、坦克、士兵的装备到普通家庭消费类产品，如汽车、笔记本电脑、佩戴式数字设备及蜂窝电话等。事实上，即使很小的传感器也可能包含 Ad Hoc 通信节点。因此，移动 Ad Hoc 网络的应用领域非常宽广，是当前移动通信和计算机网络的一个研究热点，也是译者非常感兴趣的一个技术方向。

众多科技人员和院校学生非常需要一些介绍移动 Ad Hoc 网络基础理论并关注技术应用设计方面的参考书籍。此书的翻译者就是一群从事移动 Ad Hoc 技术研究、应用与测试的技术人员。在学习和工作过程中，译者切身感受到文献的重要性，找到合适的技术参考资料，学习和工作的效率就会大大提高。因此，我们根据自身在科研试验中的工作经验和应用感受，对自己参考过的一些比较优秀、比较有特色的外文技术书籍进行了翻译，希望能够和广大读者共同分享和深入交流，这也是译者翻译本书的重要动力来源。

本书的特点在于其全面性和系统性。传统移动 Ad Hoc 网络相关书籍可能只关注资源分配或路由机制等某一方面的研究难点，本书则是以 Ad Hoc 网络的整个发展历程为主线，详细介绍了目前四种成熟的网络范式，包括 Mesh 网络、机会网络、车载自组织网络和传感器网络。作者针对每种网络范式的移动模型、资源优化、路由协议、实验仿真等研究内容进行了深入分析，展望了相关网络技术在未来发展中可能面临的挑战，对应用理论知识解决实际问题时的技术思路具有示范意义。本书是一本适合高等院校相关专业师生教学参考和相关领域科研人员阅读的书籍。

本书由于鹏、申振、陈军、贾宁宁、蒋攀攀和安新源合作翻译。参加翻译的

还有朱徐诚、蒋天宇、卢施旭、陈瑞等。

由于译者水平有限，对书中的有些术语难免把握不准，翻译不到位，不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

译 者

前 言

随着大量移动用户对因特网业务的需求，移动多跳 Ad Hoc 网络应运而生。在这些网络中，如经常提及的 MANET（移动 Ad Hoc 网络），无线网络节点（如用户移动设备）之间能够在无任何网络基础设施的条件下实现数据传输：相邻用户可通过其移动设备在 Ad Hoc 模式下的无线信道直接通信。因此，在 MANET 支持下，用户设备能够通过相互协作提供因特网接入服务，这些服务以前通常是由网络基础设施（如路由器、交换机和服务器）提供的。

在出版我们的前一本书 *Mobile Ad Hoc Networking*（IEEE-Wiley, 2004）时，移动 Ad Hoc 网络被视为无线网络技术中最具创新性和挑战性的技术之一，已稳步成为电信界日益普及的最主要技术之一。为此，我们在前一本书中从物理层到应用层详细介绍了 MANET。大约 10 年后，我们发现移动 Ad Hoc 网络的预期并未完全实现，MANET 技术在人们的生活中并未应用。发生了什么？为什么？我们带着这些问题编写了本书。我们主要的关注点包括：

- 分析 MANET 失败的原因；
- 举例说明移动 Ad Hoc 网络如何产生一些前沿的研究方向；
- 介绍从 MANET 中衍生的新兴技术，包括其当前的发展和面临的挑战；
- 阐述那些已成功渗入每个人生活中的新技术。

我们首先分析了通用 Ad Hoc 技术缺乏成功案例的原因，并介绍了一些新兴技术是如何规避这些错误的：

- 引入一些基础设施对多跳 Ad Hoc 网络范式自身进行了扩展，提供高性价比的无线宽带因特网接入。Mesh 网络章节包含了此方法最相关的例子。
- 不把节点移动性作为一个问题看待，而是作为一个特性加以利用，设计全新的网络范式。机会网络章节包含了这方面最相关的例子。
- 把多跳 Ad Hoc 网络范式应用于特定的场景中，在这些场景中网络的自组织特性和无需预部署基础设施的特性是一个亮点而不是硬性条件。应用驱动型网络的相关章节，如车载网络和传感器网络等，包含了相关的例子。

本书所描述的新兴网络技术引入了新的挑战与应对措施，为了便于理解这些新挑战与应对措施，我们选择了从实现技术、标准、应用场景、通信安全需求和移动

架构方案等多个方面逐一加以描述。

本书也同时列举了 Mesh 网络、机会网络、车载网络和传感器网络面临的新挑战 and 最新研究成果。

本书适用于计算机科学和电气工程专业的学生、通信行业的研究人员和开发人员，以及所有能够从本书的最新解决方案中受益的移动网络领域的从业人员。基于顶级研究者的专业知识，我们相信本书中所覆盖的主题均极具创新性。此外，本书对移动 Ad Hoc 网络领域的热门主题和尖端技术在相关章节中均进行了阐述。

我们借此机会对本书的所有作者表达深深的谢意，他们为本书贡献了所有高质量的章节。感谢所有的修订者，虽然时间紧迫，但他们仍为本书做了宝贵的工作。此外，特别感谢 WILEY-IEEE 的联合作者 Mary Hatcher 及 Wiley 和 Thomson Digital 团队，他们参与了本书的所有阶段并做出了卓越贡献。

目 录

第1部分 总体介绍

第1章 多跳 Ad Hoc 网络的演进路线	2
摘要	2
1.1 引言	2
1.2 MANET 研究的主要成就和教训	3
1.2.1 MANET 研究的主要成就	3
1.2.2 MANET 研究存在的问题和经验教训	11
1.3 多跳 Ad Hoc 网络：从理论到现实	12
1.3.1 Mesh 网络	13
1.3.2 机会网络	14
1.3.3 车载 Ad Hoc 网络（VANET）	17
1.3.4 传感器网络	18
1.4 小结与结论	20
参考文献	21
第2章 支持移动多跳无线网络技术和标准	29
摘要	29
2.1 引言	29
2.2 宽带无线接入技术	31
2.2.1 IEEE 802.16 Mesh	31
2.2.2 IEEE 802.16j	34
2.3 无线局域网技术	37
2.3.1 IEEE 802.11s	37
2.3.2 IEEE 802.11n 和 IEEE 802.11z	41
2.3.3 IEEE 802.11p/WAVE	43
2.4 个域网技术	46
2.4.1 IEEE 802.15.5 标准	46
2.4.2 ZigBee 的工业标准	49
2.4.3 基于 IPv6 的 WPAN	51
2.5 异构场景的移动性支持	56
2.6 结论	59
参考文献	60

第3章 应用场景.....	68
摘要	68
3.1 引言.....	68
3.2 军事应用.....	70
3.2.1 通信.....	70
3.2.2 协同.....	71
3.3 网络连接.....	72
3.3.1 星际互联网.....	72
3.3.2 农村地区.....	73
3.3.3 市/社区系统.....	74
3.4 无线传感器网络.....	74
3.4.1 身体和健康监测.....	75
3.4.2 智能住宅.....	75
3.4.3 工业监控.....	76
3.4.4 环境监测.....	77
3.4.5 动物监测.....	77
3.5 搜救.....	79
3.5.1 搜索和救援无人机.....	79
3.5.2 未知区域的多主体探测	80
3.6 车载自组织网络.....	82
3.6.1 驾驶安全支持系统.....	82
3.6.2 车辆协调.....	83
3.6.3 通知系统.....	83
3.6.4 智能交通系统.....	84
3.7 个人信息传输.....	85
3.8 结论.....	87
参考文献.....	87
第4章 Ad Hoc 网络的安全性问题.....	94
摘要	94
4.1 引言.....	94
4.1.1 无线 Ad Hoc 网络的安全挑战.....	95
4.1.2 WSN、UWSN、WMN、DTN 和 VANET	96
4.2 无线传感器网络.....	97
4.2.1 对网络可用性和服务完整性的攻击	99
4.2.2 对隐私性和保密性的攻击	107
4.2.3 对数据完整性的攻击.....	108
4.2.4 WSN 中的安全威胁和对策概要	110
4.3 无人值守无线传感器网络	110

4.3.1	数据生存能力	111
4.3.2	Self-Key 自愈和入侵恢复	113
4.3.3	认证	114
4.3.4	UWSN 安全威胁和对策概述	114
4.4	无线 Mesh 网络	115
4.4.1	安全面临的挑战和现有对策	116
4.4.2	无线 Mesh 网络中的安全威胁和对策摘要	117
4.5	容延迟网络	118
4.5.1	DTN 的应用	119
4.5.2	DTN 的安全问题	119
4.5.3	总结	120
4.6	车载 Ad Hoc 网络 (VANET)	121
4.6.1	VANET 的优势及存在的问题	121
4.6.2	VANET 的设计目标和挑战	122
4.6.3	VANET 的可测量性和服务完整性	123
4.6.4	VANET 的安全和隐私	124
4.6.5	摘要和展望	126
4.7	结论和开放性的研究问题	126
	参考文献	127
第 5 章	终端用户移动性架构的解决方案	137
	摘要	137
5.1	引言	137
5.2	Mesh 网络	138
5.2.1	Mesh 技术和终端用户移动性	139
5.2.2	定义和挑战	139
5.2.3	微移动性支持	140
5.2.4	微移动和宏移动支持	149
5.3	无线传感器网络	161
5.3.1	基于接收器的移动性问题	162
5.3.2	FLEXOR: 移动支持软件体系结构	164
5.4	结论	166
	参考文献	167
第 6 章	移动 Ad Hoc 网络研究成果的实验及仿真	170
	摘要	170
6.1	引言	170
6.2	移动 Ad Hoc 网络仿真工具和实验平台概述	171
6.2.1	仿真工具	171
6.2.2	实验平台	172

6.3 仿真和实验的区别：问题和参数177

6.3.1 物理层问题.....178

6.3.2 移动性建模.....185

6.3.3 MAC 层的注意事项.....187

6.3.4 影响上层的因素和其他问题191

6.3.5 模拟器性能的比较.....192

6.4 完善的仿真：确认、验证和校准194

6.5 模拟器和测试平台的前景展望197

6.6 结论.....199

参考文献.....199

第 2 部分 Mesh 网络

第 7 章 多频点多通道无线 Mesh 网络中的资源优化212

摘要212

7.1 引言.....212

7.2 网络和干扰模型.....214

7.3 SINR 模型下的最大化链路激活215

7.4 最优链路调度.....217

7.4.1 优化公式化表述.....218

7.4.2 列生成.....220

7.4.3 功率控制和速率自适应的扩展221

7.5 联合路由和调度223

7.5.1 流量守恒路由.....224

7.5.2 路径生成路由.....224

7.6 处理信道分配和定向天线225

7.6.1 信道分配.....226

7.6.2 定向天线.....229

7.7 协作网络.....230

7.7.1 k -协作图表.....230

7.7.2 超级链路分类.....232

7.7.3 应用于 k -协作的列生成.....235

7.8 结论和未来展望236

参考文献.....237

第 8 章 Mesh 网络中的服务质量241

摘要241

8.1 引言.....241

8.2 QoS 的定义.....243

8.3 现有 QoS 路由方法的分类243

8.4 基于优化路径选择的路由协议245

8.4.1 弹性需求优化.....248

8.4.2 固定需求优化.....249

8.4.3 基于无关路由的鲁棒性优化.....250

8.4.4 随机需求优化.....252

8.4.5 饱和数据流优化.....253

8.4.6 未解决问题.....253

8.5 最小权值路径选择的路由度量254

8.5.1 设计原则.....255

8.5.2 已有方法.....257

8.5.3 未解决问题.....266

8.6 基于反馈的路径选择.....267

8.7 结论.....268

参考文献.....268

第3部分 机会网络

第9章 容延迟网络和机会网络的应用276

摘要276

9.1 应用场景.....276

9.1.1 受限区域场景.....276

9.1.2 市区场景.....278

9.2 基于 DTN 的应用面临的挑战280

9.2.1 案例研究：基于消息的应用——电子邮件281

9.2.2 案例研究：基于流的应用——XMPP284

9.3 DTN 应用的关键机制.....285

9.3.1 DTN 应用程序的安全性.....286

9.3.2 与传统应用程序的交互288

9.3.3 用户界面.....290

9.4 DTN 应用（案例研究）292

9.4.1 网页.....292

9.4.2 内容搜索.....296

9.4.3 地下采矿中的应用.....301

9.4.4 浮动内容.....307

9.5 结论：DTN 应用的反思.....311

参考文献.....312

第 10 章 机会网络中的移动模型314

摘要314

10.1 引言314

10.2 基于接触的度量、分析和建模315

10.2.1 度量315

10.2.2 基于接触的数据集317

10.2.3 相互接触时间分析319

10.2.4 相互接触时间特性320

10.2.5 接触点数量及持续时间326

10.3 轨迹模型328

10.3.1 第一步：测量328

10.3.2 自由空间模型337

10.3.3 与空间有关的模型337

10.3.4 与时间有关的模型345

10.4 网络协议设计的含义348

10.4.1 幂律相互接触时间348

10.4.2 社会结构350

10.5 新模式：延迟-资源权衡353

10.5.1 延迟-容量权衡353

10.5.2 延迟-负载均衡权衡355

10.5.3 延迟-能量权衡359

参考文献360

第 11 章 机会路由365

摘要365

11.1 引言365

11.2 机会网络基础367

11.2.1 连通性367

11.2.2 移动性369

11.2.3 节点资源371

11.2.4 高效的机会转发：机会与挑战并存372

11.3 不确定性处理：基于冗余的路由373

11.3.1 基于泛洪的方案373

11.3.2 受控的复制方案375

11.3.3 基于编码的方案377

11.3.4 基于复制转发的讨论379

11.4 利用结构优势：基于效用的转发380

11.4.1 基于连接的效用380

11.4.2 基于未连接的效用387

11.5 混合解决方案：结合冗余和效用	388
11.5.1 基于效用的泛洪	389
11.5.2 喷射和基于效用的喷射	389
11.5.3 智能复制	390
11.5.4 DTN-MANET 的混合环境	390
11.6 结论	391
参考文献	391
第 12 章 机会网络中的数据传播	397
摘要	397
12.1 引言	397
12.2 初步设想：PodNET	399
12.2.1 数据组织	400
12.2.2 内容为中心的传播策略	400
12.2.3 性能结果	401
12.2.4 要点总结	402
12.3 社会意识方案	403
12.3.1 社会意识效用	403
12.3.2 社会意识传输策略	405
12.3.3 性能结果	405
12.3.4 要点总结	406
12.4 发布/订阅方案	406
12.4.1 群体检测	408
12.4.2 叠置处理	409
12.4.3 性能结果	410
12.4.4 要点总结	411
12.5 全局优化	411
12.5.1 系统模型	411
12.5.2 延迟效用函数	412
12.5.3 最优缓存配置	413
12.5.4 从全局到局部的决策	414
12.5.5 性能结果	414
12.5.6 要点总结	415
12.6 基于基础设施的方案	415
12.6.1 推动-追踪系统	416
12.6.2 性能结果	418
12.6.3 要点总结	419
12.7 由无结构 P2P 系统启发的方法	419
12.7.1 系统模型	420

12.7.2	稳定区域.....	420
12.7.3	最优策略.....	421
12.7.4	要点总结.....	422
12.8	拓展阅读.....	422
12.8.1	社会意识方案.....	422
12.8.2	发布/订阅方案.....	423
12.8.3	全局最优化.....	424
12.8.4	基于基础设施的方法.....	425
12.8.5	P2P 系统启发的解决方案.....	426
	参考文献.....	426
第 13 章	数据运算中的群体计算	432
	摘要.....	432
13.1	引言.....	432
13.2	理想的并行操作模型.....	434
13.2.1	定义.....	434
13.2.2	现实世界的轨迹.....	435
13.3	数据运算.....	437
13.4	社会意识的数据运算.....	440
13.4.1	群体结构.....	440
13.4.2	工作设备和主设备的选择.....	442
13.4.3	限制任务寿命.....	445
13.4.4	主设备选择: 团体和日期中心.....	446
13.4.5	展望.....	448
13.5	相关工作.....	448
13.6	结论和下一步工作.....	449
	致谢.....	450
	参考文献.....	450

第 4 部分 车载自组织网络

第 14 章	车载自组织网络数据通信协议的分类	454
	摘要.....	454
14.1	引言.....	454
14.2	VANET 通信协议分类.....	456
14.2.1	定义和命名问题.....	456
14.2.2	公路尺寸.....	457
14.2.3	邻居信息.....	458
14.2.4	确认.....	458

14.2.5	选择开始转发车辆	458
14.2.6	转发竞争	459
14.2.7	连接性	460
14.2.8	紧迫性	460
14.2.9	消息内容	460
14.3	面向可靠性的地域群播协议	461
14.3.1	VANET 中可靠、高效的广播协议 (ackPBSM)	461
14.3.2	持久性协议	463
14.4	基于关键时刻的地域群播协议	463
14.4.1	多跳车载广播 (Multihop Vehicular Broadcast, MHVB)	464
14.4.2	带确认的紧急信息传播-侦听转发 (Emergency Message Dissemination with ACK-Overhearing Based Retransmission, EMDOR)	464
14.4.3	分布式平均功率调整协议 (Distributed Fair Power Adjustment Protocol, D-FPAV)	465
14.4.4	接收机共识 (Receiver Consensus, ReC)	465
14.5	小规模路由协议	465
14.5.1	DPP 和 OPERA	466
14.5.2	二进制划分辅助广播 (Binary-Partition-Assisted Broadcast, BPAB)	467
14.5.3	跟踪检测及距离延迟传输协议 (Track Detection and Distance Defer Transmission, TRADE & DDT)	468
14.5.4	基于连接受限的转发 (Connection-Based Restricted Forwarding, CBRF)	469
14.5.5	分布式车载广播 (Distributed Vehicular Broadcast, DV-CAST)	469
14.5.6	基于车辆密度的紧急广播 (Vehicle Density-Based Emergency Broadcasting, VDEB)	469
14.5.7	辅助拓扑地理机会路由 (Topology-Assisted Geo-Opportunistic Routing, TO-GO)	469
14.6	大规模路由	470
14.6.1	距离感知传染路由 (Distance-Aware Epidemic Routing, DAER)	470
14.6.2	连接感知路由 (Connectivity-Aware Routing, CAR)	470
14.6.3	VANET 中的有限延迟路由 (延迟-贪婪)	471
14.6.4	VANET 中的车辆辅助数据交付 (Vehicle-Assisted Data Delivery, VADD)	472
14.6.5	VANET 的低负荷交通中基于轨迹的数据传递 (Trajectory-Based Data Forwarding, TBD)	472
14.6.6	VANET 中的一种静态节点辅助的自适应路由协议 (SADV)	473
14.6.7	位置和延迟感知交叉层通信 (Location-and Delay-Aware Cross-Layer Communication, LD-CROP)	473
14.6.8	地理机会路由 (Geographical Opportunistic Routing, GeOpps)	474
14.6.9	基于道路的车载交通路由 (Road-Based Vehicular Traffic Routing, RBVT)	474