

The Design of Smart Home Gateway Based on KNX Bus

Guangwei Wang¹, Shengli Lu², Dangfeng Pang², Rongrong Wu¹

¹Department of Electronic Engineering, Tianjin University of Technology and Education, Tianjin

²Engineering Training Center, Tianjin University of Technology and Education, Tianjin

Email: 532119472@qq.com, LSL5612@163.com, 13682107556@163.com, 915825202@qq.com

Received: Nov. 4th, 2015; accepted: Nov. 26th, 2015; published: Dec. 8th, 2015

Copyright © 2015 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

Smart home gateway is the key equipment of the related function devices to access the smart home network. As the KNX bus has become the unique international standard in the field of Intelligent Building, integrating network communication technology and embedded technology, the design of smart home gateway based on KNX bus is presented and the design and implementation of the main controller, the KNX module, the Ethernet interface and wireless communication interface are elaborated.

Keywords

Smart Home, KNX Bus, The Embedded System, The Main Controller, The Gateway

基于KNX总线的智能家居网关

王光伟¹, 卢胜利², 庞党峰², 武荣荣¹

¹天津职业技术师范大学电子工程学院, 天津

²天津职业技术师范大学工程实训中心, 天津

Email: 532119472@qq.com, LSL5612@163.com, 13682107556@163.com, 915825202@qq.com

收稿日期: 2015年11月4日; 录用日期: 2015年11月26日; 发布日期: 2015年12月8日

摘要

智能家居网关是相关功能设备接入智能家居网络的关键设备。鉴于KNX已成为智能楼宇领域唯一的国际

文章引用: 王光伟, 卢胜利, 庞党峰, 武荣荣. 基于 KNX 总线的智能家居网关[J]. 无线通信, 2015, 5(6): 105-110.

<http://dx.doi.org/10.12677/hjwc.2015.56015>

标准,综合网络通信技术和嵌入式技术,提出了基于KNX总线的智能家居网关设计方案,阐述了主控制器、KNX模块、以太网接口和无线通信接口的设计与实现过程。

关键词

智能家居, KNX总线, 嵌入式系统, 主控制器, 网关

1. 引言

智能家居起源于国外,在国内已有十几年的发展时间了。目前智能家居行业尚无统一的国际国内标准,生产智能家居产品的厂商各自为政,执行着各异的协议端口[1],主要研究方向有基于 ZigBee、WiFi、RF、CAN 总线等组网方式的智能家居系统,然而,即使采用基于相同的组网技术的智能家居系统也不能实现互连互通,因此滞后了智能家居的进一步普及。KNX 总线技术具有良好的开放性、交互性在有线智能家居设备组网中得到广泛应用。然而,由 KNX 总线组成的智能家居网络不能直接与以太网和各种无线网络互联互通,不能充分纳入众多无线终端设备和以太网终端设备,以构成基于互联网的智能家居控制网络。设计一种基于 KNX 总线的智能家居网关很有必要。该智能家居网关是外部接入网络与智能家居网络连接的关键设备,它可以进行 TCP/IP 协议到 KNX 协议的转换,从而实现 KNX 网络与以太网和各种无线网络的互联互通,达到智能家居设备网络化控制的目的。

2. 智能家居网关总体设计方案

2.1. KNX 总线技术

KNX 是家居和楼宇控制领域唯一的开放式国际标准[2],有良好的互操作性和开放性。KNX 总线协议是简化了的 OSI 模型协议规范,采用五层结构,由物理层、数据链路层、网络层、传输层和应用层组成。KNX 支持双绞线、电力线、射频等多种通信介质,其中双绞线应用最广泛。所设计的系统智能家居采用双绞线组网。KNX 采用 CSMA/CA 技术检测和避免当两个或两个以上的网络设备需要同时进行数据传输时网络上的冲突。

2.2. 智能家居网关组成

现场总线技术的引入促使智能家居控制系统向网络化方向快速发展,智能信息处理与智能控制也成为构建智能家居网络系统的关键技术[3]。嵌入式系统因集成度高、可靠性强、使用灵活,在智能家居控制设备以及通信网络中得到了广泛应用[4],基于 KNX 总线的智能家居网关由 ARM9 微处理器 S3C2440 (主控制器)、KNX 模块 TP-UART-IC、以太网接口、无线通信模块等组成。系统组成如图 1 所示。其中,KNX 总线与 KNX 执行器、KNX 传感器以及相应的智能家居设备组成 KNX 智能家居网络系统。KNX 模块负责将 KNX 智能家居网络与主控制器连接起来,接收并处理来自 KNX 智能家居网络设备的各种信息,通过以太网接口传输至 PC 机乃至互联网进行处理;智能终端设备的请求通过无线通信模块传输至主控制器。传感器将家庭环境信息上传到主控制器,执行器接受总线信息并根据主控制器的控制信息使相应的智能家居设备处于相应的工作状态。

3. 智能家居网关硬件设计

智能家居网关是家庭内部网络与外部以太网和各种无线网络交换信息的中转站,网关硬件平台主要由 ARM9S3C2440 主控制器、以太网接口、KNX 模块和无线网通信模块组成。

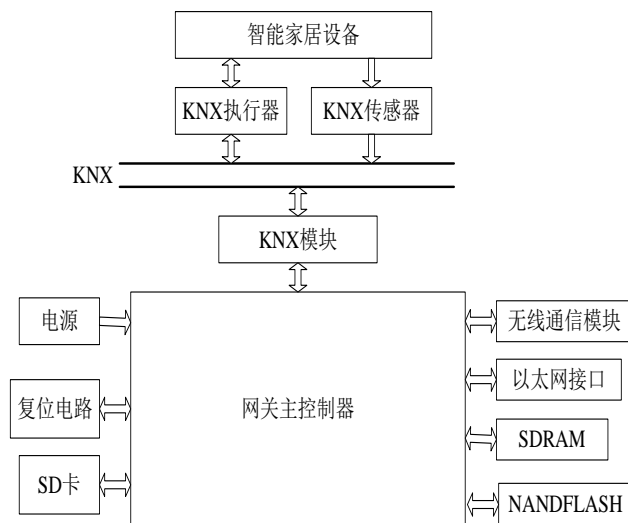


Figure 1. The composition of smart home gateway based on KNX bus

图 1. 基于 KNX 总线的智能家居网关组成示意图

3.1. 主控制器

主控制器是智能家居网关的核心，其主要功能是与 KNX 模块进行通信，管理 KNX 网络终端家居设备，完成家庭网络和 KNX 家居网络之间的信息交互等。所设计的系统选择三星公司的 S3C2440 微处理器(ARM9 系列)，S3C2440 可扩展 LCD 显示器、USB 接口、触摸屏以及多个 UART，为智能家居网关硬件设计提供了很好的硬件支持。智能家居网关硬件设计主要就是利用 S3C2440 微处理器的扩展功能，设计 KNX 模块接口电路、以太网接口电路、无线通信接口电路等。

3.2. 以太网接口

以太网接口的功能是将主控制器连接到以太网上，以方便用户的远程控制管理。DM9000 与 S3C2440 的连接如图 2 所示。该模块不仅要实现 KNX 智能家居网关主控制器与以太网的数据通信，而且要能支持高速的突发数据转移和突发的访问量。由于 S3C2440 已集成了一个 10/100 Mb 自适应的以太网 MAC 控制器，大大简化了以太网模块的设计[5]。因此系统选择了 10/100 Mbps 兼容的自适应以太网控制芯片 DM9000。DM9000 的工作频率最高能达 200 MHz，总线位宽高达 32 位，完全能满足 100 Mbps 的以太网数据传输。

3.3. KNX 模块

KNX 模块的功能是将 KNX 智能家居网络与主控制器相连实现主控制器与 KNX 智能家居网络的通信。所设计的系统 KNX 模块选用西门子公司公司的 TP-UART-IC，TP-UART-IC 是针对双绞线设计的通用异步收发器，TP-UART-IC 为 UART 提供多种服务完成主控制器与 KNX 智能家居网络的通信，通过 TP-UART-IC 传感器、执行器、微处理器等连接到 KNX 总线上实现数据收发。TP-UART-IC 与 KNX 总线、S3C2440 连接如图 3 所示。TP-UART-IC 主要特性：TP-UART-IC 由 UATR 数字接口和模拟电路接口组成；通过设置引脚 TSTIN，可以配置 9600 bps 或者 19,200 bps 的传输波特率；掉电时 SAVE 引脚通知微处理器进行处理；TP-UART-IC 提供的服务主要有：复位服务、请求通信状态服务、应答服务、数据服务。

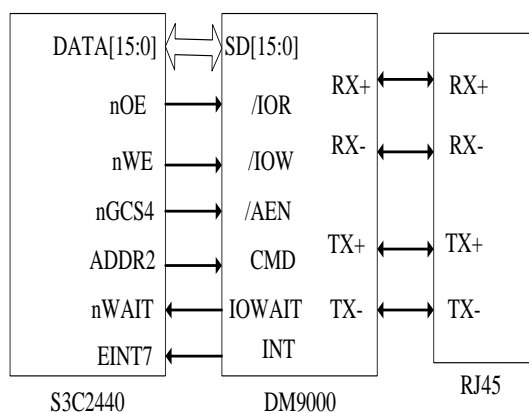


Figure 2. The connection between DM9000 and S3C2440

图 2. DM9000 与 S3C2440 的连接示意图

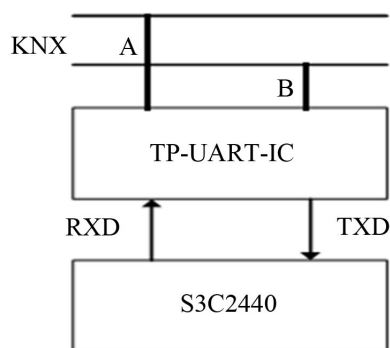


Figure 3. The connection of the TP-UART-IC, KNX bus and the S3C2440

图 3. TP-UART-IC 与 KNX 总线、S3C2440 连接示意图

3.4. 无线网通信模块

无线网模块不仅要实现 KNX 智能家居网关主控制器与无线网络的数据通信,而且要能支持并发访问。无线通信模块选用 TP-LINK 公司的 USB 无线网卡 TL-WN721N。利用主控制器 S32440 和 TL-WN721N 搭建无线 AP,无线 AP 的覆盖范围广,支持多用户接入,同时具有很强的信号收发能力,家庭环境中的各种智能终端通过无线 AP 与 KNX 智能家居网络通信,这样即能够避免布线的麻烦,同时既节省成本,又能迅速的搭建起无线控制网络。

4. 智能家居网关软件设计

4.1. 软件系统层次架构

网关主控制器 S3C2440 支持 Linux, winCE 等多种嵌入式操作系统[6]。所设计的智能家居网关选择嵌入式 Linux,构建软件平台,通过裁剪得到适合该系统的嵌入式 Linux 内核[7],从而在其上完成主控制器软件设计(软件架构如图 4 所示)。应用程序层完成网络通信、数据存储、串行通信等功能,实现 TCP/IP 协议到 KNX 协议的转换,从而完成以太网、无线网控制智能家居设备的目的,并且存储智能家居网络中的各种信息,便于查询和控制;硬件驱动层完成以太网驱动、无线网驱动、串口驱动、SD 卡驱动等为 Linux 操作系统运行建立合适的环境,按照应用程序的设计与 Linux 内核交互操作相应的硬件设备实现 KNX 智能家居网络与以太网等网络的数据交互。

4.2. 应用软件主程序设计

主控制器软件流程如图 5 所示。主控制器启动之后，首先完成软硬件的初始化，同时打开串口和开启网络服务，程序分为两个分支，第一个分支处理串口数据，也就是从 KNX 家居网络传来的数据，KNX 家居网络传来的数据存储至 SD 卡和 NandFlash 中的本地数据库；第二个分支处理网络数据，网络数据包包括控制、设置、查询请求，根据相应的请求进行相应的处理。

4.3. TP-UART-IC 通信程序

TP-UART-IC 通信程序步骤如下：

- 1) 打开串口，判断串口是否打开正常。
- 2) 上行模块的主要功能是接收并处理来自 KNX 家居网络的数据信息，对 KNX 报文数据进行正确性分析，而后交由 S3C2440 处理。
- 3) 下行模块在接收到 S3C2440 要传送到 KNX 智能家居网络的后，首先验证报文数据包的正确性，验证正确后，KNX 报文数据包经串口发送给 TP-UART-IC。

4.4. 以太网通信程序

主控制器与以太网通信步骤如下：

- 1) 创建 socket 通信套接字。



Figure 4. The level architecture of main control

图 4. 主控制软件层次架构

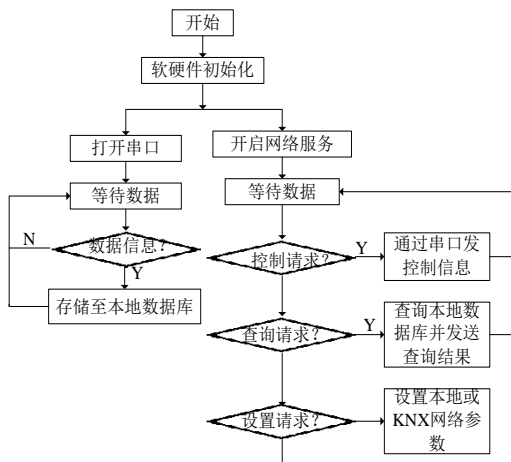


Figure 5. The main controller software flow chart

图 5. 主控制器软件流程图

2) 调用 connect 系统调用向服务器发出通信连接请求。

3) 服务器端和客服端的通信连接成功建立后,调用 send 和 recv 系统调用交互接收和发送服务器端、客服端数据。

4) 数据处理分为两部分,一部分接收以太网数据,将来自以太网的数据送 S3C2440,一部分是发送以太网数据,将来自 S3C2440 的数据发送到以太网上。

4.5. 无线通信程序

主控制器与无线网络之间的通信步骤如下:主控制器与无线网络通信连接建立后,通过 socket 系统调用建立 TCP/IP 通信连接,通信过程这里不再详述。在客户端与服务器端通信过程中利用线程池技术解决大量智能终端并发访问,服务器资源有限的问题[8],使只有经服务器授权过的用户才能与服务器进行通信。

5. 结束语

智能家居是目前国内外的研究热点,具有广阔的应用前景,而智能家居网关作为智能家居网络与外部有线、无线网络通信的桥梁,在整个智能家居系统中起着重要作用。基于 KNX 总线的智能家居网关以 S3C2440 微处理器为核心、利用嵌入式 Linux 技术,采用 KNX 模块 TP-UART-IC、以太网适配器 DM9000 设计完成,实现 KNX 智能家居网络与以太网和多种无线网络的数据通信,从而实现智能家居设备的远程控制、信息查询等。

参考文献 (References)

- [1] 马成. 基于 Linux 的嵌入式智能家居服务器的研究与设计[D]: [硕士学位论文]. 镇江: 江苏科技大学, 2013.
- [2] 文翔. 基于物联网的智能家居远程监控子系统软件设计[D]: [硕士学位论文]. 西安: 西安电子科技大学, 2014.
- [3] 陈国靖. 基于物联网的智能家居设计与实现[J]. 通信设计与应用, 2015, 3(5): 10-12.
- [4] 王文川. 基于 ARM 的嵌入式智能家居系统的研究[D]: [硕士学位论文]. 合肥: 合肥工业大学, 2013.
- [5] 薛帅. 智能家居系统多协议网关的设计与实现[D]: [硕士学位论文]. 北京: 北京邮电大学, 2012.
- [6] 梁嫫惠, 于淼, 范茜勉. 智能家居系统的设计[J]. 创新与实践, 2015, 22(6): 29-31.
- [7] 邹少聪. 基于无线传感器网络的智能家居系统关键技术研发[D]: [硕士学位论文]. 广州: 华南理工大学, 2013.
- [8] 陈平顺, 郑紫微, 李攀. 基于无线通信协议的智能家居系统设计[J]. 数据通信, 2014, 3(3): 31-33.