

# 移动计算环境中的P2P中间件的研究

谭浩<sup>1</sup>, 杨敏<sup>1</sup>, 李心怡<sup>1,2</sup>, 刘化民<sup>1,2</sup>

(1. 电子科技大学计算机科学与工程学院 成都 610054; 2. 辽河油田特油公司 辽宁 盘锦 124010)

**【摘要】**以P2P为基础,结合移动计算环境的特点,提出了适用于移动计算环境的移动P2P网络结构。该结构对P2P网络上的一些对等节点的功能进行扩充,使其成为移动嵌入式设备上网的代理;移动嵌入式设备通过HTTP协议与代理通信,代理再与P2P网络通信,从而实现移动嵌入式设备之间的通信。基于该网络结构,设计了移动P2P中间件结构,它由代理和移动客户两部分组成。该文基于JXTA P2P和移动计算平台J2ME,通过两个移动嵌入式设备间的文件共享实验,验证了该中间件结构的有效性和实用性。

**关键词** 代理; 中间件; 移动计算环境; 对等网络  
**中图分类号** TP311 **文献标识码** A

## A Study on Middleware of P2P in the Mobile Computing Environment

TAN Hao<sup>1</sup>, YANG Min<sup>1</sup>, LI Xin-yi<sup>1,2</sup>, LIU Hua-min<sup>1,2</sup>

(1. School of Computer Science and Engineering, University of Electronic Science and Technology of China Chengdu 610054;  
2. Special Oil Company, Oil Field of LiaoHe of China Panjin Liaoning 124010)

**Abstract** Based on Peer-to-Peer (P2P), combining the characteristics of mobile computing environment, a structure of mobile P2P network which is adapted to mobile computing environment is put forward. The core idea of this structure is that the mobile embedded devices are indirectly connected to the P2P network with Agent, and then share their resources each other through the P2P network. Then, based on the network structure, a structure of mobile P2P middleware is designed. It is composed of Agent and mobile client. Finally, based on the P2P of JXTA and J2ME mobile computing platform, a file-sharing experiment between two mobile embedded devices validates the effectiveness and practicability of the middleware structure.

**Key words** agent; middleware; mobile computing environment; peer to peer

中间件<sup>[1]</sup>是位于操作系统与应用程序之间的一类软件,用于处理分布式计算环境中不可避免的复杂性和异质性,它成功地简化了分布式应用程序的开发与部署。随着无线网络技术的飞速发展,移动计算设备(如便携式计算机、个人数字助理、新一代移动电话等)的普及,适用于移动(通常为嵌入式)计算环境的中间件的研究已迫在眉睫。相对于传统分布式系统,移动计算环境<sup>[2]</sup>有两个特点:

(1) 资源稀少 移动嵌入式设备往往使用较低速的CPU、较小的内存、电池容量有限。

(2) 环境的动态性:一个设备随时可能从一个网络环境移出而参与到另一个网络环境中。在此过程中,网络的连接介质、连接质量(带宽、出错率等)是动态变化的。

由于移动计算环境是一个动态而多变的环境,所以,没有一个固定的、持续可用的核心服务器,

传统的以服务器为中心的固定计算模式就不再适合,需要采用无中心的移动计算模式,而P2P无中心化的对等计算模式正好能够满足此要求,因而本文的研究采用了对等网络(Peer-to-Peer, P2P)。

## 1 P2P与JXTA

P2P<sup>[3]</sup>是一种分布式网络,网络的参与者共享他们所拥有的一部分计算资源(处理能力、存储能力、网络连接能力、打印机等),这些共享资源由网络提供服务和内容,能被其他对等节点(Peer)直接访问而无需经过中间实体。网络中的参与者既是资源(服务和内容)提供者(Server),又是资源(服务和内容)获取者(Client)。相对于传统的以服务器为中心的C/S和B/S模式,P2P网络中的对等节点是彼此直接通信的,每一个对等节点既是Client,也是Server。这种通信无需依赖集中式服务器或资源就可完成。由于

多个节点互相连接,即使其中一个节点出了问题,其他的节点依旧可以继续通信,完全不受影响。因此用户所在的网络带宽会最大程度地被使用,网络用户的网络利用率得到了很大的提高。因此,在实时信息的发布和搜寻、带宽资源的有效利用、地理上分布的主机之间的系统计算和资源共享等方面,P2P比C/S和B/S模式具有很大的优势,是网络应用的新发展方向。

JXTA<sup>[4]</sup>是juxtapose的缩写。JXTA平台是SUN公司为P2P网络设计的具有P2P网络必需功能的开放平台。JXTA能够避免基础设施的重复开发,为P2P网络的应用软件开发者提供一致的底层平台,从而简化P2P网络应用软件的开发。JXTA具有互操作性、平台无关性、普适性的特点,它提供的P2P网络的基本功能包括:Peer的互相发现、Peer组的自我组织、广告和发现P2P网络中的服务、Peer之间的相互通信和Peer之间的相互监控。本文选择了JXTA作为P2P平台。

## 2 移动嵌入式设备上P2P网络的特点

JXTA对等节点需要处理许多任务,并在基于套接字的XML级上处理消息,它强大的功能和灵活性是以复杂性为代价的,所以JXTA对等节点对设备的要求比较高。对于移动嵌入式设备<sup>[5]</sup>来说,由于资源受限和平台本身的限制,JXTA对等节点通常无法直接在其上运行。用移动嵌入式设备充当JXTA对等节点时,需要考虑以下限制:

(1) 没有IP地址:移动嵌入式设备上只运行了HTTP客户端,没有HTTP服务器端。这意味着移动嵌入式设备只能发送HTTP请求,不能打开端口监听并接收别的对等节点发过来的HTTP请求和响应。P2P网络上的其他节点不能通过一般的方式(如发广播消息)知道移动嵌入式设备的存在,移动嵌入式设备只能主动宣告自己的存在,从而建立通信。

(2) 资源和处理能力有限:JXTA对等节点的基本要求超出了移动嵌入式设备的基本必备条件,无法支持一些复杂操作,如资源的搜索、复杂的计算任务等,需要中间结点作为代理来完成这些操作。

(3) 通信的双方可能不同时在线,需要中间结点作为代理来完成每次通信所产生的动作。

(4) 物理网络地址不断地发生变化,在网络中无法定位。

鉴于以上限制,不能直接用移动嵌入式设备充当JXTA对等节点,只能采用代理(Agent)的方式让移

动嵌入式设备间接地接入JXTA P2P网络,然后通过P2P网络实现移动嵌入式设备间的资源共享。

## 3 移动P2P中间件结构及功能

(1) 移动P2P网络结构:对JXTA P2P网络上的一些对等节点(Peer)的功能进行扩充,使其成为移动嵌入式设备上网的代理(Agent)。移动嵌入式设备通过HTTP协议与代理通信,代理再与P2P网络通信,从而实现移动嵌入式设备之间的通信。整个移动P2P网络结构如图1所示。

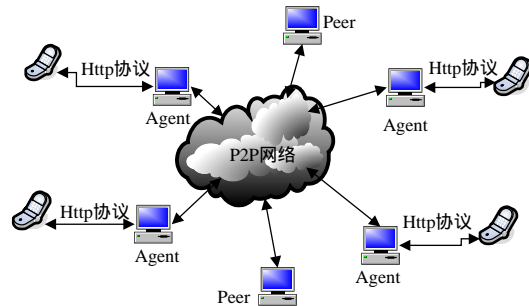


图1 基于Agent的移动P2P网络

(2) 移动P2P中间件的结构及功能:移动P2P中间件包括代理(Agent)和移动客户两部分,其结构如图2所示。

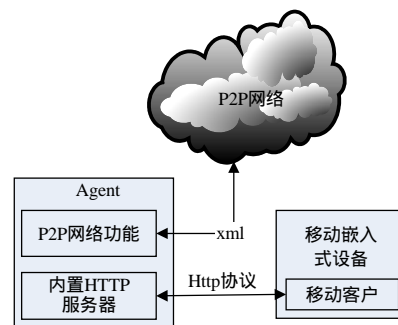


图2 移动P2P中间件结构

代理(Agent)是一个JXTA对等节点,同时又内置了一个HTTP服务器,用于接收移动客户发来的命令,然后使用其具有的P2P网络功能来处理这些命令。移动客户将移动嵌入式设备需执行的命令发给Agent,并定时从Agent读取先前命令执行的结果。

移动嵌入式设备与P2P网络的通信过程分为两步:移动客户通过HTTP协议与代理通信;代理通过XML语言与P2P网络上的JXTA对等节点通信。通信是透明的,即通信双方都不用关心与之通信的设备类型。一次简单的操作过程如下:代理运行HTTP服务器,嵌入式设备要进行P2P操作时与之相连,发出HTTP请求,代理从请求中提取出操作命令信息,

转换成JXTA网络的消息格式XML语言,在P2P网络中进行操作后,又以HTTP响应包的形式将操作结果封装在其中,返回给嵌入式设备。

## 4 实验

为验证上述移动P2P中间件结构的可行性,本文基于JXTA<sup>[6-7]</sup>和主流的移动计算平台J2ME<sup>[8]</sup>,设计实现了一个简易的移动P2P系统。该系统包括两个移动嵌入式设备(仿真手机)和两个Agent。系统提供的服务包括文件的发现、下载和共享。鉴于文章篇幅,本文不对系统的具体实现作阐述,只通过简单地展示移动嵌入式设备的操作界面及过程来描述系统。

(1) 主界面菜单:主界面菜单如图3所示,它包括Config、Find和Share三个菜单项。其中,Config用于配置移动嵌入式设备与Agent间的连接关系;Share用于查看和修改移动嵌入式设备中文件的共享情况;Find用于查找和下载文件。

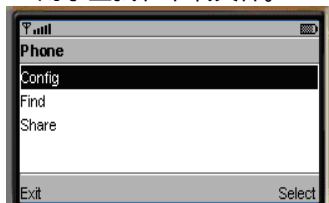
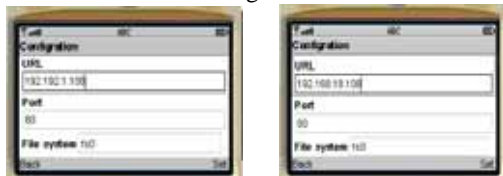


图3 主界面菜单

(2) 如图4所示,分别配置移动嵌入式设备1和2的HTTP服务器URL、端口及使用的文件系统,建立移动嵌入式设备与对应Agent间的连接关系。



a. 移动嵌入式设备1

b. 移动嵌入式设备2

图4 配置移动嵌入式设备与Agent间的连接关系

(3) 在移动嵌入式设备1上使用Share菜单项将3.mp3文件通过其Agent共享到P2P网上,如图5所示。

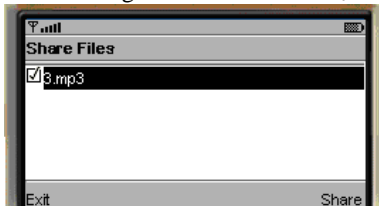


图5 查看和修改文件的共享情况

(4) 在移动嵌入式设备2上使用Find菜单项通过其Agent查找文件3.mp3,如图6所示。

选择Share菜单项,可以看到多了一个3.mp3文件。选中3.mp3,则这个设备上的3.mp3文件又可以共享给其他设备了,如图7所示。

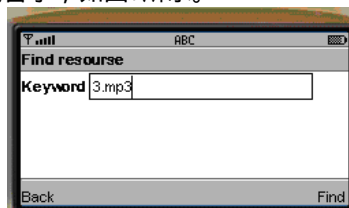


图6 查找文件

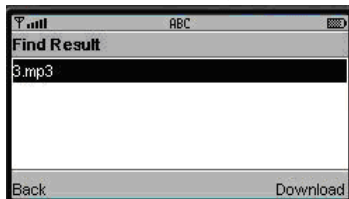


图7 查找结果

## 5 结束语

移动计算环境存在环境动态性和资源稀少的特点,传统的以服务器为中心的固定计算模式不再适合,需要采用无中心的移动计算模式。本文的研究以JXTA P2P为基础,结合移动计算环境的特点,设计了适用于移动计算环境的P2P中间件结构。并基于主流的移动计算平台J2ME,通过两个移动嵌入式设备间的文件共享实验,验证了结构的有效性和实用性。

### 参考文献

- [1] 张云勇, 张智江. 中间件技术原理与应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 2004.
- [2] 康兆华. 移动商务与无线计算系统[M]. 北京: 高等教育出版社, 2005.
- [3] ZHOU Shi-jie, QIN Zhi-guang. Interconnected peer-to-peer network: a community based scheme[C]//ICIW. France: [s.n.], 2006: 213-217.
- [4] JXTA. Project JXTA[DB/OL]. <http://www.jxta.org>, 2007-06-10.
- [5] JERRAYA A, WOLF W. Hardware/software interface codesign for embedded systems[J]. IEEE Computer Society, 2005, 38(2): 63-69.
- [6] JOSEPH D. Mastering JXTA: Building Java peer-to-peer applications[M]. Gradecki: John Wiley & Sons, 2003.
- [7] 常晓波, 李静. JAVA P2P程序设计[M]. 北京: 中国电力出版社, 2003.
- [8] 林胜利. 精通J2ME无线编程[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2004.

编辑 漆蓉