

蓝牙-家庭网络中服务调用的设计和实现^{*}

房 胜¹ 钟玉琢²

(山东科技大学计算机科学与技术系 泰安 271019)¹ (清华大学计算机科学与技术系 北京 100084)²

摘 要 家庭网络是一种新兴的网络,面向普通家庭的特点决定了家庭网络对于服务调用的实现接口要求更简单更方便。蓝牙技术凭借良好的技术特点在家庭网络中有着广阔的应用前景,但是 SIG 规范并未给出如何实现具体的服务调用。本文分析了现有的服务调用方式,探讨了家庭网络的结构特点,并由此设计了针对家庭网络的服务调用模型:以 XML 为核心,SOAP 和蓝牙 SDP 模块共用的方式,并在我们设计的家庭网络系统中进行了实现。

关键词 服务调用,蓝牙技术,家庭网络,XML

Design and Implementing of Service Calling in Bluetooth-Home Network

FANG Sheng¹ ZHONG Yu-Zhuo²

(Dept. of Computer Science & Technology, Shandong Science and Technology University, Shandong 271019)¹

(Dept. of Computer Science & Technology, Tsinghua University, Beijing 100084)²

Abstract Owing to the characteristic of facing common family, the Home Network requires more powerful methods of carrying out service calling. Bluetooth technology embraces a bright future of applying in the home network, however SIG specification doesn't define the details of service calling. This article analyzes five leading SDP technologies, explores the structure of home network, then introduces the design of a service calling system for home network. The system is based on XML communication standard, using SOAP and Bluetooth SDP protocols. Finally we test the new system in our home network.

Keywords Service calling, Home network, Bluetooth technology, XML

随着“普适计算”(Pervasive Computing)概念的提出,计算设备,如 PC、打印机等将不可避免地进入家庭、办公室,同时移动设备如手机、掌上电脑等也要求加入网络,使用网络中的资源。对于这些设备的用户而言,如何控制这些越来越多的设备并有效地使用这些设备提供的服务将是一个问题。把这些设备网络化是一个解决方案。“普适计算”延伸到的一个重要领域就是家庭网络,其设计的最终目标是要使用户可以随时随地使用家庭网络中的服务,如打印、家电控制等。但是当普通用户对网络进行配置,或者处理众多设备间的互操作时,很容易因受到挫折而感到厌烦。服务发现协议的设计目的是为了降低网络配置的复杂性,而服务发现协议的一个重要内容就是实现服务调用,也就是互操作问题。

本文第 1 部分将讨论现有的服务调用机制。第 2 部分探讨家庭网络的组织结构,以及可能采取的联网技术-蓝牙无线技术,并根据结构特点总结家庭网络对于服务调用的要求。第 3 部分将设计一个可以更好地工作在蓝牙-家庭网络中的服务调用模型。第 4 部分将介绍该服务调用模型的实现。最后是实验结果和总结。

1 服务调用机制

服务调用机制是服务发现协议的一部分。服务发现协议 SDP(Service Discovery Protocol)的设计目标是负责降低网络配置的复杂性,处理设备之间的互操作问题,同时自动地搜寻周围环境中所需要的服务。出于不同的技术途径以及哲学

思想,不同的公司和组织给出了不同的服务发现协议的实现技术。现在最主要的五种服务发现技术是:蓝牙技术、Jini 技术、Salutation 协议、UPnP 标准、SLP 标准,其特点见表 1^[1]。

在服务发现协议中,服务调用是一个核心部分。服务调用的机制和服务发现的机制是相互联系,又相对独立的。五种主要的服务发现技术及其服务调用简介如下:

蓝牙技术^[2]最显著的特点是支持无线设备的组网。其设计目标是针对移动设备的,它的服务发现协议属于分散型。对于服务调用,蓝牙规范没有给出明确的定义,它只是使用一个 ProtocolDescriptorList 属性列举出可以使用的通信协议。由于蓝牙技术所受到的广泛支持,它的应用领域会越来越广泛。

Jini 技术^[3]是 Sun 公司推出的面向家电设备的工具,是一种集中型的服务发现技术。Jini 技术依靠 Java 语言的平台无关性,即 Java 字节码实现服务发现协议所要求的全部功能。它的服务调用是通过 RMI(Remote Method Invocation)方式实现的。Jini 技术要求每一个设备必须运行一个 Java 虚拟机,或者把自己同一个运行 Java 虚拟机的设备关联起来,使该设备成为自己的代理。在网络通信方面,现在版本的 Jini 技术,它的实现是建立在 TCP 或者 UDP 协议上的,也就是系统中必须支持可靠的、基于流的传输,并支持多播的实现。

Salutation 技术^[4]的目标是致力于实现与网络结构无关的通信协议,其实现方法是把一个 Salutation Manager 模块放在传输层以上,由该模块提供统一的接口给应用程序,并向下映射到不同的传输层协议上。在服务调用上,它使用的是

^{*} 基金项目:信息产业部国家重点项目 19991118。房 胜 讲师,研究方向为数字化家电网络控制平台和蓝牙无线技术等。钟玉琢 教授,博士生导师,研究方向为视频编码技术,视频点播,信息家电等。

RPC 技术。同 Jini 技术一样,它要求网络必须支持可靠的、基于流的通信。

UPnP^[5]是以微软为首的 UPnP 论坛提出的标准,也是一种分散型的服务发现技术。不同于 Jini 技术依靠 Java 字节码,UPnP 技术实现服务发现的手段是使通信协议标准化,也就是使用 XML 语言。它使用 SOAP 协议实现服务调用功能。

SLP(Service Location Protocol)^[6]是由 IETF 组织提出的标准,它是完全针对基于 IP 的网络设计的,以一组 C、Java 函数提供服务发现等功能给应用程序。同蓝牙技术一样,SLP 也未给出具体的服务调用实现方法。

表 1 五种常用的服务发现协议的功能比较

功能\服务发现技术	Bluetooth	Jini	Salutation	UPnP	SLP
服务发现功能	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
服务声明		Yes	Yes	Yes	Yes
服务注册		Yes	Yes		Yes
互操作	Yes	Yes	Yes		Yes
安全性	Yes	Yes			Yes

综上所述,这五种服务发现技术的服务调用可以分为三种情况:

1. 使用 RPC 调用方式,如 Salutation。UPnP 采用的 SOAP 技术从本质上讲也是一种 RPC 调用机制,只是它同 XML 和 HTTP 捆绑在一起了。

2. Jini 的 RMI 方式,依靠 Java 字节码实现。在 Jini 的机制中,服务调用之前必须定位服务的位置。

3. 没有明确规定,如 Bluetooth、SLP。

服务调用的技术还有 CORBA、DCOM 等,但是显然不适

用服务发现协议使用的环境。下一部分结合家庭网络的结构特点,我们会分析这个问题。

现在服务发现协议的使用正变得越来越普遍,但是多种技术的并存使得应用和推广变得复杂起来。所以一个研究热点就是把这些技术进行融合,或者“桥接”(Bridging),使它们具有互操作性。Miller 和 R. Pascoe 就提出了把 Salutation 接口映射到蓝牙服务发现协议的方法^[7]。E. Guttman 和 J. Kempf 则讨论了把 Jini 和 SLP 技术进行融合的方法^[8]。

2 家庭网络中的服务调用机制

家庭网络,显而易见是家庭环境中的网络,它包含的设备有家庭中的白色家电,如冰箱、微波炉等,也有计算机及其外围设备,如 PC、打印机等,同时还会有移动设备的加入如 PDA、手机、笔记本电脑等。我们认为中小公司的办公室、实验室等环境同家庭环境有相似的特点,将其统称为家庭环境。这一类网络由于巨大的市场前景正成为研究的热点。

家庭网络的主要目的是使用户可以随时随地地使用网络中的服务。基于这个目的,我们认为家庭网络应该至少具备如下特点:

1) 家庭网关:家庭网络中可能有多个设备需要与 Internet 连接,因此一个网关是必须的。

2) 互操作性:家庭网络中的设备可按服务性质分为两大类,一类是服务提供者,如打印机,一类是服务使用者,如数码相机、手机等,因此网络必须保证互操作性的实现。

3) 兼容性:家庭网络中的设备种类繁多,尤其是家电设备的种类,远多于计算机的外围设备,因此有较高的兼容性要求。

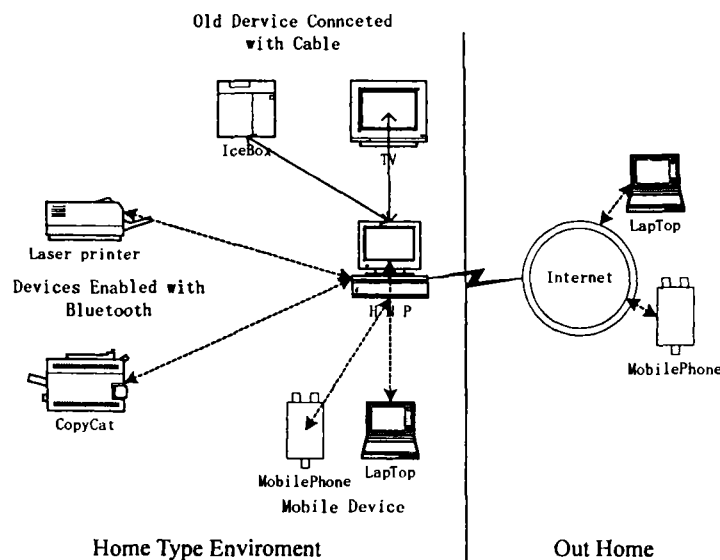


图 1 家庭网络的系统结构

在以前的项目中我们曾经实现了一个 SOPCA 家庭网络平台 HNP^[9]。围绕着 HNP 建立的家庭网络结构如图 1 所示。在联网技术方面,一方面要满足用户随时随地使用服务的要求,另一方面要避免用户联网的困难,所以无线联网技术成为最好的选择。在无线技术中经过与 HomeRF、802.11 等技术的对比,我们选择了蓝牙无线技术^[9]。图 1 中 HNP 提供家庭网络管理功能,还可以作为家庭网关,对外以网卡连接到 Internet 上,对内使用蓝牙无线技术与家庭内部的设备组成 Piconet、Scatternet 网络。家庭中具有蓝牙通信能力的设备,

如打印机等,可以直接与 HNP 建立无线连接,注册自己的服务,成为被管设备。家庭中的老设备,如冰箱、电视等可以以 RS-232 技术连接到 HNP 上,提供自己的控制接口作为一个服务。这样用户在家中可以使用蓝牙手机等移动设备,直接地或者间接地通过 HNP 进行服务调用;在户外则必须通过家庭网关 HNP,对家庭中的服务进行调用。

家庭网络显然是分散的、异构的。紧耦合系统的服务调用机制,如 DCOM、CORBA 等不适合这种网络,它们需要对消息格式的理解;更多的技术支持,如 CORBA 要求运行 ORB;

对于普通用户来说,这些机制也太复杂,容易出现故障;防火墙的存在也会导致家庭外部服务调用的失败。

遵循家庭网络的设计目标:使用户可以随时随地使用家庭网络中的服务,我们认为使用通信协议标准化即 XML 语言,共用 SOAP 和蓝牙 SDP 模块的架构实现服务调用是较好的解决方案。因为,一方面随着对于信息获取的要求,越来越多的移动设备,如手机,开始具有使用类似 Mini-Web Browser 的浏览器访问 Internet 的能力,而 XML 和 HTTP 是被广泛接纳的技术,这可以增强蓝牙家庭网络的兼容性;另一方面 SOAP 穿越防火墙的能力也使用户可以方便地在家庭外部使用家庭网络中的服务。

3 蓝牙-家庭网络服务调用模型的设计

在家庭网络的服务调用方面,我们曾经尝试过使用 Jini

技术^[10]。Jini 技术可以很好地实现服务发现协议的功能,包括服务调用方面。但是考虑到 Jini 技术需要的先决条件(见第 1 部分)和许可证成本,它并不适合我们的蓝牙-家庭网络。

我们实现的蓝牙-家庭网络考虑到需要通过家庭网关对外提供服务,而家庭网关 HNP 的资源又为服务注册提供了可能,所以增加了服务注册功能模块^[9],即服务提供设备把自己的服务注册到 HNP 设备上。在这种方式下,HNP 设备具备类似 Jini 技术中 Look-up Server 的功能,同时它还起到服务调用代理的功能,当然同时它自身可能也是一个服务提供设备。我们用 XML 格式文件在 HNP 和服务提供设备上存储服务数据,这些设备将运行一个 XML Parser。服务调用机制的软件结构如图 2 所示。

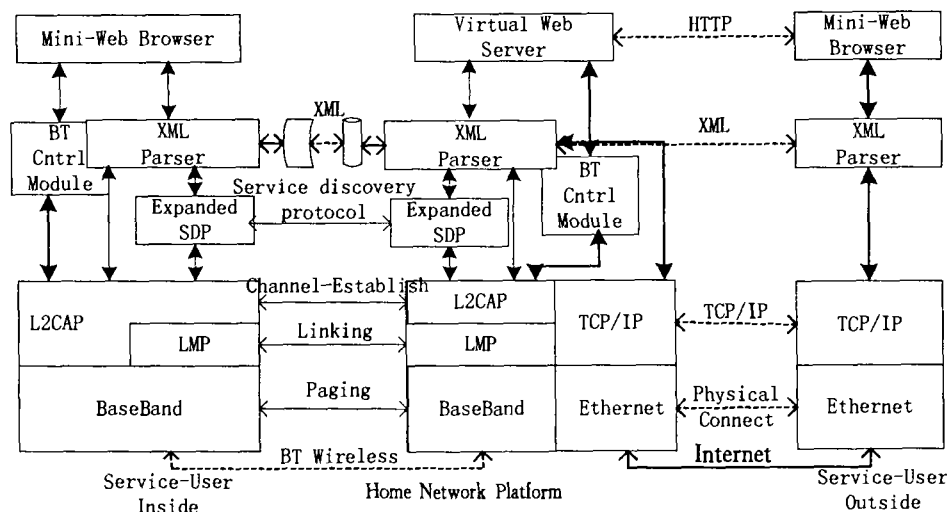


图 2 家庭网络服务调用软件结构

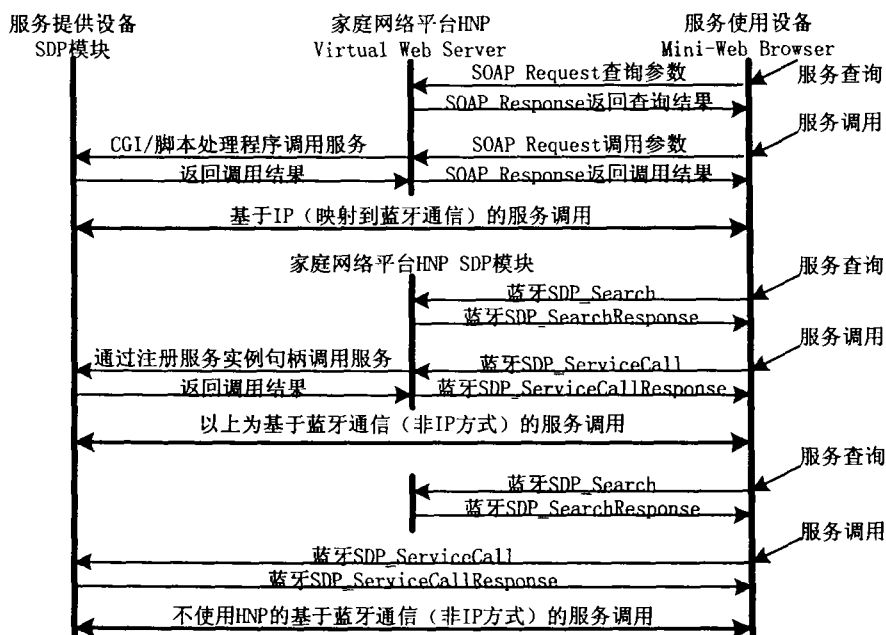


图 3 蓝牙-家庭网络的服务调用机制

从图 2 中可以看到,作为家庭网关的 HNP 可以进行基于 IP 的数据通信,也可以使用蓝牙无线技术实现蓝牙 Profile 规

定的各种通信。XML Parser 负责处理 XML 格式的数据。服务数据库中以 XML 格式存储注册的各种服务实例,并以蓝

牙设备地址标明服务实例的位置。来自底层蓝牙模块的 PDU 数据包,由 SDP 模块调用 XML Parser 进行处理,并与数据库进行交互。Virtual Web Server 向家庭外部提供服务调用的入口点,来自 Internet 的 IP 数据包由 Server 中的 CGI 或者脚本处理程序负责处理并完成服务调用。对于用户使用的移动设备上的 Mini-Web Browser,它可以根据情况选择使用底层的通信模块。

图 3 中的服务调用分为两种情况:一种是在家庭网络内部进行,一种是在 Internet 上通过 HNP 进行。在 Internet 上的服务调用分为两个阶段,首先是服务调用设备和 HNP 之间的交互,用户在 Internet 上使用 Mini-Web Browser 访问 HNP,然后提交服务调用的参数,形成一个 SOAP Request,也即一个 RPC 调用;然后是 HNP 和服务提供设备见的交互,HNP 上的 Virtual Web Server 收到 SOAP Request 后,调用相应的 CGI 或脚本处理程序,在家庭网络中定位客户调用的方法,并把所需的参数传递给它,在服务提供设备返回结果后,把该结果返回给 Internet 上的服务调用者。在家庭网络内

部进行的服务调用,视用户使用的 Mini-Web Browser 的通信机制而定,如果浏览器使用映射到蓝牙通信的 IP 方式,它也可以访问 HNP 上的 Virtual Web Server,其实现方式和 Internet 上的服务调用没有差别;如果使用蓝牙的其他通信方式,如 Serial Port Profile,它可以选择是直接进行服务查询和调用(这是蓝牙规范中的方式),还是通过 HNP 进行查询和调用;通过 HNP 设备查询完毕之后,也可以选择是通过 HNP 进行服务调用,还是直接调用。这种情况下整个过程由蓝牙 SDP 模块和 XML Parser 模块合作完成。总之,家庭网络外部的服务调用是以家庭网络内部的服务调用为基础的。家庭网络内部的服务调用机制如图 3 所示。

4 蓝牙-家庭网络服务调用机制的实现

在模拟实现的家庭网络系统中我们采用了第 3 部分设计的服务调用机制。蓝牙卡及其协议栈是由摩托罗拉澳大利亚实验室提供的。XML Parser 使用的是微软的 XML DOM 技术。

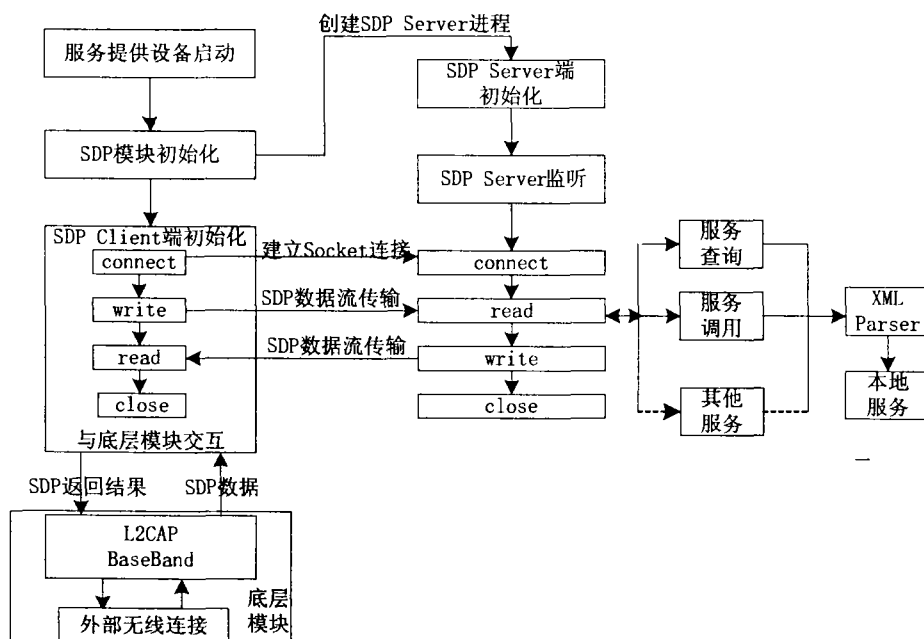


图 4 服务提供设备的服务调用流程

为了与蓝牙服务发现协议保持兼容,我们采用了 COM 组件技术添加新的功能模块,在每一个服务提供设备和 HNP 上把服务发现协议设计为 Client/Server 结构,以 Socket 方式实现相互通信,见图 4。Client 端负责与应用程序的接口和底层模块的通信,把其他设备发送的 SDP 数据通过 Socket 连接传递给 SDP Server。Server 端监听对自己的服务调用等指令,并则负责对 SDP 数据的处理,根据不同的 PDU_ID 调用不同的处理函数。在处理函数的后方有 XML Parser 分析器,负责把 XML 格式的数据处理,在处理完毕后传递给要调用的服务。HNP 设备上的 SDP Server 还要负责服务查询、注册等功能。

当用户在家庭外部进行服务调用时,表现为用户填写参数,并点击一个链接,形成一个 SOAP request。一个 SOAP request 的例子如下:

```

< SOAP - ENV: Envelope xmlns: SOAP - EVN = http://
schemas.xmlsoap.org/soap/envelope >
< SOAP - ENV: BODY >
< m: setWorkState xmlns: m = http://www.mysite.com/myweb >
< Temperature > -7 < /Temperature > < Hour > 8 < /Hour >
    
```

```

< /m: setWorkState >
< /SOAP - ENV: BODY >
< /SOAP - ENV: ENVELOPE >
    
```

该请求表示调用一个方法 setWorkState,参数是温度 -7,时间 8 小时。发出该 SOAP 请求可以使用 MS XMLHTTP Request 对象,该请求对象的形成可以使用一个脚本程序完成。其中有一个参数用来指明 Virtual Web Server 负责处理该请求对象的脚本或者程序。处理程序或者脚本中包含请求方法 setWorkState,或者知道它的位置,使用 ServiceCall 方法实现服务调用。例如它是一个蓝牙冰箱的方法,处理程序会把对该方法的调用重新发送到家庭网络内部该方法的拥有者处,一个蓝牙冰箱。SDP_ServiceCall 函数格式如下:

```

BOOL SDP_ServiceCall ( HANDLE ServiceHandle, IXMLDOM -
NodeList inXMLNodeList, IXMLDOMNodeList outXMLNodeList);
    
```

第一个参数是服务注册时赋给该服务的实例句柄;第二个参数包含了调用者传入的参数;第三个参数用来接收返回结果。

(下转第 77 页)

件级的隔离和数据更新的合并。每个没有被删除的文件都有一个主版本。系统中存在着同一个文件的多个版本,每个可疑用户有一个对应版本的文件。当一个可疑用户访问一个文件时,系统根据文件隔离协议产生相应的嫌疑版本的文件供其访问。当某个可疑用户最终被认定是非恶意用户时,就根据文件系统合并协议将文件的主版本和可疑版本进行合并,反之,则将嫌疑版本的文件抛弃。

但是,在信息战环境下当发生恶意授权用户攻击时如何实现文件数据的抗恶意攻击和自动恢复,并保留未受恶意攻击影响的工作,则是一个没有涉及的领域。

因此,我们提出了这种基于数据依赖的文件可靠恢复算法。在发现了恶意授权用户后,它能够自动确定受到恶意攻击破坏的数据,并且能对破坏的数据进行自动恢复,而且在对受到破坏的系统进行恢复的时候能够保留未受恶意攻击影响的工作。同时能够通过建立一个虚拟的遭到破坏的文件系统环境,达到欺骗、误导恶意攻击者,并实现信息战反击的目的。

结论 随着对信息战环境下恶意授权用户构成的安全威胁严重程度的认识,为了弥补访问控制等安全预防机制和入侵检测技术的不足,信息系统的抗恶意授权用户攻击和攻击后破坏范围自动确认及自动恢复能力的研究已经成为新的研究热点。在信息战环境下如何实现文件数据级的抗恶意授权用户攻击,是一个没有得到应有重视的领域。针对系统恶意授权用户构成的文件数据非法篡改威胁。在本文中,提出了一种基于数据依赖的文件数据可靠恢复算法。它能够自动确定受到恶意攻击破坏的数据,对遭到破坏的数据进行自动恢复,并能够保留未受恶意攻击影响的工作。并就算法实现时的几个关键问题做了探讨。我们下一步的主要工作是研究发现恶意攻击的高效方法,提高算法的效率,增强算法实用性。

(上接第39页)

4 实验结果和总结

我们的模拟系统由两台笔记本电脑(安装 PCMCIA 接口蓝牙卡)和两台 PC(安装 USB 接口蓝牙卡)所组成。一台 PC 机作为家庭网络平台(HNP Home Network Platform)使用,其他设备模拟服务使用者,或者服务提供者,如日期的换算。我们还用一台 PC 模拟家庭中的老设备—冰箱,使用串口方式连接到 HNP 设备上,并注册自己的控制接口作为服务。

我们使用一台笔记本电脑进行服务调用,无论是以家庭外还是家庭内的调用模式,都成功地设置了模拟冰箱的工作温度和时间,获得了正确的日期换算结果。

采用以 XML 为核心,SOAP 协议和蓝牙 SDP 模块为架构的服务调用机制,最大的特点是:它是基于通信协议的标准化的。这种通信协议的标准化方法,最大限度地保证了现有的各种技术的使用,满足设备生产商的开发要求。浏览器的访问方式可以为用户提供友好的服务界面,并与现有的各种移动设备的要求相符合。同时使用被业界广泛接纳的 XML 和 HTTP 技术保持了蓝牙一贯的高兼容性的特点,并支持用户从 Internet 上使用家庭中的服务,从而实现家庭网络的最终目的:使用户随时随地地使用家庭网络提供的服务。

家庭网络中的服务调用机制还有很多工作需要,如多个注册平台之间的相互合作问题,服务调用机制与服务发现协议如何更好地协同工作,服务代理如何更高效地实现复

参考文献

- 1 Waltz E. Information Warfare: Principles and Operations. Boston London, USA. Artech House, 1998
- 2 Jajodia S, Ammann P, McCollum C D. Surviving information warfare attacks. IEEE Computer, 1999, 32(4): 57~63
- 3 Bell D E, LaPadula L J. Secure Computer System: Unified Exposition and Multics Interpretation. [Technical Report MTR-2997]. MITRE, Bedford Massachusetts, HQ Electron. Syst. Div., Hanscom AFB, MA, TEch. Rep. ESD-TR-75306 June 1975, 1976
- 4 Lapadula L J. State of the Art in Anomaly Detection and Reaction. [Technical report]. MITRE, Bedford, Massachusetts. 1999
- 5 Harbron T R. File System Structures and Algorithms. Englewood Cliffs, New Jersey, USA. Prentice Hall, 1988
- 6 Liu P, Jajodia S, McCollum C D. Intrusion Confinement by isolation in information systems. Journal of Computer Security, 2000, 8(4): 243~279
- 7 Liu P, Ammann P, Jajodia S. Rewriting histories: recovering from malicious transactions. Distributed and Parallel Databases, 2000, 8(1): 7~40
- 8 Ammann P, Jajodia S, Liu P. Recovery from malicious transactions. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 2002, 14(5): 1167~1185
- 9 Panda B, Giordano J. Reconstructing the Database after Electronic Attacks, in Database Security XII: Status and Prospect. S. Jajodia, ed. Kluwer Academic Publishers, 1999. 143~156
- 10 Ammann P, Jajodia S, Liu P. A Fault Tolerance Approach to Survivability. In: Proc. of the Computer Security, Dependability, and Assurance: From Needs to Solutions, York, England and Washington DC, USA, 1998
- 11 Jajodia S, Liu P, McCollum C D. Application-Level Isolation to Cope With Malicious Database Users. In: Proc. 14th Annual Computer Security Applications Conf. Phoenix, AZ, 1998. 73~82
- 12 Fayad A, Jajodia S, McCollum C D. Application-Level Isolation Using Data Inconsistency Detection. In: 15th Annual Computer Security Applications Conf. Phoenix, Arizona, 1999. 119~126

杂对象的调用等。蓝牙-家庭网络中也有很多工作值得研究,如家庭保安系统中如何实现有效的视频传输等。这些都是以后要进行研究的方向。

参考文献

- 1 Richard G G III. Service Advertisement and Discovery. IEEE INTERNET COMPUTING (Sep. & Oct. 2000. 18~26
- 2 Specification of the Bluetooth System. Available at: <http://www.bluetooth.com>
- 3 Arnold K, et al. The Jini Specification. Addison-Wesley Longman, Reading, Mass., 1999
- 4 Salutation Architecture Specification. Available online at: <http://www.salutation.org/specordr.htm>
- 5 Universal Plug and Play specification v1.0. Available online at <http://www.upnp.org/>
- 6 Guttman E. Service Location Protocol: Automatic Discovery of IP Network Services. IEEE Internet Computing, 1999, 3(4): 71~80
- 7 Miller, Pascoe R. Mapping Salutation Architecture APIs to the Bluetooth Service Discovery Layers. white paper. Available online at: <http://www.salutation.org/whitepaper/btoothmapping.pdf>.
- 8 Guttman E, Kempf J. Automatic Discovery of Thin Servers; SLP, Jini and the SLP-Jini Bridge. In: Proc. 25th Ann. Conf. IEEE Industrial Electronics Soc. (IECON 99), IEEE Press, Piscataway, N. J., 1999
- 9 房胜. 基于蓝牙技术的家庭网络的设计和实现: [清华大学工学硕士学位论文]. 2002
- 10 楼颖. 数字化家电网络软件平台 SOPCA 中管理系统的研究: [清华大学工学硕士学位论文]. 2001