

# 基于 HTML5 和多协议网关的智能家居控制系统

侯维岩<sup>1,2</sup> 刘晓剑<sup>1</sup> 庞中强<sup>1</sup>

(1. 郑州大学信息工程学院 郑州 450001; 2. 上海市电站自动化技术重点实验室 上海 200072)

**摘要:**为了解决智能家居系统中的设备多种多样、通信控制协议众多、用户控制界面互不兼容且难以配置的问题,提出了基于 HTML5 的 B/S 架构下的智能家居控制系统,设计了集成 ZigBee、Bluetooth、Wi-Fi 和有线以太网 4 种无线/有线子系统的多协议转换网关,网关经以太网将数据传入上层 MySQL 数据库,数据库中间件中定义了设备事件表、状态/控制触发器表,利用 HTML5 构建了主页,实现了在网页上自由添加、删除设备、手动控制设备等配置功能,通过拖放事件元素,实现了自定义控制逻辑。实验结果表明,HTML5 构建的控制系统使用方便,控制有效,能够控制多协议网关下的智能家居系统。

**关键词:** HTML5; B/S; 网关; 数据库; 服务器

**中图分类号:** TN915 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 510.99

## Smart home control system based on HTML 5 and multi-protocol gateway

Hou Weiyang<sup>1,2</sup> Liu Xiaojian<sup>1</sup> Pang Zhongqiang<sup>1</sup>

(1. School of Information Engineering, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China;

2. Shanghai Key Laboratory of Power Station on Automation Technology, Shanghai 200072, China)

**Abstract:** The B/S smart home control system based on HTML 5 is proposed to solve the problem that a wide variety of smart home's system and equipments, numerous of communication protocol, and user control interface is incompatible with each other and hard to configure. This paper designs a multi-protocol conversion gateway which integrated four wired/wireless subsystems include ZigBee, Bluetooth, Wi-Fi, and wired Ethernet, the gateway put data into the MySQL database, database middleware defines the equipment event table, state/control trigger table, the home page construct with HTML5, realized free add/delete equipment, equipment manual controlling in the web page, customer could control logic by drag and drop event element. Experimental results show that the control system based on HTML5 is easy to use, control effectively, and is able to control the smart home system of the multi-protocol gateway.

**Keywords:** HTML5; B/S; gateway; database; server

### 1 引言

随着无线传感器网络技术的发展,物联网技术逐步被应用到人们生活的各个领域。但由于智能家居产业仍然处于起步阶段,智能家居市场有多种不同的协议:如 ZigBee、Wi-Fi、Bluetooth,通信协议不统一,并且没有一个通用的平台将各个厂商的产品进行方便的融合、管理<sup>[1]</sup>。

针对现阶段不同的智能家居网络系统,设计一个能够兼容 ZigBee、Wi-Fi、Bluetooth 和以太网的多协议网关,构造了与之对应的 MySQL 数据库和基于 HTML5 的 Web 控制界面,不仅实现了对多协议子系统<sup>[2]</sup>的控

制,而且在 Web 上展示动态效果,增强了用户的互动体验。

### 2 基于 HTML5 和多协议网关的智能家居控制系统

本系统上层控制端通过对数据库的操作经多协议网关实现对不同通信网络智能家居设备的控制和联动<sup>[3]</sup>。智能家居控制系统框架如图 1 所示。

从图中可知整个智能家居控制系统主要由两大部分组成:1)上层软件控制系统也就是数据库中间件和 Web 控制界面;2)底层由 ZigBee、Bluetooth 和 Wi-Fi 多协议网络与 ARM 中继网关组成。

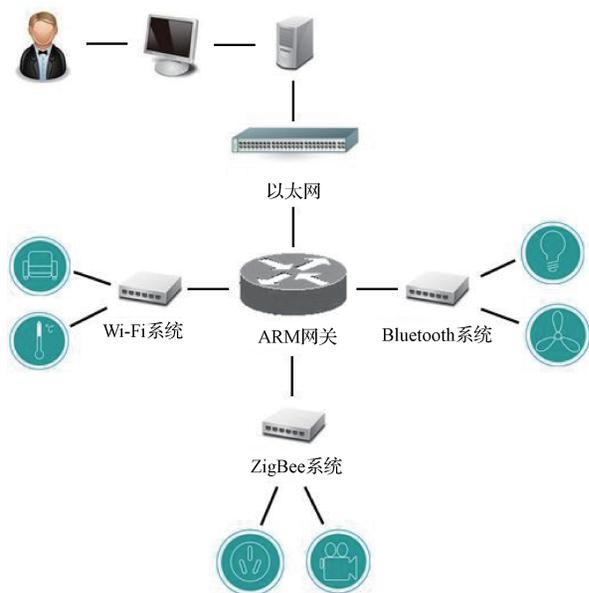


图1 智能家居控制系统框架

### 3 多协议网关的设计

#### 3.1 硬件部分

网关部分主要包括4个模块:Bluetooth模块,ZigBee模块,Wi-Fi模块和基于ARM的以太网协议转化模块。本文采用S3C2400芯片作为核心处理器<sup>[4]</sup>,通过外设USBHUB与各个子系统进行连接。

通过DM9000A网卡芯片与数据库服务器进行TCP/IP通信。ZigBee、Bluetooth和Wi-Fi子系统通过外设接口采集数据,并把收集到的数据以串口的方式发送出来,经过PL2303芯片转为USB数据发送到网关,网关判断存储接收到的数据,然后经以太网传至上层控制端。

上层控制程序控制各个子系统时,只需将控制数据按规定格式打包发送至网关,网关程序接收到数据后将数据按规定发送至各个子系统。网关架构如图2所示。

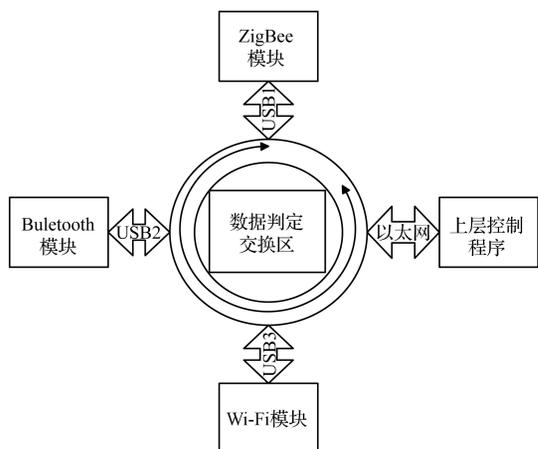


图2 多协议网关结构

#### 3.2 网关系统主程序设计

网关采用Linux2.6系统作为程序的基础运行环境,交叉编译器<sup>[5]</sup>为Cross3.4.1,为了方便程序的编写与调试所以需要在PC机上安装虚拟机来编译下载网关。

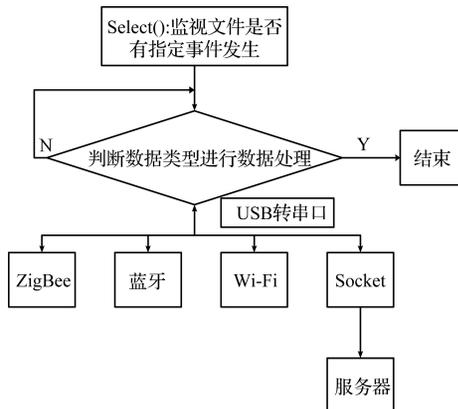


图3 网关程序流程

### 4 数据库中间件与基于HTML5的控制界面的设计

本文借鉴了组态软件的思想,又弥补了现有的各种控制界面的一些不足,设计了一种基于HTML5技术的Web界面智能家居控制系统操作界面<sup>[6]</sup>。该部分主要包含3个模块:主页模块,添加、删除设备模块,逻辑联动设置模块。

#### 4.1 数据库表的结构

本课题采用在Windows环境下运行的Mysql数据库。整个数据库共包含9个表:目标状态表、目标表、发送指令表、接收数据表、数据格式表、设备信息表、接收信号表、阈值表和逻辑表。数据库的整体结构如图4所示。

#### 4.2 HTML5控制界面

##### 4.2.1 方案选择

HTML5作为万维网联盟推出的下一代HTML标准,改进了HTML的薄弱环节——Web应用功能,为了增强用户体验,HTML5强化了Web网页的表现性能;其次,为适应富互联网应用的发展,HTML5追加了本地数据库等Web应用的功能。本文为了实现更加友好的人机交互界面,选择HTML5作为Web开发语言,并且使用了HTML5引入的新技术拖拽API<sup>[7]</sup>。

##### 4.2.2 主页模块

主页模块的控制器就是Action模块类,在该类中可以操作数据库中的数据模型。Action类包含两个公共方法:Index方法和Insert方法。公共方法Index读取数据库中的tb\_state\_target(目标状态表)中的数据,查询数据以二维数组的形式保存在tb\_state\_target(目标状态表)中。通过assign()函数将查询到的数组变量赋值给模板变量。然后定义Insert()公共方法,实例化模型类,将表单中提交的数据保存到数据表中的指定位置替换掉原有的



图 4 数据库结构

数据<sup>[8]</sup>。其运行效果如图 5 所示。

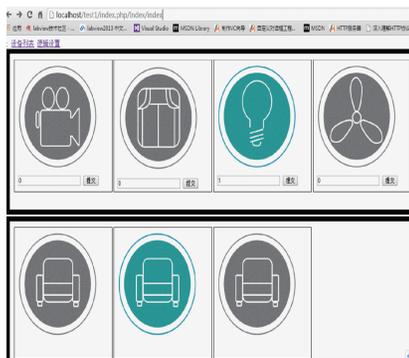


图 5 设备控制和状态显示

鼠标点击设备控制页面第一行内的控制设备图标时，图标状态会发生改变，虽然，本系统在设备控制过程中没有反馈，但是在用户界面上需要反馈，而且是及时的反馈。对于 Web 控制界面，单击图标改变设备的状态，如果显示状态转变发生在刷新页面之后，就会给用户带来控制反应过慢的感觉。点击图标之后状态转变效果立刻出现，事实上此时控制设备的指令还没有下达，立刻响应会给用户带来感觉上的快，从用户体验上提高了智能家居控制系统的实时性。

#### 4.2.3 添加、删除设备模块

添加、删除设备模块的功能是：将用户提交的设备信息存入数据库，分别显示控制设备和监视设备的设备信

息，删除用户提交的设备编号对应的设备信息。其界面效果如图 6 所示。



图 6 添加、删除设备

界面左上角为添加控制设备区块，该部分将控制设备的设备名称、类型、编号、当前状态到目标状态的所有可能事件以及该事件对应的指令存在设备信息表中，并在状态目标表中添加该设备用来控制。中间是添加监视设备区块，部分首先将监视设备的设备名称、类型、编号、当前状态到目标状态的所有可能事件存在设备信息表中，接着在状态目标表中添加该设备用来显示状态更新和触发联动事件，最后将设备地址、地址起始位和长度、数据起始位和长度、阈值<sup>[9]</sup>分别存入数据格式表的相应字段中。最右侧

是删除设备区块,创建 delete() 公共方法,将要删除的设备的编号提交给 delete() 方法,删除该设备在所有数据表中的信息。

#### 4.2.4 逻辑控制模块

逻辑控制模块的功能包括:编辑场景逻辑联动,查询已经设定的逻辑联动细节,删除选定的逻辑联动。其界面效果如图 7 所示。

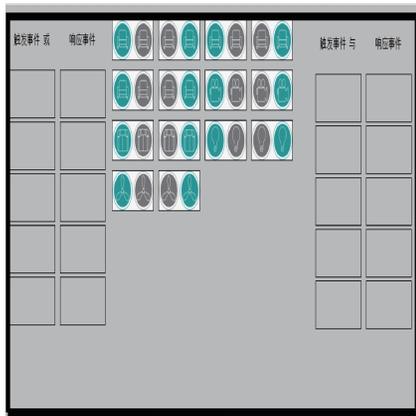


图 7 逻辑场景设置

在设置逻辑联动时使用了 HTML5 的拖放功能。拖放是 HTML5 的一种常用功能,可以抓取对象拖放到特定位置。设置逻辑联动时,通过拖拽表示事件的图片,放置于“或”事件或者“与”事件的触发事件<sup>[10]</sup>和响应事件的区块中。函数 drag(ev) 将被拖拽元素的 ID 传给目标元素, ID 包含事件的设备编号和状态改变信息能唯一确定事件。被拖拽元素放入目标元素中时,函数 drop(ev, a) 将按格式提取传递的数据中包含的信息,然后把设备编号、当前状态以及目标状态填入表单中各个区块对应的隐藏文本域标签之中。点击提交按钮将表单中的数据提交给逻辑控制模块控制器。

通过点击逻辑事件的触发事件,即可选定当前事件。通过两个 <volist> 标签分别循环输出当前选定事件的触发事件和响应事件。其中当前事件的编号保存在 tb\_logic\_event\_id(当前事件表)中。其显示效果如图 8 所示。

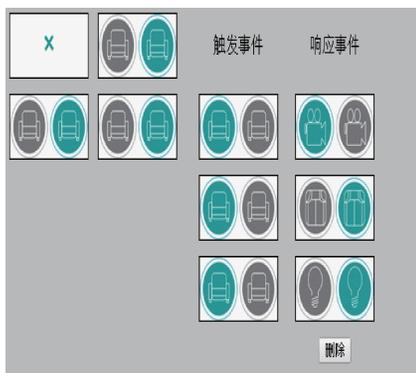


图 8 逻辑场景显示及删除选定逻辑

点击删除按钮将当前事件的逻辑事件编号提交给 delete\_now\_logic() 方法,该方法将删除当前选定显示的逻辑事件。

## 5 软件架构和测试

### 5.1 Web 端架构

本文所设计的控制端主要分为 4 部分:1)通信控制模块,2)状态查询显示模块,3)登录模块,4)设备添加模块。其整体架构如图 9 所示。

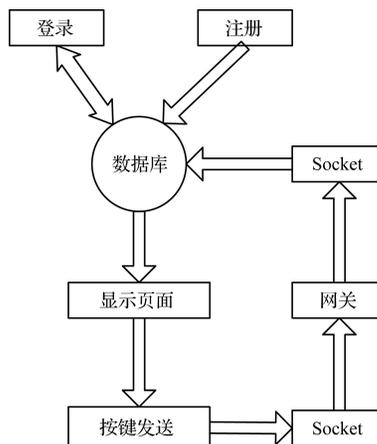


图 9 控制软件架构

控制系统并非开放的系统,为了保证用户使用的安全性,本文在控制端设计了一个登录控制模块。程序接收到用户输入的用户名和密码,登陆成功后才能进入通信控制页面和显示页面。

### 5.2 性能测试

智能家居控制系统的反应时间直接决定用户对该产品的体验感觉。对于本文的智能家居控制系统。运行时间分为两大部分:

- 1)网络传输消耗的时间;
- 2)网关转发数据到子系统执行控制所耗费的时间。

第一部分取决于服务器系统和网关之间的网络流畅程度,在 100M 网之下一般反映时间基本都在 50 ms 以内,而网关与子系统之间所耗费的时间也分为两种情况:

- 1)上传数据耗费的时间;
- 2)向下发送控制指令耗费的时间。

上传数据基本是无间断,实时发送耗费时间在 1 000 ms 左右。向下发送时,不同的子系统反映时间不同,蓝牙速度较快基本在 1 200 ms 以内就能执行操作指令。而 ZigBee 系统的反应时间在 1 000~2 000 ms 之间。由于 Wi-Fi 系统控制的空调红外指令数据较长,每个长达 121 个字节。所以控制系统发送时设置自动延时 1 s,保证数据完整正确的传达。因此 Wi-Fi 系统的控制响应时间为 1 900 ms。

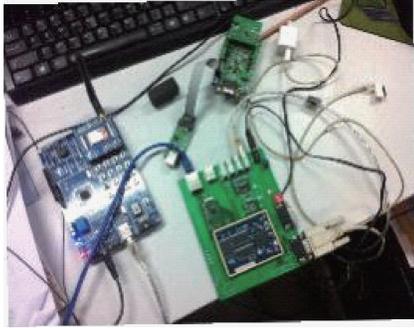


图 10 现场测试

表 1 时间测试

网络类型	ZigBee	蓝牙	Wi-Fi	网关
上传时间/ms	<1 000	<1 000	42.777	
下载时间/ms	1 500	1 200	1 900	42.310

## 6 结 论

本文在分析了智能家居发展现状的基础上,提出了一种兼容多协议的智能网关,并借鉴组态软件的思想,设计了一种与之对应的基于 HTML5 技术的 Web 智能家居控制系统。从底层来说,系统支持 ZigBee、Wi-Fi、Bluetooth,增加了设备接入途径,对使用不同协议的智能设备有更好的兼容性;从上层管理层来说,提供可视化的设备增删管理接口,可以对新加入的设备进行名称、类型、编号、状态以及相应指令的设置,使得新设备接入操作简单方便。为智能家居终端的融合、管理提供了一个方便易接入的平台。

### 参 考 文 献

[1] 张小龙,温巧燕,张华,等. 基于物联网的智能楼宇系统研究[J]. 移动通信,2013(15): 19-22.

(上接第 90 页)

[10] ZHAN Y J, MA SH CH, ZHUANG T, et al. Research on network integration technology of observation stations [J]. Instrumentation, 2015, 2(3): 35-42.

### 作 者 简 介

蒋红娜,女,1984 年出生,硕士研究生,工程师,主要

[2] 张奇伟. 基于 HTML5 的移动应用的研究与开发[D]. 北京:北京邮电大学,2013.

[3] 闫石. 基于嵌入式 B/S 架构的智能家居远程监控系统开发[D]. 南京:南京理工大学,2014.

[4] 吴川,周治平. 嵌入式 WMMP-T 协议的物联网网关系统的设计[J]. 电子测量与仪器学报, 2014, 28(8): 870-878.

[5] 李勇,赵刘阳,王平,等. 智能家居无线控制网络的设计与实现[J]. 自动化仪表,2013,34(7):58- 61.

[6] 毛明毅,蒋元恒,陈志成. 智能家居远程 Web 管理控制平台的设计与实现[J]. 微电子学与计算机, 2013, 30(5):121- 124.

[7] WANG W J, LI J. The design of an open laboratory information management system based upon a browser/server (B/S) architecture [J]. World Transactions on Engineering and Technology Education, 2013, 11(1):41- 45.

[8] 张堃,费敏锐,吴建国,等. 一类参数不确定时滞系统的智能控制应用研究[J]. 仪器仪表学报, 2014, 35(6):1394-1401.

[9] 汪浩,田丰,杨溢,等. 多模智能家居系统设计与实现[J]. 电子测量技术, 2014, 37(10):20-24.

[10] 窦慧晶,侯荣全,陈凤菊. 基于 BOA 和 nRF24L01 的智能家居系统[J]. 国外电子测量技术, 2015, 34(2):67-72.

### 作 者 简 介

候维岩,1964 年出生,博士,教授,主要研究方向为工业过程控制、分散智能控制、面向工业控制的短距无线数字通信。  
E-mail:houty@139.com

研究方向为机载传感器测试校准。  
E-mail:jianghongna\_2009@163.com

朱丽,女,1987 年出生,硕士研究生,工程师,主要研究方向为机载传感器测试校准。

冯铭瑜,女,1986 年出生,硕士研究生,工程师,主要研究方向为机载传感器测试校准。