

SAMS

Java P2P 技术内幕

Robert Flenner Michael Abbott
Toufic Boubez Frank Cohen
Navaneeth Krishnan Alan Moffet
Rajam Ramamurti Bilal Siddiqui
Frank Sommers

著

高 岭 刘 红 周兆确 译

Java P2P UNLEASHED



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

Java P2P 技术内幕

Robert Flenner
Michael Abbott
Toufic Boubez
Frank Cohen
Navaneeth Krishnan
Alan Moffet
Rajam Ramamurti
Bilal Siddiqui
Frank Sommers

著

高岭 刘红 周兆确

译

人民邮电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

Java P2P 技术内幕/ (美) (Flenner,R.) 等著; 高岭, 刘红, 周兆确译.

—北京: 人民邮电出版社, 2003.10

ISBN 7-115-11539-7

I. J... II. ①F...②高...③刘...④周... III. JAVA 语言—程序设计 IV. TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 071476 号

版 权 声 明

Robert Flenner Michael Abbott Toufic Boubrez Frank Cohen Navaneeth Krishnan Alan Moffet
Rajam Ramamurti Bilal Siddiqui Frank Sommers: Java P2P Unleashed (ISBN: 0672-32399-0)

Copyright © 2003 by Sams Publishing

Authorized translation from the English language edition published by the Sams Publishing.

All rights reserved.

本书中文简体字版由美国 Sams 出版公司授权人民邮电出版社出版。未经出版者书面许可, 对本书任何部分不得以任何方式复制或抄袭。

版权所有, 侵权必究。

Java P2P 技术内幕

- ◆ 著 Robert Flenner Michael Abbott
Toufic Boubrez Frank Cohen
Navaneeth Krishnan Alan Moffet
Rajam Ramamurti Bilal Siddiqui
Frank Sommers
- 译 高 岭 刘 红 周兆确
- 责任编辑 陈冀康
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
读者热线 010-67132705
北京汉魂图文设计有限公司制作
北京密云春雷印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 38
字数: 922 千字 2003 年 10 月第 1 版
印数: 1-3 500 册 2003 年 10 月北京第 1 次印刷

著作权合同登记 图字: 01-2002-1543 号

ISBN 7-115-11539-7/TP · 3569

定价: 62.00 元

本书如有印装质量问题, 请与本社联系 电话: (010)67129223

内 容 提 要

本书详细深入地介绍了 P2P 技术的基本概念、开发技术和应用实例。

全书分为 4 个部分 23 章。第一部分为前 4 章，简单介绍了 P2P 的基本概念、其 Java 开发平台的特性、P2P 应用程序的类型以及相关产品。第二部分包括第 5 到 10 章，介绍了 P2P 系统的各个组成部分以及 P2P 应用程序的体系结构。第三部分是第 11 到 17 章，详细地阐述了使用 Java 开发 P2P 分布式系统的知识。最后 5 章是第四部分，介绍了 5 个具体的应用程序实例。本书附录介绍了 J2EE 的基本知识，有助于读者更好地了解开发平台。

本书适合 Java 专业程序员阅读，也可供准备学习和了解 P2P 计算技术的读者阅读参考。

译者的话

P2P 技术不仅是一门全新的技术，而且还是计算机领域内众多重要技术的集大成者。很高兴能有机会翻译这本关于 P2P 技术的书。这本书不仅全面介绍了 P2P 技术所涉及到的多个领域，还包含了丰富的示例。在翻译本书的过程中，译者感到受益匪浅，同时也更加坚信读者在阅读本书的过程中也会有类似的感觉！

全书包括四大部分和一个附录。这四部分内容分别介绍了 P2P 系统的基本概念、P2P 系统所涉及的一些重要技术和 P2P 系统及应用程序的体系结构、在 Java 平台上开发分布式应用程序和 P2P 应用程序示例。附录部分则是关于 J2EE 的概要介绍。

第一部分内容向读者介绍了 P2P 的基本概念、P2P 应用程序的核心开发平台 Java 的特性、P2P 应用程序的类型以及一些相关的产品，最后介绍了 P2P 和分布式计算的关系以及如何使用现有的 P2P 应用程序架构开发 P2P 应用程序。这部分内容的重点是 Java 平台的特性、分布式计算的基本概念和一些关于网络通信的基本概念。

第二部分内容向读者介绍了 P2P 系统的各个组成部件以及 P2P 应用程序的体系结构。P2P 系统的基本组成部分包括 P2P 动态网络、P2P 使用的网络传输协议、P2P 使用的数据格式和 P2P 节点之间的消息交换、异构应用程序的集成和互操作性以及 P2P 系统中的安全性问题。这部分内容是全书的核心，只有全面掌握了这部分内容，读者才可能对 P2P 系统有更全面而深刻的理解。

第三部分内容向读者介绍了使用 Java 开发分布式系统的知识。P2P 系统不仅是分布式系统的一种特殊类型，而且还是一种彻底的分布式系统。这部分内容的重点是开发各种不同类型的 P2P 分布式系统，以及某些支持 P2P 系统的核心产品标准。正如本书一再强调的那样：P2P 不是空中楼阁，而是以很多先进的技术、产品和标准为基础的。

第四部分内容向读者介绍了 5 个具体的应用程序。读者可通过该部分的内容仔细体会如何在现有技术和产品的基础上实现实际的 P2P 系统。这部分内容将前面三部分内容中介绍的各种知识具体化了。深入学习这部分内容将使读者能迅速获得开发 P2P 应用程序的实战经验。

附录部分向读者介绍了 J2EE 的基本概念。如果读者需要获得有关 J2EE 的更多知识，请参考一些专门介绍 J2EE 的书籍。

P2P 不仅是一门很新的技术，而且还涉及到很多其他相关技术，加之译者水平有限，书中疏漏之处在所难免，请读者批评指正！

译者
2003.5.6

前 言

这本深入介绍 P2P 计算技术的书籍是为那些需要学习 P2P 技术的概念、编程技术和开发实际的应用程序的 Java 专业程序员编写的。与其他面向对象的编程语言相比，尽管 Java 语言是一门相对容易学习和使用的语言，但是 Java 语言平台涉及的领域非常广泛，我们不可能在本书中向读者介绍关于 Java 语言平台的所有知识。希望更多地了解 Java 知识的读者可参考如下书籍：

- Laura Lemay 和 Rogers Cadenhead 编著的 *Teach Yourself Java 2 in 21 days* 第三版，由 Sams 公司出版（中文版《21 天学通 Java 2》（第三版）由人民邮电出版社出版）。
- Harvey M.Deitel 和 Paul J.Deitel 编著的 *Java How to Program* 第四版，由 Prentice-Hall 公司出版。
- Chuck Cavaness、Geoff Friesen 和 Brian Keeton 编著的 *Special Edition Using Java 2 Standard Edition*，由 Que 公司出版。

本书的组织方式

本书正文分为四大部分。

第一部分 P2P 简介

本书的第一部分向读者介绍了 P2P 系统的基本概念，并重点介绍了围绕 P2P 系统的应用程序类型和所面临的问题。这部分内容对通用的 P2P 应用程序体系结构、网络和应用程序等进行了概要介绍。此外，这部分内容还将 P2P 与一些现有技术和正处于发展阶段的技术进行了比较，这些技术包括 Web 服务、JXTA、Jini、RMI 和 CORBA。

第二部分 P2P 系统和结构

本书的第二部分内容是对第一部分内容所介绍的 P2P 基本概念的扩展，并对 P2P 系统方面的某些话题进行了深入的介绍。这部分内容的每一章都针对 P2P 系统的某个特定需求，而这些需求正是设计和开发成熟的 P2P 应用程序的基础。

本部分介绍的 P2P 系统话题包括：

- 资源检索：设计和创建 P2P 动态网络。
- 消息传输：P2P 网络中使用的通用的消息传输和传输协议。
- 元数据：P2P 应用程序中的元数据的正确定义和使用。

- 数据格式和交换：P2P 信息内容定义中使用的通用数据格式和标准。
- 系统性能：性能需求和这些需求对健壮的 P2P 系统的重要意义。
- 集成和互操作性：将 P2P 应用程序与现有技术以及现有系统结合在一起使用。
- 安全性：在一个由互连的离散化节点组成的复杂网络中实现安全性。

最后，本部分向读者介绍了一个用于说明 Java 能为 P2P 的所有这些需求提供一个优秀平台的例子。

第三部分 使用 Java 开发分布式系统

本书第三部分向读者详细介绍了分布式计算技术中的一些热点话题和技术。此外，这部分内容还使用了一些应用程序示例来印证我们介绍的各种不同技术。

对于 Java P2P 的每一种技术，我们都是从 P2P 应用程序程序的角度加以介绍的，并重点介绍了在使用这些技术时，程序员将要面临和关心的问题。

这部分内容主要介绍了以下几方面的技术：

- J2EE/J2SE/J2ME：使用 JMS、JAXP、JAXB、JAXR 和小型设备以及代理设备开发 P2P 应用程序。
- Web 服务架构：理解 Web 服务的部件，比如 XML、SOAP、UDDI 和 WSDL。
- Jini 和 JavaSpaces：使用 Java 的网络技术为 P2P 的混合体系结构中的服务检索提供一种统一的框架。本书对单点广播和多点广播的消息传输机制的功能进行了介绍和说明。
- JXTA 和 XML：使用 XML 标准化 P2P 应用程序的消息交换格式。这部分内容介绍了 JXTA 核心部件、服务和使用 JXTA 标准开发的通用应用程序。

第四部分 P2P 应用程序示例

本书的最后一部分内容向读者详细介绍了一些 P2P 应用程序示例。针对开发健壮的 P2P 应用程序所遇到的普遍问题，每一个应用程序示例都向读者说明了如何合理地使用特定的编程技术来解决这些问题。

- 个人化入口：这个应用程序示例说明了文件共享和如何使用 P2P 的共享空间（JavaSpaces）以及 XML Dublin 的核心元数据定义在 Web 上发布数据信息。
- P2P 控制器：这个应用程序示例说明了用于创建对等节点和对等节点组以及检测对等节点的状态的技术。此外，这个应用程序还说明了共享空间的监控和配置的概念。
- 在 P2P 应用程序中使用 SOAP：在这一章中我们介绍了通过服务网关集成 SOAP 和 P2P 的概念。我们考虑了这两种技术的共同之处，以及这两种技术如何实现互操作。在这一章中，我们将 JXTA 作为 P2P 网络的一个例子，开发了一个利用 JXTA 对等节点优势的服务网关应用程序。
- P2P 游戏：这里介绍的 P2P 游戏允许玩家在获得或传递一个其名称为“Get Out Of Jail”的令牌的情况下进入或离开该游戏，该游戏中的“Get Out Of Jail”令牌将在参加游戏的所有玩家之间传递。这个游戏程序展示了用于形成一个对等节点域并在

对等节点域的对等节点之间传输消息的技术。

- 远程学习系统：在这一章中，我们用一个应用程序来说明 P2P 协议和软件代理之间的对应关系，并探讨了其他的通信技术。
- P2P 的未来发展方向：在这一章中，我们向读者简单介绍和描述了 P2P 技术的一些重要发展趋势，以及 P2P 和一些相关技术的未来发展方向。

源代码

读者可从 <http://www.sampublishing.com> 上获得本书中的所有源代码和应用程序示例。在这个站点上，读者只需在搜索框中输入本书原书的 ISBN（0672323990）并单击“Search”按钮，就能访问与本书相关的一些信息，并下载本书使用的所有源代码。

目 录

第一部分 P2P 简介

第 1 章 P2P 的基本概念	3
1.1 P2P 发展简史	3
1.2 P2P 应用程序的用武之地	5
1.3 采用 P2P 的目的	5
1.3.1 分散化	6
1.3.2 费用和有效的资源分配	7
1.3.3 普及应用的计算和边缘服务	7
1.4 商业和实现方面的考虑	7
1.5 P2P 体系结构	8
1.5.1 P2P 如何形成动态网络	10
1.5.2 节点自制	13
1.5.3 支持混合模型	14
1.6 JXTA 和 XML	17
1.7 未来包含 Web 服务的 P2P 技术	18
总结	19
第 2 章 基于 Java 平台的 P2P 解决方案	20
2.1 Java 的优势	20
2.1.1 平台独立性	20
2.1.2 Java 的分布式特性	21
2.1.3 RMI	21
2.1.4 支持多线程	21
2.1.5 语言可靠性和成熟性	22
2.1.6 安全性	22
2.1.7 Java 虚拟机	22
2.2 Java 平台的特别优势	26
2.2.1 J2SE	26
2.2.2 J2EE	32
2.2.3 J2ME	33
2.2.4 XML	36
2.2.5 JAX 包	36
2.3 对等性和独立性的优势	39
总结	39

第 3 章 P2P 应用程序的类型	40
3.1 实时消息传输	40
3.1.1 技术	42
3.1.2 产品	44
3.2 管理和共享信息	47
3.2.1 技术	48
3.2.2 产品	50
3.3 协作	52
3.3.1 技术	52
3.3.2 产品	53
3.4 分布式服务	54
3.4.1 技术	54
3.4.2 分布式网络产品	56
总结	57
第 4 章 作为分布式计算环境框架的 P2P	58
4.1 P2P 系统的通用功能和特性	58
4.1.1 动态网络	58
4.1.2 节点的对等性和自治性	58
4.2 P2P 系统与传统系统之间的比较	59
4.2.1 Usenet News 和 NNTP (网络新闻传输协议)	59
4.2.2 Email (电子邮件系统)	60
4.2.3 域名服务	61
4.3 Web 服务概述	62
4.3.1 Web 服务的定义	62
4.3.2 P2P 的可用性	64
4.4 Jini 和 JavaSpaces 概述	64
4.4.1 Jini 的定义	64
4.4.2 JavaSpace 定义	65
4.4.3 设备和服务	66
4.4.4 P2P 的可用性	66
4.5 JXTA 概述	67
4.5.1 JXTA 的定义	67
4.5.2 标准化 P2P 协议	69
总结	69

第二部分 P2P 系统和结构

第 5 章 系统话题探讨	73
---------------------	----

5.1 网络传输	73
5.1.1 通信模型	73
5.1.2 资源(节点)搜索的含义	74
5.1.3 虚拟名字空间	75
5.1.4 路由	75
5.2 协议	77
5.3 元数据	78
5.4 数据格式	80
5.5 功能的集成和互操作性	81
5.5.1 J2EE 和 Java 的消息传输服务	82
5.5.2 Web 服务和 SOAP-RP	83
5.5.3 CORBA 和 SCOAP	84
5.5.4 Jini 和 JavaSpaces	85
5.6 安全性	86
5.6.1 传统的安全性的需求	86
5.6.2 匿名性	86
5.6.3 信任关系	87
5.6.4 可审计性	87
5.7 性能	88
总结	88
第 6 章 P2P 动态网络	90
6.1 对等节点和资源检索	90
6.1.1 路由器对等节点和动态网络	91
6.1.2 广播	91
6.1.3 选择性广播	95
6.1.4 适应性广播	96
6.2 身份标识和在线状态	97
6.3 虚拟网络空间	97
6.4 路由	101
6.4.1 覆盖网络	101
6.4.2 平面网络模型	102
6.4.3 层次型网络模型	103
6.5 性能	103
6.5.1 带宽的可扩展性	104
6.5.2 容错功能	105
总结	105
第 7 章 消息传输方式及协议	107

7.1	什么是协议	107
7.2	HTTP 协议	107
7.3	SMTP 协议	109
7.4	SOAP 协议	109
7.5	BEEP 协议	110
7.5.1	BEEP 协议中使用的一些术语	110
7.5.2	BEEP 协议的工作方式	111
7.5.3	使用 BEEP 协议的 Java 绑定	111
7.5.4	APEX 协议	119
7.5.5	BEEP 的未来	119
7.6	使用定制协议	120
	总结	120
第 8 章	P2P 数据格式和数据交换	121
8.1	目前使用的元数据表示形式	121
8.1.1	P2P 的困境	122
8.1.2	元数据和信息	122
8.1.3	万维网、P2P 和元数据	123
8.1.4	HTML 和元数据	123
8.2	XML 和元数据	123
8.2.1	语义 Web——一种历史的观点	124
8.2.2	Dublin 核心元数据	126
8.2.3	其他标准	127
8.2.4	Java 和 RDF: HP 的 Jena 工具集	127
8.3	P2P 系统中的 XML 和元数据: 应用程序	129
8.3.1	消息传输	129
8.3.2	数据内容管理	130
8.3.3	XML 作为数据源	130
8.3.4	XML 作为 P2P 应用程序的部署层模型	130
8.4	在 P2P 网络搜索对等节点资源	131
	总结	132
第 9 章	集成和互操作性	133
9.1	从套接字到分布式对象: 集成网络协议	133
9.2	确定集成对象: 将什么东西集成在一起	135
9.2.1	现有系统 (支配着这个世界的系统)	135
9.2.2	语法和语义方面的问题	135
9.3	通用的集成协议和系统	136
9.3.1	坚强的老战士: EDI 协议	136

9.3.2	Java RMI	138
9.3.3	CORBA	140
9.3.4	DCOM	142
9.3.5	Web 服务、基于 XML 的远程过程调用和 SOAP	142
9.3.6	其他系统	144
总结		144
第 10 章	P2P 的安全性	145
10.1	网络的安全性要求	145
10.2	网络身份标识	146
10.3	安全性基础	147
10.4	身份识别	152
10.4.1	地址	153
10.4.2	名字空间	153
10.4.3	中心化的身份识别和本地身份识别	153
10.4.4	身份标识中的其他信息	154
10.5	身份认证	154
10.5.1	密码	154
10.5.2	挑战-响应	155
10.5.3	可信任的第三方部件	155
10.5.4	令牌	156
10.5.5	数字化证书	156
10.6	授权	157
10.6.1	Kerberos	157
10.6.2	PKI	159
10.6.3	SAML	161
10.6.4	Microsoft .NET Passport	163
10.6.5	数据的完整性	166
10.6.6	保密性	166
10.6.7	不可否认性	167
10.7	私有性和匿名性	169
10.8	信任	171
10.9	可审计性	174
10.9.1	微小付费模型	174
10.9.2	声誉模型	174
10.10	为开发安全的 P2P 应用程序的软件	175
10.11	其他资源	186
总结		188

第三部分 使用 Java 开发分布式系统

第 11 章 Web 服务	191
11.1 Web 服务和 Web 服务对互操作性的促进作用	191
11.1.1 应用程序的集成	192
11.1.2 面向服务的应用程序结构	193
11.2 Web 服务架构：互操作功能栈	193
11.2.1 Web 服务的网络功能栈	194
11.2.2 描述功能栈	195
11.2.3 服务检索功能栈	195
11.3 Web 服务涉及到的主要技术	196
11.3.1 XML	196
11.3.2 SOAP	206
11.3.3 WSDL	209
11.3.4 UDDI	215
总结	223
第 12 章 消息传输和针对 XML 的 Java API	224
12.1 针对第三方服务的标准 API	224
12.1.1 任何 P2P 应用程序架构的两个基本需求	224
12.1.2 Java 处理 P2P 系统基本需求的方式	225
12.1.3 XML 消息传输的概念	226
12.2 JMS 和消息传输的重要性	226
12.2.1 消息传输的含义	226
12.2.2 消息传输和请求-响应通信方式的比较	226
12.2.3 消息传输客户端和消息传输提供者	227
12.2.4 作为 P2P 系统对等节点的消息传输客户端	227
12.2.5 P2P 应用程序消息传输提供者扮演的角色	227
12.2.6 面向消息的中间件（Message-Oriented Middleware, MOM）	228
12.2.7 Java 消息传输服务	228
12.2.8 使用 JMS 开发应用程序	229
12.2.9 一个基于 JMS 的消息传输应用程序	230
12.3 用于 XML 文档解析的 Java API	238
12.3.1 使用 JAXP 和 DOM 编辑 SOAP 请求消息	239
12.3.2 使用 JAXP 和 SAX 经过简单 API 处理 SOAP 响应消息	243
12.3.3 JAXP 中的 XSLT	249
12.4 XML 和 Java 提供的用于绑定 XML 的 API	251
12.5 使用 JAXM 控制 XML 消息的结构	255

12.5.1 JAXM 作为一个简单的 SOAP 客户端	256
12.5.2 使用 JAXM 编辑 SOAP 消息的消息头	260
12.5.3 使用 JAXM 消息传输提供者和概要文件	261
总结	263
第 13 章 使用注册簿	265
13.1 用于 P2P 应用程序的 XML 注册簿	265
13.2 UDDI	266
13.3 使用 Java 编辑 UDDI 消息请求	276
13.4 ebXML (针对电子商务的 XML)	280
13.5 针对 XML 注册簿的 Java API	295
13.6 访问 Web 服务	301
总结	302
第 14 章 Jini 和 JavaSpace	303
14.1 获得 Jini	303
14.2 标准化接口	303
14.3 HTTP 服务器和协议	304
14.4 远程方法调用	304
14.4.1 RMI 注册簿	306
14.4.2 单点广播和能自启动的服务	306
14.4.3 在 P2P 应用程序中 RMI 扮演的角色	311
14.5 查询和检索	311
14.5.1 理解服务检索的管理机制	312
14.5.2 基于多点广播的消息传输和基于单点广播的消息传输	313
14.5.3 Jini 查询服务	315
14.5.4 Jini 中的服务检索和绑定	317
14.6 Jini 服务	326
14.6.1 检索和查询服务	326
14.6.2 重新确定租借时间服务	326
14.6.3 事件邮箱服务	327
14.6.4 支持 P2P 事务	327
14.6.5 支持 P2P 通信 (JavaSpace, Java 空间)	328
总结	331
第 15 章 P2P Jini 和 JavaSpace	333
15.1 边缘服务	333
15.1.1 分布式通信	334
15.1.2 永久通信通道	343

15.1.3	JavaSpace 实时消息实例	346
15.1.4	集合节点	353
15.2	自愈合网络	353
15.3	智能软件代理	355
15.3.1	简单软件代理应用程序框架	355
15.3.2	移动代理	356
总结		357
第 16 章	JXTA 和 XML	358
16.1	网络的虚拟化	358
16.1.1	JXTA 身份标识、信任状以及身份标识和信任状的公告信息	361
16.1.2	转发 (Relay)	362
16.1.3	端点 (Endpoint)	364
16.1.4	管道的重要性	364
16.2	JXTA 协议	365
16.2.1	对等节点解析器协议	366
16.2.2	端点路由协议	368
16.2.3	对等节点检索协议	369
16.2.4	集合对等节点协议	370
16.2.5	管道绑定协议	371
16.2.6	对等节点信息协议	372
16.2.7	对等节点组和对等节点成员身份协议	372
16.2.8	JXTA 服务	375
16.2.9	对等节点组服务	376
16.2.10	JXTA 模块	377
16.3	JXTA J2SE API	379
16.4	第一个 JXTA 应用程序	379
16.5	JXTA 素数检索应用程序	381
16.5.1	JXTA 应用程序的设计	383
16.5.2	消息定义	384
16.5.3	服务的定义和检索	385
16.5.4	服务的实现	385
16.5.5	创建和发布公告信息	387
16.5.6	处理从 InputPipe 对象中传输来的消息	391
16.5.7	素数检索应用程序的客户端	392
总结		400
第 17 章	JXTA Shell	401
17.1	为什么要使用 Shell	401

17.2 启动和使用 Shell	403
17.2.1 使用 man 命令	403
17.2.2 JXTA Shell 程序和 Unix shell 之间的差别	404
17.2.3 环境变量	404
17.3 通过 Shell 与远程对等节点进行交互	409
17.4 Shell 程序的扩展	412
17.5 连接 Shell 命令	418
总结	419

第四部分 P2P 应用程序示例

第 18 章 构建个人化入口应用程序	423
18.1 个人化入口的基本概念	423
18.2 信息内容管理	424
18.3 个人化的信息空间	425
18.4 共享信息	427
18.5 信息发布	427
18.6 个人化入口的设计	428
18.6.1 个人化入口的功能	429
18.6.2 设计个人化入口应用程序的类	430
18.7 应用程序代码	431
18.7.1 资源租用	433
18.7.2 服务检索	441
18.8 运行应用程序实例	443
18.8.1 配置	443
18.8.2 启动服务	443
总结	446
第 19 章 P2P 控制器	447
19.1 P2P 控制器	447
19.1.1 对等节点域的形成	447
19.1.2 对等节点的在线状态	447
19.1.3 监控	447
19.2 应用程序的设计	448
19.2.1 应用程序的实现细节	449
19.2.2 P2P 控制器应用程序功能示例	450
19.2.3 P2P 控制器应用程序的目的	452
19.2.4 P2P 控制器应用程序的使用场景	453
19.2.5 类设计	453