

# 面向移动网的 P2P Web Service 自组网协同通信平台

李 晔<sup>1,2</sup>, 王劲林<sup>2</sup>

LI Ye<sup>1</sup>, WANG Jin-lin<sup>2</sup>

1.中国科学院 研究生院, 北京 100039

2.中国科学院 声学研究所 国家网络新媒体工程技术研究中心, 北京 100190

1.Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China

2.National Network New Media Eng. Research Center, Institute of Acoustics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China

E-mail: liye@dsp.ac.cn

**LI Ye, WANG Jin-lin. Self-organizing networking cooperative communication infrastructure based on mobile P2P Web Service. Computer Engineering and Applications, 2009, 45(22): 90-93.**

**Abstract:** To propose a self-organizing networking cooperative communication infrastructure based on mobile P2P Web service technology, named Self-organizing Networking Cooperative Communication (SNCC). The object is to support mobile phone self-organizing networking and cooperative communication by using the native distributed characteristic of mobile phone. For overcoming the nomadic mobile network characteristic and the limited network bandwidth of mobile network, to use a self-organizing networking controller and existing network protocol binding (TCP/UDP), implement the self-organizing networking cooperative communication.

**Key words:** mobile network; self-organizing; cooperative communication; Web Service; Peer to Peer (P2P)

**摘 要:** 提出一种采用移动 P2P Web Service 技术的自组网协同通信平台 SNCC (Self-organizing Networking Cooperative Communication), 目标是利用移动终端天然的分布式特点, 通过手机的自组网, 支持手机之间的协同通信; 为了克服现有移动网络的漫游性, 带宽的局限性, 通过自组网协同通信控制器, 基于目前移动网络支持的网络协议 (UDP/TCP), 实现针对移动网络的自组网协同通信功能。

**关键词:** 移动网; 自组网; 协同通信; Web Service; 点对点

**DOI:** 10.3778/j.issn.1002-8331.2009.22.030 **文章编号:** 1002-8331(2009)22-0090-04 **文献标识码:** A **中图分类号:** TP393

## 1 引言

随着移动通信网技术的快速发展, 持有移动终端的用户数量的猛增, 在某些特定应用场景利用移动终端天然的分布式特征部署移动 P2P Web Service, 实现移动终端的自组网与协同通信成为一个崭新的需求; 然而, 当前移动网络的漫游性、带宽局限性等障碍使在移动终端上按传统方法部署此类业务系统有一定的困难。

针对上述问题, 提出一个基于移动 P2P Web Service 技术的手机自组网协同通信平台, 简称 SNCC (Self-organizing Networking Cooperative Communication), 首先介绍了移动 P2P Web Service 的技术背景与自组网平台的目标; 然后介绍了 SNCC 平台的系统架构并且与集中式协同通信架构做了比较; 结尾对 SNCC 平台做总结和对未来继续研究方向做展望。

## 2 技术背景

### 2.1 移动 P2P Web Service 技术

W3C 在 2002 年 8 月定义 Web Service: 由 URI (Uniform Resource Indication) 标识的一个软件应用, 其接口和绑定可以通过 XML 文档定义、描述和发现; 它使用基于 XML 的消息通过互联网协议与其它软件之间直接交互<sup>[1]</sup>。

P2P 是 peer-to-peer 的缩写, P2P 系统中的任何一个节点 (peer) 都能够共享系统内的资源, peer 间通过直接交换信息来进行信息和服务的共享, 而不需要经过其它的中间实体。P2P 最根本的思想在于网络中的 peer 既可以获取其它节点的资源或服务, 同时又是资源或服务的提供者, 即兼具客户机和服务器双重身份<sup>[2]</sup>。

移动 P2P Web Service 是指构建在移动终端上, 利用移动

**基金项目:** “国家“十一五”科技支撑计划重大项目资助 (the National Great Project of Scientific and Technical Supporting Programs Funded by Ministry of Science & Technology of China During the 11th Five-year Plan. No.2006BAH02A22)。

**作者简介:** 李晔 (1981-), 男, 博士研究生, 主要研究领域为宽带通信; 王劲林 (1964-), 男, 博士生导师, 主要研究领域为宽带通信。

**收稿日期:** 2008-04-25 **修回日期:** 2008-07-04

网络来通信的 P2P Web Service;移动通信服务是天然的 P2P 服务,现有的电话、消息业务均属于 P2P 技术的一个子集,未来,高级的信息共享、资源共享型应用将成为移动网络上的主流服务,服务开发者需要解决网络的漫游性,无缝应用会话管理,设备多样性,平台多样性,协议多样性,带宽局限性问题。移动 P2P Web Service 的应用平台需要能够隐藏移动网络和移动终端的复杂性,使上述障碍对具体应用的开发者透明,并要求其具有良好的扩展性,使应用开发者则可以集中精力开发 Web Service 应用。

## 2.2 自组网协同通信平台

自组网协同通信平台的目标是利用手机天然的分布式特征,根据它所在的地理位置或者其它相关属性,自动、动态地建立若干个手机群,每个群由至少两部手机终端组成。用户基于此手机群,可以实现 P2P 的协同通信服务功能。

旅游行业对自组网平台的需求很强烈,比如团队自助游活动中,队员需要实时掌握附近其他同伴的情况,传统上此需求依赖于步话机来实现。随着移动通信网络的发展,手机作为随时随地随身携带物品将成为实现此类功能最为恰当的承载设备。自组网平台一方面必须支持基本的协同通信功能,另一方面还需要支持更多的高级协同通信服务。

## 3 SNCC 平台设计

在 SNCC 系统中,手机除了支持自组网功能外,还需要支持协同通信服务,协同通信服务使用 P2P Web Service 技术实现。手机作为服务请求者访问 Web Service 时,主要障碍在移动网络带宽和终端处理能力,通过优化网络传输协议以及 SOAP 消息定义即可提高 Web Service 的性能和用户体验;移动终端作为服务推送者推送 Web Service 时,主要障碍包括移动网络带宽、终端处理能力、移动网络的漫游性等因素,这就需要除了通过优化网络传输协议以及 SOAP 消息定义以外,还需要在终端管理、会话管理、服务管理等方面做一些针对性的工作来克服移动网络的漫游性。

### 3.1 平台组成

定义的 SNCC 中有三个角色:自组网协同通信控制器,手机与协同通信服务开发者。

#### 3.1.1 协同服务开发者

SNCC 平台隐藏了移动网络和移动终端的复杂性,对协同通信服务开发者是透明的,他们只需要将自己开发的协同通信 Web Service 组件上传,并注册到 SNCC 平台供手机下载。

#### 3.1.2 自组网协同通信控制器

自组网协同通信控制器主要任务包括自组网控制,协同通信服务管理,节点管理,协同通信服务中转代理 4 大模块:自组网控制控制手机的自组织联网过程;协同通信服务管理模块管理协同通信服务开发者上传的协同通信服务组件、管理通信服务组件的下载;节点管理管理所有使用 SNCC 的手机,记录手机状态以及手机上支持的协同通信服务的状态;协同通信服务中转代理的任务是支持 P2P 形式的 Web Service 访问,实现会话管理功能,克服网络漫游性的主要障碍。

#### 3.1.3 手机

手机主要任务是自身协同服务管理,网内节点管理以及自组网模块:自身协同服务管理模块管理自身作为服务提供者提供的 Web Service;网内节点管理模块维护其他网内节点的状态和他们提供的服务的状态等;自组网模块支持手机之间的自组网过程。

态和他们提供的服务的状态等;自组网模块支持手机之间的自组网过程。

## 3.2 平台结构

为了克服上文提到的移动网络,移动终端的一些特点,如图 1 所示,对传统的 Web Service 技术架构作了一些调整。

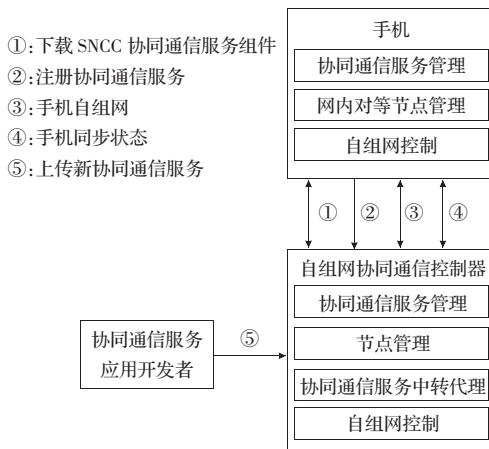


图 1 SNCC 平台结构图

借鉴 P2P 中心化拓扑型结构,以自组网协同通信控制器实现传统 Web Service 架构中的 UDDI 注册功能和中心化拓扑型 P2P 架构中的节点管理、应用管理、会话管理等功能。手机终端在自组网的基础上,既可提供 Web Service,也可使用 Web Service,在下载服务组件后需要到自组网协同通信控制器上注册服务,自组网协同通信控制器负责手机 IP 地址变化的维护、建立终端之间的会话、释放终端之间的会话以及终端自组网群的维护;使终端可以透明地与同一网内的对等终端协同通信。

手机的状态同步通过心跳通知(Heart-Beat)的方式实现,自组网协同通信控制器上节点状态的准确程度和心跳的间隔成反比。

## 3.3 自组网协同通信控制器结构

自组网协同通信控制器主要由协同通信服务管理、协同通信服务中转代理、对等点管理、服务库管理、自组网控制以及通信协议层组成,如图 2 所示。

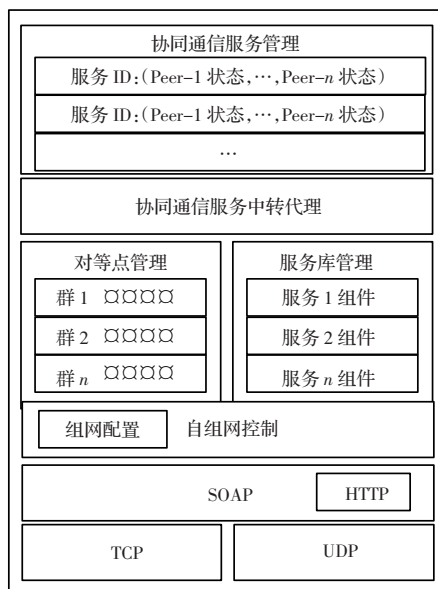


图 2 自组网协同通信控制器结构示意图

定义 1 SNCC 的一个协同通信服务:

$$W=(WId, WSDL, WSC)$$

其中  $WId$  表示标识该服务的唯一 ID,  $WSDL$  表示该服务的输入, 输出定义,  $WSC$  表示该服务的执行组件。

定义 2 SNCC 中的一个手机节点:

$$P=\left\{PId, GA, TA, IP, Port, S_p, \bigcup_{i=1}^n (W_i, S_i)\right\}$$

其中  $PId$  表示标识该节点的唯一 ID,  $GA$  表示该节点的地理位置属性,  $TA$  表示该节点的类别属性,  $IP$  标识该节点当前的 IP 地址,  $Port$  表示该节点当前的端口号,  $S_p$  表示该节点当前的状态,  $W_i$  表示该节点提供的第  $i$  个服务,  $S_i$  表示该节点提供的第  $i$  个服务的状态。

定义 3 SNCC 中的一个节点群:

$$GP=\bigcup_{i=1}^n P_i$$

其中  $P_i$  表示该组内的第  $i$  个节点。

定义 4 SNCC 中的一个活动服务:

$$AW=\left\{W, \bigcup_{i=1}^n P_i\right\}$$

其中  $W$  表示一个服务,  $P_1-P_n$  表示提供当前服务的  $n$  个节点的集合。

协同通信服务中转代理通过支持 P2P 中 TCP 和 UDP 穿透 NAT(Network Address Translation)的功能<sup>[3]</sup>, 建立端到端的会话管理, 允许移动终端之间透明的数据交换, 实现 P2P Web Service。

### 3.4 手机支撑软件结构

手机支撑软件由用户界面、服务调度响应器、网内对等点管理, 自身协同通信服务索引, 服务组件库, 自组网控制模块和通信协议层组成, 如图 3 所示。

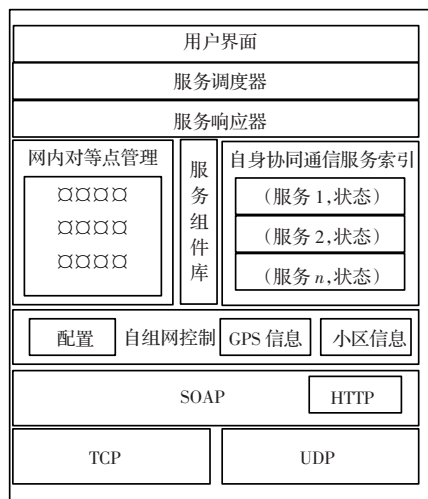


图 3 手机支撑软件结构示意图

手机支撑软件中的网内对等点管理是自组网协同通信控制器上对等点管理模块的子集, 服务组件库包括该终端目前支持的协同通信服务的运行组件, 自身协同通信服务索引包括该终端目前支持的协同通信服务及其状态的一个组合列表。服务调度器和服务响应器分别作用于该手机作为协同通信服务请求者和协同通信服务提供者时的两种角色。

手机支撑平台的自组网控制包括自组网配置模块, GPS 信

息获取以及小区信息获取模块, 用户可以通过配置模块配置不同的组网方面。

### 3.5 典型的组网实现方法

#### 3.5.1 基于小区基站信息的自组网

移动通信网采用蜂窝无线组网方式, 手机可以得到当前所在的基站 ID 与相邻的基站 ID, 可以定义使用当前手机属于一个网络或者在相邻基站内的手机都属于一个网络, 按照第一种算法组成的网络是不重叠的网络, 按照第二种算法组成的网络是重叠网络。

#### 3.5.2 基于 GPS 信息的自组网

GPS 基本地理信息由经纬度  $(x, y)$  组成, 可以配置以当前所在位置为中心, 半径不超过  $R$  的范围内的手机均属于一个网络, 按照这种算法组成的网络将是重叠网络。

#### 3.5.3 基于其它自定义属性的自组网

每个手机支撑软件中都有一个自组网配置模块, 可以配置宿主的一些信息, 诸如性别、年龄、职业、爱好等, 当手机与自组网协同通信控制器同步状态时, 这些信息均会同步到控制器中; 用户可以根据这些信息, 通过自组网配置模块设置自定义组网方法。

#### 3.5.4 手机自组网状态同步方法

为实现动态自组网, 手机需要通过心跳通知机制保证状态的同步。手机通过 TCP 或者 UDP 协议通知自组网协同通信控制器自身的状态, 数据包信息  $I=\bigcup_{i=1}^n (WId_i, S_i)$ , 自组网协同通信控制器记录其 IP 地址, 端口地址以及服务信息, 如图 4 所示。

心跳通知机制可以保证自组网协同通信控制器上的手机节点信息保持近似最新。

### 3.6 协同通信服务实现方法

#### 3.6.1 网内对等节点同步机制

如图 5 所示, 手机通过 TCP 或 UDP 协议定期向自组网协同通信控制器查询网内其它对等节点的状态, 自组网协同通信控制器收到请求后返回其它节点的信息, 数据包信息  $I=\bigcup_{i=1}^n P_i$ ; 此处也可以采用可靠的 UDP 实现方式, 如果对精度要求不是很高, 只实现不可靠的 UDP 协议即可。如果网内对等节点同步机制采用 UDP 协议, 平台中还可以采用中控服务器主动发起 UDP 广播的方式来更新所有节点状态, 可以更加节省通信消耗。

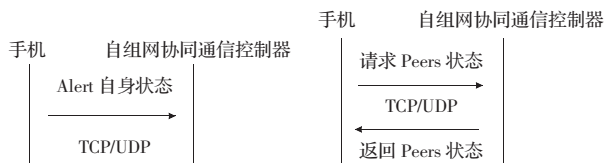


图 4 手机状态同步示意图

图 5 网内对等节点同步机制

#### 3.6.2 网内对等节点会话建立机制

手机之间协同通信服务的会话建立可以基于 TCP 协议, 也可以基于 UDP 协议, 由手机自组网状态同步机制和网内对等节点同步机制采用的协议决定, 图 6 是两种协议的会话建立示意图。UDP 会话建立和 TCP 会话建立的区别是因为 UDP 是无连接的协议, 它允许 socket 进行“多对一”的通讯, 而 TCP 是面向连接的协议, 需要通过 TCP 端口复用和采取双方同时打



图6 网内对等节点会话建立机制

开 TCP 连接的技术<sup>[3]</sup>,实现了点对点的 TCP 直接通信。

#### 4 SNCC 平台与集中式架构平台的比较

选择基于小区基站信息的自组网方法,以点对点之间的文字通信作为协同通信服务的示例,以 UDP 作为消息传输协议实现基于 SNCC 平台的自助旅游组网协同通信平台。

通过使用 SNCC 平台,在自助游活动过程中,用户可以随时通过手机查看有谁在自己的附近,了解友邻旅游爱好者的状态以及与他们发送文本消息、交流心得、询问问题等。与传统的即时通信平台不一样,SNCC 平台中的友邻节点群不是固定的,是动态变化的,且节点之间的通信是基于 P2P Web Service 技术的,而不是基于集中式的服务架构。

通过该原型系统的实验,从下面几方面比较 SNCC 平台与基于集中式架构的即时通信平台,见表 1。

表1 SNCC 平台与传统即时通信平台的比较

	SNCC 平台	集中式架构平台
友邻群	动态变化	静态不变
友邻来源	按地理位置寻找	手工设定
发消息方式	点对点	服务器中转
消息承载协议	UDP/TCP	TCP
服务提供者	对方手机	服务器
支持的服务	由手机决定	由服务器决定
服务扩展性	强,不需修改系统	弱,需要修改系统
对节点的控制能力	动态、弱	静态、强
安全性	较弱	一般

通过表 1 可以看出,基于 SNCC 平台的协同通信服务系统更有利于实现社会化功能:可以按地理位置实时组网、动态生成友邻群;友邻之间通过 P2P 方式互相通信且通信服务由手机提供而不是服务器提供;具有较强的服务扩展性,通过开发新的 Web Service 部署到自组网协同通信控制器上即可;SNCC

平台对节点的控制能力较集中式架构平台较弱,这一点有助于开发更多的社会化功能,社会化功能要求系统减弱对节点的控制<sup>[4]</sup>;SNCC 通过 UDP 实现消息的承载,可以避免 TCP 的三步握手和慢启动,提高了消息传输的性能。SNCC 平台的服务由手机提供,这一点导致安全性较差,但所设计的自组网协同通信控制器实现了服务管理功能,可以有效地避免未认证的服务部署到手机上的可能。

#### 5 结束语

主要研究基于移动 P2P Web Service 技术的自组网协同通信平台,目标是克服网络的漫游性,带宽局限性等问题,在手机上实现 P2P 的协同通信服务。

提出的 SNCC 平台一方面对协同通信服务应用开发者隐藏了上述障碍,提高服务扩展性,实现了手机的自组网协同通信,另一方面优化了信息传输协议,提高了服务质量,增强了用户体验;通过实现“自助旅游组网通信平台”,并与集中式架构的即时通信平台比较,验证了 SNCC 平台的可行性。

本平台核心部分是自组网协同通信控制器,随着平台上支持的协同通信服务种类的增加,手机节点的增加,自组网协同通信控制器的负载将逐步增大,将会成为平台的一个瓶颈和单点故障点;后续研究工作中将考虑基于机群原理设计自组网协同通信控制器,把节点管理剥离出来,并将协同通信 Web Service 分类管理,实现分布式的自组网协同通信控制器;另外,后续还需要在服务的管理方面继续研究,提高 SNCC 系统的安全性。

#### 参考文献:

- [1] 郑晓东,王志坚,周晓峰,等.一种基于 Web Service 的分布式计算模型研究及其实现[J].计算机工程与应用,2004,40(1):144-147.
- [2] 曾碧卿,陈志刚.P2P 与网格的互补性研究[J].计算机工程与应用,2005,41(11):132-134.
- [3] 杨璐,沈悦,蒋蕾.一种 TCP 协议穿透 Symmetric NAT 方案[J].计算机工程与应用,2007,43(6):122-124.
- [4] Churchill E F, Halverson C A. Guest editors' introduction: Social networks and social networking[J]. Internet Computing, 2005, 9(5): 14-19.
- [5] 张智,李瑞轩.P2P 平台上的 Web 服务模型研究[J].计算机工程与科学,2005,27(6):30-31.
- [6] 张智,李瑞轩,杨俊.WebPeer: 一个基于 P2P 的 Web 服务平台[J].计算机应用研究,2006,23(5):210-212.
- [7] van Halteren A T, Pawar P. Mobile service platform: A middleware for nomadic mobile service provisioning [C]//IEEE International Conference on Wireless and Mobile Computing, Networking and Communications 2006, WiMob'2006, Montreal, Que, 19-21 June 2006: 292-299.
- [8] 王丹,于戈.P2P 系统模型研究[J].计算机工程,2005,31(4):128-130.
- [9] Foth M. Facilitating social networking in inner-city neighborhoods[J]. Computer, 2006, 39(9):44-50.