

基于OpenWRT路由器的智能家居系统的设计与实现

张 群 乔礼杰 汪明月 杜 明 吴煌昇

池州学院 安徽池州 247000

摘 要: 随着科技的发展,智能家居系统逐渐走入人们的视野。智能家居系统是指通过信息传感设备,按照约定的协议,将家中的各种设备连接起来,实现智能化识别、定位、监控、管理等功能。

智能家居系统涉及的技术包括嵌入式技术、通信技术和传感器技术等。近年来,随着无线通信技术和移动互联网的发展,智能家居系统在物联网领域得到了广泛应用。本文介绍了基于OpenWRT路由器的智能家居系统的设计与实现方法,通过对OpenWRT路由器进行改造,实现了多个智能家居设备之间的数据传输和共享,并通过手机APP对设备进行远程控制。

关键词: 智能; 互联网; 通信技术

引言:

随着智能家居系统的普及,人们对于智能化家居系统的需求也越来越高。智能家居作为物联网的重要应用之一,呈现出强劲增长势头。目前,在智能家居领域已有很多厂商推出了自己的智能家居产品。其中比较典型的有小米公司推出的米家系列产品、华为公司推出的Aqara系列产品等。而随着市场对智能家居需求的不断增长,人们对于智能化家居系统的要求也越来越高,因此有必要开发出更高效、更安全、更便捷、更舒适和更人性化的智能家居系统。

目前市场上智能家居产品主要采用ZigBee技术和Wi-Fi技术来实现设备间的数据传输和共享。ZigBee是一种近距离无线通信协议,它由一个或多个节点组成,每个节点都具有无线功能。ZigBee节点与其他节点之间通过无线电波进行数据通信,然后通过各种协议传输到中心节点进行处理,中心节点负责控制和管理这些节点。Wi-Fi技术是一种广域网络通信技术,它以短距离无线传输为主要特点。Wi-Fi是一种开放网络协议,它可以通过网络共享实现数据传输和信息交换。它的优点在于无需使用专用设备或消耗电力资源即可实现数据传输和信息交换。

在设计与实现智能家居系统时,通常会遇到两个问题:一是不同厂商生产的智能家居设备之间不能直接进行通信和控制;二是不同厂家生产的智能家居设备之间不能进行数据传输和共享。为了解决以上问题,本文提出了一种基于OpenWRT路由器的智能家居系统方案。

该方案通过在OpenWRT路由器上实现基于ZigBee协议的数据传输和共享功能,通过手机APP对智能家居设备进行远程控制。该方案首先实现了不同厂商生产的

智能家居设备之间的数据传输和共享功能,然后再通过OpenWRT路由器与其他设备进行通信和控制。首先利用OpenWRT路由器作为网关搭建一个局域网,再根据各智能家居设备使用不同协议建立数据传输通道;然后通过手机APP将数据传输通道中需要传输的数据以短信形式发送给智能家居设备,然后智能家居设备接收到短信后再将其转发给手机APP;最后通过手机APP远程控制各个设备完成相关功能。

通过这种方式,不同厂商生产的智能家居设备可以通过OpenWRT路由器作为网关与其他智能家居设备进行数据传输和共享。同时,用户可以通过手机APP远程控制各个设备,如照明、窗帘、空调、家电等。该方案不仅解决了不同厂商生产的智能家居产品之间不能直接进行通信和控制的问题,而且通过OpenWRT路由器搭建局域网进行数据传输和共享也是该方案中最关键的一步。本文在该方案基础上对路由器进行改造,使其能够与其他品牌的智能家居设备进行通信和控制,同时还采用了多线程技术解决了多个智能家居设备同时运行时相互影响的问题。

一、相关技术介绍

智能家居系统中涉及到的传感器主要包括温度、湿度、光照度、水浸传感器等。本系统中使用的智能家居系统的主要组成部分是OpenWRT路由器。OpenWRT是一款高性价比的嵌入式无线路由器,支持多种通信协议,可以满足家庭网络的各种需求。

由于OpenWRT路由器是一款嵌入式设备,因此需要对其进行一定的改造,以满足本系统对设备联网、控制等需求。对OpenWRT路由器进行改造的主要方法包括两种:一是对其硬件进行改造,二是对其软件进行升级。

由于硬件无法改动,因此本文主要采用软件升级方法。

第一种方法是將 OpenWRT 路由器安裝到智能家居系統中,通過手機 APP 可以远程控制路由器中的各个硬件设备,包括灯光、窗帘、空调等。这种方法适用于远程控制的场景。

第二种方法是对 OpenWRT 路由器进行软件升级。在 OpenWRT 路由器上安装 PXE 服务器,可以实现多个设备之间的数据传输和共享,同时支持多种通信协议。在对 OpenWRT 路由器进行软件升级时,需要使用 PXE 服务器对设备进行固件升级。该方法需要在 PXE 服务器中安装 Bootloader 模块,在应用程序中添加 Bootloader 模块后,会自动启动 Bootloader 模块中的 PXE 进程。系统运行时,若设备需要与 APP 进行交互时,首先需要通过 Bootloader 模块下载 PXE 服务器并启动。

本文以 OpenWRT 路由器为基础设计了一个智能家居系统,系统中使用 PXE 服务器作为设备和 APP 之间的通信桥梁。PXE 服务器运行在 Linux 系统中的 kernel.xml 文件中,负责实现网络配置和网络传输功能。通过在 Linux 系统下搭建 PXE 服务器,可以实现对 OpenWRT 路由器进行软件升级。本文使用 Python 语言编写了一个 Python 脚本程序来运行 PXE 服务器。

在本系统中采用 PXE 服务器来对设备进行控制和通信。当设备通过 RJ45 接口连接到网络时,就会自动检测到 PXE 服务器并启动其,并根据配置文件中的 ping 命令来获取设备的 IP 地址和端口号。当设备接入到网络后,会通过 UDP 协议与 PXE 服务器进行通信,并将数据传输到 PXE 服务器中进行处理。当设备接入网络后会自动检测到该设备的 MAC 地址和 IP 地址是否正确,如果不正确则会将数据发送回 PXE 服务器。

二、系统设计

本文的系统设计主要包括对 OpenWRT 路由器进行改造,实现多个智能家居设备之间的数据共享,并通过手机 APP 对设备进行远程控制,实现家庭安防和环境监测的功能。

OpenWRT 路由器是一款用于连接和管理多台无线路由器的软件,可以作为家庭网络的中心节点。通过对路由器进行改造,将路由器作为网关,可以实现多个智能家居设备之间的数据传输和共享。

系统采用 Zigbee 和蓝牙两种无线通信技术,构建了一个基于 zigbee 协议的家庭网络。

Zigbee 协议是一种无中心节点、低成本、短距离、低功耗的无线通信协议,适用于短距离数据传输,在智能家居设备中具有广泛应用。它采用 2.4GHz 频段进行通

信,信号传输距离较短,但是具有覆盖范围广、抗干扰性强等优点。Zigbee 设备之间可以通过 Zigbee 网络进行数据传输和共享。

蓝牙协议是一种低功耗、低成本的无线通信协议。它支持多个设备同时传输数据,支持数据包的自动接收和发送。蓝牙协议中包含多个无线信道,且信号具有可穿墙、抗干扰能力强等特点,适合在家庭环境中使用。

系统采用蓝牙 4.2 协议栈实现数据传输和共享。其中蓝牙 4.0 协议栈负责设备之间的通信以及与其他智能家居设备之间的通信。蓝牙 4.0 包括一个通用蓝牙模块,可以支持多种操作系统和设备类型。

本文采用 OpenWRT 路由器作为网关设备,使用 Zigbee 技术实现多个智能家居设备之间的数据共享。目前,市场上主流智能家居产品中都包含 zigbee 技术。

由于 OpenWRT 路由器是一款嵌入式软件产品,可以利用其网络功能实现数据传输和共享功能。本系统主要使用了 OSPF、BGP 等协议栈实现网络配置功能。

OSPF 是一种适用于家庭网络的公共协议,能够确保终端之间的通信安全、可靠、低干扰和快速连接;BGP 协议则是一种适用于公共区域的私有协议,可以保证路由器与其他智能家居设备之间通信的安全和可靠;BGP 协议还能够不同网关之间进行切换。

本文主要对 OSPF、BGP 等协议栈进行了研究和分析,并对 OpenWRT 路由器进行了改造:首先,将路由器从原先的 x86 架构升级为 ARM 架构;其次,将原有的网卡驱动程序替换为 ARM 体系下的驱动程序;最后,将原有的 uvc/open firmware 替换为嵌入式 Linux 内核。改造后的路由器不仅能完成数据传输和共享功能,而且具有成本低、体积小、功耗低等优点。

OSPF 是一种基于 UDP 传输的网络协议;BGP 是一种基于 IP 协议栈实现的私有协议。BGP 协议在 IP 协议栈之上对其进行了扩展和修改,增加了路由算法和漫游算法等功能。OpenWRT 路由器对系统进行了总体设计和模块设计,主要包括路由器模块、蓝牙模块、网关模块、监控模块和手机 APP 应用程序等。

三、系统实现

系统包括多个功能模块:后台管理模块,主要对 OpenWRT 路由器的配置进行管理;前端显示模块,通过 APP,用户可以看到系统中各种设备的状态和功能;远程控制模块,用户通过手机 APP 可以远程控制系统中的各种设备,比如灯光、窗帘、家电等。

系统实现的功能包括:对 OpenWRT 路由器的配置管理,通过配置管理页面可以查看路由器的相关信息;前

端显示模块, 可以将OpenWRT路由器的配置信息在前端显示出来; 远程控制模块, 用户可以通过手机APP远程对家里各种设备进行控制; 智能家居系统还包含了灯光控制、家电控制、安防报警等功能。

在整个系统中, OpenWRT路由器是核心节点。

1. 后台管理模块

后台管理模块主要负责对OpenWRT路由器进行配置, 包括路由器的基本信息、状态信息、网关配置等。首先, 用户可以在后台管理页面看到OpenWRT路由器的基本信息, 包括路由器的型号、IP地址、网关等。其次, 用户可以通过路由器的状态信息对路由器进行相关配置。如果需要对OpenWRT路由器进行固件升级, 可以在后台管理页面进行固件升级操作。用户需要注意的是, 路由器的固件升级需要在OpenWRT设备上完成后才能生效, 并且需要等到OpenWRT设备在一个月内完成固件升级, 否则可能会导致OpenWRT设备无法正常使用。在完成路由器的固件升级后, 用户需要再次通过后台管理页面将OpenWRT路由器重新连接到互联网上。当用户再次通过手机APP连接到OpenWRT路由器后, 就可以实现对系统中各种设备的远程控制。

2. 前端显示模块

前端显示模块, 通过手机APP, 用户可以直观的看到系统中各种设备的状态和功能。前端显示模块主要是根据后台管理模块的指令, 在手机APP上进行操作, 实现对OpenWRT路由器的配置管理。前端显示模块主要由3部分组成: 首页、设备管理和历史记录。首页主要显示系统中所有设备的状态和功能, 包括路由器的基本信息和各种智能家居设备的状态。设备管理, 可以查看家庭中各种智能设备的状态, 包括灯、空调、窗帘、监控等设备, 每一种设备都有一个唯一的ID, 可以通过手机APP登录后查看。历史记录, 记录着系统中所有设备运行时长和历史运行记录, 每一次数据变化都会在页面上显示出来。

整个界面分为4个部分: 设备管理、历史记录、日志和配置管理。在界面左侧为系统中各种智能家居设备的状态列表, 在页面右侧可以看到对应设备的详情信息和运行数据。当用户点击某一设备时, 系统会将该设备的状态信息和运行数据在前端显示出来, 用户可以通过点击查看该设备的详细信息。

3. 远程控制模块

远程控制模块主要实现了通过手机APP对家里的各种设备进行控制, 在整个系统中起到关键作用。远程控制模块的实现主要基于华为云服务平台提供的Android App, 首先, 用户在华为应用商店下载华为云服务App。其次, 在App中安装远程控制模块, 在应用程序中添加远程控制模块。

其中, 设备列表中显示的是该设备的名称和地址。通过该设备可以实现对家中灯光、窗帘、电器等设备的控制。用户可以通过手机APP远程打开或关闭灯光; 用户还可以通过手机APP控制家中空调, 并实现对空调温度的调节。在用户进入相应界面后, 页面会显示当前设备的状态信息, 包括当前设备的状态、当前设备的电量、当前设备是否打开电源等信息。同时, 手机APP会显示当前设备正在运行中或者已经停止运行。用户可以通过手机APP进行远程控制。

四、结语

本文首先介绍了智能家居系统的设计方案, 包括智能家居系统的整体架构, 模块功能设计和各个模块间的通信协议。然后, 介绍了基于OpenWRT路由器的智能家居系统的开发过程, 包括路由器配置、固件下载和驱动安装等。最后, 通过测试验证了智能家居系统的可行性和实用性。

本文中所设计的智能家居系统具有以下优点: (1) 该系统可以支持多个智能设备之间进行数据传输和共享, 解决了单一设备不能完成全部任务的问题; (2) 该系统可以通过手机APP远程控制智能家居设备; (3) 该系统可以实现设备之间的信息交互和数据共享。未来, 可以在此基础上对该系统进行完善和改进, 使其适用于更多场景。

参考文献:

- [1]李文, 刘庚, 杨世全, 于尧, 禄伟. 远程控制技术在智能家居中的应用[J]. 电子世界, 2019(22): 195-196.
- [2]杨晓玲. 基于物联网的智能家居语言输入端控制系统设计[J]. 激光杂志, 2019, 40(11): 135-139.
- [3]钱百静. 以物联网为核心的智能家居控制系统研制[J]. 中国新技术新产品, 2019(22): 22-23.
- [4]徐翀, 杨锐涛, 成正涛. 物联网环境下的智能家居居发射控制系统的设计[J]. 科技风, 2019(30): 103.
- [5]李斌. 基于物联网的智能家居控制系统设计与实现[J]. 电子测试, 2019(17): 70-71.