

北京邮电大学

硕士学位论文

基于RSS的移动P2P分发系统的设计与实现

姓名：靳慧芳

申请学位级别：硕士

专业：计算机科学与技术

指导教师：马建

20070301

基于 RSS 的移动 P2P 分发系统的设计与实现

摘 要

手机作为现代通讯工具，早已不再是奢侈品，而逐渐成为人手一部甚至多部的日用品。在中国，拥有手机的人数比拥有 PC 的多的多。随着 3G 时代的到来，更高的网络带宽和更快的传输速率，使基于手机的增值服务，特别是数据业务越来越引起人们的关注。

手机屏幕较小，上网资费较高，因此通过手机在互联网的海量信息中浏览和查找所需内容比在 PC 上困难的多。这就迫切需要有一种工具可以减少用户在不同网站间的切换，可以更快更有效的找到想要的信息。

基于 RSS 技术的移动 RSS 阅读器有效解决了该问题。用户可以通过订阅 RSS 频道，享受来自 RSS 服务器的“推送”服务。

然而，随着订阅 RSS 频道的用户的增多，RSS 服务器的负担越来越重，响应时间也越来越长，这给功耗有限的移动手持终端带来了很大的不便。为了解决这一问题，本系统在实现移动 RSS 阅读器的基础上，提出了用移动 P2P 技术来分发 RSS Feed，利用“去中心化”的思想，减轻 RSS 服务器的负担的机制。

本论文在分析研究 RSS 技术及规范，P2P 技术以及移动 P2P 开发平台 JXME 的基础上，对移动 RSS 阅读器，以及利用移动 P2P 网络分发 RSS Feed 进行了细致的需求分析，并对基于 RSS 的移动 P2P 分发系统的总体设计、各功能模块的详细设计和实现进行了详细的描述，同时还给出了对系统的功能测试和性能仿真。论文最后对所做的工作进行了总结，并指出了系统的不足和改进方法。

关键词：RSS 技术 移动终端 P2P JXME 平台

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF MOBILE P2P DISTRIBUTION SYSTEM BASED ON RSS

ABSTRACT

Mobile phone as modern communication tool is no longer a luxury, but becoming daily necessities. In China, the number of mobile phone owners is much more than PC owners. With the arrival of 3G, where more network bandwidth and higher transmission speeds can be provided, the value-added services based on mobile phones, especially the data and multimedia services, are drawn more concern.

Due to small screens and high network tariff, surfing and searching information via mobile phone are more difficult than that via PCs. Hence, it is necessary to find a tool which can reduce the number of switches between different websites, so that users can find the desired information faster and more effectively.

The mobile RSS reader based on RSS technology can effectively solve the problem. Users can subscribe the needed and/or interested RSS channels, and enjoy the "PUSH" services from RSS Server.

However, with the increase of the number of users, the burden on the RSS server becomes much heavier, and the response time is getting longer and longer. This puts forward a great challenge for the power-limited mobile handheld terminals. In order to solve this problem, the mechanism is proposed in the thesis, which uses the mobile P2P technology to distribute RSS feeds. Through using "decentralizing" thought, the burden on the RSS server can be reduced.

On the basis of the studies on the RSS technology specifications, P2P technology as well as the development platforms JXME, this thesis analyses the requirements of the mobile P2P distribution system based on RSS technology in detail, describes the general design, the detailed design and the implementation of the main function modules. The thesis gives also the functional test of the system and some simulation results. The major deficiencies and the improvement methods have also been points out in the thesis.

KEY WORDS: RSS Technology Mobile Terminal P2P JXME Platform

图画列表

图 1-1 基于 RSS 的信息聚合与分发系统..... 1

图 2-1 传统 WEB 方式 Vs. RSS 订阅方式..... 5

图 2-2 简单 RSS FEED 示例..... 5

图 2-3 RSS 2.0 规范..... 6

图 2-4 RSS 阅读器：新浪点点通..... 9

图 2-5 手机 RSS 阅读器..... 9

图 3-1 P2P 中心化拓扑..... 12

图 3-2 P2P 全分布式非结构化化拓扑..... 13

图 3-3 P2P 全分布式结构化拓扑..... 15

图 3-4 P2P 半分布式拓扑..... 15

图 4-1 JXTA 层次结构图..... 20

图 4-2 JXTA 核心协议图..... 22

图 4-3 JXME 网络拓扑..... 24

图 4-4 JXME 体系结构..... 24

图 4-5 ELEMENT 组成结构图..... 24

图 5-1 系统物理结构图..... 28

图 5-2 JXME 对等点与中继通信模型..... 29

图 5-3 系统处理流程图..... 31

图 5-4 MVC 动态协作关系..... 33

图 5-5 系统模块结构图..... 33

图 5-6 移动 P2P-JXME 模块工作流程..... 38

图 6-1 INTERNET 配置..... 40

图 6-2 JXME RELAY 配置..... 41

图 6-3 JXME PEER 配置..... 41

图 6-4 移动 RSS 阅读器频道添加功能测试..... 42

图 6-5 移动 RSS 阅读器频道删除功能测试..... 43

图 6-6 移动 RSS 阅读器频道编辑功能测试..... 43

图 6-7 移动 RSS 阅读器频道读取功能测试..... 44

图 6-8 移动 RSS 阅读器频道保存功能测试..... 44

图 6-9 系统移动 P2P 功能测试..... 46

图 6-10 使用移动 P2P 机制前后 RSS 服务器负荷对比图..... 47

独创性（或创新性）声明

本人声明所呈交的论文是本人在导师指导下进行的研究工作及取得的研究成果。尽我所知，除了文中特别加以标注和致谢中所罗列的内容以外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果，也不包含为获得北京邮电大学或其他教育机构的学位或证书而使用过的材料。与我一同工作的同志对本研究所做的任何贡献均已在论文中作了明确的说明并表示了谢意。

申请学位论文与资料若有不实之处，本人承担一切相关责任。

本人签名： 靳慧芳 日期： 9.4.2007

关于论文使用授权的说明

学位论文作者完全了解北京邮电大学有关保留和使用学位论文的规定，即：研究生在校攻读学位期间论文工作的知识产权单位属北京邮电大学。学校有权保留并向国家有关部门或机构送交论文的复印件和磁盘，允许学位论文被查阅和借阅；学校可以公布学位论文的全部或部分内容，可以允许采用影印、缩印或其它复制手段保存、汇编学位论文。（保密的学位论文在解密后遵守此规定）

本学位论文不属于保密范围，适用本授权书。

本人签名： 靳慧芳 日期： 9.4.2007
导师签名： 马建 日期： 9.4.2007

第一章 绪论

1.1 论文工作背景

网络和计算机的飞速发展给我们的生活带来巨大变化，对信息从业人员来讲，互联网无疑已经成为其日常生活中不可或缺的工具。Internet 上包含着海量信息，并且更新速度越来越快，因此，如何对这些信息整理分类，并以一定的方式呈现给用户，以使用户在最短时间内获得所需的最新信息面临着严峻的挑战。

为解决上述问题，依托“Nokia—北邮”合作项目，提出了“基于 RSS 的信息聚合与分发系统”。该系统的目标是对现有互联网的海量信息进行提取、整理和分析，按内容划分为不同的频道，根据 RSS^{[1][2]}规范 2.0，进行封装，以 xml 文件的形式，提供给用户订阅。在 RSS 频道内容分发方式上，考虑到提供 RSS 频道订阅服务的服务器负荷问题，制定了三种分发方式，分别为：在互联网上的 P2P^[3]分发，移动网络上的 P2P 分发和 DVB-H^[4]广播分发。

系统的总体结构如图 1-1 所示：

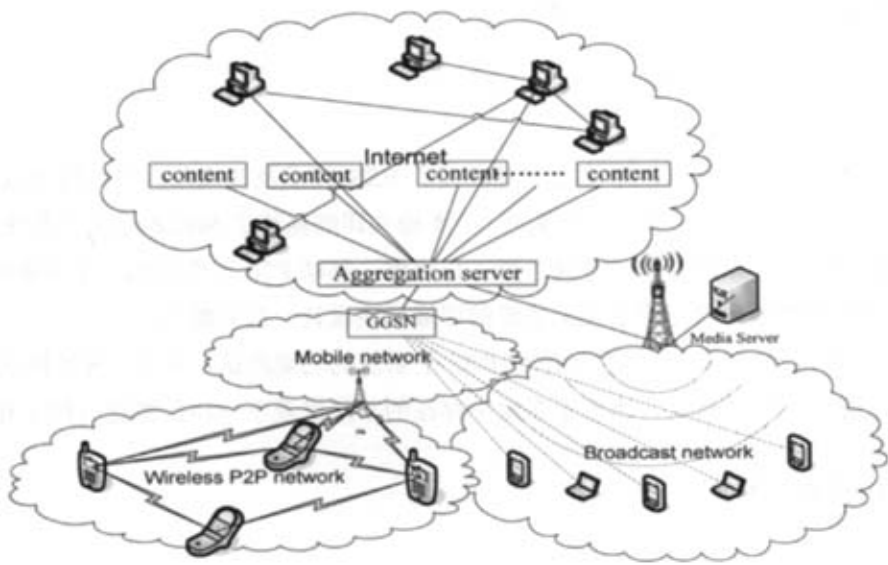


图 1-1 基于 RSS 的信息聚合与分发系统

本论文工作实现的是 RSS Feed 在移动终端上的 P2P 分发，详见图中的蓝色部分，即实现“基于 RSS 的移动 P2P 分发子系统”，下面简称 MP2P-RSS。

1.2 论文主要工作

1.2.1 目标

MP2P-RSS 子系统的输入为封装好的 RSS Feed，即 XML 格式的 RSS 频道信息，输出是通过移动 P2P 分发技术，将 RSS Feed 的内容呈现给终端用户。

MP2P-RSS 子系统首先在移动终端上实现 RSS 阅读器，使移动终端用户可以订阅聚合服务器（见图 1-1 中 Aggregation Server）提供的 RSS 频道。用户在移动 RSS 阅读器中完成订阅后，阅读器就会定期把最新内容呈现给用户。

另外，为解决由于订阅 RSS 频道的用户过多、而引起的 RSS 服务器负荷过重的问题，本论文提出了移动 P2P 解决方案：即在移动网上利用 P2P 机制来分发 RSS Feed。

P2P，即点对点（Peer to Peer）网络，与传统的 C/S 模式有很大差别，体现的是去中心化思想，即网络中每个节点都是对等的，既可以作为服务器，也可以作为客户端。所谓移动 P2P，即把每个移动终端看成一个节点，订阅同一个 RSS Feed 的节点组成一个 P2P 网络。

因此，本论文的主要目标是利用移动 P2P 机制来分发 RSS Feed，以及实现 RSS Feed 在移动终端上的呈现。

1.2.2 主要工作内容

为实现上述目标，本论文主要研究了 RSS 技术及其规范，P2P 技术以及移动 P2P 开发平台 JXME。在此基础上，本论文详细描述了 MP2P-RSS 子系统的总体设计，包括系统组成、系统主要工作流程、移动 P2P 工作机制、模块结构图、以及存储模型，并完成了该子系统的详细模块设计、代码编写。

另外，本论文还完成了 MP2P-RSS 子系统的功能测试，并对系统的移动 P2P 部分进行了性能仿真，指出了系统中存在的不足以及下一步需要进行的工作。

1.3 论文结构

论文的第二至第四章主要介绍该论文所涉及到的技术背景及开发平台，第五至第六章详细介绍 MP2P-RSS 子系统的实现及测试，第七章对论文进行了总结。具体内容安排如下：

第二章介绍了 RSS 的由来，历史，RSS 规范的特点，基于 RSS 的阅读器的的工作原理，以及 RSS 阅读器的工作流程。

第三章介绍了 P2P 的定义, P2P 技术的特点, P2P 技术的拓扑结构以及移动 P2P 技术的特殊性。

第四章主要介绍了移动 P2P 网络平台—JXME, 它们各自的优缺点, 以及为什么选择 JXME 平台, 并具体介绍 JXME 的框架结构、协议组成、编程接口等。

第五章详细介绍了 MP2P-RSS 子系统的设计与实现, 包括需求分析、概要设计、详细设计、编程实现等

第六章详细介绍了 MP2P-RSS 子系统的测试与仿真。测试主要包括: 模拟器测试和真机测试。仿真是在 NS2 平台上, 对使用移动 P2P 技术前后的 RSS 服务器的负荷进行仿真。

第七章对本论文进行总结, 提出了下一步改进和完善的建议, 最后还列出了本人在硕士研究生期间的工作情况和成果。

第二章 RSS 技术的研究

2.1 RSS 的定义以及规范

(1) RSS 的定义

RSS 即“Rich Site Summary”或“Really Simple Syndication^[5]”(真正简易聚合)技术。它是一种轻量级的、多用途的、可扩展的元数据描述和交换格式,是 XML 的一种应用,遵照 W3C 的 RDF 规范,并可以通过 XML 名称空间(namespace)以及基于 RDF 的模块进行扩展。

尽管普通人听起来有点“玄妙”,其实在实用中,可以简化地理解为“两点直接信息传递”,即内容商一端将各种信息用 RSS 格式打包,“推”送到用户一端的本地阅读器软件中。用户不需要了解任何具体技术细节就可以享受 RSS 技术带来的良多受益。

RSS 技术诞生于 1999 年的网景公司(Netscape),网景公司定义了一套描述新闻频道的语言,即 RSS,用于将网站内容投递到 Netscape Navigator 互联网浏览器中。

随着时间的推移,RSS 技术随着 XML 技术的发展和博客群体的快速增长,逐渐被人们广泛地接受,其应用范围也已经跳出单纯的博客,成为新闻传媒、电子商务、企业知识管理等众多领域的不可缺少的高新技术。越来越多的公司和科研机构纷纷推出自己的 RSS 规范,并分别有自己的支持者。

RSS 主要有三个技术标准阵营,分别是:RSS 0.9x/2.0, RSS 1.0, Atom 0.3。目前,它们正在展开相互兼容的对话,相信在不久的将来会有积极的结果。

本文主要依据的是 RSS2.0 规范,目前由哈佛大学的一个实验室进行维护。

图 2-1 描述了传统 Web 浏览方式与 RSS 订阅方式的对比。

按照传统 web 浏览方式,浏览者需要打开多个浏览窗口,进入不同的门户网站(导航站),再从这些站点寻找感兴趣的标题,点击相应的链接后才能看到目标信息。在一些大的门户网站,用户需要 3 次甚至更多的点击才能看到最终的内容页面。并且这些内容往往是过期的。

而通过 RSS 订阅 Web 信息,用户可以在 RSS 聚合站点或 RSS 阅读器中有针对性地订阅自己感兴趣的信息源。利用 RSS 技术,目标信息源将内容提要(Feed)即时传送到聚合站点或 RSS 阅读器中。用户只要访问一个自己定制的聚合站点,甚至只打开一个软件—RSS 阅读器,就可以获取所有感兴趣的信息,而且这些信息是即时的。

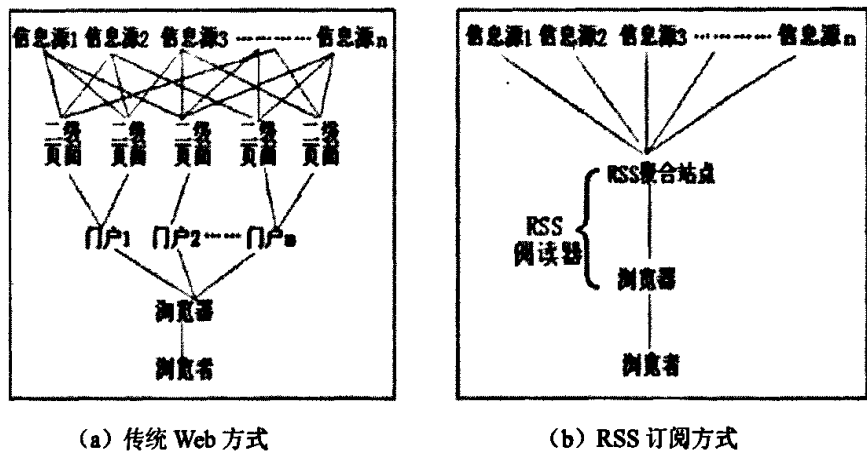


图 2-1 传统 Web 方式 Vs. RSS 订阅方式

RSS 将网站看作一系列频道 (channels) 的集合, 每个频道包含一系列资源 (items), 因此通过对频道及所含资源的描述可实现对作为资源集合的网站的描述。内容的发布者只需要按照 RSS 定义的格式形成一个标准的 XML 文件, 也就是 RSS Feed。一个 RSS Feed 描述一项频道信息。

一个简单的 RSS Feed 示例如下:

```
<rss version="2.0">
< channel >
.....
<item>
<title>Pocket Access 与 .NET Compact Framework</title>
<link>http://www.microsoft.com/china/MSDN/library/Mobility/pocketpc/macroad10222003.msp</link>
<description>Larry Roof 深入讨论了移动应用程序中用于 Pocket Access 数据库的数据存储, 并解释了这种存储类型的优势以及如何在您自己的应用程序中实现它。</description>
<author></author>
<category></category>
<pubDate>Mon, 24 Jan 2005 3:00:00 GMT</pubDate>
</item>
.....
</channel>
</rss>
```

图 2-2 简单 RSS Feed 示例

(2) RSS 规范

RSS 实际上是 XML 的一种应用, 它定义了一系列成对出现的标签, 这些标签又称为“元素”。每个 RSS Feed 对应一对<channel></channel>标签。这对<channel></channel>标签中又可以包含多对子标签, 即多个元素。这些元素有些

是可选的，有些则是必须的。其中，<item></item>标签是比较关键的，它们对应着频道中一条条具体的信息。RSS 2.0 规范中定义的元素具体如下图：

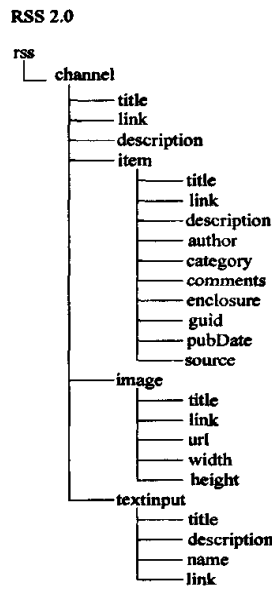


图 2-3 RSS 2.0 规范

2.2 RSS 技术特点以及应用过程

(1) RSS 技术特点

RSS 通过 XML 标准定义内容的包装和发布格式，使内容提供者和接收者都能从中获益。对内容提供者来说，RSS 技术提供了一个实时、高效、安全、低成本的信息发布渠道；对内容接收者来说，RSS 技术提供了一个崭新的阅读体验。RSS 技术几大显著特性简述如下：

- 来源多样的个性化“聚合”特性

因为 RSS 是一种被广泛采用的内容包装定义格式，所以任何内容源都可以采用这种方式来发布信息，包括专业新闻站点、电子商务站点、企业站点、甚至个人站点等。而在用户端，RSS 阅读器软件的作用就是按照用户的喜好，有选择性地将用户感兴趣的内容来源“聚合”到该软件的界面中，为用户提供多来源信息的“一站式”服务。

- 信息发布的时效、低成本特性

RSS 技术秉承“推”信息的概念，当新内容在服务器数据库中出现时第一时间被“推”到用户端阅读器中，极大地提高了信息的时效性和价值。此外，服务器内容的 RSS 包装在技术实现上极为简单，而且是一次性的工作，使长期的信

息发布边际成本几乎降为零，完全是传统的电子邮件、卫星传输、互联网浏览等发布方式所无法比拟的。

- 无“垃圾”信息、便利的本地内容管理特性

RSS 用户端阅读器软件的特点是完全由用户根据自身喜好以“频道”的形式订阅值得信任的内容来源，如“新华网国际新闻”、“中国汽车网市场行情”、“太极网 IT 产品资讯”等。RSS 阅读器软件完全屏蔽掉其他所有用户没有订阅的内容以及弹出广告、垃圾邮件等令人困扰的噪音内容。此外，对下载到阅读器上的订阅的 RSS 内容，用户可以进行离线阅读、存档保留、搜索排序、相关分类等多种管理操作，使阅读器软件不仅是一个“阅读”器，更是一个用户随身的“资料库”。

(2) RSS 工作过程

对于一般用户来说，用 RSS 订阅新闻可以像使用 Outlook Express 收取订阅的邮件一样简单；而对于 Web 应用程序的开发者而言，RSS 的工作过程也不是那么复杂，至少比大多数其他常见的 Web 技术都更容易被理解和被实现。

用通俗的语言可以这样描述一个 RSS 的基本应用：用户通过 RSS 订阅，从网站上获取最新的文章标题、内容提要及全文链接等基本信息（Feed），并据此进行可取舍的有针对性的快速阅读。

RSS 的目的是为了给 Web 上不同端点间提供一种内容交换的机制，RSS 技术标准本身就是为这种内容交换而定义的一套规范。在这里，Web 端点要交换的内容首先要满足 XML 标准的输出格式，也就是说，RSS 首先应该被看作是一个 XML 框架下的应用实例。

在一个 RSS 提要（Feed）的分发过程中，内容发布商首先将要发布的提要按照 RSS 定义的方式输出到一个标准的 XML 文件，该文件在 Web 上要由一个惟一确定的地址来标识。用户端在得知该 XML 文件的地址后，将其导入“周博通”或“看天下”等 RSS 阅读器，作为监测地址。然后，RSS 阅读器将按照预先设定的频率，每隔一段时间（一般为几分钟到一个小时不等）对监测的 RSS 地址进行扫描，查看目标 XML 文件是否有变动。一旦发现该文件被改动过，就将此 XML 文件自动下载到本地。

被监测的 XML 文件（RSS 地址）中保存着标准 RSS 格式的提要（Feeds）信息，这些信息用不同的标签来标注。Feeds 包含的主要信息有频道名称（用 <channel>来标识）、标题（<title>）、链接地址（<link>）、内容摘要（<description>）、语言（<language>）、发布时间（<pubDate>）、作者（<author>）、分类（<category>）等十多种预定义的标记。用户接收到 Feeds 后，就能在 RSS 阅读器中看到这一频道下所有最新文章的标题和每篇文章的内容摘要以及可链接到全文的网页地

址。如果用户通过对文章标题和内容摘要（一般只有几十到上百字）的浏览产生了进一步阅读的兴趣，就可以通过 Feeds 中提供的链接找到文章的全文进行详细阅读。

为了保证 RSS 订阅的即时性，在内容的发布端，Feeds 提供者还需要建立一种内容同步机制，每当 Web 站点内容更新时，都要根据最新添加的内容向原有的 Feeds 文件（XML 文件）中加入新的 Feeds 信息。仍以上图中所举的 MSDN 中文站点为例，如果该网站新加入了一篇题为《Pocket Access 与 .NET Compact Framework》的文章，则 MSDN 中文站就需要将上一段中列出的“”与“”标签之间的内容添加到原有的 Feeds 文件中去。这样，当 RSS 阅读器在预先设定好的时间间隔内启动对目标 Feeds 文件的监测时，就会发觉该文件已经做过改动，并进而重新下载此文件到本地客户端。这表现在用户的 RSS 阅读器界面中就是该站点有新的 Feeds 被收取，用户看到一篇新文章的内容提要。

2.3 RSS 阅读器

目前，已经有各种各样的桌面 RSS 阅读器，例如：周伯通、看天下、新浪点点通等，在线的 RSS 阅读器有 bloglines 等。下面是新浪点点通[]的界面，它很像 outlook 邮件阅读器：



图 2-4 RSS 阅读器：新浪点点通

随着 RSS 越来越广泛的应用，开始出现多款手机上的 RSS 阅读器，比较著名的有：拇指天空阅读器、掌上博通 RSSReader 等。下面是一个手机 RSS 阅读器的示例：



图 2-5 手机 RSS 阅读器

2.4 本章小节

RSS 技术对于许多人来说，是很陌生的，尽管它在 1999 年就出现了，但其大规模的应用，却是在博客技术广泛流行的今天。

本章详细介绍了 RSS 的定义、RSS 规范、RSS 技术特点、RSS 基本应用过程以及常见和流行的 RSS 阅读器。另外，本章还比较了 RSS 技术与传统 Web 技术的特点，阐述了 RSS 技术流行的缘由。

目前成千上万个网站利用 RSS 来增加访问自己网站的数据流。这项技术进化成为 BBC、New York Times、Cnet、Salon、ESPN、InfoWorld、The Christian Science Monitor 和许多其它网站间共享内容的流行手段

总而言之，RSS 技术和在其基础上开发的产品和行业应用，使信息“插上了智慧的翅膀”，在最短时间内飞到最需要它们的用户身边。RSS 正在逐渐成为许多网上商务模式的核心竞争武器之一，为客户提供着更有价值的信息，同时为内容/商务服务商创造着更多的业务机会。

第三章 P2P 技术的研究

3.1 P2P 的定义

P2P 技术,也称为对等网络(Peer to Peer)技术,这是一种网络结构的思想。它与目前网络中占据主导地位的客户端/服务器(Client/Server)结构(也就是 WWW 所采用的结构方式)的一个本质区别是,整个网络结构中不存在中心节点(或中心服务器)。在 P2P 结构中,每一个节点(peer)大都同时具有信息消费者、信息提供者和信息通讯等三方面的功能。在 P2P 网络中,每一个节点所拥有的权利和义务都是对等的。

近年来,P2P 技术正逐渐成为技术界的一个热门话题,与之相关的商业应用的讨论也越来越热烈。Peer to Peer 业务,自 1999 年 Napster 推出后迅速普及,成为对等计算的重要成功实例,自此之后,越来越多 P2P 软件的发布和应用,均验证了对等计算思想的成功,如 Gnutella、Freenet、BitTorrent、KaZaA、Skype 等等。

3.2 P2P 技术的特点

从诞生之日起,P2P 的宗旨就是要打破“服务器”垄断,提供“C/S”结构所不能提供的功能,并充分利用和丰富现有的 Internet 资源。也就是说 P2P 不是要从根本上废除“服务器”,而且在相当长的一段时间内,会与“服务器”并存和共同发展。

P2P 非常强调一个词:“少量借助服务器”。它的提出意味着 P2P 技术将 Internet 服务提供方式划分为 3 种:完全基于服务器(Server-based),少量借助服务器(with-Server),完全脱离服务器(non-Server)。P2P 主要面向后两种情况。“少量借助服务器”这种方式是现在比较常见的 P2P 解决方案。例如,曾惹来广泛争议的 Napster、现在欧美非常流行的 eDoney&eMule,以及我国 P2P 爱好者开发的 Jelawat、Workslink 等,都属于这类产品。目前这类产品多以文件共享服务为主,并兼有简单即时通信功能。

这种方式的一个主要特点是,“服务器”的功能已经远远退化,一般只作为“索引服务器”使用,提供所有节点(peer)以及各种文件列表的查找、索引服务。

“完全脱离服务器”方式是 P2P 研究的重点和难点^[6],也是 P2P 技术最终的

目标。这种方式完全不需要服务器的存在，所有节点都是平等的，在 P2P 网络中所有的资源按照某种规则共享，同时任何节点可以在任何时候在任何地点加入到某个 P2P 网络群体中。

P2P 显著的技术优点总结如下：

非中心化：网络中的资源和服务分散在所有结点上，信息的传输和服务的实现都直接在结点之间进行，可以无需中间环节和服务器的介入，避免了可能的瓶颈。P2P 的非中心化基本特点，带来了其在可扩展性、健壮性等方面的优势。

可扩展性：在 P2P 网络中，随着用户的加入，不仅服务的需求增加了，系统整体的资源和服务能力也在同步地扩充，始终能比较容易地满足用户的需要。理论上其可扩展性几乎可以认为是无限的。例如：在传统的通过 FTP 的文件下载方式中，当下载用户增加之后，下载速度会变得越来越慢，然而 P2P 网络正好相反，加入的用户越多，P2P 网络中提供的资源就越多，下载的速度反而越快。

健壮性：P2P 架构天生具有耐攻击、高容错的优点。由于服务是分散在各个结点之间进行的，部分结点或网络遭到破坏对其它部分的影响很小。P2P 网络一般在部分结点失效时能够自动调整整体拓扑，保持其它结点的连通性。P2P 网络通常都是以自组织的方式建立起来的，并允许结点自由地加入和离开。

高性价比：性能优势是 P2P 被广泛关注的一个重要原因。随着硬件技术的发展，个人计算机的计算和存储能力以及网络带宽等性能依照摩尔定理高速增长。采用 P2P 架构可以有效地利用互联网中散布的大量普通结点，将计算任务或存储资料分布到所有结点上。利用其中闲置的计算能力或存储空间，达到高性能计算和海量存储的目的。目前，P2P 在这方面的应用多在学术研究方面，一旦技术成熟，能够在工业领域推广，则可以为许多企业节省购买大型服务器的成本。

隐私保护：在 P2P 网络中，由于信息的传输分散在各节点之间进行而无需经过某个集中环节，用户的隐私信息被窃听和泄漏的可能性大大缩小。此外，目前解决 Internet 隐私问题主要采用中继转发的技术方法，从而将通信的参与者隐藏在众多的网络实体之中。在传统的一些匿名通信系统中，实现这一机制依赖于某些中继服务器节点。而在 P2P 中，所有参与者都可以提供中继转发的功能，因而大大提高了匿名通讯的灵活性和可靠性，能够为用户提供更好的隐私保护。

负载均衡：P2P 网络环境下由于每个节点既是服务器又是客户机，减少了对传统 C/S 结构服务器计算能力、存储能力的要求，同时因为资源分布在多个节点，更好的实现了整个网络的负载均衡。

3.3 P2P 网络的拓扑结构

拓扑结构是指分布式系统中各个计算单元之间的物理或逻辑的互联关系，结

点之间的拓扑结构一直是确定系统类型的重要依据。目前互联网络中广泛使用集中式、层次式等拓扑结构。Internet 本身是世界上最大的非集中式的互联网络，但是九十年代所建立的一些网络应用系统却是完全的集中式的系统，许多 Web 应用都是运行在集中式的服务器系统上。集中式拓扑结构系统目前面临着过量存储负载、DOS (Denial of Service, 拒绝服务) 攻击，网络带宽限制等一些难以解决的问题。P2P 系统主要采用非集中式的拓扑结构，一般来说不存在上述这些难题。

根据结构关系可以将 P2P 系统细分为四种拓扑形式：

- 中心化拓扑 (Centralized Topology)；
- 全分布式非结构化拓扑 (Decentralized Unstructured Topology)；
- 全分布式结构化拓扑 (Decentralized Structured Topology, 也称作 DHT 网络)；
- 半分布式拓扑 (Partially Decentralized Topology)。

3.3.1 中心化拓扑

中心化拓扑最大的优点是维护简单，资源发现效率高。由于资源的发现依赖中心化的目录系统，发现算法灵活高效并能够实现复杂查询。最大的问题与传统客户机/服务器结构类似，容易造成单点故障，访问的“热点”现象和版权纠纷等相关问题，这是第一代 P2P 网络采用的结构模式，经典案例就是著名的 MP3 共享软件 Napster。其网络拓扑图如下：

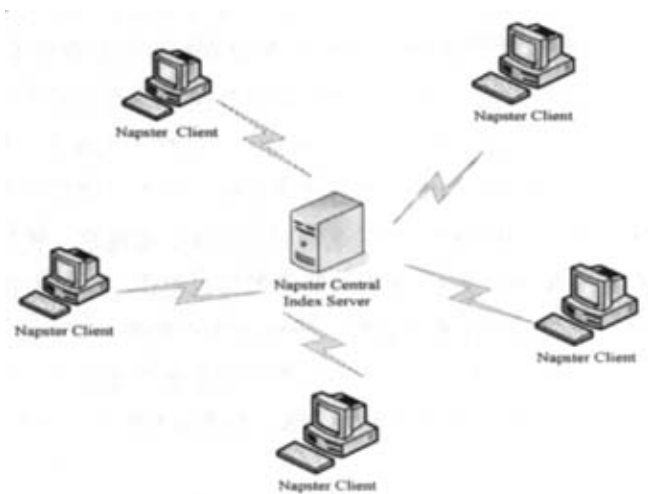


图 3-1 P2P 中心化拓扑

然而，这种对等网络模型存在以下这些问题：

- 中央索引服务器的瘫痪容易导致整个网络的崩溃，因此可靠性和安全性较低。
- 随着网络规模的扩大，对中央索引服务器进行维护和更新的费用将急剧增加，所需成本较高。
- 中央索引服务器的存在常引起版权问题上的纠纷，通常，服务提供商被追究法律责任。

综合上述优缺点，对小型网络而言，中心化拓扑模型在管理和控制方面占一定优势。但鉴于其存在的上述缺陷，该模型并不适合大型网络应用。

3.3.2 全分布式非结构化拓扑

全分布式非结构化拓扑的 P2P 网络是在重叠网络 (Overlay Network) 上采用了随机图的组织方式，结点度数服从 Power-law 规律^[8] (幂次法则)，从而能够较快发现目的结点，面对网络的动态变化体现了较好的容错能力，因此具有较好的可用性。同时可以支持复杂查询，如带有规则表达式的多关键词查询，模糊查询等，采用这种拓扑结构最典型的案例便是 Gnutella (音译：纽特拉)。准确地说，Gnutella 不是特指某一款软件，而是指遵守 Gnutella 协议^[9]的网络以及客户端软件的统称。

P2P 全分布式非结构化拓扑结构图如下所示：

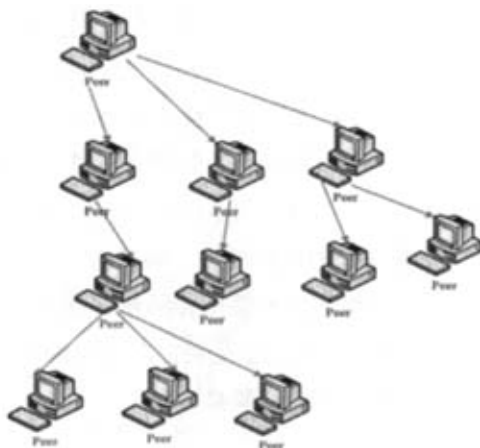


图 3-2 P2P 全分布式非结构化化拓扑

Gnutella 和 Napster 最大的区别在于 Gnutella 是更加纯粹的 P2P 系统，因为它没有中央索引服务器，每台机器在 Gnutella 网络中是真正的对等关系，既是客户机同时又是服务器，所以被称为对等机(Servent, Server+Client 的组合)。在文件检索方面，它与 Napster 也不相同。在 Gnutella 网络的发展初期，它主要采用

基于完全随机图的 Flooding 搜索算法^[10]。Flooding 的工作流程如下：当一台计算机要下载一个文件，它首先以文件名或者关键字生成一个查询，并把这个查询发送给与它相连的所有计算机，这些计算机如果存在这个文件，则与查询的机器建立连接，如果不存在这个文件，则继续在自己相邻的计算机之间转发这个查询，直到找到文件为止。为了控制搜索消息不至于永远这样传递下去，一般通过 TTL (Time To Live) 的减值来控制查询的深度。

但是，随着联网节点的不断增多，网络规模不断扩大，通过这种 Flooding 方式定位对等点的方法将造成网络流量急剧增加，从而导致网络中部分低带宽节点因网络资源过载而失效。所以在初期的 Gnutella 网络中，存在比较严重的分区，断链现象。也就是说，一个查询访问只能在网络的很小一部分进行，因此网络的可扩展性不好。所以，后来许多研究人员在 Flooding 的基础上作了许多改进。

由于非结构化网络将重叠网络认为是一个完全随机图，结点之间的链路没有遵循某些预先定义的拓扑来构建。这些系统一般不提供性能保证，但容错性好，支持复杂的查询，并受结点频繁加入和退出系统的影响小。但是查询的结果可能不完全，查询速度较慢，采用 Flooding 查询的系统对网络带宽的消耗非常大，并由此带来可扩展性差等问题。

3.3.3 全分布式结构化拓扑

全分布式结构化拓扑的 P2P 网络主要是采用分布式散列表^[11] (Distributed Hash Table, 简写成 DHT) 技术来组织网络中的结点。DHT 是一个由广域范围大量结点共同维护的巨大散列表。散列表被分割成不连续的块，每个结点被分配给一个属于自己的散列块，并成为这个散列块的管理者。通过加密散列函数，一个对象的名字或关键词被映射为 128 位或 160 位的散列值。DHT 类结构能够自适应结点的动态加入/退出，有着良好的可扩展性、鲁棒性、结点 ID 分配的均匀性和自组织能力。由于重叠网络采用了确定性拓扑结构，DHT 可以提供精确的发现。只要目的结点存在于网络中 DHT 总能发现它，发现的准确性得到了保证，最经典的案例是 Tapestry, Pastry, Chord 和 CAN。

其网络拓扑如下所示：

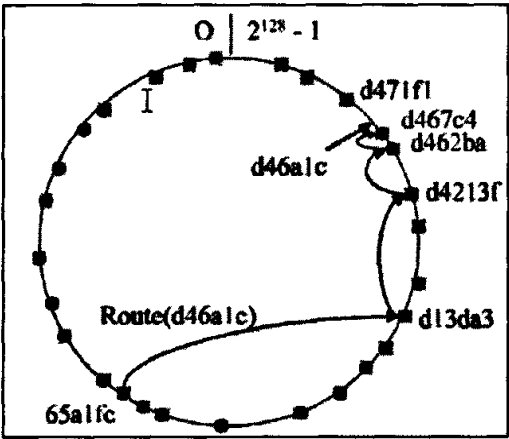


图 3-3 P2P 全分布式结构化拓扑

3.3.4 半分布式拓扑

半分布式拓扑结构(有的文献亦称作混杂模式,英文表达为 Hybrid Structure)吸取了中心化结构和全分布式非结构化拓扑的优点,选择性能较高(处理、存储、带宽等方面性能)的结点作为超级结点(英文表达为 SuperNodes 或者 Hubs),在各个超级结点上存储了系统中其他部分结点的信息,发现算法仅在超级结点之间转发,超级结点再将查询请求转发给适当的叶子结点。半分布式结构也是一个层次式结构,超级结点之间构成一个高速转发层,超级结点和所负责的普通结点构成若干层次。采用这种结构的最典型的案例就是 KaZaa。

P2P 半分布式网络拓扑图如下：

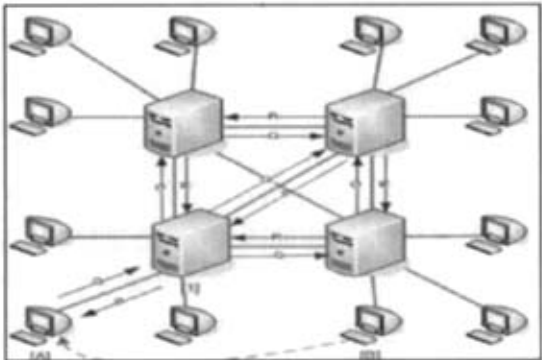


图 3-4 P2P 半分布式拓扑

在实际应用中,每种拓扑结构的 P2P 网络都有其优缺点,下表从可扩展性、可靠性、可维护性、发现算法的效率、复杂查询等方面比较了这四种拓扑结构的

综合性能:

表 3-1 P2P 的四种拓扑结构性能对比

比较标准 / 拓扑结构	中心化拓扑	全分布式非结构化 拓扑	全分布式结构化 拓扑	半分布式 拓扑
可扩展性	差	差	好	中
可靠性	差	好	好	中
可维护性	最好	最好	好	中
发现算法效率	最高	中	高	中
复杂查询	支持	支持	不支持	支持

3.4 移动 P2P 技术

固定 IP 网络和移动通信网络的环境是不相同的。Internet 基本上是一个平面网状结构，P2P 让 Internet 回归了对等的自然本性，在 Internet 中，其管理机制是非常弱化的。而移动蜂窝网络完全沿袭电信网络的基本特征：层次化的组网模型、强管理性、以盈利为目的。运营商处于核心的地位，用户基本上是被动地接受业务，可定制性非常弱。而且，固网的网络环境也大大优于移动网络。

P2P 业务是否能够简单地从固定 IP 网络平移到移动蜂窝网络呢？显然是不行的。那么，如何构建 P2P 业务，能够同时满足运营商和用户的需求呢？这是个很难回答的问题。

P2P 在蜂窝网络的应用还处于设想和试探性的阶段^[12]，并没有大规模地应用，有很多方面的挑战阻碍着 P2P 业务从固定网络到移动通信网络的业务平移。

3.4.1 技术方面

(1) 业务流在移动数据网上

P2P 通常被认为“宽带杀手”。据相关权威机构的统计报告表明，在固定 IP 网络的中，有超过 60%的业务流量是由各种各样的 P2P 业务产生的。

对于移动运营商而言，P2P 产生的巨大业务流量问题，通常是他们最担心的问题之一。对于移动通信网络而言，无线资源非常宝贵。如何在 P2P 业务和无线资源消耗之间取得一种新的平衡点是运营商需要首先解决的问题。纯粹 P2P 本身固有的无中心化节点和无限可扩张性的本性决定了把 P2P 业务简单的从固定网络平移到移动通信网络将会是所有移动运营商的噩梦，比如：eMule 文件共享系统被部署在当今的 GPRS 网络当中，可以预见，为 GPRS 预留的无线资源会被这些业务迅速地消耗掉，其他的业务比如 WWW 浏览，基于 GPRS 的移动增

值业务可能面临无资源可用的境地。P2P 业务产生的业务流量问题将是对所有移动运营商的一个巨大挑战。一个合适的对策是,为了限制流量问题造成的巨大影响,对于 P2P 业务而言,移动运营商应选择一些节点之间业务流量较小的 P2P 业务以及通过一定的方法限制这些节点之间的信息流量,比如说对于基于 P2P 的文件共享系统,不采用基于洪泛法构建的 P2P 业务,节点之间共享的文件被限制在一定的大小(比如说小于 1M)。

(2) 相对恶劣的信道环境和移动性

蜂窝网络和固定网络之间的另外一个巨大差异^[13]是它的通信环境和移动性。蜂窝网络中的无线链路环境相对固定网络要恶劣得多,经常可能因为无线信号的多径衰落和信道拥塞等问题造成 P2P 节点之间的连通性不能得到保障,这在一定程度上影响到 P2P 覆盖网络的结构,并由此会对 P2P 网络中的查询、路由机制等带来一定的影响。移动环境下节点的频繁移动性对现有的 P2P 业务而言也是个很大的挑战,会造成一系列的技术问题。例如,在移动通信网络中移动 IP 机制的采用会在一定程度上影响 P2P 网络固有的覆盖结构,因为 P2P 网络本质上是一个应用层的覆盖网。移动 IP 机制的采用,作为应用层的 P2P 网络不能及时地感知,以至于它的拓扑结构不能同步地适应物理网络的调整。过度频繁的移动性在一定条件下可能摧毁整个 P2P 网络的结构,让 P2P 业务不能正常运作。关于这方面的研究还很少,但是移动性带来的问题对于 P2P 业务的影响将会是一个重大的挑战,而基于 C/S 架构的移动业务,服务器往往是固定的,移动性对业务本身的影响是不明显的,而 P2P 业务当中的服务器是变化和动态的。一种合适的解决方法是进一步研究移动性对 P2P 网络结构的影响,采用在移动环境下结构影响较小的 P2P 业务来部署。

(3) 移动设备

在移动蜂窝环境下开展 P2P 业务的另外一个不可忽视的问题是移动设备本身的能力。移动设备的 CPU 的处理能力、可用的存储空间、电池使用时间的限制等等和固定网络节点设备相比是有很大差距的。这使得它不适合现有的很多成功的 P2P 应用,比如大文件的传输和共享。所以,从这个角度上而言,运营商在移动 P2P 业务的部署方面,应当把终端的计算能力、存储能力、电池等方面的因素考虑进去,开展一些“轻量级”的 P2P 业务,比如基于 P2P 的协作移动办公业务,以交互文字信息、简短的多媒体信息、限制大小的图片信息为主。

3.4.2 商业方面

(1) 计费模式

3G 网络和未来的 4G 网络的主流业务将是移动多媒体业务,现在基于 SIP^[14]

[15]的 IMS^[16]的核心网络架构被普遍认为是下一代通信核心网的标准模式。IMS 的架构本质上是一个 C/S 的架构, 3GPP、3GPP2、ITU 等标准化组织在构建这样一个架构的同时, 重点考虑的问题是可管理和可运营性。在移动通信网络中, 管理和计费是很重要的事情。在移动通信网络中部署 P2P 业务的一个主要障碍就是缺乏一个合适的计费模式, P2P 通常被认为是没有管理功能的。在移动环境下部署 P2P 业务, 首先要解决的是计费问题。有两种策略可以考虑: 一种是把 P2P 网络修改成一种可管理的网络, 纳入现有移动通信网络的计费架构中去, 按照现有的方法去计费; 另一种策略是保持 P2P 业务的纯洁性, 采用简单而粗略的计费方式, 比如“按流量计费”, 每月包流量, 小于 200Mbit/s 的数据量收人民币 100 元, 过量的话按照一定的计费模型收费。总之, 计费对于任何在移动通信网络中部署的业务来讲, 都是首先要考虑的问题。固定网络中的 P2P 业务, 也开始考虑业务的计费问题, 比如说数字版权^[1]带来的支付问题。在移动网络环境当中, 全面的计费模式是其面临的主要问题之一。

(2) 安全问题

网络社会与自然社会一样, 具有一种自发地在无序和有序之间寻找平衡的趋势。P2P 技术为网络信息共享带来了革命性的改进, 而这种改进如果想要持续长期地为广大用户带来好处, 必须以不损害内容提供商的基本利益为前提。这就要求在不影响现有 P2P 共享软件性能的前提下, 在一定程度上实现知识产权保护机制。目前, 已经有些 P2P 厂商和其它公司一起在研究这样的问题。这也许将是下一代 P2P 共享软件面临的挑战性技术问题之一。

安全问题对 P2P 网络而言是多方面的, 涉及到通信安全、内容安全、网络安全、数字版权等很多方面。Napster 和 KaZaA 等都因为内容版权方面的法律问题而为世人所熟知。对于移动运营商而言, P2P 业务可能带来的安全问题是他们所面临的最大挑战之一。固定网路 P2P 业务所带来的法律问题是绝对不能出现在移动蜂窝网络中的, 这种风险对运营商而言是可怕的。所以 DRM^[17] (数字版权管理) 问题、P2P 网络垃圾信息过滤、P2P 网络病毒隔离、P2P 网络本身结构的安全问题都是必须解决的, 这对移动运营商而言是一个最大的挑战。

3.5 本章小节

本章详细介绍了 P2P 技术的定义、P2P 技术的特点 (包括优点和缺点)、四种 P2P 网络的拓扑结构及其性能对比, 最后, 介绍了移动 P2P 技术与 Internet 上常见的 P2P 技术的不同点, 以及如何利用移动 P2P 技术的特点进行开发。

P2P 技术可以有效缓解 Server 服务器负荷过大的问题, 但世界上的一些事物都有其缺点, P2P 技术也不例外。

从诞生那天起，P2P 就与版权问题、安全问题和盈利问题有着千丝万缕的联系。如果说版权问题可以通过法律手段加以规定和限制来解决，盈利问题可以通过构建良好的盈利模型加以克服的话，那么安全问题就是现在 P2P 发展过程中最亟待解决的核心问题。

第四章 JXME 平台的分析和研究

由于 P2P 技术的重要性，越来越多的 P2P 平台被开发出来。其中，JXME^[18] 是 Sun 公司开发的移动 P2P 通用平台。JXME 是 JXTA FOR J2ME 的简写，是 JXTA^{[19][20]}技术和 J2ME^{[21][22]}技术的结合。由于 JXME 是 Sun 公司 JXTA 平台在移动方面的扩展，首先研究 JXTA 平台。

4.1 JXTA 主要技术的研究

JXTA 是 Sun 公司于 2000 年提出的，其目的是为 P2P 的网络应用开发提供一个统一平台，解决众多 P2P 系统互不相通的问题，但又不局限于 P2P 问题。其另外一个目的就是找寻一套数量最少、概念最简单的系统构成“积木”。如果成功，这几块积木就会是今后大家构架信息系统的基本模块，从而帮助人们摆脱像 Windows 或 TCP/IP 这样的传统软件带来的包袱

JXTA 技术是网络编程和计算的平台，用以解决现代分布计算尤其是点对点（P2P）计算中出现的问题。

目前 JXTA 首先推出了基于 Java 的参考实现，提供了支持六个协议的 Java API，JXTA 还将推出包括 C 语言在内的其他编程语言的 API，JXTA 在设计时有如下几个目标：

操作系统无关、语言无关和为 P2P 应用提供服务 and 基础

4.1.1 JXTA 的层次结构：

JXTA 由三层组成，如下图所示：

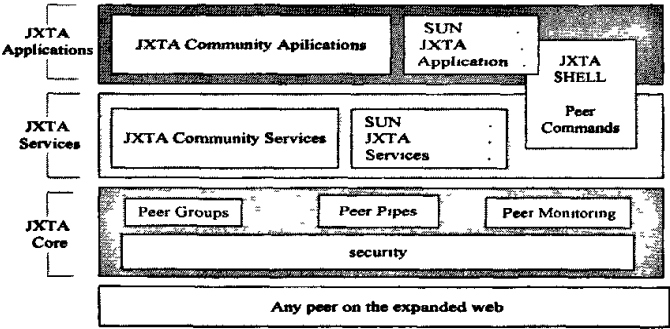


图 4-1 JXTA 层次结构图

各层的说明如下:

- **核心层 (JXTA Core):** 这一层封装了最根本的东西, 包括 **Peer**、对等组、**Peer** 发现、**Peer** 通信、**Peer** 监视和相关的安全原语。
- **服务层 (JXTA Services):** 这一层包括对 P2P 不是必需的、但很通用的功能, 如查找、共享、索引、代码缓存和内容缓存的机制。
- **应用层 (JXTA Applications):** 这一层包括了应用 JXTA 服务开发出来的完整的 P2P 应用程序, 例如: myJXTA, JXTA-CAD 等。

4.1.2 JXTA 的有关概念

- **对等机 (Peer):** 一个虚拟的通信点, 在一台计算机或设备上可以有多个 **Peer**; 另外, 一个 **Peer** 并不是一个用户, 因为一个用户可以有多个 **Peer**。
- **对等组 (Peer Group):** 是一种组织 **Peer**, 并发布组内特定服务的方式。对等组可以被创建、加入和退出, 在一个组里还可以更新一个组成员的关系。对于想加入到这个组的 **Peer**, 可以使用 **Peer ID** 来进行身份验证。另外, 还可以对组内谈话消息进行加密
- **端点 (Endpoint):** 端点是最基本的通信方法。一个端点就是实现了特定通信协议的 **Peer** 的地址。一个 **Peer** 可以有多个端点, 这样可以通过不同的协议来跟其它 **Peer** 进行通信。端点不一定是物理地址, 端点允许物理地址发生变化。端点的一个简单例子就是一个端口号加上一个 IP 地址。如果两个 **Peer** 都在防火墙的后面, 可以通过它们的 TCP 端点来通信; 如果两个 **Peer** 要穿过防火墙进行通信, 则需要使用它们的 HTTP 端点。
- **管道 (Pipe):** 管道是 **Peer** 间的虚拟通道。由于防火墙以及其它障碍的存在, 许多 **Peer** 并不能直接连接, 这时, 管道更像是一个在多种通信协议之上的虚拟层, 可以通过起网关作用的 **Peer** 对通信提供中继支持。
- **广告 (Advertisement):** 一个广告就是一个 XML 文档, 它用来描述 JXTA 的消息、**Peer**、对等组或者服务等。广告用来交换 JXTA 网络上可以获得任何信息。**Peer** 使用一种叫集合点的 **Peer** 来发现网络上其它地方的广告。广告实际上是 P2P 网络中的名片。大多数 JXTA 广告的编码是 UTF-8。
- **消息 (Message):** JXTA 中有两种消息格式, 一种是使用 XML 格式, 另一种是使用二进制格式。
- **集合点 (Rendezvous Peer):** 集合点首先是一个 **Peer**, 而且是一个能够处理来自其它 **Peer** 请求的 **Peer**。集合点也可以作为搜索的传递者。集合

点可以转发发现请求到其它的集合点。

- **路由 Peer (Router Peer):** 是一个支持 Peer 端点协议的 Peer, 不是所有的 Peer 都需要实现该协议。
- **网关 Peer (Gateway Peer):** JXTA 中的一个网关 Peer 是作为通信中继的 Peer。网关 Peer 和集合点的不同之处在于, 网关是用来在 Peer 间传递消息, 而集合点是用来传递请求的。

4.1.3 JXTA 中的协议:

有六个协议构成了 JXTA 的核心, JXTA 通过这六个协议来完成 Peer 之间的通信, 彼此之间的资源发布和发现, 信息的传递和路由等。协议本身并不是应用程序, 需要添加更多的代码来开发有用的应用。协议隐藏了很多细节, 这样使编写 JXTA 应用程序比从空白开发 P2P 应用要容易得多。

JXTA 的六个核心协议如下图所示:

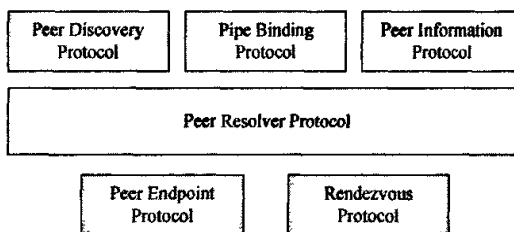


图 4-2 JXTA 核心协议图

- **Peer Discovery Protocol (对等机发现协议 PDP):** 主要用来发布自己的广告信息, 并且从其它 Peer 处获得广告。
- **Pipe Binding Protocol (管道绑定协议 PBP):** 允许 Peer 之间建立虚拟的通信通道。
- **Peer Information Protocol (对等机信息协议 PIP):** 用来获得其它 Peer 的状态信息, 包括更新时间、状态等。
- **Peer Resolver Protocol (对等机解析协议 PRP):** 允许 Peer 发送更一般的请求, 并可以接收到该请求的回应; 同时可以将请求分发到组内的一个或多个匹配的处理程序。
- **Peer Endpoint Protocol (端点路由协议 PEP):** 通过该协议 Peer 以发送消息的形式获得一条路由路径。
- **Rendezvous Protocol (集合点协议 RVP):** 通过该协议 Peer 可以对一个服务订阅或者被订阅。集合点协议负责在 JXTA 对等组内传播消息, 它为 Peer 在组内接收和发送消息并且控制消息如何传播定义了一个基本

的协议。

从编写 P2P 应用程序的角度而言，可以简单地划分上述协议的主要用途：

- Peer Discovery: 搜索资源
- Peer Resolver: 一般查询服务
- Peer Information: 监控
- Pipe Binding: 可寻址的消息传递
- Rendezvous: 消息传播
- Peer Endpoint: 路由

4.2 JXME 主要技术的研究

4.2.1 JXME 的网络拓扑

为了支持 JXTA 工程向移动平台中延伸和拓展，SUN 倡导了 JXTA for J2ME 工程（也称为 JXME 工程），它是 JXTA 对等网络解决方案的一个有机组成部分，它实现了如下目标：

- 实现了与 J2SE 平台上 JXTA 应用的互操作
- 为小型设备提供一个对等网络的基础平台
- 简洁，方便开发者使用
- 足够小，可以在移动电话和 PDA 上使用
- 与 CLDC1.0 以及 MIDP2.0 兼容

由于系统资源的限制，移动对等点只能作为对等网络系统中的微型点，它不能向对等组中的其它成员提供复杂的服务。从应用的角度来看，移动对等点只能为用户提供一个访问对等网络的窗口，查找资源等重负载的任务应该由代理点来承担。

JXME 使用中继点来连接轻量级的移动对等点与 JXTA 网络的其余部分。中继点本身是集成的 JXTA 对等点，它们完全有能力处理管道、公告和对等点服务。移动对等点使用符合 JXTA 二进制消息格式的消息，通过基于 HTTP 的二进制连接来与中继点进行通信。中继点为移动对等点提供了许多对等点服务。

- 为了节约带宽，中继点滤除不必要的公告，并去除那些已发送的公告
- 中继点在移动对等点之间来回路由（中继）消息
- 为了使移动对等点和普通对等点之间能相互操作，中继将中继消息从 JXTA XML 格式转换成 JXTA Binary Message 格式，或逆向转换

中继担当代表其移动对等点的代理。该中继与其它对等点及管道相互操作，并使用组服务。JXME 的网络拓扑结构如下：

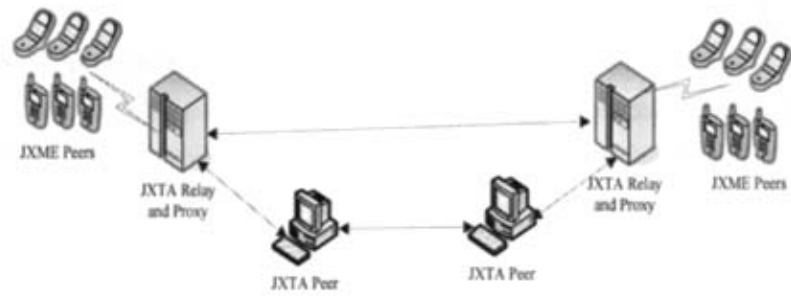


图 4-3 JXME 网络拓扑

4. 2. 2 JXME 的体系结构

要使用移动对等网络，用户可以使用 JXTA 网络，需要一组用于移动设备的轻量级 JXTA API。JXME 项目的目的是为 CLDC 和 MIDP 平台提供 JXTA API。JXME 的体系结构如下图：

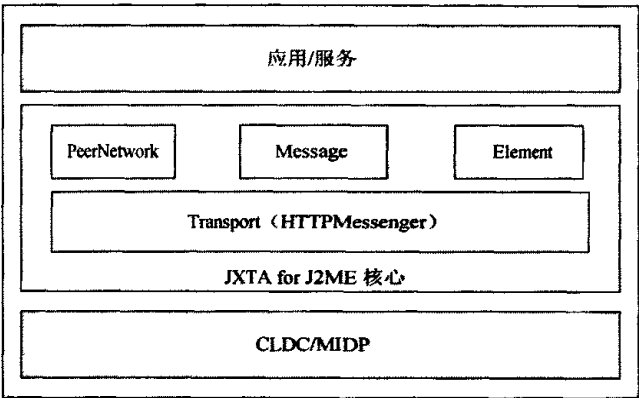


图 4-4 JXME 体系结构

- Element: Element 表示 JXTA 消息内的元素。Element 的组成如下图：

name	data	namespace	mimetype
------	------	-----------	----------

图 4-5 Element 组成结构图

可以看出，一个 Element 记录了 4 个内容：name, data, namespace, mimeType。Name 是元素的名字；data 是元素包含的二进制数据；nameSpace 是元素使用的命名空间；JXTA 消息使用 JXTA 作为命名空间，JXME 消息使用私有的命名空间，可以由应用指定，命名空间可以

为空；`mimeType` 是从字符串构造元素时使用的格式，缺省为“`application/octet-stream`”。`Element` 可以通过流输入输出。

- **Message:** `JXME` 消息由多个元素组成，并提供了访问这些元素的方法。
- **PeerNetwork:** `PeerNetwork` 是移动对等点的抽象，它指定了移动对等点可以通过中继点执行的 `JXTA` 任务。移动对等点与代理点之间的所有操作都是通过发送和接收相应的消息来完成。
- **HttpMessenger:** `HttpMessenger` 是传输层的抽象，通过在移动对等点和代理点之间建立 `javax.microedition.io.HttpConnection` 连接，为 `JXME` 移动对等点收发消息提供底层支持。通过 `HttpMessenger`，移动点和代理点之间建立输出输入流通道，消息以输出输入流的格式发送和接收。

4.3 选用 JXME 平台的原因

现有的移动 P2P 平台，除了 `JXME`，还有 `OMNIX`、`PROME` 以及 `Windows XP` 提供的 P2P 网络技术，它们各有特点。通过对各个平台的详细分析，本文基于以下理由，选定了 `JXME` 作为开发平台：

1. `J2ME` 在目前的手机和 `PDA` 生产商中受到最广泛的支持。
2. `JXME` 的源代码开放，可以根据自己的需要进行修改。
3. `JXME` 的适应性强，可适应于任何底层网络，而不仅仅是局限于无线局域网，并有较好的跨平台能力。

4.4 本章小结

本章详细介绍了移动 P2P 开发平台 `JXME`，包括 `JXME` 平台的由来、`JXME` 平台的网络拓扑、`JXME` 平台的体系结构等，并对 `JXME` 平台的一些重要概念进行了阐述，例如：对等点、元素、消息、管道等。

由于 `JXME` 自身的特点和优越性，通过与现有其它移动 P2P 平台的对比，最终选择了 `JXTA for J2ME` 作为本文的开发平台。

第五章 MP2P-RSS 子系统的设计和实现

5.1 MP2P-RSS 子系统需求分析

5.1.1 移动 RSS 阅读器功能需求

手机作为现代通讯工具,早已不再是奢侈品,它越来越普及,成为人手一部甚至多部的日用品,在中国拥有手机的人数比拥有 PC 的多的多。随着 3G 时代的到来,手机传统的通话功能已成为其基本功能。更高的网络带宽和传输速率,使基于手机的增值服务,特别是数据业务越来越引起人们的关注,网络和多媒体更是其中的热点。

手机屏幕较小,上网资费较高,因此通过手机在互联网的海量信息中浏览和查找所需内容比在 PC 上困难的多。这就迫切需要有一种工具可以减少在不同网站间的切换,可以更快更有效的找到想要的信息。

根据 RSS 技术开发的移动 RSS 阅读器,可以很好的解决这一问题。

RSS 作为 web2.0 的主要应用技术之一,其可订阅的个性化服务,“推送”的体验,恰好可以满足手机用户的需求,减少其在不同网站间浏览查询、信息的开销。因此, RSS 在移动网络中拥有很大的潜力。

5.1.2 移动 P2P 功能需求

RSS 的工作原理比较简单。首先,用户可以使用桌面 RSS 阅读器、手机 RSS 阅读器或在线阅读器,然后在阅读器里添加某个频道(RSS Feed)的 URL,并设置更新频率,例如:1 个小时,阅读器就会自动检测该 URL,每隔一个小时,就下载最新的 RSS Feed。这个过程对用户是透明的,他们体验的是一种近乎“一劳永逸”的“推送”服务,即每隔特定时间,服务器就会把用户定制的最新信息“推送”过来。

这种服务看似完美,实际上却存在危机。每个 RSS Feed 实际上是一系列 Items 的标题和摘要信息的集合,文件很小,但是由于 RSS 服务本身的特点,产生了不容小觑的带宽问题,这主要表现在以下几个方面:

- “轮询”产生的带宽

一旦用户定制了某个 RSS Feed,那么 RSS 阅读器就会按照设定的频率,不停地向提供该 RSS Feed 的网站发送 HTTP 请求,我们可称之为轮询(polling)。

提供 RSS 服务的网站必须能够处理来自每个用户的 RSS 请求，而这些请求一天会重复很多次，即使 RSS Feed 中没有加入新的内容。

对于手机 RSS 用户来说，由于移动网络按流量收费，其对频道的定制更加谨慎，对信息的实时性要求也更高，例如一些股票信息或商场购物信息等。因此，其手机 RSS 应用程序会更频繁地向服务器发出 HTTP 请求。对于一个流行的网站来说，服务器的负荷会很大，信息的实时性会大打折扣。

- “多余信息”产生的带宽

RSS 数据实质上是静态的数据格式，RSS Feed 的每一次请求，都会下载该 Feed 中所有的 items，尽管这些 items 中只有很少一部分或没有内容是“新”的。或许这个问题可通过 diff-based 轮询机制^[1]来解决，即只有当该 RSS Feed 发生改变时才下载，但这样预先经过服务器的处理，无疑更加重了服务器的负担。

- “粘连性”产生的带宽

用户一旦定制了某个 RSS Feed，他就极有可能保留这项订阅很长一段时间，由这项订阅所带来的轮询流量在不远的将来是可以预计的。举个例子，假如一个不出名的网站在某天变得很受欢迎，那么它的点击率就会直线上升；经过一段时间，它开始变得不那么流行了，它的访问量又会重新降下来。但是如果该网站提供了 RSS 订阅服务，在网站变得很受欢迎时，就会有很多用户定制该网站的 RSS 服务，而当该网站变得不流行了，订阅者很有可能继续保留这项订阅，即使他们已经不关注这些信息了，而这将给该站点带来几乎是无止境的流量负担。

下面是一个直观的例子：

在线 RSS 阅读器 Bloglines 上，最火的 RSS Feed 为 Slashdot.org，订阅者达到了 170,000 人，假定 Slashdot 每个 Feed（仅含标题）大小为 2KB，半小时更新一次，那么一天将被下载 850,000 次，10.7GB 的流量。这仅仅是一个 RSS Feed 一天产生的流量。现在很多网站一般发布几十个甚至上百个 RSS Feed，而且不止包括标题、链接，甚至有很多的摘要信息，RSS Feed 变大（几十 KB），这使服务器的负荷变得很大，响应时间增长，这对手机等电池能量有限的设备是非常不利的。

为了解决这一问题，我们想到了 P2P 解决方案。我们可以将订阅同一频道的手机用户组成一个 P2P Overlay 的网络，在该 P2P 网络中实现内容的高效发布和共享。

5.2 MP2P-RSS 子系统总体设计

根据前面部分的分析，我们希望能手持设备上，开发一个移动 RSS 阅读器，更重要的是，该移动 RSS 阅读器具有移动 P2P 扩展功能，即其 RSS Feed 可

以通过移动 P2P 网络进行分发,移动终端可以直接从移动 P2P 网络中的其它 Peer (移动终端)处共享所需 RSS Feed,而无需从提供 RSS Feed 的服务器下载,这大大减轻了服务器的负担。

5.2.1 系统组成

本文遵循 JXME 的物理模型结构,在由手持移动设备和台式机组成的 P2P 网络中,每一个手持设备与一个作为中继器的台式机相连接,连接协议采用 HTTP 协议。台式机之间相互连接,组成一个 JXTA 网络。

系统的物理结构如下图所示:

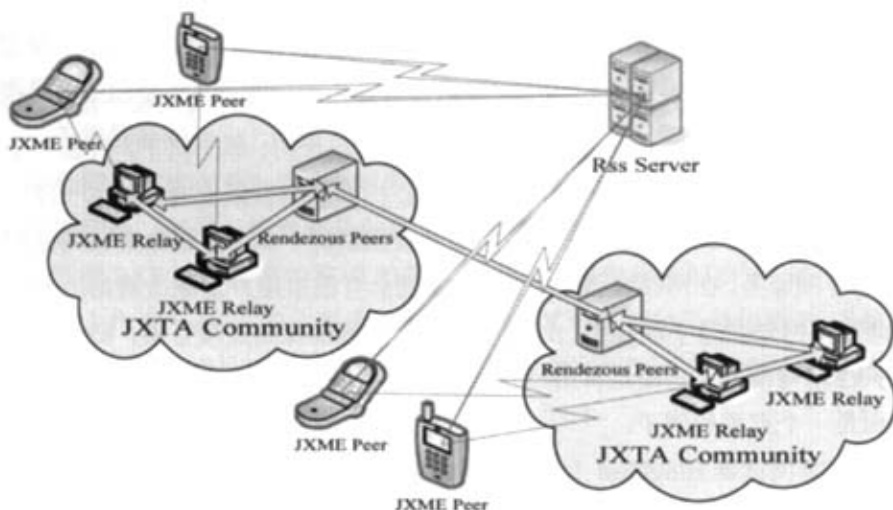


图 5-1 系统物理结构图

- RSS Server

图中的 RSS Server, 可以理解为提供 RSS Feed 输出的门户网站、blog 等; 移动终端通过手机 RSS 阅读器, 从 RSS Server 订阅自己感兴趣的频道, 即 RSS Feed;

- JXME Peer

每个移动终端作为 JXTA 对等网络中的一个对等点 JXME Peer;

从项目背景中我们已经知道, 由于系统资源的限制, 移动对等点只能作为对等网络系统中的微型点, 它不能向对等组中的其它成员提供复杂的服务。从应用的角度来看, 移动对等点只能为用户提供一个访问对等网络的窗口, 查找资源等重负载的任务由代理点来完成;

- JXME Relay

我们处于 Internet 中的 PC 作为中继 (JXME Relay), 通过向 Relay 发送消息来完成 JXME Peer 的创建、Peer 查找、发布、对等组的创建及 Peer 间的通讯等;

中继提供的服务有:

(1) 压缩公告。由于 JXME 对等点 (手持设备) 没有足够的内存来保存所有传入的公告, 因此 JXME Relay 需要过滤不必要的公告, 对所传入公告进行剥离, 只保留 JXME 对等点所需要的那部分公告;

(2) 翻译消息。将 JXTA XML 消息转换成二进制消息, 使之能被 JXME 对等点识别;

(3) 作为代理。JXME Relay 以对等机的名义在 JXME 网络上操作, 它创建、发布、查询管道公告; 创建、加入、查询对等组; 提供消息中继, 即 JXME 对等点周期性的向中继查询, 以取得所有传入的消息, 同时, 中继也为 JXME 对等点转发消息。

JXME 对等点与中继进行通信的模型如下:

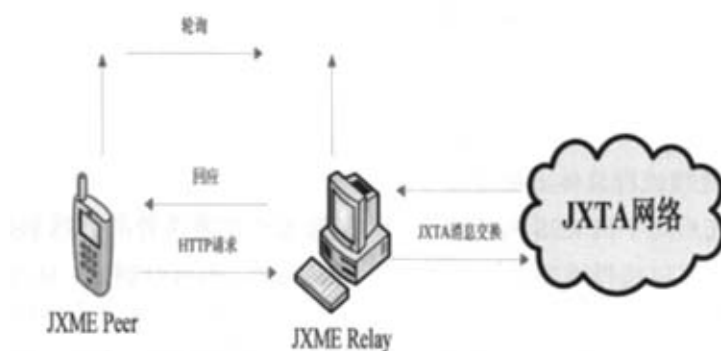


图 5-2 JXME 对等点与中继通信模型

从 JXME 对等点接收到 HTTP 消息后, 中继将取出 HTTP 消息的每个名称一值对, 将它们组合成 JXTA 格式的 XML 消息, 并将消息发送至 JXTA 网络;

当中继从 JXTA 网络接收到一条 JXTA 消息后, 并且该消息的目标是 JXME 对等点, 它将 XML 格式的传入消息解析出来, 并形成相应的 HTTP 响应。由于中继没有办法把 HTTP 响应发回给 JXME 对等点 (因为 JXME 对等点没有 HTTP 服务器端的功能, 不能打开端口监听传入的消息), 这样, 中继将等待 JXME 对等点发送 HTTP 询问, 查找之前所发送的需求的回应, 并将回应发送给 JXME 对等点。

- JXME PIPE

在 JXME 网络中, JXME 对等点是通过管道 (PIPE) 进行通信的。管道表示对等机之间的虚拟连接。管道有两种类型, JxtaUnicast (用于一对一传输) 和 JxtaPropagate (用于一对多或多对多传输), 所以在创建管道时必须指明 PIPE 的类型。

对于 JXME 对等点, 由于它没有管理管道的能力, 所以, JXTA 中继为它处理了一切有关管道的事务。JXME 对等点在发送消息的时候, 不是直接将消息发送给管道, 而是先将消息发送给中继, 再由中继将消息发送给 JXME 对等点指定的管道。

PeerNetwork 的 create 方法用来完成管道的创建。创建管道后, 需要对管道进行监听, 以取得从管道传来的消息。

- Rendezvous Peers

图中的 Rendezvous Peers 为集合点, 可以在本地网络之外搜索其它 peer 的信息;

通过由 JXME Relay、Rendezvous Peers 形成的 JXTA 网络, 可以完成移动终端上的 RSS Feed、RSS 内容的 P2P 分发。

5.2.2 工作流程

系统的处理流程总体上描述如下:

- 首先启动手机 RSS 阅读器, 一般阅读器中都有内置的 RSS Feed 列表;
- 用户可以选择添加新的频道, 即 RSS Feed, 也可以删除、修改或编辑旧的 RSS Feed;
- 用户可以读取某个频道, 即 RSS Feed, 对其中的每条 Item, 可以浏览摘要信息, 或根据 Item 中提供的链接浏览全文;
- 用户在读取某一个 RSS Feed 的内容时, 系统默认会调用移动 P2P 扩展模块, 即使用移动 P2P 方式下载 RSS Feed。
- 具体就是, 首先向中继发出查询公告, 查看周围 Peers 的本地共享列表是否存在所需的 RSS Feed。若有, 则直接从该 Peer 处共享 (也许会有多个 Peer 含有同一个内容, 这种情况应该再考虑选择机制, 一般情况下从第一个响应的 Peer 处下载); 若没有, 则自己下载, 同时发出广告, 告知组里其它 Peer, 它已存有某个时间更新的 RSS Feed。
- 对网页或感兴趣的内容可以进行保存

具体处理流程如下图所示:

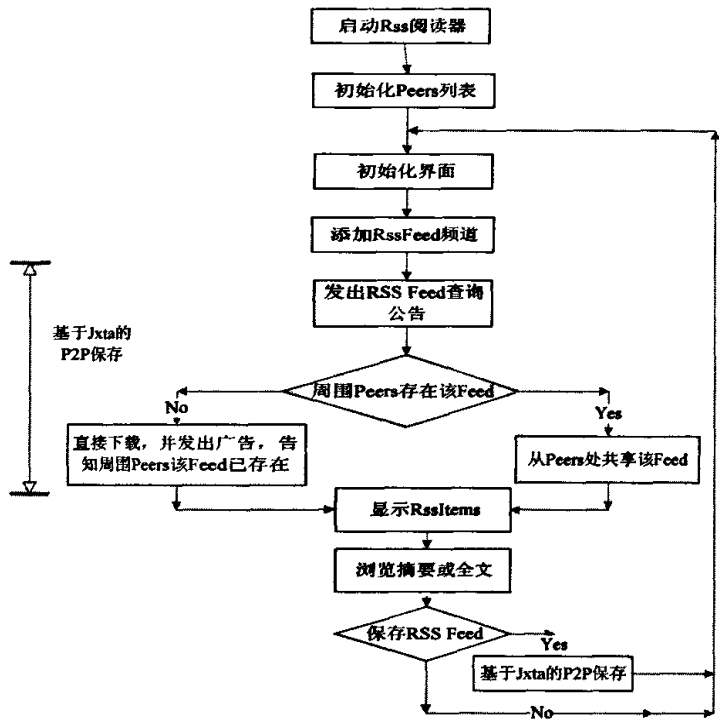


图 5-3 系统处理流程图

5.2.3 移动 P2P 工作机制

对于 P2P 技术或 P2P 思想，业界有着基本一致的认识。但涉及到具体的 P2P 实现协议，却没有统一的标准。Internet 上广泛流行的有 BitTorrent、eDoney、eMule 等，它们分别基于不同的 P2P 网络拓扑结构。

移动 P2P 工作机制，是本系统的核心机制，采用半分布式网络拓扑结构。其中，每个 JXME Relay，作为 P2P 网络中的超级节点存在。它的好坏，将直接影响整个系统的性能。下面将详细介绍移动 P2P 工作机制：

- (1) 对等节点 (JXME Peer) 首先初始化自己的 Peers 共享列表，并向自己的 JXME Relay 进行注册，加入移动 P2P 网络中。
- (2) 每个对等节点都有自己的本地共享列表，包括已有的 RSS Feed 的链接 (唯一，作为查找时的关键字)，更新时间 (At, 精确到分钟)，以及具体内容，分别存储在 RMS 不同的记录中。
- (3) 同时每个对等节点均监听公共广播管道，采用周期性查询中继的方式，接收来自 P2P 网络中其它 Peer 的查询信息。
- (4) 当节点要从其它 Peer 处共享 RSS Feed 时，将向广播管道发送查询消

息。该查询包 (Packet) 中包含自己的私有管道号 (PIPE ID), 要查找的 RSS Feed 地址, 以及查询发起的时间 (R_t , 精确到分钟)。响应节点可通过该私有 ID 将消息发送给查询节点。

(5) 每个收到查询消息的节点, 将搜索自己的本地共享列表, 查看信息关键字 (链接), 并比较时间 ($R_t - A_t \leq 1\text{min}$ 为有效), 看有无符合要求的信息; 若有, 则将消息发送至查询节点的私有管道; 反之, 则放弃。

(6) 查询节点监听私有管道, 接收来自其它 Peer 的信息, 以最先收到的响应信息为结果, 其它响应则丢弃。

(7) 重复以上过程。

5.2.4 MVC 设计模式

本系统主要采用 MVC^[23]设计模式, 下面对 MVC 做一个简要介绍。

模型/视图/控制器(MVC)模式源于传统的面向对象语言 SmallTalk-80121, 它是第一个分开表示逻辑和业务逻辑的设计模式。MVC 引入视图(表示层)、模型(数据)和协调两者的控制器。在出现 MVC 模式之前, 用户界面设计通常把这些层合并在一起, 而 MVC 模式则把它们分离开, 使各个模块相对独立, 提高灵活性与复用性。MVC 将应用程序系统分为三个组成部分:

1. View: 用户视图模块, 这是用户界面部分。与 Web 应用程序一样, 主管应用程序与人之间的接口。一方面它为用户提供了输入手段, 并触发应用逻辑运行; 另一方面, 它又将逻辑运行的结果以某种形式显示给用户。

2. Controller: 流程控制模块, 该部分是用户界面与 Model 的接口。一方面它解释来自于 View 的输入, 将其解释成为系统能够理解的对象, 同时它也识别用户动作, 并将其解释为对 Model 特定方法的调用; 另一方面, 它处理来自于 Model 的事件和 Model 逻辑执行的结果, 调用适当的 View 为用户提供反馈。

3. Model: 事务逻辑模块, 这是整个模型的核心。它表示的是解决方案空间中的真正的逻辑。它采用面向对象的方法, 将问题领域中的对象抽象为应用程序对象。在这些抽象的对象中封装了对象的属性和这些对象所隐含的逻辑。

View, Controller, Model 三者的动态协作关系如图 3-1 所示。

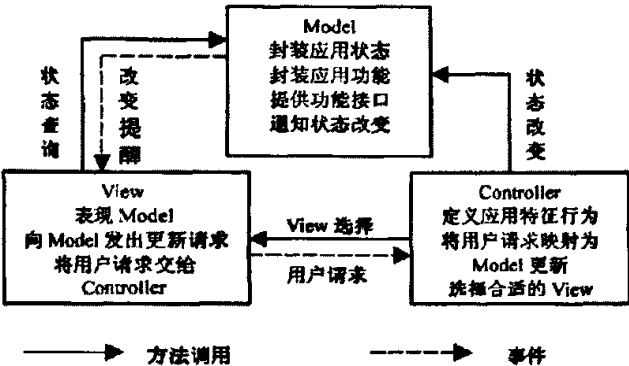


图 5-4 MVC 动态协作关系

从图中我们可以看到，Controller 接收使用者的消息，要求 Model 处理应用领域的资料；Model 告诉 View 让 View 知道 Model 的内容已更新，View 接获通知并进行准备工作，就绪了才要求 Model 送来新内容，显示于视窗里。上图是典型的 MVC 结构，但也有许多衍生出来的结构。例如，有些系统的 Controller 及 View 都可以接收使用者传来的消息。通常，屏幕上可显示多个视图，各呈现 Model 的某一个层面，所以一个 Model 可配合多个 View。

5.2.5 模块结构图

根据 MVC 设计模式，本子系统主要模块结构图如下：

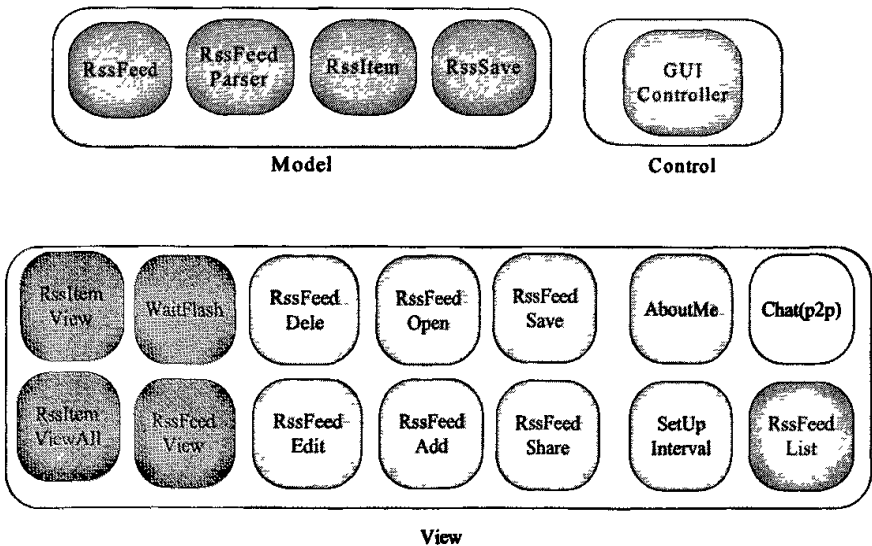


图 5-5 系统模块结构图

上图中，GUIController 部分是整个系统的核心，界面显示、按键的响应、

函数的调度均由它控制。

5.2.6 存储模型

Record Management System (RMS) 为 J2ME 提供了一种机制, 通过这种机制, MIDlet 能够持久存储数据, 并在以后检索数据。

记录存储中的每个记录是一个字节数组, 并且有唯一的整数标识符。即可以把一个记录库看作一个简单的表, 这个表只有两个字段: 记录 ID 和数据。记录 ID 是记录的主键, 第一个记录的 ID 是 1, 增加一个记录, 则记录 ID 加 1, 并且, 记录删除之后, 其 ID 不会被重新使用。

`javax.microedition.rms.RecordStore` 类代表 RMS 记录存储。它提供了几个方法来管理以及插入、更新和删除记录存储中的内容。

在本系统中, 从 P2P 网络或 Internet 网络获取的 RSS Feed 需要保存到本地。文件的保存比较复杂, 因为除了文件内容, 还包括文件名、时间等。为了获得更好的性能和扩展性, 本系统使用了多个记录库保存的方法。

这种方法, 也即将 RSS Feed 文件的每一部分均保存到不同的记录库中, 例: 文件内容保存到文件内容库, 文件名保存到文件名库。如果要增加一种保存的属性, 则相应的增加一个记录库即可。不同记录库的记录, 通过记录 ID 连接在一起。删除记录的时候, 要同时删除这几个库中同一个 ID 的记录, 以保证记录的完整性。

5.3 移动 RSS 阅读器的设计与实现

5.3.1 移动 RSS 阅读器的主要模块和类

根据 MVC 设计模式, 移动 RSS 阅读器的主要模块有: 流程控制模块(controller)、用户视图模块(view)和事务逻辑模块(Model)。

(1) 流程控制模块

流程控制模块中的主要类为: `GUIController`, 它负责根据用户的请求或操作, 调用相应的处理模块, 并决定调用哪个 Form 进行显示, 以及把结果信息呈现在用户面前。

`GUIController` 类包含了一个定义事件 ID 的内部类 `public static class EventID`, 唯一标识每个事件动作, 例如:

```
public static final byte EVENT_EXIT          = 0;    //退出
public static final byte EVENT_NEW_RECORD    = 1;    //增加
```

GUIController 类的核心函数为 public void handleEvent(int eventID, Object[] args), 它根据传入的事件, 进行不同的处理, 具体如下:

```
switch (eventID)
{
    case EventID.EVENT_EDIT_BACK:
    {
        setCurrent(list);
        break;
    }
    case EventID.EVENT_NEW_SAVE:
        .....
}
```

(2) 用户视图模块

用户视图模块一方面提供给移动用户输入界面, 并触发事务逻辑模块, 另一方面, 它又将运行结果以某种形式显示给用户。

该模块主要包含以下类: About、RssFeedAdd、RssFeedEdit、RssFeedSave、RssFeedOpen、RssFeedView、RssFeedList、RssItemView。

其中, About 类主要用来介绍该软件, 以及作者、版权信息等。

类 RssFeedAdd、RssFeedEdit、RssFeedSave、RssFeedOpen 分别定义了频道添加界面、频道编辑界面、频道保存界面以及频道打开界面。

以类 RssFeedAdd 为例, 它首先定义频道添加界面, 包括两个按钮: “Back” 和 “Save”。若用户选择 “Back” 按钮, 则放弃保存; 若选择 “Save” 按钮, 则调用 GUIController 类中的 handleEvent() 函数, 将频道保存到相应位置。下面为程序调用 handleEvent() 函数的情况:

```
if(command == SAVE_COMMAND){
    ...
    Object[] args = {title, url};
    controller.handleEvent(GUIController.EventID.EVENT_NEW_SAVE, args);
    ... }
}
```

类 RssFeedList 显示当前所有的 Rss Feed 书签, 以名称列表方式显示。提供菜单命令有: 读取新闻、添加书签、编辑书签、删除书签、关于我。

类 RssItemView, 主要用来查看选定的 RssItem 的详细信息, 包括新闻链接以及摘要, 仅提供一个返回按钮。

(3) 事务逻辑模块

这是整个模型的核心。它表示的是真正的实现方案。它采用面向对象的方法, 将问题领域中的对象抽象为应用程序对象。在这些抽象的对象中封装了对象的属

性和这些对象所隐含的逻辑。在本系统中,类 GUIContorller 的 `handleEvent` 函数调用事务逻辑模块的类和函数,完成用户要求的操作。

该模块主要包含以下类: `RssFeed`、`RssSave`、`RssFeedParser`、`RssItem`。

其中,类 `RssFeedParser` 主要是从网上获取 RSS 频道信息,即 `xml` 文件,并解析该 `xml` 文件,以适当的形式呈现给用户。

类 `RssFeed` 的主要作用是用来提取 `RssFeed` 的属性值,包括 `RssFeed` 在 RMS 中存储的 `id` 号, `Feed` 的名称, `Feed` 的 URL 链接等。

类 `RssItem` 的主要作用是用来返回对应于 `RssFeed` 的每一个新闻条目的类实体,包括主题、摘要以及链接。

类 `RssSave` 的主要作用是用来保存下载的 RSS Feed 信息到 RMS 的相应记录中。

以 `RssSave` 类为例,该类首先根据用户选定的链接,连接到 Internet 的服务器上,实现如下:

```
HttpConnection hc = (HttpConnection) Connector.open( url ); //连接 Server
InputStream isa=hc.openInputStream(); //用输入流的格式保存
```

随后,按字节读取输入流 `isa` 中的内容,并保存到字节数组 `data[]` 中,最后将该字节数组保存到与其 `url` 相同记录号的 `RecordStore` 中。保存 RSS Feed 的 `RecordStore` 名称为 "`xml_feed`"。

5.4 移动 P2P-JXME 的设计与实现

5.4.1 移动 P2P-JXME 主要模块和类

移动 P2P-JXME 部分是移动 RSS 阅读器在移动 P2P 方面的功能扩展,通过移动 P2P-JXME 扩展模块, RSS Feed 可以通过移动 P2P 网络进行分发,极大的减轻了 RSS 服务器的负担。

移动 P2P-JXME 部分主要包括类 `RssFeedShare` 和类 `Chat`。

类 `RssFeedShare` 属于 MVC 设计模式中的用户视图模块,主要完成移动 P2P 分发的界面设计,包括一个“Ok”确定按钮和一个“Back”返回按钮。

类 `chat` 属于 MVC 设计模式中的事物逻辑模块,主要完成移动 P2P 中 `Peer` 的初始化、寻址、创建和监听管道、构造和发送查询包、搜索本地共享列表、在本地共享列表中发布消息以及完成与代理服务器的连接等核心功能。

类 `Chat` 是移动 P2P-JXME 扩展模块的核心部分,包括多个关键函数,下面分别进行介绍。

(1) 构造函数 `public Chat(GUIController control)`, 主要完成初始化界面的设置, 包括: “FileConnect”、“Parse”、“cache delete”、“File Share”、“Configuration”、“Defaults”、“Exit” 几个按钮, 并导入已保存的移动 P2P 网络中的其它 Peers 列表, 以及已保存的代理服务器的配置信息。

(2) 函数 `private void editConfig()`、`readConfig()`、和 `storeConfig()` 分别用来编辑配置文件、读取配置文件和存储配置文件。

这里配置文件内容包括: 中继地址 (Relay Host)、中继端口 (Relay Port)、JXME Peer 的标识、轮询间隔等。

(3) 函数 `private void initiateConnect(){}` , 创建 Peer 实例, 主要实现代码如下:

```
if (peer == null)
{ peer=PeerNetwork.createInstance(tfIdentity.getString()); } //创建 Peer 实例
```

(4) 函数 `private Boolean connect() {}`, 连接代理服务器, 向代理服务器注册, 申请建立公共广播管道 (管道 Id 固定) 以及自己的私有管道, 并监听, 以便接收来自移动 P2P 网络的消息。

连接中继服务器:

```
private byte[] state = peer.connect(url, state); //连接中继服务器
```

创建公共管道:

```
int createId1=peer.create(PeerNetwork.PIPE, "pro_pipe",
                          FIXED_PIPEID, PeerNetwork.PROPAGATE_PIPE);
```

创建私有管道:

```
int createId2=peer.create(PeerNetwork.PIPE, sendBuddy,
                          pipeld2, PeerNetwork.UNICAST_PIPE);
```

(5) 函数 `private boolean fileSend(){}` , 是由四个元素构造成消息, 包括消息发送方、发送消息内容、接收管道 Id 号、所属 Peer 组组号。

```
peer.send(FIXED_PIPEID, m); //向公共管道发送消息
```

(6) `private int searchFile(String keySt){}`, 搜索本地共享列表, 查看是否存在查询消息中所需的文件信息, 如有, 则返回其在 Record Store 中的记录号, 反之, 则返回错误信息, 具体则以 “url” 为关键字, 搜索本地共享列表, 采用 for 循环, 具体实现如下:

```
for(int i=1;i<sizeR+1;i++){
```

```
byte[] data = shareRs.getRecord(i);  
System.out.println("the record store is:"+data.toString());  
if(keySt.equals(new String(data))){  
    System.out.println("find the suited record store");  
    return i; }  
} //利用循环进行搜索
```

(7) private boolean poll () { }

向代理服务器发送轮询查询消息，并将接收到的消息进行分解，以适当的形式呈现给用户。其不断轮询查询中继服务器的操作如下所示：

```
if (peer != null) {  
    msg = peer.poll(pollInterval*1000); }  
}
```

5.4.2 移动 P2P-JXME 工作流程

每个运行子系统 MP2P-RSS 的移动终端，均可看作一个 Peer。每个 Peer 既可作为查询发起方，亦可作为响应方。为了把 Peer 作为查询发起方和响应方的功能描述的更清楚，分两个工作流程进行描述，见下图 5-6：

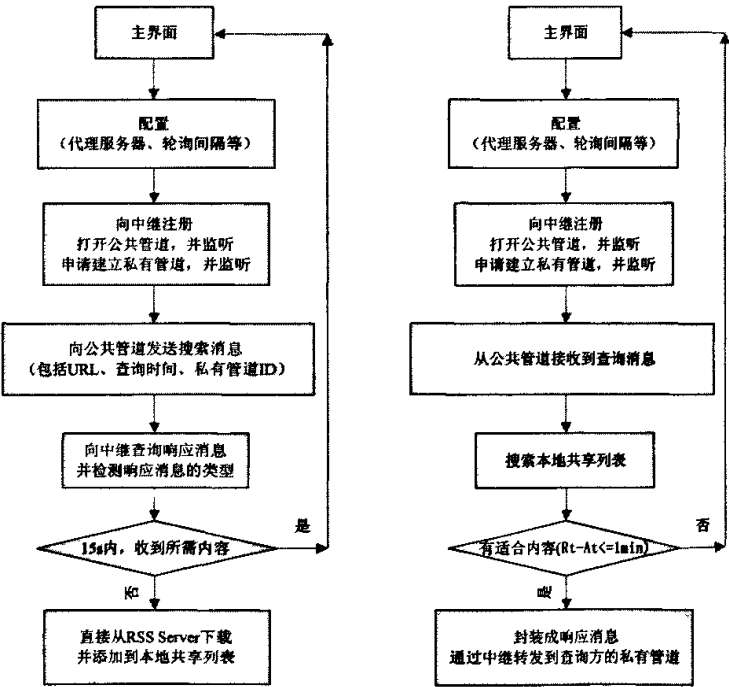


图 5-6 移动 P2P-JXME 模块工作流程

其中，左面是作为查询发起方时的工作流程，右面是作为响应方时的工作

流程。

5.5 本章小节

本章主要介绍了 MP2P-RSS 子系统的设计和编码实现，本系统主要采用 MVC 设计模式，J2ME 来进行编码，主要使用 Eclipse/Eclipseme 编译器。

具体包括以下内容：MP2P-RSS 子系统的需求分析、子系统的总体设计（系统组成、工作流程、MVC 设计模式、模块结构图、存储模型）、以及主要模块的类和函数

第六章 MP2P-RSS 子系统的功能测试和仿真

对所实现的 MP2P-RSS 子系统进行的测试，主要是在模拟器和实验室条件下进行的功能测试。由于实际条件的限制，在真机上仅进行了移动 RSS 阅读器部分的功能测试，而移动 P2P 部分的功能测试则由于需要较大量的手机才可以进行，故只对其性能进行了仿真测试和理论分析。

6.1 MP2P-RSS 子系统功能测试

6.1.1 测试环境配置

(1) 测试的软件环境配置为：

- J2SDK1.4.2_11，为软件运行提供 Java 虚拟机和解释器
- Eclipse-SDK3.0, Eclipse me 0.5，共同构筑 J2ME 软件开发平台
- J2ME Wireless Toolit2.2，提供手机模拟器，以支持程序在模拟器上的运行
- Windows XP 操作系统网络环境

(2) 测试的网络环境配置为：

- Internet 配置

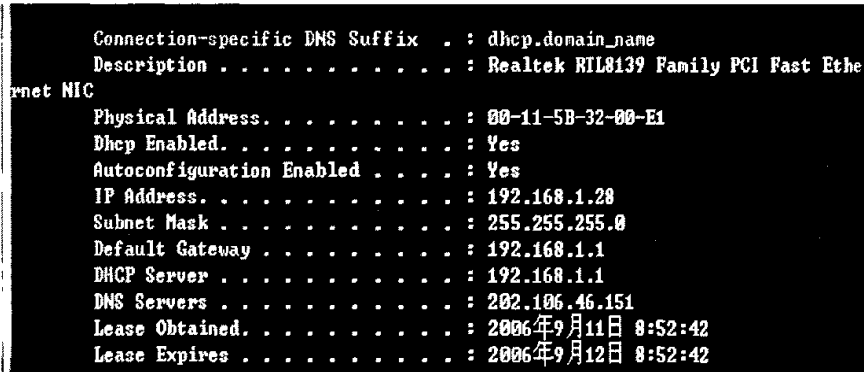


图 6-1 Internet 配置

- JXME Relay 配置

Services Settings

☒ Act as a Relay
☒ Act as a Rendezvous
☒ Act as a JXME proxy

TCP Settings

☒ Enabled

☒ Manual 192.168.1.28 9701

☒ Enable Outgoing connections

☒ Enable Incoming Connections

(Optional) Public address 192.168.1.28 9701

☒ Multicast

☐ Hide private addresses

HTTP Settings

☒ Enabled

☒ Manual 192.168.1.28 9700

☒ Enable Outgoing connections

☒ Enable Incoming Connections

(Optional) Public address 192.168.1.28 9700

☐ Hide private addresses

图 6-2 JXME Relay 配置

• JXME Peer 配置

Peer Configuration

Relay host:
192.168.1.28

Relay port:
9700

Identity:
PicShare

Poll interval:
2

图 6-3 JXME Peer 配置

其中，Relay host、Relay port 应与 JXME Relay 中的相应配置一致。Relay port 指 HTTP 端口号。Identity 为 JXME PEER 在 JXTA 网络中的网络标识，建议不要重复。因为测试工作的 JXME Relay 位于本机，故其地址与本机 IP 地址一致。

6.1.2 测试方案

本测试主要依据用户需求说明书、详细设计说明书等，通过黑盒测试，对系统进行单元测试和集成测试。通过测试，可以看出系统功能、设计、结构是否符合要求，以及存在哪些问题。测试完成后，应写出详细测试报告，以方便对系统进行改进和维护工作。

(1) 测试一

- 测试内容：
RSS 阅读器的基本功能：添加 RSS Feed、删除 RSS Feed、修改 RSS Feed、

读取 RSS Feed、读取 RSS Item、保存 RSS Feed。本测试在真机和模拟器环境下进行。下面的图片是模拟器环境下的截图。

- 测试目的：
通过测试一，检查系统是否具备 RSS 阅读器的基本功能
- 测试过程：
(1) 添加频道

如图 6-4 所示，在“名称”栏输入你想添加的 RSS Feed 的名称，在“RSS 链接”栏输入你想添加的频道的 URL，点击“保存”，即可完成添加，功能测试通过。



图 6-4 移动 RSS 阅读器频道添加功能测试

(2) 删除频道

如图 6-5 所示，在 RSS 阅读器主页面选中想要删除的频道名称，例“英超”，点击“menu”主菜单，选择“删除书签”，即可完成频道删除，功能测试通过。

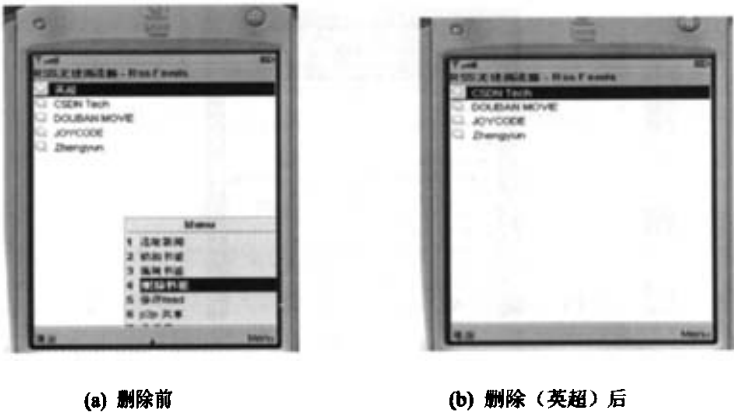


图 6-5 移动 RSS 阅读器频道删除功能测试

(3) 编辑频道

如图 6-6 所示，选中要编辑的 RSS 频道名称，点击“menu”菜单中的编辑书签，进行编辑。编辑完成后，点击保存即可，频道编辑功能通过。



图 6-6 移动 RSS 阅读器频道编辑功能测试

(4) 读取频道

选中要读取的 RSS 频道名称，点击“menu”菜单中的“读取新闻”，在等待动画过后，即可显示 RSS 频道的内容。此时可进一步选择“浏览摘要”，进行摘要的浏览。如果选取的 RSS 频道所使用的规范不是 RSS 2.0，则会出现如图 6-7 (d) 所示的读取出错信息。具体过程如图 6-7 所示。读取频道功能测试通过。



图 6-7 移动 RSS 阅读器频道读取功能测试

(4) 保存频道

选中要保存的 RSS 频道名称，点击“menu”菜单中的“保存 feed”，即出现保存成功画面。如图 6-8 所示。保存频道功能测试通过。

保存 RSS Feed:

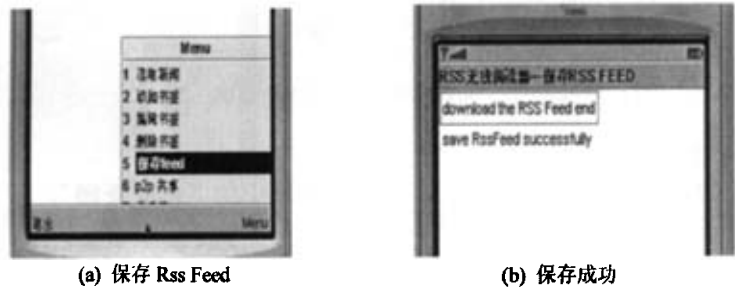


图 6-8 移动 RSS 阅读器频道保存功能测试

(2) 测试二

• 测试内容

测试系统的移动 P2P 功能：搜索、发现其它 peer，发出查询消息，查询本地列表，返回查询结果、进行信息共享等（主要采用黑盒测试的方法）

• 测试目的

通过测试二，结合用户需求和详细设计报告，查看系统移动 P2P 方面的

功能。

• 测试用例

在测试过程中，首先要启动 JXTA Relay，并进行网络环境的配置，如上面 6.1.1 小节中所示。

本测试主要在模拟器环境下完成。简单说明如下：

- 1. 确定要搜索的 Rss Feed
- 2. 连接 JXTA Relay，加入 P2P (jxta) 网络中
- 3. 通过公共管道，发出搜索消息
- 4. P2P 网络中各 Peer 在收到查询消息后，检索本地共享列表。
- 5. 如存在目的文件，则发回给查询方

具体测试步骤如下：



(a) 选择 p2p



(b) 发出查询消息



(c) 连接 JXME Relay

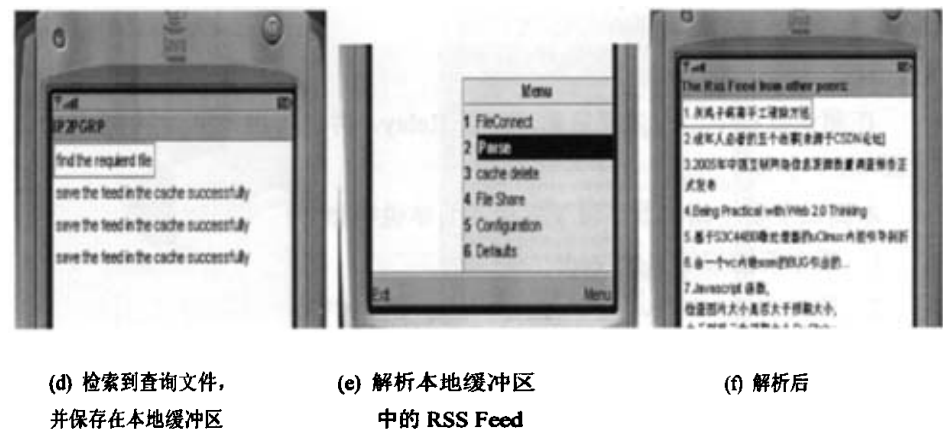


图 6-9 系统移动 P2P 功能测试

从图 6-9 可以看出，系统移动 P2P 功能测试通过。

6.2 MP2P-RSS 子系统性能仿真

6.2.1 仿真工具

为了对使用移动 P2P 分发技术前后，单位时间内，RSS 服务器负载的变化进行对比，采用了 NS2^[24]仿真工具进行仿真。

NS-2 又称“网络模拟器”，是由美国 DARPA 支持的项目 VINT (Virtual InterNet Testbed) 开发的通用多协议网络模拟软件，它试图为网络研究者提供一套模拟工具，促进各种新的 Internet 上的协议的设计和实施。

6.2.2 仿真场景

以 RSS Server 为仿真对象，仿真分两个阶段进行：数据包的发送和接收遵循本系统所定义的 P2P 分发机制，和普通的直接从 RSS 服务器下载机制。

本次主要有三个参数，客户端更新时间间隔 Ct、每次更新数据量 Dt 和 JXME 节点数 N。本实验中取 Ct=1min，Dt=1kByte，N 分别取 10、50、100、150、200、250 个。为制图方便，截取在 100s 时间内、采用移动 P2P 机制前后的服务器的流量 (Bytes/S)，进行比较、分析。

6.2.3 仿真结果

下面是使用移动 P2P 分发技术前后，单位时间内，RSS 服务器的负载随着节点数的增多的变化图：

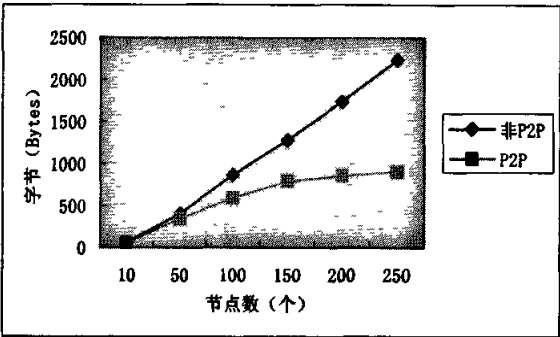


图 6-10 使用移动 P2P 机制前后 RSS 服务器负荷对比图

从上图得知，在节点数较少的情况下，移动 P2P 机制对服务器负荷改善不大，但随着节点数的增多，使用移动 P2P 机制后，RSS 服务器的负荷有着明显的改善。

6.3 MP2P-RSS 子系统性能分析

通过测试，可以看出，系统基本上符合用户需求说明书和详细设计说明书的要求，而且界面比较友好，运行比较稳定。作为一个 RSS 阅读器，基于 RSS 2.0 规范，它支持用户定制、添加、编辑、删除 RSS Feed，支持 XML 解析，把内容正确显示在用户面前。作为一个 P2P Peer，它可以在整个 P2P 网络中发出广播，搜索需要的信息和资源，并从其它 PEER 处共享，有效减轻了 RSS 服务器的负担，提高了信息传播的时效性。

由于移动终端本身的特点，例内存、电池功耗等的制约，使得作为 P2P Peer 的移动终端处理能力较弱，对 JXME Relay 很依赖。另外，由于 JXME Relay 性能的限制，在进行 P2P 文件共享时，一次传输文件大小应不超过 1024Bytes，否则会发生消息丢失。因此，一个 RSS Feed 必须分成小段，多次发送，才能正确接收、解析。

总体来说，系统基本达到预期要求，但可进一步进行优化工作。

6.4 本章小节

本章主要对 MP2P-RSS 子系统进行了功能测试。由于在真实环境中进行测试的诸多限制，本章主要介绍了在模拟器环境下的测试，给出详细的测试环境配置、测试方案、测试用例等，并对最终测试结果进行了分析，对存在的问题进行了探讨，对下一步工作进行了展望。

第七章 结束语

7.1 结束语

本论文工作属于项目“基于 RSS 的信息聚合与分发系统”的子系统，主要是设计并实现了基于 RSS 的移动 P2P 分发子系统。为了实现该系统，本文研究了 RSS 技术的规范以及规范中包含的主要元素，RSS 阅读器的工作原理及工作流程，以及如何在移动手持设备上开发 RSS 阅读器。

同时，为了防止在用户过多时给 RSS 服务器带来的高负荷，在 RSS Feed 的分发方式上，采用了移动 P2P 分发方式，即本文的移动 P2P 扩展模块：P2P-JXME 模块。本文研究了 P2P 技术的特点，网络拓扑，以及移动 P2P 所特有的一些性质，并着重学习了 Sun 公司的移动 P2P 开发平台 JXME，以及 J2ME 编程。

本文所实现的系统，可以较好的完成系统功能需求中的要求，在手持终端上实现移动 RSS 阅读器，以及完成 RSS Feed 在移动 P2P 分发网络中的分发，有效减轻 RSS 服务器的负担。

7.2 不足和下一步工作

目前，本系统存在的不足主要有以下几个方面：

(1) 由于手持终端本身的限制，通过移动 P2P 网络分发 RSS Feed 时，需要借助理服务器，这极大降低了移动 P2P 网络的灵活性和去中心化程度。

(2) 由于时间和试验条件的限制，本系统只完成了 RSS 阅读器在真机上的功能测试，系统的移动 P2P 分发功能只在模拟器和实验室条件下进行了测试。

(3) 在对系统的移动 P2P 分发功能进行测试时，当每个 JXME 消息中传送的字节数超过 1024 时，会出现丢失现象，不太稳定。这可能是因为使用的 JXME 中继的缓冲区设置的比较小。

针对以上不足，下一步需要做的工作主要有：

(1) 在真机和实际条件下，完成 RSS Feed 在移动 P2P 网络中分发功能的测试，并对其性能进行分析。

(2) 由于使用移动 P2P 分发机制，系统中的 JXME 对等点需要发送搜索消息等，对由此带来的网络流量进行仿真，并分析比较 P2P 机制在带来高速率的同时，所增加的网络负荷。

(3) 对系统的移动 P2P 分发功能模块进行扩展和补充，尽量减少对代理服

服务器的依赖。

7.3 研究生期间的工作

7.3.1 参加的项目与完成的工作

本人研究生期间主要参加了以下科研项目：

- Nokia、欧盟等的研究型项目：“VAS Technologies entry into China Market”，完成“中国移动增值业务用户的特征”、“中国移动增值业务市场的前景”等报告；
- “Linux 系统下 Syncml 数据同步服务器端的实现”，完成与数据库相关的结构模块的设计与实现，以及 wap 网站的搭建和维护；
- “基于 RSS 的信息聚合与分发系统”的子系统“基于 RSS 的移动 P2P 分发系统的设计与实现”，完成主要设计工作和编码实现，并负责功能测试，以及论文的撰写。

另外，本人还辅导北京邮电大学两名本科生顺利完成了毕业设计。

7.3.2 取得的学术成果

完成论文《基于 RSS 的移动 P2P 分发系统》，待投稿。

参考文献

- [1] RSS History: <http://blogs.law.harvard.edu/tech/rssVersionHistory>
- [2] RSS 2.0 Spec: <http://blogs.law.harvard.edu/tech/rss>
- [3] Dana Moore, John Hebler. Peer-To-Peer 对等网. 苏忠, 战晓雷等第一版. 清华大学出版社, 2003.
- [4] 吴卫东. DVB-H 数字移动电视和移动通讯结合的新标准. 现代电视技术, 2004.
- [5] Winer D. RSS 2.0 Specification. Berkman Center for Internet & Society at Harvard Law School. Retrieved 10/09/2006 from <http://blogs.law.harvard.edu/tech/rss/>.
- [6] 新浪点点通: <http://www.sina.com.cn/ddt/>
- [7] 侯自强. IPV6 应用和 P2P. 中国通信, 2004.
- [8] 车宏安, 顾基发. 无标度网络及其系统科学意义. 系统工程理论与实践, 2004.
- [9] 乐光学. 基于 Gnutella 协议的分布式 Peer-to-Peer 网络连接管理策略及改进研究. 计算机工程与应用, 2004.
- [10] 乐光学. 基于 Gnutella 协议的 P2P 网络路由搜索算法:Light-Flooding. 计算机工程, 2005.
- [11] 袁霖, 覃征. 对等网络中分布式散列表的研究. 计算机应用研究, 2006.
- [12] 陈姝, 周勇林. P2P 技术的研究与应用. 计算机工程与应用, 2002.
- [13] 罗杰文. Peer-to-Peer 的应用研究、面临的问题与前景展望. 中科院计算技术研究所, 2005
- [14] 邢竞帆, 李胜利. SIP 协议的研究. 计算机应用, 2001
- [15] RFC2543, SIP: Session Initiation Protocol[S].1999.
- [16] 陈健. IP 多媒体子系统 (Multimedia Subsystem, IMS) 及会话发起协议 (Session Initial Protocol, SIP) . http://www.forum.nokia.com.cn/doc/C_IMS_SIP_Overview-final.pdf.
- [17] 数字版权管理技术的研究现状及在数字电视系统中的应用. 范科峰, 赵新华. 信息技术与标准化, 2005.
- [18] 移动 P2P 平台 JXME: <http://www.ilib.cn/Abstract.aspx?A=jsjyy200306028>
- [19] 许斌, 王克宏.JXTA-Java P2P 网络编程技术第一版.清华大学出版社, 2003
- [20] Li Gong. JXTA: A Network Programming Environment. IEEE INTERNET COMPUTING. MAY.JUNE 2001: 88-95
- [21] J2ME 中文教程. J2ME 开发网原创, 1.01 版, 2005

- [22] Otto Kolsi, Teemupekka Virtanen. MIDP 2.0 Security Enhancements. The 37th Hawaii International Conference on System Sciences, Hawaii, 2004.
- [23] 陆荣幸, 郁洲. J2EE 平台上 MVC 设计模式的研究与实现. 计算机应用研究, 2003.
- [24] NS2 tutorial: <http://www.isi.edu/nsnam/ns/tutorial/index.html>
- [25] 刘强. 基于免费软件 ns2 的网络仿真. 电子技术应用, 2001

附录 缩略语

RSS	Really Simple Syndication	真正简易聚合
P2P	Peer to Peer	点对点技术
XML	Extensible Markup Language	可扩展的标记语言
DVB-H	Digital Video Broadcasting Handheld	手持数字视频广播
MIMO	Multi Input Multi Output	多出多入多天线技术
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing	正交分频复用技术
DOS	Denial of Service	拒绝服务
TTL	Time to Live	生存时间
GPRS	General Packet Radio Service	通用分组无线业务
JXME	JXTA for J2ME	JXTA 的无线扩展
JVM	Java Virtual Machine	Java 虚拟机
PDP	Peer Discovery Protocol	对等机发现协议
PBP	Pipe Binding Protocol	管道绑定协议
PIP	Peer Information Protocol	对等机信息协议
PRP	Peer Resolver Protocol	对等机解析协议
PEP	Peer Endpoint Protocol	端点路由协议
RMS	Record Management System	记录管理系统
MVC	Model-View-Controller	模型-视图-控制器

致谢

本论文是在我的导师马建教授的悉心指导下完成的。从论文的总体框架到每一个细节，他都仔细推敲、耐心匡正，为此付出了极大的辛劳。在我研究生学习的整个阶段，马老师在科研项目上给予了深入的指导和支持，在生活上也给予了多方面的关怀和帮助。马老师宽厚的为人、渊博的知识、严谨的治学态度、敏锐的判断力、一丝不苟的钻研精神和敬业精神都是我终身学习的榜样。从他身上，我感受到了师者的教诲和长者的关怀。值此学位论文完成之际，谨向马老师表示最诚挚的感谢。

同时，感谢李玉宏老师，我在硕士阶段所从事的课题、项目和毕业论文都得到了李老师的细心指导和帮助。从李老师那里学到的学习和研究方法以及项目组织管理方面的经验，使我受益匪浅。

感谢阚志刚博士，热心解决我在项目中遇到的问题和困难，使我真正了解了软件开发的流程和开发模型的重要性，对我以后的项目研究起了指导性的作用。

在我研究生学习阶段，还得到了程时端教授、王文东教授、金跃辉副教授、谢东亮博士后、张雷副教授、龚向阳副教授、卢美莲副教授、林宇副教授的关心和帮助，在此一并表示衷心的感谢。

在课题研究过程当中，还得到了程久军师兄、李熠师兄、王斌师兄和焦伟伟师姐的大力帮助。他们在研究方法和思路上对我进行了悉心的指导，并帮助我解决了许多疑难问题，在此向他们表示感谢。

感谢和我在同一个项目组的同学，感谢于魁飞、吕晓鹏，感谢他们在项目中对我的帮助和指导。还有研二的潘淑文、郁文宾、赵义、苏卉纯、何娜等同学，我们在共同的学习研究中互相帮助，互相支持，密切配合，顺利地完成了课题任务。我从他们身上学到了许多，相互之间也建立了深厚的友谊。

感谢国家重点实验室的其他老师和同学们，感谢他们在各方面给予我的帮助。

非常感谢论文评委们在百忙中为我评审论文。

最后，我要特别感谢我的家人和朋友们，感谢他们对我一贯的支持，感谢他们为我的成长所付出的汗水与心血，是他们不倦的鼓励和关心激励我勇往直前！