

基于模糊控制算法的电梯群控设计

王皓天

(陕西能源职业技术学院 咸阳 712000)

摘 要:基于电梯群优化控制难的现状,利用 Fuzzy 控制算法设计了基于罗克韦尔 PLC 的多台电梯控制系统。详细介绍了评价函数及模糊推理规则的确定,并以此为基础利用模糊推理方法实现了电梯群控系统的优化调遣,且完成了两台电梯监控界面的设计。最后在罗克韦尔实验室证实了该算法能够很好的解决多台电梯的群控调遣问题,从而证明了 Fuzzy 控制在该控制系统中的有效性。

关键词:电梯群控系统;Fuzzy 控制;综合评价函数;Rockwell PLC

中图分类号: TN605 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 510.80

Design of elevator group control based on fuzzy control algorithm

Wang Haotian

(Shaanxi Energy Institute, Xianyang 712000, China)

Abstract: Many sets of elevator control system was designed by the method of intelligent fuzzy reasoning based on rockwell PLC for the difficulty of optimization control. Using weighted average of the three evaluation index of average by ladder less time, the average waiting ladder less time, long time wait ladder low rate as an evaluation function, on this basis fuzzy reasoning method was adopted to realize optimal operation of the elevator group control system, and many sets of elevator monitoring interface was designed. Finally in rockwell laboratory the algorithm was verified to better achieve the optimal control of the elevator group control, and fully illustrated the elevator group control system based on fuzzy control was effective and feasible.

Keywords: elevator group control system; fuzzy control technology; comprehensive evaluation function; Rockwell PLC

0 引 言

伴随高层智能建筑的迅速发展,传统的电梯控制系统已远远不能满足要求。究其原因还是电梯群控系统极其复杂多样,要建立准确有效的数学模型也难以实现。基于此,运用了目前发展较为成熟的 Fuzzy 控制技术建立了电梯群控系统,不仅完善了电梯群控技术的解决方案,而且优化了电梯群的运行情况。

1 模糊电梯群控系统结构

模糊电梯群控系统的组成主要包含梯层召唤模块、电梯数据管理模块、电梯管理模块及终端机管理模块等,如图 1 所示。召唤分配模块是对各台电梯的可信度 Z_i 进行计算,接下来从中选择 Z_i 值最大的电梯完成楼层的召唤命令。数据管理模块是用来收集系统的所有输入、输出数

据^[1-2]。电梯管理模块主要任务是收集单台电梯运行的数据信息,并与之进行通信。终端机存储了系统的大量特征数据,而且操作员还能利用该终端机来调整电梯与大楼的规格数据。

2 模糊控制算法研究

2.1 评价函数的确定

电梯群控系统的控制性能由 3 个因素决定,即乘客平均乘梯时间(ART)、乘客平均候梯时间(AWT)、长时间候梯率(LWP)^[3-5]。综合考虑 3 个评价标准,制定出的评价函数如式(1)所示。

$$Z_i = \omega_1 Z_{ART_i} + \omega_2 Z_{AWT_i} + \omega_3 Z_{LWP_i} \quad (1)$$

式中: ω_i 为根据专家经验确定的权重系数, $\omega_i \in (0, 1)$,且

$$\sum_{i=1}^3 \omega_i = 1, \text{ 凭借专家知识优化系统总体控制性能,分别设}$$

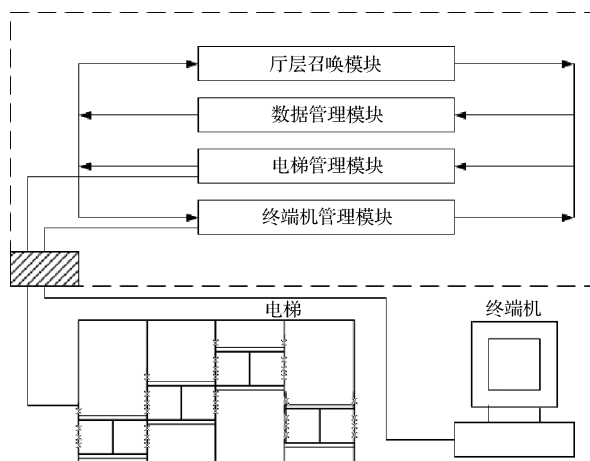


图1 模糊控制技术的系统结构

置了 ω_1 、 ω_2 、 ω_3 的权重系数值:

$$\omega_1(\text{ART}): 0.50; 0.20; 0.30; 0.35$$

$$\omega_1(\text{AWT}): 0.25; 0.40; 0.35; 0.35$$

$$\omega_1(\text{LWP}): 0.25; 0.40; 0.35; 0.30$$

Z_i : 代表电梯 i 响应调遣命令的可信度; Z_{ART} 、 Z_{AWT} 、 Z_{LWP} : 分别代表 ART、AWT、LWP 的可信度, 数值越大则表明该情况出现的概率也越大。

利用输入变量 SC 和 EU 确定 Z_{ART} 的隶属度; 利用 FCWT、SC 和 EU 确定 Z_{AWT} 的隶属度; 利用 FCWT 和 SC 确定 Z_{LWP} 的隶属度。 Z_i 的推理结构^[6]如图 2 所示。

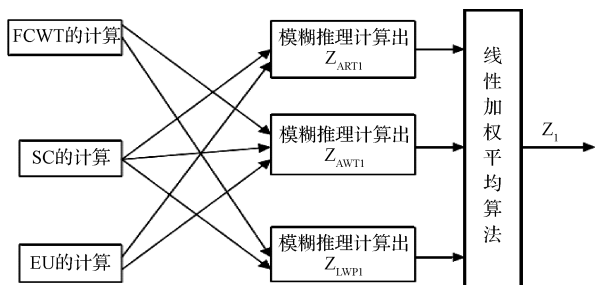


图2 Z_i 的推理结构

2.2 模糊推理

将 Z_{ART} 、 Z_{AWT} 和 Z_{LWP} 用模糊变量“PVB、PB、PM、PS、PVS”来表示, 其模糊推理规则如表 1 所示。

可得出 Z_{ART} 、 Z_{AWT} 和 Z_{LWP} 的计算公式, 如式(2)~(4)所示。

$$Z_{\text{AWT}} = \frac{\sum_{n=1}^{45} y_n \prod_{j=1}^3 \mu_{F_j}(x_j)}{\sum_{n=1}^{45} \prod_{j=1}^3 \mu_{F_j}(x_j)} \quad (2)$$

$$Z_{\text{ART}} = \frac{\sum_{n=1}^9 y_n \prod_{j=1}^2 \mu_{F_j}(x_j)}{\sum_{n=1}^9 \prod_{j=1}^2 \mu_{F_j}(x_j)} \quad (3)$$

表1 模糊推理规则表

FCWT	SC	EU	Z_{AWT}	Z_{ART}	Z_{LWP}
PVS	PB	PB	PB	PM	PVB
PVS	PB	PM	PVB	PB	PVB
PVS	PB	PS	PVB	PVB	PVB
PVS	PM	PB	PM	PS	PVB
PVS	PM	PM	PVB	PM	PVB
PVS	PM	PS	PVB	PB	PVB
PVS	PS	PB	PS	PVS	PB
PVS	PS	PM	PVB	PS	PB
PVS	PS	PS	PVB	PM	PB
PS	PB	PB	PM	PM	PVB
PS	PB	PM	PVB	PB	PVB
PS	PB	PS	PVB	PVB	PVB
PS	PM	PB	PS	PS	PB
PS	PM	PM	PB	PM	PB
PS	PM	PS	PVB	PB	PB
PS	PS	PB	PVS	PVS	PM
PS	PS	PM	PB	PS	PM
PS	PS	PS	PB	PM	PM
PM	PB	PB	PS	PM	PB
PM	PB	PM	PB	PB	PB
PM	PB	PS	PVB	PVB	PB
PM	PM	PB	PS	PS	PM
PM	PM	PM	PM	PM	PM
PM	PM	PS	PB	PB	PM
PM	PS	PB	PVS	PVS	PS
PM	PS	PM	PS	PS	PS
PM	PS	PS	PM	PM	PS
PB	PB	PB	PS	PM	PM
PB	PB	PM	PM	PB	PM
PB	PB	PS	PB	PVB	PM
PB	PM	PB	PVS	PS	PS
PB	PM	PM	PS	PM	PS
PB	PM	PS	PM	PB	PS
PB	PS	PB	PVS	PVS	PVS
PB	PS	PM	PVS	PS	PVS
PB	PS	PS	PS	PM	PVS
PVB	PB	PB	PVS	PM	PS
PVB	PB	PM	PS	PB	PS
PVB	PB	PS	PM	PVB	PS
PVB	PM	PB	PVS	PS	PVS
PVB	PM	PM	PVS	PM	PVS
PVB	PM	PS	PS	PB	PVS
PVB	PS	PB	PVS	PVS	PVS
PVB	PS	PM	PVS	PS	PVS
PVB	PS	PS	PVS	PM	PVS

$$Z_{LWP} = \frac{\sum_{n=1}^{15} y_n \prod_{j=1}^2 \mu_{F_j}(x_j)}{\sum_{n=1}^{15} \prod_{j=1}^2 \mu_{F_j}(x_j)} \quad (4)$$

式中: y_n 为输出隶属函数的中心值, F_j 为输入变量的模糊集合, x_j 为各个输入变量。利用重心反模糊化计算得出 Z_{ART} 、 Z_{AWT} 和 Z_{LWP} 的清晰值, 再根据式(1)最终可得到电梯 i 响应召唤命令的可信度 Z_i , 最后选则 Z_i 最大的电梯去执行相应的呼梯任务。

2.3 电梯派梯模块设计

该控制系统派梯的程序流程如图2所示。当系统接收到呼梯信号时, 首先根据专家经验分配权重系数 ω_1 、 ω_2 、 ω_3 , 紧接着计算可能响应该召唤信号的电梯 i 的3个输入变量的值, 并且采用单点模糊化的方法将输入变量进行模糊化, 接下来利用模糊推理确定各评价指标的模糊值, 然后根据式(2)~(4)计算清晰值, 并按照当前对应的权重系数的值, 最终得出电梯 i 响应该呼梯信号的可信度 Z_i , 并选则最大 Z_i 值的电梯去执行相应的呼梯命令, 进而实现了电梯群控系统的优化调度^[7-9]。

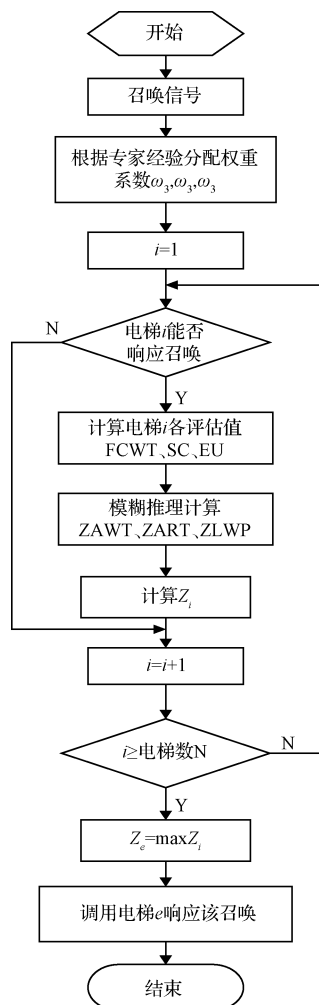


图3 派梯的程序流程

3 电梯群控系统的界面设计

本系统中的监控界面采用树状结构, 层层向下。该系统需要实现的主要功能有: 静态演示、远程控制、参数读取、状态显示等功能。图4所示为电梯监控系统的主界面。其中包含5个功能模块: 运行检查模块、运行方向及指示灯模块、开关门设计模块、运行状态模块与电梯显示模块。按下监控画面中的1号电梯监控画面或2号电梯监控画面则由主监控界面就切换到1号电梯监控画面或2号电梯监控画面。如果电梯处在正常运行状态, 则运行状态指示灯为绿色, 而如果出现故障则运行状态指示灯会变成红色^[10-11]。

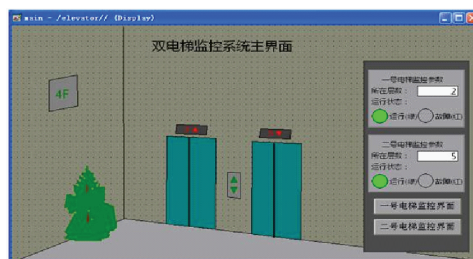


图4 电梯监控系统主界面

4 系统仿真及分析

该算法已经在实验室群控电梯中得到实际运用。系统上电运行后, PLC 不停地检测由位置传感器和限位传感器等采集到的电梯运行信息, 同时不断扫描外呼梯及内呼梯的按钮信息^[12]。若检测到呼唤信号时, 则呼唤信号和电梯的运行信息统一经由 Logix5000 控制器进行运算处理后, 输出信号控制变频器, 完成电梯的启动、停止、开门、关门、上升、下降等一系列运行状态, 并且控制显示模块显示电梯的运行信息和所处的楼层信息^[13-14]。实验室内系统仿真运行实物如图5所示。

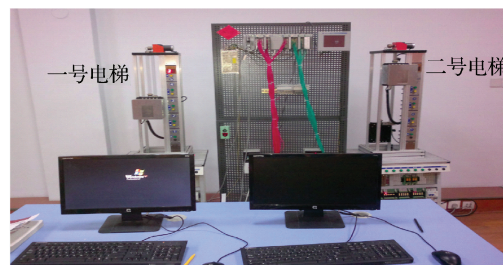


图5 电梯运行实物

在客流高峰模式下, 将模糊群控算法的平均候梯时间、平均乘梯时间与传统的最小时间等待法进行比较, 结果如图6所示, 说明所使用的模糊控制算法与最小时间等待法相比, 其平均候梯时间、平均乘梯时间分别减少了 7.1 s、7.4 s。

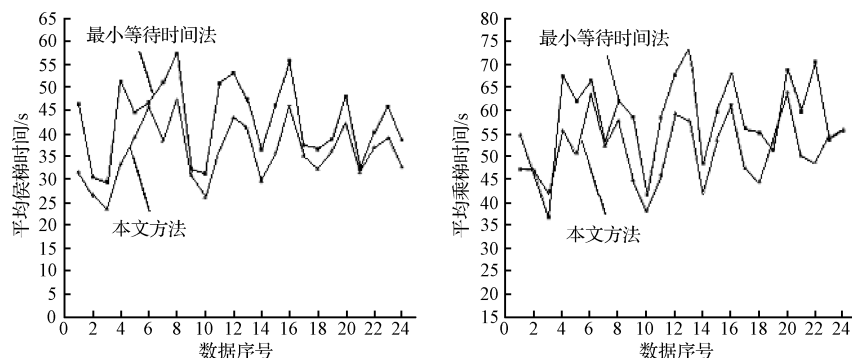


图6 上行高峰模式的性能指标

5 结 论

通过对国内外群控电梯背景的了解,并确定系统评价函数及模糊推理规则,把 Fuzz-control 技术运用到群控电梯最佳调遣策略中,最后在实验室内,利用 RSLogix5000 编程软件完成对群控电梯的程序设计及系统运行监控界面的设计^[15]。实验运行结果表明系统能够实现群控电梯的功能并实现优化调度的效果。

参 考 文 献

- [1] BOLAT B, ALTUN O, CORTÉS P. A particle swarm optimization algorithm for optimal car-call allocation in elevator group control systems[J]. Applied Soft Computing, 2013, 13(5): 2633-2642.
- [2] HIKITA S, TSUJI S. Elevator control apparatus using neural network to predict car direction reversal floor: US, US 5250766AIPJ, 1993.
- [3] 王遵彤, 孙栋, 乔非, 等. 分布式电梯群控系统多目标调度算法[J]. 控制理论与应用, 2010, 27(5): 602-608.
- [4] 宗群, 曹燕飞, 曲照伟. 电梯群控系统中智能控制方法[J]. 电气传动, 1998(3): 25-28.
- [5] FERNANDEZ J R, CORTES P. A survey of elevator group control systems for vertical transportation: a look at recent literature[J]. Control Systems IEEE, 2015, 35(4): 38-55.
- [6] 曾国伟, 赵国军, 邢海潇, 等. 基于模糊控制技术的电梯群控系统设计[J]. 浙江工业大学学报, 2009, 37(1): 115-118.
- [7] 王学武. 基于 CAN 总线的电梯控制系统设计[J]. 工业仪表与自动化装置, 2009(1): 30-37.
- [8] 冯超, 陈双叶. 基于模糊控制的 PAC 控制器的设计[J]. 国外电子测量技术, 2016, 35(7): 47-51.
- [9] 林云海, 吴允平, 王廷银, 等. 基于信息终端的电梯健康实时监测系统研究[J]. 电子测量技术, 2016, 39(8): 159-162.
- [10] 王永宽, 钱立军, 牛礼民. 插电式混合动力汽车双模糊控制策略及其优化[J]. 电子测量与仪器学报, 2016, 30(2): 209-217.
- [11] 李小倩. 电梯群控系统调度策略研究与仿真设计[D]. 南京: 南京航空航天大学, 2013.
- [12] 朱盐, 刘跃敏. 新型目的层预约的人工免疫电梯群控策略[J]. 电气传动, 2012, 42(9): 51-55.
- [13] 于德亮, 唐海燕, 丁宝, 等. 基于粒子群优化模糊核聚类的电梯群交通模式识别[J]. 哈尔滨工业大学学报, 2012(10): 84-88.
- [14] 丁戡仲. 电梯去向预报系统设计[D]. 上海: 上海交通大学, 2012.
- [15] 张健, 王笑竹. 改进 GA 优化 BP 神经网络的电梯群控策略[J]. 陕西理工学院学报: 自然科学版, 2015, 31(4): 36-39.

作 者 简 介

王皓天, 1983 年出生, 讲师, 硕士研究生, 主要研究方向为电气设备及自动化控制。
E-mail: xhjwclsj@163.com