

基于以太网的家庭网络平台

郑文波 福州大学计算机系(350002)

刘银波 福建省三明电信局(365000)

Abstract

In this paper, the home network platform and gateway are presented. The home network is based on Ethernet. The gateway is designed and implemented in Linux.

Keywords: Ethernet, home network, gateway, embedded technique, Linux, home electrical equipment

摘要

本文对家庭网络平台及其主网关作了分析和研究,介绍了以太网作为主干网的家庭网络平台,并在此基础上,着重阐述在 Linux 系统下主网关控制终端的设计与实现。

关键词: 以太网,家庭网络,网关,嵌入式技术, Linux, 家电设备

0 引言

随着网络技术和通信技术的突飞猛进,人们不仅对家居的自动化和信息化程度要求越来越高,而且对家用设备控制的灵活性以及对外部信息获取的方便性也提出了更高的要求。只有建立家庭网络才能真正满足家庭自动化和信息化的要求,家庭网络是指将家庭内部所有的设备和应用系统通过家庭网络(Home Networks,简称 HN)连接成一体,以实现安全、经济、舒适、方便等指标综合平衡的家庭系统。

国际上对家庭网络的研究起于 20 世纪 70 年代,主要集中在发达国家,我国对家庭网络的研究已经起步。从技术角度而言,除了以太网和网关等关键技术之外,其关键在于底层家电的联网技术和嵌入式技术。我国各大家电企业都正密切关注着这一技术领域,并已推出了相关的产品。尽管我国各家电企业对网络家电技术开展了研究,但多数产品功能单一、不能兼容,互联性和可扩展性差,安装、使用比较复杂,并未将该技术广泛地应用到家用电器产品中去。

1 家庭网络的系统结构

1.1 家庭网络功能

家庭网络是指在家庭内部通过一定的传输介质将各种电子设备、电气设备和电气子系统连接起来,采用统一的通信协议,对内实现资源共享;对外能通过网关与外部网互连进行信息交换。家庭网络实现以下功能:

1)对电子设备、电气设备的控制和管理能通过家用无线设备、个人电话或者互联网来控制和管理电灯、热水器、空调等电子设备、电气设备。

2)家居安全:家庭内部出现的紧急情况(如火灾)自动向主人手机或管理中心报警;医疗求助信息能远传到医院或社区医疗中心;门厅或窗户的安防情况能传到物

业管理中心;家电设备故障能逐渐形成自诊断、自反馈。

3)能源管理:水电气三表自动显示并抄送到管理中心;定时开关供暖通路。

4)提供信息服务和家庭信息数据的管理及备份;提供拨号、ADSL、宽带、代理服务器、有线电视等的接入管理。

5)提供音视频服务和娱乐性服务。

1.2 系统结构

家庭网络系统框图如图 1。家庭网络主干网为以太网。由于以太网技术成熟,强有力的通信协议与软件支持,性价比高,可成为家庭网络主干网的首选方案。网络拓扑结构为总线型或树型,有利于系统的扩展。传输介质采用一对双绞线,有利于降低成本和方便安装。

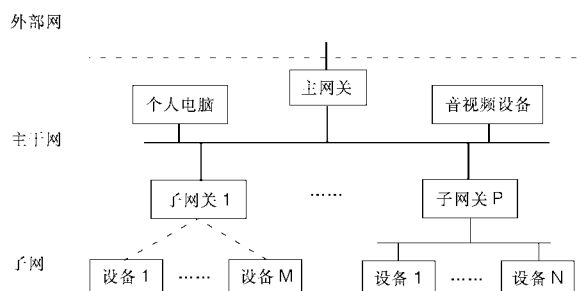


图 1 家庭网络逻辑结构图

按照设备、网关连接时所使用的介质和底层协议的类型,将家庭网络中的家电设备联为不同的子网,子网可以是一个或多个,子网有无线与有线两种,子网通过子网关与以太网主干网连结。

家庭主网关实现家庭内部网络同外部网络间的连接、转换与安全保密功能。网关除了实现不同类型网络间的连接和转换功能外,还可以提供其它可选的服务。家庭主网关还必须要有应用程序,以实现对设备的控制和监测,实现对计算机网络的配置,实现对家庭信息管理

子系统的设计和配置。家庭主网关是家庭信息系统结构的核心,利用它可减少系统其它部分的负担,在实现与广域网的互联、局域网的内部管理均能起主导作用。

家庭主网关特点是:支持多协议的 Internet 功能和良好的 Web 功能;支持网络内部各种设备之间的数据通信、实时传输多媒体数据和交互式操作;支持接入家电设备的即插即用;具有丰富的用户界面和图形控制功能和生动的图形界面。

家庭网关软件主要包括嵌入式实时多任务操作系统、家庭网络通信协议栈、TCP/IP 协议栈、网络节点和设备管理模块等。其特点是:技术成熟稳定可靠;传输层的面向连接服务有利于可靠地传输大容量数据和程序等;运用组地址方式能实现点到多点传输和广播方式,便于实现设备注册,实现设备即插即用;设置优先级,可实现报警信号响应的实时性;应用层协议采用面向对象和组件的设计思想,具有很好的可扩展性。

2 家庭网络系统主网关

家庭网络主网关是家庭中一种简单的、智能的、标准化的、灵活的整个家庭网络接口单元,它作为所有外部接入网络连接到家庭内部网络的一种物理接口,是用户获得各种服务的平台。家庭主网关遵从 OSI 的网络模型,主干网的物理层和数据链路层的传输技术和协议采用以太网,网络层以上采用 TCP/IP 协议族。

2.1 功能描述

家庭主网关应具备两个主要功能:作为所有外部接入网与家庭内部网络连接的一种物理接口;作为住宅用户获得各种家庭服务的一个平台。

2.2 通信底层接口

家庭主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,但也不排除媒体信息可以直接承载于底层接口之上的应用。根据用户情况,底层接口有多种选择,包括:Ethernet 接口;ADSL 接口;Cable Modem CM 接口;VDSL 接口等,可任选其一。

2.3 高层通信协议

家庭网关支持 TCP/IP 协议,IP 层位于通信子网的高层,IP 协议的主要功能包括无连接数据报传送、IP 包的路由。IP 协议应符合 RFC791 的要求,TCP 协议应符合 RFC793 的要求,UDP 协议应符合 RFC768 的要求,DHCP 协议应符合 RFC2131 的要求。

家庭网关必须支持 PPP 协议,终端用户接入 Internet 时首先要通过 PPP 协议进行认证。PPP 协议支持用户身份认证授权和计费。PPP 协议应符合 RFC1661 规范的要求。对于不同的物理接口对应不同的帧结构,若在 Ethernet 上支持 PPP,则 PPP OVER

Ethernet 应符合 RFC 2516 规范的要求。

2.4 信息安全

家庭主网关应提供可分离的安全设备,在家庭网关的安全措施失败时,可以独立更换安全设备或提升功能要求。家庭主网关的安全应通过可靠的抗干扰的硬件设施来实施。可分离的安全设备既增强家庭主网关的通用性,也引入公开竞争的机制。

2.5 软件平台

家庭主网关设计使用 Linux 操作系统。Linux 具有非常好的可靠性,高效性和竞争能力。它是一个支持多用户、多进程、多线程、实时性较好的、功能强大的、稳定的操作系统。它可以运行在 x86 PC, Digital Alpha, 680x0, PowerPC, MIPS 等平台上,可以说 Linux 是目前运行硬件平台最多的操作系统,支持用户编程。

2.6 开发环境简介

开发环境 Kdevelop 为开发者提供了一个基于 UNIX 系统的灵活和功能强大的面向对象的程序开发环境。一般来说, Kdevelop 包括两大部分,即编程环境和对话框编辑器。

编程环境是 Kdevelop 提供给开发者的用户界面,利用编程环境,开发者可以创建和维护项目,编程环境包括了很多易于使用的其他编程工具,包括内置的编辑器、帮助浏览器和类浏览器等,大大减轻了开发者的负担并缩短了开发周期。

使用 Kdevelop 内置的对话框编辑器,程序员可以利用 KDE 和 GNOME 库创建用户界面。使用 Kdevelop 开发新的应用程序的步骤可以分为两步:第一步利用 KappWizard 生成应用程序框架,第二步是利用 Kdevelop 的功能完成应用程序需要的功能。

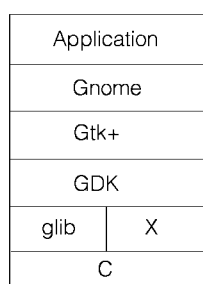
现在的工业控制软件要求有良好的人机对话界面,便于操作人员进行系统管理和维护。在 Linux 系统下,基于 X_Window 系统的 Gtk+/Gnome 库就是一个很好的图形用户界面系统,本程序的控制界面就是运用 Gtk+/Gnome 编程实现的。

目前, Linux 编程最常用的编程语言是 C/C++ 语言。Linux 下的 C/C++ 语言 GUI 编程有多种方案。较流行的有基于 Qt 库与基于 Gtk+/Gnome 库两种。KDE 就是用 Qt 库编写的,而 Gnome 桌面环境是用 Gtk+/Gnome 库编写的。因为 Qt 的许多许可证有很多不方便之处,而且目前关于 Gtk+/Gnome 的材料也比较多,所以,本程序决定采用基于 Gtk+/Gnome 库的方案。

Gtk+ 是一个用于创造图形用户接口的图形库,它提供了窗口、标签、命令按钮、开关按钮、检查按钮、无线按钮、框架、列表框、组合框、树、列表视图、笔记本、状态条等构件,我们可以用它来构造丰富的用户界面。

Gtk+是基于 LGPL 授权的,因此可以用 Gtk+开发开放的源代码、自由软件等。

Gnome 是建立在其它软件的基础上的,图 2 说明了组成 Gnome 的各种软件之间的关系。



控制终端是通过在其界面上设计模拟的家电来实现设备控制的。在本程序中共模拟了九种电器设备,通过控制终端就可以控制这些电器设备并查询电器设备的状态。

控制终端的界面是分为三层来设计的。各层之间通过信号和

图 2 Linux 中 Gnome 回调函数来实现连接。GTK 本身是个事件驱动的工具,程序内部通过发送信号来关联事件。

第一层界面显示出系统中有哪些电气设备,第二层界面用来显示该电气设备的全部功能特性。当点击第二层界面上电气设备的图标时,则弹出第三层界面,用来对该电气设备的属性进行具体设置。

在程序的设计过程中,大量用到了 Gtk+/Gnome 库中的小构件。窗口布局的目的就是按所希望的方式生成界面,并且当用户改变窗口的大小时,界面不会有大的变动。本程序中主要用到表格容器 GtkTable、GtkBox 容器、对话框容器 GtkDialog 等几种布局容器。

窗口布局完成后,窗口上的控件的功能则必须通过事件和回调函数来实现。

GTK 本身是个事件驱动的工具,这意味著它会在 gtk_main 进入停歇状态,一直到一个事件发生,并且将控制权交给适当的函数来处理。控制权的交出是由信号“signals”来决定的。当事件发生时,诸如按下一个按键,对应的信号会由该视窗物件所送出,这便是 GTK 的主要工作。要使一个按下的动作执行一个命令,则必须有一个信号处理函数来撷取这个信号,称这个处理函数为回调函数。

事件队列是每个应用的中心。事件队列不仅提供关于鼠标和键盘的信息,它也可用作定时器和进程间通信的一种方法。要在应用中使用信号,必须编写回调函数,而且要有符合信号定义的返回值和参数。在每个部件类中都定义了它自己的一组信号,并且每个部件从其父类中也继承了一些信号。

2.7 通信程序设计

Linux 的网络连接在核心中完成,十分稳定,这是我们选用 Linux 操作系统作为平台的最主要原因;Linux 能支持多种协议,常用的有 TCP、IPv4、IPX、DDP 等,还有最新的 IPv6 等;shell 提供强大的联网功能,例如 cu、uucp、mail、write、call、ftp、telnet 等。选用 Linux

作为操作平台进行网络编程,实现界面与底层数据服务器的连接,发送和接收实时数据,以达到对电器设备进行控制的目的。网络数据传输主要采用 TCP 协议的流式套接口和 UDP 协议的数据报套接口两种模式。

流式套接口的最主要特点是通信时必须建立连接,数据传输完成之后,客户端要发出“结束连接信号”通知服务端关闭连接。流式套接口的优点是数据传输稳定可靠,数据不易丢失;缺点是速度较慢。

数据报套接口不关心数据从何而来,因此也不必建立连接,但这样收到的数据就有可能不是我们希望的服务器送过来的数据,但它的优点是开销比较低,速度比较快。

由于在本程序中数据报的发送有明确的源地址与目的地址,所以采用 TCP 协议的流式套接口模式。网络程序采用的是客户/服务器(Client/Server)机制。客户端发请求,要求服务器执行、提供服务;服务器端接受请求,完成客户要求任务。

2.8 系统评价

设计的家庭网络主网关是一个大小约为 6.5M 的程序,它可以稳定可靠地运行在 Linux 操作系统上。可执行文件的大小约为 650K。总的来说,程序具有以下几个特点:1) 稳定性:对程序系统全面地进行了异常处理,使程序能够稳定、可靠地运行。2) 界面友好性:界面虽然全部用 C 语言源代码写成,但较好地运用了各种构件,使界面看起来美观、实用。3) 标准化:程序设计按照工业控制软件的标准化结构,能与其它应用程序方便地进行组态设计。

3 结束语

家庭网络具有广阔的发展前景,正向着集成化、智能化、模块化、规模化、平民化方向发展,但还没有一个统一的标准。本文重点介绍家庭网络的系统结构和主网关技术,对于子网关和家电设备子网,由于篇幅限制,未作详细介绍。

Linux 作为一个自由、免费、功能强劲的操作系统,在世界范围内得以蓬勃发展,在中国亦有相当的应用,我们在工业控制领域的应用与主网关的设计中做了有益的尝试,效果显著。

参考文献

- 1 郑文波.控制网络技术.清华大学出版社,2001
- 2 怀石工作室著.Linux 上的 C 编程.中国电力出版社,2001
- 3 Arthur Griffith 著.GNOME/GTK+编程宝典.吴向峰等,译.电子工业出版社,2000
- 4 于明俭,陈向阳,方汉.Linux 程序设计权威指南.机械工业出版社,2001
- 5 许宏松,吴明行.Linux 应用程序开发指南.使用 Gtk+/Gnome 库.机械工业出版社,2000