

# 关于智能化楼宇双通道并发控制模型的研究

李仕元 师公社

(西安工业大学电子信息工程学院 西安 710021)

**摘要:**目前市场上对于楼宇智能控制在控制通信层还没有一个较为完善、统一的标准,这导致了市场出现一种百花齐放的状态。而市场现有的方案中,有通过 Wi-Fi 通信控制硬件的,也有通过总线方式直接控制硬件的,在需求多元化的今天,难免有诸多不便。本文提出在基于嵌入式系统下,针对楼宇智能控制的集成问题,使用 Wi-Fi 控制与总线控制相互协作,实现对楼宇的并发有序的控制。与此同时,为了避免竞态的发生,使用信号灯的思想实现同步与互斥。最终达到调光调速等硬件控制的并发性、原子性。

**关键词:**楼宇智能控制;双通道并发控制;嵌入式

**中图分类号:** TN915 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 510.4050

## Search for intelligent building two-channel concurrence and integration control model

Li Shiyuan Shi Gongshe

(School of Electronics Information Engineering, Xi'an Technological University, Xi'an 710021, China)

**Abstract:** In control communication layer, there is not a more comprehensive and uniform standards for intelligent building control on the market, which led to the emergence of a flourishing state of the market. During the existing programs in the market, the hardware is controlled through either the Wi-Fi signal corps or a bus directly, which inevitably takes lots of inconvenience in diversely demanded society. In this paper, based on embedded systems, for the integration issues of intelligent building control, the Wi-Fi collaborates with the bus to realize the building controlled concurrently and orderly, at the same time, in order to avoid actually state, signal lights achieve synchronization and mutual exclusion. Ultimately achieve concurrency, atomicity dimmer speed hardware control.

**Keywords:** building intelligent control; dual-channel concurrency control; embedded

### 1 引言

楼宇智能化,通常是在多个自动化系统的基础上,综合管理系统来实现的。比如:楼宇、通信、办公的自动化。通常情况下,这些系统都是独立工作,互不干扰。但随着社会的发展,人们对智能化楼宇的舒适性、便捷性等要求越来越高,这无形中便对这些系统之间的联系、开放、兼容等,提出了一个新的要求。

#### 1.1 国内外现状

目前,市场上已有楼宇智能系统是对楼宇内的各种机电设备进行集中管理和监控。主要包括变配电、照明、通风等,通过对整套楼宇智能控制系统及其内置最优化控制程序和预设时间程序,对所有的机电设备进行集中管理和监控。

#### 1.1.1 照明系统

目前市场上的室内照明系统采用了跟踪人的足迹,有人时自动打开照明,离去时自动关闭。物联网新型豪宅通过在楼宇内安装感应器,业主进入时可自动打开灯光,业主离开时延时关灯。对于另外一些系统,则采用在房门上安装感应器,当房门打开时自动开灯,而房门从外面反锁时延时关闭。此外,管理员可通过系统的遥控器随意进行室内的灯光调节。

#### 1.1.2 空调系统

市场上的物联网系统可控制开闭窗帘、窗户,或者根据室内环境检测信息(温度、湿度等)联动开闭;根据系统温湿度检测等数据信息,进行空调的自动调节(温度、湿度、换气等)。

#### 1.1.3 消防安防系统

智能楼宇控制系统在消防安防方面,采用的是管理员

管理模式,当管理员按下“启动”按钮,安防系统便开始启动,当发生火灾等意外时,系统可自动报警并自己采取一系列保护措施,比如关闭有危险的电力系统,并根据着火区域自动分配灭火供水。

### 1.2 楼宇智能化集成控制系统

本文所提出的楼宇智能化集成控制系统,是综合了C-MBUS总线控制技术、无线 Wi-Fi 控制技术、嵌入式的设备系统。通过对控制平台以及控制模块合理的选择与设计,摆脱了原有的各种楼宇智能设备独立控制的繁琐,同时提高了设备控制范围,增加了无线与有线并行控制的双轨通信。提高了控制系统的灵活性,可扩展性以及控制效率。

目前,市场上嵌入式相关的芯片主要有:各种类型的单片机、多种系列的 ARM、MIPS、DSP 等。与其他各种处理器相比较,ARM 处理器体积小、性能高、功耗低、成本低。使用了大量寄存器,大多数数据操作都在寄存器中完成,指令执行速度快。支持多种操作系统,开放的运作模式,与众多国际一流半导体公司合作。符合本系统要求,所以选择 ARM 处理器作为本系统处理器。

## 2 系统结构的设计及核心技术

目前,市场上对于智能控制系统研究主要包括系统的构建,多网络融合技术以及相关产品的研究和生产开发。在系统集成方面,很多是通过标准协议(RS485、RS232、TCP/IP 等)实现设备之间的交互与管理。

### 2.1 系统设计

本文对于嵌入式集成控制系统在智能控制中的应用与设计,主要将控制模块结构设计分为硬件和软件两个部分。硬件部分主要有:主控处理模块、数据传输模块、微控制器模块和远程控制客户端。软件部分主要有:底层操作系统、并发控制集成程序、被控设备处理程序、数据传输程序、客户端的浏览网页等构成。系统设计方案如图 1 所示。

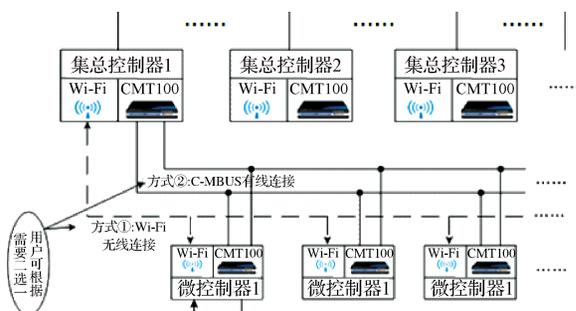


图 1 智能楼宇的双通道并发控制原理

该系统设计显示了在通信层由方式① Wi-Fi 无线连接与方式② C-MBUS 协议的下的硬件控制。两种方式通过对硬件的并发控制,使用户随时随地,只要有权限,便可

以对整个区域内的硬件进行控制。

### 2.2 系统核心技术

本文所采用的核心技术主要有 3 点:

1)如图 1 所示,管理员通过总服务器来实现与各个集总控制器的通信,来实现人机交互,而集总控制器通过 C-BUS 总线,跟下级各个微控制器模块进行通信,从而控制楼宇中各个模块的工作。集总控制器与微控制器,微控制器与外围硬件之间,都是通过 CMT100 来搭建通信接口,以半双工的方式进行通信。

2)在基于 C-MBUS 协议的硬件控制之外,外加 Wi-Fi 控制,管理员或者有权限人员,通过手机 APP 或者电脑程序,通过直接操纵中央处理器来控制集总控制器,从而控制微控制器控制的外围硬件。在 Wi-Fi 控制时,中央处理器会获取操作员的管理权限,并检测操作员要操作的外围硬件是否满足空闲状态,倘若都满足条件,则可以直接进行控制;否则,应用端会以人机交互的形式提示不可操作以及不可操作的原因。

3)编译方面采用交叉编译开发,克服了目标平台资源不定、无法方便的运行所需要的编译器的问题。此外,因为系统建立之初,编译环境无法搭建,所以使用交叉编译环境,改善了这方面带来的问题。

### 2.3 系统工作原理

该系统主要是对楼宇自控系统,以及系统的集成、扩展做典型的研究。旨在增强系统的集成、扩展以及实用性、便捷性。使用户可以得到更好的体验,生活工作变得更加舒适,不管是居住环境还是工作环境以及公共环境都变得更加人性化、个性化、方便化以及简易化。在硬件方面,每个终端模块(传感输入、执行输出两类)有线控制连接到微控制器(房间各区域,一个或数个),各微控制器和集总控制器(楼层或单元区域,一个或数个)之间以 C-MBUS 协议的现场总线(Fieldbus)有线或 Wi-Fi 无线(不影响装饰现状)形式相连接,各集总控制器及主机/服务器与路由器之间以互联网标准(TCP/IP)连接。同时,该方案各个模块之间的工作相互独立互不影响,能够有效的解决传统系统的一个地方出问题整个系统会瘫痪的弊病,避免了传统系统布线多、布线杂、出问题不易于检查的问题。

智能楼宇集成控制系统的重点内容是在嵌入式设备上实现数据的传输和处理功能,即构建一个集成控制服务器系统,通过 Wi-Fi 和硬件物理线路连接两种方式实现对许多下层设备进行同步集成控制,并且这些设备在工作时相互之间互不影响。

智能控制集成的管理系统,是在各个系统的开放式结构和标准化接口,通过配合相对应的软件与计算机网络结合在一起来实现。然后,进一步实现有效信息在多个系统之间的共享,提供了快捷、舒适、安全的服务。最终,便实现了先进的、科学的集成管理机制,也降低人为错误和管理成本。

### 2.4 系统层级结构

楼宇中每个外围软硬件都配备有自己相应的微型控制器,而楼宇的智能控制主要通过3个层级来实现:1)每个微控制器控制自己所在系统的外围软硬件设施,并将自己采集到外围数据上传给集总控制器;2)集总控制器会将收集到的数据上传给主机,实现实时监控;3)管理员/用户可以人为的中断当前系统对外围软硬件的默认控制,方法是通过进入Web页面访问服务器来控制集总控制器,进而对外围硬件进行实时控制,以满足楼宇中软硬件设施为人们提供当前所需要的最舒适的状态。简单地说,就是层级控制,如图2所示。

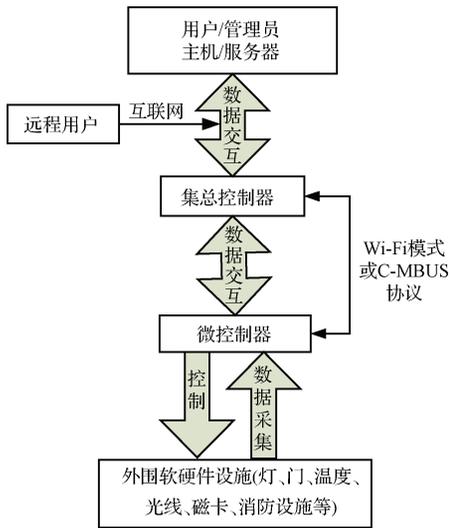


图2 层级示意

### 2.5 系统采用软硬件芯片

本文设计的并发的、集成的、智能的控制系统,采用基于三星公司生产的以高性能 ARM Cortex A9 为内核的猎户座 4412 芯片为核心的微处理器。使用嵌入式 Linux 操作系统作为研究的基础平台。通过 Web 页面或上层控制应用 App 客户端端进行控制,提高了系统的智能化。

## 3 系统软件平台的搭建

### 3.1 Linux 操作系统的开发

对于嵌入式系统开发而言,大部分 ARM 设备的资源非常有限,根本无法实现在嵌入式设备上开发软件,所以采用交叉开发模式。即在主机上进行编辑程序,正确编译后下载到目标板上运行和验证程序,即建立交叉编译的环境,实现编译时 ARM 与 Linux 的互通。

### 3.2 搭建环境

首先,利用交叉编译工具链,搭建交叉编译环境;然后,需要对 Linux 操作系统 Telnet、ftp、文件共享等进行对应的安装、配置。其中文件共享服务,作用在于 Windows 系统和 Linux 系统之间可以自由地将文件进行相互

传递,实现共享。同时还要安装一些必要的实用工具,例如:目标文件系统映像制作工具,用于把文件系统目录制作成映像文件。

### 3.3 系统移植

Linux 内核移植,是将内核做出相应的裁剪,留下需要的功能,去除冗余的部分,而得到适合目标平台的精简的、高效的内核代码,然后进行编译得到内核映像文件,最后下载到目标平台使其正确运行起来。移植后的内核应该具有串口通信、网络通信、根文件系统可用等基本条件。

## 4 系统的测试

### 4.1 调光、调速系统的测试

由于对于调光调速的控制,系统内设定的静态调控仅仅是作为没有人干预的情况下的一种默认设定。当服务区有管理员工作或休息等情况下,可能需要按照管理者自身的需要进行主动调节。因此,系统在默认的调节下,会有额外的管理员控制权限。控制模式包括默认调节模式、服务器控制调节模式以及移动端调节控制模式。如图3所示,为调光系统测试搭建的硬件平台。

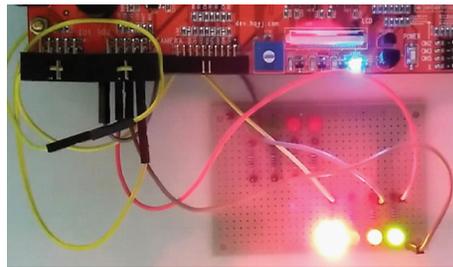


图3 调光测试平台

该平台共有4组灯,左1为管理员在PC端控制灯的亮灭;左2长灭作为对比;右2为系统默认逐渐变量,并且调控为3min达到总亮度的70%,然后停留在该状态下;右1为常亮作为对比。

以下是截取部分帧数的画面作为系统默认以及管理员调控测试。

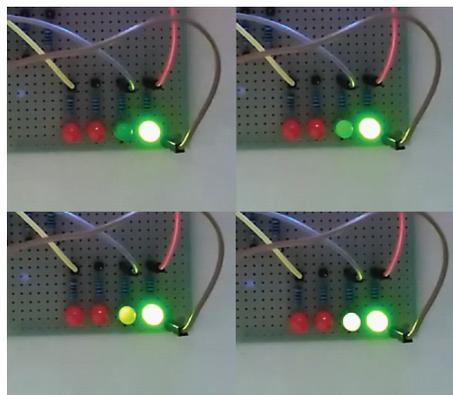


图4 默认设定调光渐变对比

图4中,右起第2个调光测试灯(右起第1个灯光为100%亮度,作为对比),默认设置为:3 min 过渡期,光照亮度由不亮逐渐变量到最亮的70%,并停留在此光照亮度下,从而避免光太亮,对人的刺激太大。此外,系统默认设置之外,光照亮度也可按照工作人员或者管理员的需要而进行调节。

如图5所示,左起第1个调光测试灯,由管理员在PC

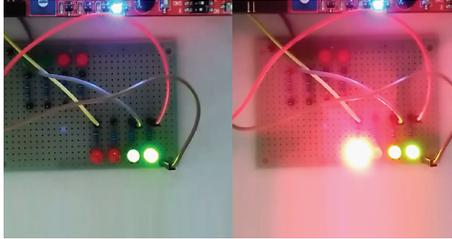


图5 管理员PC端主观调控测试

```

***** Intelligent Building Server Display *****
*
* Floor 1 :                               Floor 2 :                               Floor 3 :
* room1: light-1 [*|45]                   room1: light-1 [ ]                               room1: electric fan [*|FULL]
* light-2 [ ]                               light-2 [ ]                               light 1 [ ]
* room2: light-1 [ ]                       room2: light-1 [ ]                               room2: light 1 [ ]
* light-2 [ ]                               electric_fan-1 [ ]                             light 2 [ ]
*
*
*
*
    
```

图6 人机交互界面—硬件工作状态

图6中,显示此服务器界面的实时状态,表示:一楼一房间1号灯打开,光强为全亮的45%;三楼一号房间电风扇打开,全速。

### 4.3 竞态的测试

系统通过设置每个硬件的编号,通过编号获取到的标志位来检测此时有没有人在操作,假如此时有人正在操作,则处于占用状态,其他人不得操作。

如图7,客户终端显示:提示当前原件正处于占用中,没有权限去修改,需要等待,等取得权限方可进行操作。



图7 异常操作界面交互

## 5 结论

本文着重分析、研究了智能楼宇的双通道并发控制集成的相关技术。为了能够增加系统的便捷性与实用性,通过采用Wi-Fi通信与总线通信并行的对系统内的硬件进行有序控制。

在整个系统中,操作员通过访问服务器来控制集总控制器,集总控制器与每个微控制器之间通过有线与Wi-Fi两种并行的通信,每个集总控制器可控制多个微控制器,每个微控制器控制多个外围硬件。由于整个楼宇可

端对光进行控制,可以看到右边为管理员将灯光调到最亮时的状态。

### 4.2 服务器终端交互界面

服务器设定终端交互界面的作用是,当有管理员操作的时候,让管理员可以实时掌握系统内各个硬件的运行状态,以及其他各种异常情况,从而能正确的使用系统,比如当某个硬件被其他管理员占用,正在进行维护或者修改,某个硬件只能由某些系统设定的管理员来进行维护,而其他级别不够的管理员不能随便对其进行操作,这样既增强了系统的安全性,也增强了系统的可维护性、易使用性。

比如:该系统在对调光调速设置从直观的显示之外,服务器界面上会有对各个硬件的实时监控,并在终端显示楼宇中所有硬件的状态(当前状态),如图6所示。

能有很多外围硬件,以及操作员可能不止一个,并且相对于同一个硬件可能有不同位置的两个操作员同时对某一个硬件进行操作而产生的竞态,故整个楼层内,系统控制程序中对所有的硬件通过楼层、位置等因素综合考量,每个硬件都有自己的ID号,通过ID号设置标志位,然后通过标志位检测对当前想要控制的硬件有没有控制权,并且在显示界面给出交互信息,提高操作效率,避免竞态的发生。

### 参考文献

- [1] 张涛,陶保震,孙锋. 基于远程抄表的自取电小型智能通信装置[J]. 国外电子测量技术,2014,33(3):72-75.
- [2] 刘明亮,朱江森. 数字信号处理对电子测量与仪器的影响研究[J]. 电子测量与仪器学报,2014,28(10):1041-1046.
- [3] 万文青,赖松林,程树英,等. 基于ZigBee的楼宇安防报警系统的设计与实现[J]. 电子测量技术,2012,35(12):117-120.
- [4] 张旭. 智能楼宇配电自动监控系统设计[J]. 中国新技术新产品,2014(19):59.
- [5] 李斌. 智能绿色建筑中楼宇自控系统的设计探讨[J]. 山西建筑,2014,40(30):14-15.

(下转第52页)

段不同等值网络下固有频率的特性,利用相模变换矩阵对三相耦合线路进行解耦。通过分析明确了三相短路、两相接地短路、两相相间短路以及单相接地短路的一次电弧、二次电弧以及恢复电压阶段有各自固有的频率特征,为下一步研究并构建基于固有频率的线路保护新原理提供了理论上的支持。最后利用 PSCAD 软件建模进行大量的仿真实验,结果表明本文针对带并联电抗器输电线路电弧性故障的固有频率特征相关理论的正确性和适用性。

#### 参考文献

- [1] 葛耀中. 新型继电保护和故障测距的原理与技术[M]. 第2版. 西安:西安交通大学出版社,2007.
- [2] 刘浩芳,王增平,徐岩,等. 带并联电抗器的超/特高压输电线路单相自适应重合闸故障性质识别判据[J]. 电网技术,2006,30(18):29-34.
- [3] 殷桂梁,孙美玲,肖丽萍. 分布式发电系统孤岛检测方法研究[J]. 电子测量技术,2007,30(1):1-6.
- [4] 索南加乐,孙丹丹,付伟,等. 带并联电抗器输电线路单相自动重合闸永久故障的识别原理研究[J]. 中国电机工程学报,2006,26(11):0-81.
- [5] 邵文权,章霄微,宋江喜,等. 特高压线路单相重合闸无故障识别电压电流组合判据[J]. 高电压技术,2013,39(3):20169-20177.
- [6] 李永丽,李博通. 带并联电抗器输电线路三相永久性和瞬时性故障的判别方法[J]. 中国电机工程学报,2010,30(1):82-90.
- [7] 胡梅,樊敏. 一种模拟电路功能模块故障诊断的方法[J]. 电子测量与仪器学报,2015,29(5):648-654.
- [8] 邵文权,宋国兵,索南加乐,等. 带并联电抗器输电线路三相自适应重合闸永久性故障判别[J]. 中国电机工程学报,2010,30(4):91-98.
- [9] 唐旭英. 双耦合谐振回路选频特性仿真研究[J]. 国外电子测量技术,2015,34(3):42-45.
- [10] 党克,郑玉浩,严干贵. 电网电压不平衡下光伏并网逆变器的同步技术[J]. 仪器仪表学报,2015,36(1):87-94.
- [11] 黄少锋,黄欢,王兴国,等. 特高压输电线路短路故障时的自由振荡频率分析[J]. 高电压技术,2009,35(9):2059-2065.
- [12] 宋国兵,李森,康小宁,等. 一种新相模变换矩阵[J]. 电力系统自动化,2007,31(14):57-60.

#### 作者简介

刘媛,1990年出生,工学硕士,主要研究方向为输电线路自适应重合闸。

E-mail: sophy\_happiness@sina.com

(上接第47页)

- [6] 瞿荣华. 楼宇智能化技术与综合布线的相关研究[J]. 建材与装饰,2015(49):164-165.
- [7] 袁强,何乐生,王威廉. 一种基于AMI系统的无线三相智能电表的设计[J]. 电子测量与仪器学报,2013,27(5):437-478.
- [8] 卫昱含. 基于C-Bus总线的智能家居控制系统[J]. 科技创新导报,2013(12):32-33.
- [9] 史海疆. 施耐德电气的智慧家居[J]. 电气应用,2013,32(2):8-10.

#### 作者简介

师公社,男,高工,硕士生导师,毕业于西安工业大学,主要研究方向为电力电子技术、运动控制系统、建筑给水控制、应急照明、能馈并网等。

E-mail: 843392785@qq.com

李仕元,男,硕士,就读于西安工业大学,主要研究方向为控制理论与控制工程。

E-mail: 350080329@qq.com