

# 嵌入式电梯群控系统设计

邓 诚, 陈小平

(苏州大学电子信息学院, 江苏 苏州 215021)

**摘 要:** 介绍了嵌入式电梯群控系统的设计, 群控主机通过 CAN 总线串行通信方式实时采集各台电梯的状态信息, 采用模糊算法处理后, 将派梯命令分配给各台电梯, 实现 8 台 64 层以下电梯的群控控制。

**关键词:** 电梯群控系统; CAN 通信; 群控模糊算法

中图分类号: TP273.4

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2010)10-0032-04

## Design for embedded elevator group control system

DENG Cheng, CHEN Xiao Ping

(Electronic and Information Engineering, Suzhou University, Suzhou 215021, China)

**Abstract:** This paper introduces the design for embedded elevator group control system. The group control host monitors information from the elevators by CAN bus at real time and processes it by fuzzy algorithm, then orders are assigned to the elevators to realize group control for 8 elevators under 64 floors.

**Key words:** elevator group control system; CAN communication; group control fuzzy algorithm

为了提高电梯的运行效率和服务质量, 减少乘客的候梯时间、乘梯时间并降低电梯的能量消耗, 就必须用电梯群控系统来对其进行合理的管理和调度<sup>[1]</sup>。

目前, 大多数电梯公司的群控系统都是采用 RS485 总线进行通信, 但 RS485 采用主从式的通信方式, 由主机发起呼叫, 对应的终端应答, 因此只能采取轮询的通信方式, 实时性差, 一旦主机出现故障, 整个系统将瘫痪; 而 CAN 总线在电梯群控系统中却体现出更多的优势: CAN 总线通信与 RS485 通信相比抗干扰能力更好; 可连接较多的通信节点; 通信速率更高; 实时性与稳定性高, 所以本文采用 CAN 总线来实现群控主机和各电梯之间的通信<sup>[2]</sup>。

### 1 系统总体结构

本系统以 ARM7 为内核, 主频达 72 MHz 的 32 bit 微处理器 LPC2368 作为群控主控制器, 它有高达 512 KB 的片内 Flash 程序存储器, 具有在系统编程 (ISP) 和在应用编程 (IAP) 功能, 同时 LPC2368 内部集成了 2 个 CAN 控制器, CAN 控制器提供了一个完整的 CAN 协议 (遵循 CAN 规范 V2.0B) 实现方案。包含这个片内 CAN 控制器的微控制器用来构建功能强大的局域网, 支持极高安全级别的分布式实时控制, 可以用在汽车、工业环境、高速

网络和低价位多路连线的应用中。系统还选用了 CAN 总线收发器 MPC2551, 它可作为 CAN 控制器与物理总线接口, 提供对总线的差动发送和接收能力。

### 2 通信模块设计

#### 2.1 通信模块硬件实现

本系统采用 LPC2368 内部集成了的 CAN 控制器和高速 CAN 收发器 MPC2551 配合实现群控主机和各电梯之间的通信任务的, CAN 模块由 2 个部分组成: 控制器和接收滤波器, 所有的寄存器和 RAM 都作为 32 bit 的字来访问。LPC2368 的 CAN 控制器具有如下的特点: 2 个控制器和总线; 支持 11 bit 和 29 bit 的标识符; 双重接收缓冲器和三态发送缓冲器; 可编程的错误报警界限和可读/写访问的错误计数器; 仲裁丢失捕获和错误代码捕获 (带有详细的位位置); 单次触发的发送 (不会重复发送); 只听模式 (无应答、无活动错误标志); “自身”报文的接收 (自接收请求)<sup>[3]</sup>。

LPC2368 的接收滤波器有如下的特点: 快速硬件实现的搜索算法, 支持大量的 CAN 标识符; 全局验收滤波器识别所有 CAN 总线的 11 bit 和 29 bit Rx 标识符; 允许 11 bit 和 29 bit CAN 标识符的明确定义和分组定义; 验收滤波器可以为选择的标准标识符提供 FullCAN-style

## 硬件纵横

Hardware Technique

自动接收。

高速 CAN 收发器 MPC2551 是一个可容错的高速 CAN 器件,可作为 CAN 协议控制器和物理总线接口。MCP2551 可为 CAN 协议控制器提供差分收发能力,它完全符合 ISO-11898 标准,包括能满足 24 V 电压要求。其工作速率高达 1 Mb/s。典型情况下,CAN 系统上的每个节点都必须有一个器件,把 CAN 控制器生成的数字信号转化为适合总线传输(差分输出)的信号。它也为 CAN 控制器和 CAN 总线上的高压尖峰信号之间加入了缓冲器,这些高压尖峰信号可能是由外部器件产生(EMI、ESD 和电气瞬态等)。

本系统设计的电路中,2 个二极管 D3 与 D4 可有效地抑制传输介质的浪涌干扰,由于电梯群控系统中存在多个 CAN 通信节点,因此本电路中加入了终端电阻跳线 JP3,由用户灵活地选择是否在该节点处加入终端通信电阻,本系统设计的 CAN 通信电路连接如图 1。

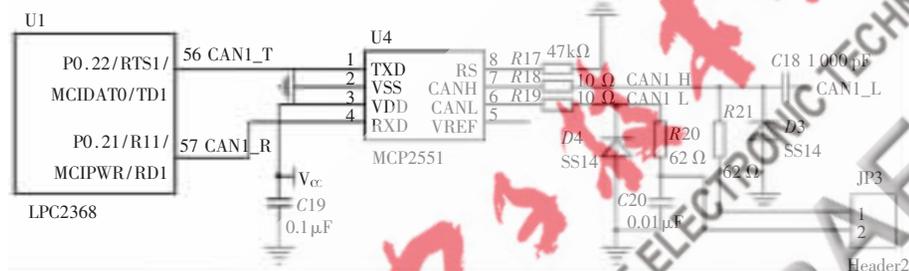


图 1 CAN 通信电路连接图

## 2.2 通信协议及通信软件设计

### 2.2.1 CAN 总线帧种类

CAN 总线上传输的信息称为报文,报文传输按照帧结构的不同,通常可表示为如下 5 种不同类型的帧:

- (1)数据帧:用于发送单元向接收单元传送数据的帧;
- (2)遥控帧:用于接收单元向具有相同 ID 的发送单元请求数据的帧;
- (3)错误帧:用于当检测出错误时向其他单元通知错误的帧;
- (4)过载帧:用于接收单元通知其尚未做好接收准备的帧;
- (5)帧间隔:用于将数据帧及遥控帧与前面的帧分离开来的帧。

### 2.2.2 CAN 报文格式

在总线中传送的报文,每帧由 7 部分组成,CAN 协议支持 2 种报文格式,其唯一的不同是标识符(ID)长度不同,标准格式为 11 bit,扩展格式为 29 bit<sup>[4]</sup>。标准格式帧的组成如图 2 所示。

在标准格式中,报文的起始位称为帧起始(SOF),然后是由 11 bit 标识符和远程发送请求位(RTR)组成的仲裁段。RTR 位标明是数据帧还是请求帧,在请求帧中没



图 2 标准格式帧的组成

有数据字节。

控制段包括标识符扩展位(IDE),指出是标准格式还是扩展格式。它还包括 1 个保留位(ro),为将来扩展使用。它的最后 4 个字节用来指明数据段中数据的长度(DLC)。数据段范围为 0~8 个字节,其后有一个检测数据错误的循环冗余检查 CRC 段。

ACK 段用来确认是否正常接收,由 ACK 槽(ACK Slot)和 ACK 界定符 2 个位构成。发送站发送的这两位均为隐性电平(逻辑 1),这时正确接收报文的接收站发送主控电平(逻辑 0)覆盖它。用这种方法,发送站可以保证网络中至少有一个站能正确接收到报文。

报文的尾部由帧结束标出。在相邻的两条报文间有一很短的间隔位,如果这时没有站进行总线存取,总线将处于空闲状态。

### 2.2.3 通信协议设计

由于在 CAN 总线中,标识符(ID)的大小规定了各节点发送消息的优先级,ID 号越小,发送优先级越高,本系统中规定群控主控制器优先级最高,因此设为 0x01,其他电梯主控制器次之,设为 0x11,依次类推。

本系统消息格式采用:目的 ID 号+命令+数据字节 1+数据字节 2+……+数据字节 6 的格式,在 LPC2368 中,存放数据的寄存器是 CANRDA、CANRDB,每个寄存器是 4 个字节,因此一条 CAN 消息最多可存放 8 个字节。本协议中,CANRDA 对应目的 ID 号、命令、数据字节 1、数据字节 2;CANRDB 对应数据字节 3~6。

目的 ID 号确定消息的发出源,当目的 ID 号的内容为 0x00 时,所对应的消息是一条由主控制器发出的广播消息,各节点均接收并分析。

命令字节的内容是协议的核心,由各命令组成,包括状态命令、控制命令,通常与数据字节搭配使用。

### 2.2.4 通信软件设计

通信模块软件设计,首先要初始化 CAN 控制器,CAN 控制器初始化主要实现 CAN 工作时的参数设置,这些初始化的内容包括:硬件使能 CAN、设置 CAN 报警界限、设置总线波特率、设置中断工作方式、设置 CAN 验收过滤器的工作方式、设置 CAN 控制器的工作模式等。初始化结束之后 CAN 模块就可以进入工作状态,进行数据发送和接收。发送数据时,首先判断发送缓冲区

## 硬件纵横

Hardware Technique

是否空闲,如果有空闲发送缓冲区则将发送数据写入该发送缓冲区内,再启动发送命令,完成一帧数据的发送。接收数据时,读取接收缓冲区数据,同时释放该接收缓冲区,完成一帧数据的接收。数据发送和接收流程图3所示。

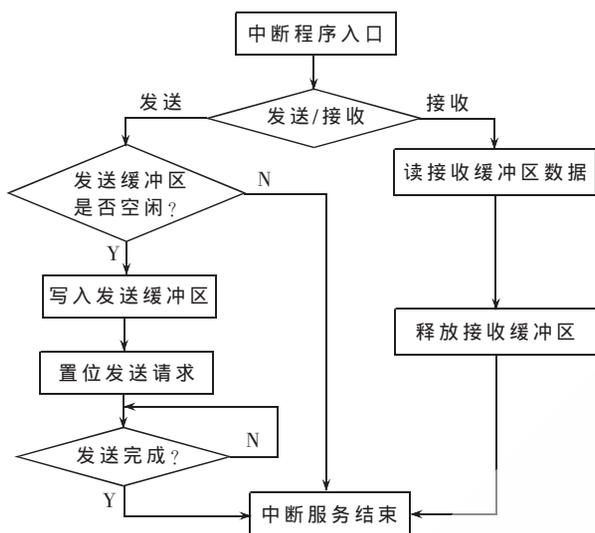


图3 数据发送和接收流程图

## 3 其他模块设计

## 3.1 液晶显示模块

液晶显示模块选用容量为2行16个字的液晶模块,每个字以5×8点阵块组成。本设计中群控主机对各电梯进行监控,通过液晶显示模块可以实时显示各个电梯的状态,包括各电梯的群控状态、楼层状态、运行方向,同时对群控主机的各种参数设置也可以很清楚地显示在液晶模块上显示出来。

## 3.2 键盘模块

键盘模块采用了5个按键实现对群控参数、模式的设置,这5个按键分别对应为:ESC、UP、DOWN、ROTA、ENT,各按键作用如下:ESC为返回键,返回主显示界面;UP为上翻页键,该按键可实现循环上选择菜单。在参数设置中,实现数字循环+1,并实现ON/OFF、YES/NO、HIGH/LOW之间的切换。DOWN为下翻页键,该按键可实现循环下翻页选择菜单。在参数设置中,实现数字循环-1,并实现ON/OFF、YES/NO、HIGH/LOW之间的切换。ROTA为右方向键,该按键可循环右移。在参数设置中,实现光标移位。ENT为确认键,在选中某菜单(即菜单在LCD上反白显示)后,按Enter键进入菜单,执行相应功能。

## 4 群控算法设计

## 4.1 模糊控制概念

模糊控制是建立在模糊集合论基础上的一种语言规则与模糊推理的控制理论,它将自然语言转化为计算机所能接受的算法语言,并模拟人的思维方法,对被控过程进行有效的确定性的控制,它利用专家知识获得各种

控制规则,可以很好地处理电梯系统的多目标性、随机性和非线性<sup>[5]</sup>。所以本系统采用模糊控制理论来处理群控中电梯的调度问题。

## 4.2 群控模糊算法设计

为了有效地调度电梯来满足乘梯者的要求,提高乘客的舒适度和总体服务质量,在电梯群控研究和应用过程中,常常把减少乘客的平均候梯时间(AWT)、平均乘梯时间(ART)及能源消耗(RPC)作为评价标准,因此在算法设计上通过模糊控制调整各评价因素(候梯时间、乘梯时间、能量消耗等)的权重系数,从而确定最佳派梯方案,进而实现电梯群控的高效性<sup>[6]</sup>。

本系统将AWT、ART及RPC作为电梯群控的优化参数和评价标准,通过一个调度算法判断出哪部电梯来响应各厅层召唤。所以构造一个评价函数,综合以上评价标准,评价函数如式(1)所示:

$$S_i = W_1 S_{AWT} + W_2 S_{ART} + W_3 S_{RPC} \quad (1)$$

其中: $W_i$ 是根据交通模式确定的权重系数 $W_i \in (0, 1)$ ,且 $W_1 + W_2 + W_3 = 1$

$$\text{若: } S_e = \max(S_1, S_2, \dots, S_k) \quad e \in (1, 2, \dots, k)$$

则:第 $e$ 台电梯为派梯结果。

客流高峰时以减少候梯、乘梯时间为主可增大 $S_{AWT}$ 和 $S_{ART}$ 的权重系数 $W_1$ 和 $W_2$ ,在电梯空闲时以减少能量消耗为主,可增大 $S_{RPC}$ 的权重系数 $W_3$ ,在式(1)中:

$S_i$ —评价函数值,表示第 $i$ 台电梯响应楼层召唤信号的可信度,其值越大表示第 $i$ 台电梯响应信号的可能性越大。

$S_{AWT}$ —平均候梯时间短的隶属度,其值越大说明候梯时间短的可能性越大。

$S_{ART}$ —平均乘梯时间短的隶属度,值越大说明乘梯时间短的可能性越大。

$S_{RPC}$ —能耗低的隶属度,值越大说明电梯耗能低的可能性越大。

模糊控制算法结构框图如图4所示。

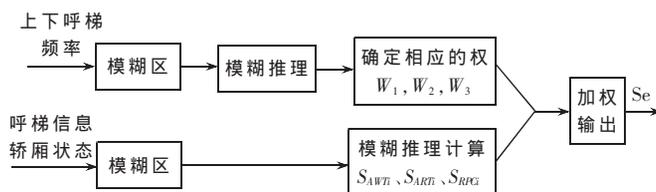


图4 模糊控制算法结构框图

本系统实现了电梯群的高效稳定运行。

## 参考文献

- [1] 周玮,朱明富.电梯群控系统的设计与实现[J].微型机与应用,2004(2):38-39.
- [2] 黄剑礼,周义江.CAN总线在电梯群控系统中的应用研究[J].福建电脑,2007(6):161-162.
- [3] 周立功公司著. LPC23XX 微控制器用户指南 User manual

[EB/OL]. [http://www.zlgmcu.com/philips/arm/lpc23xx/lpc23xx\\_us\\_en.pdf](http://www.zlgmcu.com/philips/arm/lpc23xx/lpc23xx_us_en.pdf), Rev.01-6 July 2007.

(收稿日期: 2009-12-24)

- [4] 王黎明. CAN 现场总线系统的设计与应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 2008.
- [5] 汤兵勇, 路林吉, 王文杰. 模糊控制理论与应用技术[M]. 北京: 清华大学出版社, 2002.
- [6] 姚玉刚, 柏逢明. 模糊控制在电梯群控系统中的应用[J]. 长春理工大学学报(自然科学版), 2008, 31(1): 107-101.

作者简介:

邓诚, 男, 1983 年生, 在读硕士, 主要研究方向: 信号与信息处理。

陈小平, 男, 1965 年生, 教授, 主要研究方向: 信号与信息处理。

