

# 家庭智能化网络研究与典型设计<sup>①</sup>

## Research and Typical Design of Family Intellectualization Network

梅鲁海 (浙江机电职业技术学院 电子信息工程系 浙江 杭州 310053)

**摘要:**为促进家庭智能化网络技术的开发和应用,介绍了一种家庭智能化网络的典型设计方案。系统的网络通讯与控制结构采用面向对象技术和分布式系统,网关设备采用嵌入式系统的构造,遥控功能设计采用浏览器/服务器的方式实现。本方案的设计先进性、创新性、灵活性和可靠性高,具有较大的研究意义和推广应用价值。

**关键词:**家庭 智能化 通讯 控制 网络 网关

### 1 引言

我国从 20 世纪 80 年代末引入智能住宅的概念,并且开始推行智能化住宅小区的建设,但是与家庭智能化系统相关的技术标准并未制定。随着网络家电的出现,由原国家经贸委、信息产业部联合制定的《家庭网络系统技术规范》于 2002 年 6 月正式出台,此项规范规定了网络家电的通讯协议,包括通讯频率、数据格式、设备文件等多方面的内容,其它相关技术规范也进入了标准制定的程序。目前,我国已将建设智能化小康示范小区列入国家的重点发展方向,家庭智能化的日益普及已是一种必然趋势。

本研究提出了一种家庭智能化网络的典型设计方案,致力于构建一个可视通讯环境、硬件开放式总线架构和控制平台,是覆盖家庭全方位地提供各种智能服务的网络系统。系统可以连接的节点包括电脑、打印机、智能家电、电话、红外遥控器、手机、无线 PDA、检测模块和传感模块等,可以实现的管理与控制功能有可视监控、手机遥控、网页浏览监控、三表抄送、医疗求助、小区广播、视频点播、场景检测等。

### 2 系统网络构架

本系统设计的总体结构如图 1 所示。按照设备及连接时所使用的介质和底层协议类型的不同,可以将

本网络系统划分为 AV 子网、量子子网、控制子网、文件服务子网和无线子网等几个子网。AV 子网主要设备有多媒体计算机、机顶盒、HDTV 和数字摄像机等,主要实现音视频多媒体信息的家庭娱乐功能。量子子网主要实现对流量、压力、温度等物理量设备的数据测量、记录及远传功能。控制子网通过控制服务器完成电压、电流、功率和开关量等物理量设备的控制功能。文件服务子网通过打印机和扫描仪等周边共享设备实现对文件的操作和服务。无线子网与无线设备连接,实现无线控制信号传输和处理功能。

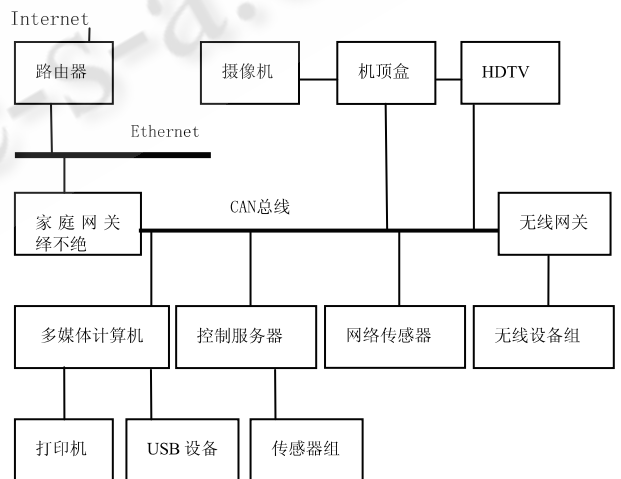


图 1 系统网络构架图

系统中的网络控制部分包括家庭内部控制网络和

① 基金项目:浙江省教育厅 2007 年度高校科研计划基金资助项目(20071215)

远程监控网络,家庭内部控制网络主要用于对各种智能家电进行监控和调整,采用 CAN 总线方式,因此需要开发现场总线的驱动程序。远程监控网利用 HTTP 服务器和 CGI 技术实现数据在内部家庭网络和 Internet 的双向流动,可以通过使用监控软件或浏览器/服务器方式,在很远的地方通过 Internet 远程操作和控制家用电器。家庭网关将智能家电连接到互联网,实现内外部网络间的连接、转换与安全保密功能,水、电、煤气表可以进行自动抄表和自动结算。家庭网关通信接口支持宽带下行通信和一定的上行通信能力,上层协议采用 TCP/IP 协议族,媒体信息也可以直接承载于底层接口之上,底层接口包括 ADSL 接口、以太网接口、有线电视接口、普通电话接口等。

### 3 网络通讯与控制机制分析

家庭智能化网络的控制可以采用一般工业控制的方案,即采用以 PC 机为核心的集中控制方案,优点是可使用大量现有的可用的软件环境和高级的用户接口软件工具,但这种方案对使用者来说不够方便,对设备的控制往往会受到局限。家庭网络的使用者希望在任何地方都能对家中设备进行监控,因此采用分布式控制系统更为合理。

本设计中的分布式控制系统就是在家庭住宅内部的各结点内嵌入统一的控制平台,各结点之间的关系是平等的。一个家庭智能网络可以看成是一个信息处理系统,组成系统的各单元就是连结在网络各结点的设备。控制平台一方面辅助不具备信息化条件的设备实现信息化,即提供信息处理的能力;另一方面又提供统一的信息交换接口及控制规则,从而实现家庭住宅内部各应用子系统的信息集成。

网络的通讯机制是影响分布式控制系统性能的一个重要因素,因为分布式应用会对网络形成很大的负荷。本设计将面向对象技术应用于分布式控制系统,大大提高了通讯机制的效能。面向对象技术是一种面向数据流、集模块化、数据抽象、信息隐藏和消息传递等诸多优点于一体、既适合于系统分析又适合于程序设计的工程技术。它利用“对象”的概念,将数据与在其上的算法逻辑操作封装在一起,通过消息传递来完成对象之间的联系。利用这种技术设计出来的系统具有可靠性高,可维护性好,系统部件再用性强,系统结

构灵活,裁剪方便等特点,并且对象具有并行性的优点。

另一方面,从开发手段及模型化和对象化的角度看,面向对象技术更适合智能家庭网络的嵌入式控制平台开发。将程序中的对象与外部的应用对象实体相对应,通过建立程序对象与外部世界对象之间的对应关系以及程序中的函数与外部世界的过程之间的对应关系,可以为开发者提供方便的开发途径。在本家庭智能化网络的设计中,面向对象技术与分布式系统的结合点就是端口对象通讯模型。

作为分布式系统,处理器都是通过总线相连,因此总线带宽就成为重要资源,最大限度地减少带宽占用是本网络系统通讯机制的重要目标。本方案的端口对象通讯模型中,对于所设计的处理器,它采用单任务多线程并发执行模型,即单个应用程序可以划分为几个独立的任务,每个处理器上分配一个任务,但每个任务可以按照需要创建多个线程,分布在多个处理器上的多个线程相互作用,共同完成某一应用。线程之间通过共享对象进行通信,共享对象可以被任意结点上的线程访问,对该对象的访问,不包括对该对象的本地访问,称为模块间连接,而模型中的局部对象只能由本地结点上的线程访问,对局部对象的访问,包括对共享对象的本地访问,称为模块内连接。只有发生模块间连接的端口才参与总线通信,从而减少了总线占用及系统开销。对于模块内连接,由于其相应端口不参与总线通信,可通过模块内存储器共享策略使其通信延迟为零。

本方案的端口对象通信模型是通过一种总线耦合单元来实现的。总线耦合单元主要由硬件层、协议层、应用层组成。硬件层主要完成一些依赖于硬件的功能,如系统引导初始化、处理器调度、中断处理、多处理支持和错误处理等,硬件层将系统的硬件细节与上层的核心部分相隔离,这样,当系统底层的硬件发生变化的时候,只需更改底层的硬件驱动,增强了系统的可移植性。协议层遵循 ISO 的 OSI 参考模型标准,但没有会话层、表征层及应用层,通过通讯对象传递监控信息。

基于端口对象的通信机制是在应用层实现的。应用层是实现本网络系统分布式控制方案的关键,主要由端口对象管理器、对象列表、过程接口、本地过程调用和远程过程调用模块组成。端口对象管理器的任务

是完成对端口对象的创建、删除、定位等管理工作，并为系统提供名字服务。过程接口是用户过程与应用层的接口，无论用户的过程调用是远程的或是本地的，对于用户来说是相同的。对调用的区分由过程接口来完成，它首先访问对象列表判断调用的类型，再将该过程调用送到不同的过程调用模块去处理。本地过程调用模块处理模块内连接，直接将本地调用转由本地执行并返回结果。只有那些模块间连接才由远程调用模块负责，远程调用模块负责将消息包装，并与协议层进行通信。

#### 4 网关与遥控功能设计

本系统内部的信息和控制网络的各个设备需要通过一个家庭内部的网关设备与外部的通信线路相连，进而接入互联网。家庭网关同时也是内部各个设备的信息交换接口，实现各设备之间的相互通信，如数据交换、存储和控制等。家庭网关是实现互联网进入家庭、家用电器数字化、便携式通信、数据处理、家庭安全及家庭环境控制的智能化产物。家庭网关的具体功能有路由和网络地址转换、Internet 接入、公共电话交换网接入、TCP/IP 协议和家庭网络协议之间的转换、基于 HTTP 协议的动态 Web Server 的建立和内部子网连接等。

本系统家庭网关的设计采用一种基于 ADSL 接入 Internet 的方式，选用三星 S3C4510B 嵌入式芯片作为系统处理器，选择嵌入式系统的专用操作系统 Linux 作为操作平台。网关设备的内部结构如图 2 所示。

图 2 中，嵌入式 ADSL 是家庭网关与外部网络通信的物理接口，也可采用宽带接入时安装的外置式 ADSL Modem 设备。嵌入式 TCP/IP 协议栈是一个小型化的 TCP/IP 协议栈，是家庭网关和外部 Internet 网络通信的协议基础，本系统采用的 Linux 操作系统中已包含 TCP/IP 协议栈。嵌入式 Web 服务器是一个小型的 Web Server，是家庭网关面向外部互联网远程遥控用户的窗口，是一个 WWW Web 服务器，是以当前应用最为广泛的 HTTP 协议和 CGI 为基础的网络服务器。电话自动响应是家庭网关与外部公共电话交换网的物理接口，自动响应接入 PSTN 公共电话网。电话控制服务器是家庭网关面向外部电话远程遥控用户的接口，以语音的形式与远程用户交换设备信息和控制命令。家庭智能控制管理软件用于实现家庭设备的远程遥控和状态信息的管理功能。网络协议转换担负着家庭内外部网络之间的协议转换，以及内部各种不同子网之间的协议转换，是处于家庭网关中与物理层接口的底层软件，也是家庭网关的基础。

本系统的远程遥控功能必须通过家庭网关才能实现，控制方式采用浏览器/服务器的结构来实现。网关中的嵌入式 Web Server 作为服务器端，提供浏览器/服务器结构下的交互 Web 界面，而工作在嵌入式 Web Server 下的 CGI 程序完成互联网协议与家庭控制网络协议的转换。用户终端部分是远程浏览器端。针对一般家庭无互联网固定 IP 地址的特点，这里通过 Internet 上的公共服务器的中转来完成 IP 地址的传送过程，为点对点的浏览器/服务器结构的建立搭建过渡平台，系统首先完成浏览器端和服务器端的连接，然后实现远程遥控功能，具体的工作流程如图 3 所示。

#### 5 结束语

在对本系统的性能测试和评价方法上，首先要对网络建立合理和能够进行性能分析的物理模型，再利用排队论建立其数学模型，继而进行性能的解析评价和仿真试验评价。仿真法是对本系统进行性能分析最好的方法，就是将基于仿真的方法应用到对系统的性能分析上，它很容易地将数学模型和经验模型结合在一起，并且可仿真到非常详细的程度。

互联网应用的发展趋势是网络化产品与智能化产品的进一步融合，即与互联网相连的各种智能设备之

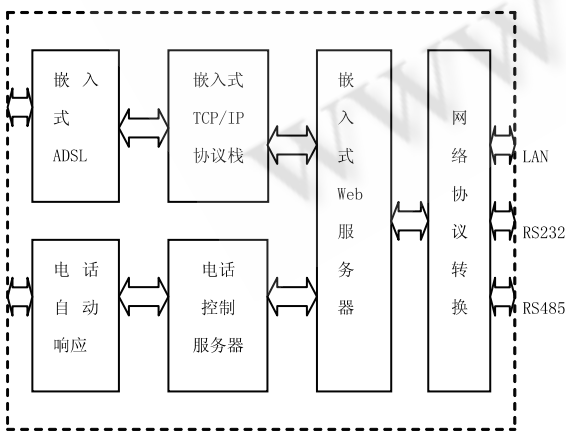


图 2 网关设备结构图

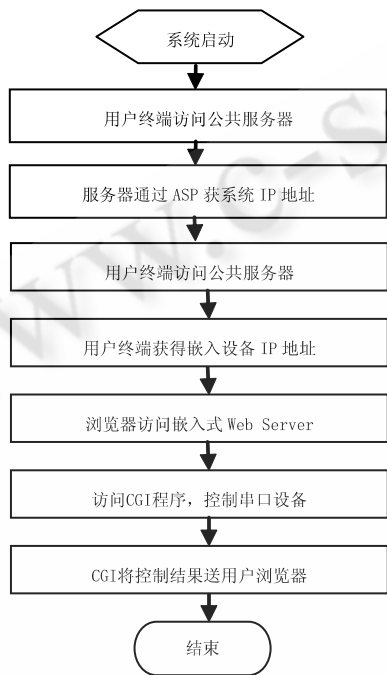


图 3 远程遥控流程图

间可以相互交流与双向控制,并实现远程监控与监测。本家庭智能化网络具有分布式控制与可扩展性强等优点。

点。为了实现上网、视频点播和遥控等控制功能,网络系统预留了 USB 和 RS232 等标准接口,便于以后和家庭信息网络的互联互通。本系统今后的开发任务是在网络访问控制的安全性和网络设备的即插即用性等方面继续深入研究,加强和完善网络的更多实用功能,并提高网络的技术性能。

### 参考文献

- 1 Andrew S Tanenbaum. 分布式操作系统. 电子工业出版社,1999.
- 2 严军. 数字家庭控制网络的研究与设计. 上海:上海大学,2003-06.
- 3 Hofmann J. Consumer Electronic Bus - An Integrated Multimedia LAN for the Home. International Journal of Digital and Analog Communication Systems, 1991, 4 (2):81-89.
- 4 Hasan Ura, BoYang. A Test Sequence Selection Method for Protocol Testing. IEEE Transaction on Communication, 1991, (4): 112-126.
- 5 杨军. 基于嵌入式系统的 CAN 控制网络. 北京:北京邮电大学,2004-02.