

群控电梯调度算法研究

田海, 赵小强

(内蒙古科技大学 信息工程学院, 内蒙古 包头 014010)

摘要 通过对多台电梯的优化控制,使电梯群具有更高的运行效率,并及时将电梯的状态信息反馈给乘客,以满足乘客的心理和生理要求,提高了电梯垂直输送的能力。随着模糊控制、神经网络控制等智能控制方法在电梯群控系统中的应用,电梯群控技术已经成为电梯产业研究的重点话题。群控电梯的应用取决于模糊的控制,将控制电梯的系统结构及工作原理进行了深入分析和介绍。通过实验得出,在提高电梯利用率方面,模糊控制可以起到关键性的作用,提升了用户的直观使用感受。

关键词 模糊控制; 群控电梯; 隶属度

中图分类号: TP27 文献标志码: A 文章编号: 1008-1739(2018)18-61-3

Research on Group Control Elevator Scheduling Algorithm

TIAN Hai, ZHAO Xiaoqiang

(School of Information Engineering, Inner Mongolia University of Science & Technology, Baotou Inner Mongolia 014010, China)

Abstract : The optimal control for multiple elevators can make the elevator group have higher operating efficiency, and timely feed the elevator state information back to the passengers of to meet the psychological and physiological requirements of the passengers, improve the elevator vertical transmission capability. With the application of intelligent control methods such as fuzzy control and neural network control in elevator group control system, the elevator group control technology has become a key topic in elevator industry research. This paper mainly introduces the application of fuzzy control in elevator group control, analyzes and introduces the system structure and operating principle of elevator group control. The experiment results show that the fuzzy control has key role in improving elevator availability, and it can promote the intuitive experience of users.

Key words : fuzzy control; group-control elevators; membership

0 引言

目前,人们正逐步迈入科技引领生活的时代,而人工智能就是这个时代的标签。在标签的引领之下,模糊控制技术正扮演着越来越重要的角色。最初这个设计思路来源于人的思维模式,而这种模式又是脱离了传统的数学模型^[1]独立存在的,只是通过日常在操作控制上的经验以及生产用来解决问题的答案汇集而成,这是最接近人类思想的,也是最靠近人类思维意识的,最终用以模拟行为规则,其作用范围也不仅仅是唯一的,同时也囊括了处理一般不确定因素的能力。

1 群控电梯调度算法的原理模型

群控就是能在多台电梯共同的阶段,始终通过最有效的方式进行调度,最大程度地发挥输送乘客的能力。电梯群控

收稿日期: 2018-07-09

基金项目: 内蒙古自治区自然科学基金资助项目(2017MS0603)。

系统^[2]就是在群控基础上,将原有的电梯组进行最有效的分组,分组主要依据电梯原始的布列位置,同一位置共用同一控制信号系统进行调度。分组之后,再对各组之间的运行情况进行检测和分析,通过每个电梯所属的层站安排和负载的情况进行自动调节,同时通过系统后台得到电梯运行情况的数据,再进行下一轮分配,最终提高整体的服务质量和效率,从各个方面给乘客提供最舒适的体验。

模糊控制系统实质上还是一种应用在计算机上的数字系统,该系统最初的成型来自于模糊语言以及配合专家的理论经验,与普通系统相比,其使用和研究的核心理念还是集中在控制系统中的控制器。而控制器识别的语言规则,是最初的专家提供的有经验的模糊条件语言,所以其作用和价值也体现在对语句的控制能力上^[3]。模糊控制器的基本原理如图1所示。

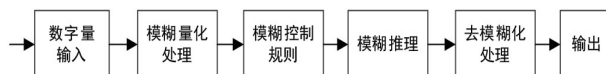


图1 模糊控制器原理

2 模糊控制算法的实现方法

2.1 建立目标函数

评价函数最直观的应用就是可以有效地通过乘客等待的时间、乘梯的时间及长时间候梯率进行全面评估,做到以人为本,满足乘客的需求,给人以满意的服务^[4]。电梯的调度算法实际上是一个评价函数,综合以上3个评价标准,设定电梯的评价函数为

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

式中, $\omega_1 Z_{ART_i}$ 为平均乘梯时间短的可信度; $\omega_2 Z_{AWT_i}$ 为平均候梯时间短的可信度; $\omega_3 Z_{LWP_i}$ 为长时间候梯率低的可信度。

分析每台电梯的各个输入变量^[9]:① $FCWT$:从乘客登入召唤信号开始到第 i 台电梯到达该目的楼层所等待的时间;② SC :电梯群控系统中第 i 台电梯在响应新呼梯信号后,其对未来呼梯信号的剩余容量;③ EU :在上行或下行的电梯轿厢利用率。

通过输入变量 SC 和 EU 来确定 Z_{ART_i} 的隶属度; $FCET$ 、 SC 和 EU 来确定 Z_{AWT_i} 的隶属度; $FCET$ 和 SC 来确定 Z_{LWP_i} 的隶属度^[9]。为了实现对系统总体性能在一天内不同时间不同客流的情况下的优化控制,赋予了 ω_1 、 ω_2 、 ω_3 不同的权重系数值,分别如下 $\omega_1(ART)$ 0.50 0.20 0.30 0.35 $\omega_2(AWT)$ 0.25 0.40 0.35 0.35;
 $\omega_3(LWP)$ 0.25 0.40 0.35 0.30。

2.2 输入变量模糊化

最终确定下来的隶属函数是由最初输入的变量决定的,其最终值也会视输入变量的模糊程度而定,模糊程度对应着变量的不同取值,同时最终值也取决于在理解控制电梯的系统和模糊概念上的认知程度^[7]。

① $FCWT$ 的模糊化:乘客候梯时心理烦躁程度是与候梯时间的平方成正比的,用 PVS 、 PS 、 PM 、 PB 、 PVB 分别表示适应度成的逻辑变量“很小、小、中、大、很大”。其隶属模糊值的隶属函数表达式分别为:

$$\mu(FCWT)_{PVS} = \begin{cases} 1 & 0 \leq FCWT < 20 \\ (30 - FCWT) \div 10, 20 \leq FCWT < 30 \\ 0 & FCWT \geq 30 \end{cases}, \quad (2)$$

$$\mu(FCWT)_{PS} = \begin{cases} 0 & FCWT < 20 \\ (FCWT - 20) \div 10, 20 \leq FCWT < 30 \\ (40 - FCWT) \div 10, 30 \leq FCWT < 40 \\ 0 & FCWT \geq 40 \end{cases}, \quad (3)$$

$$\mu(FCWT)_{PM} = \begin{cases} 0 & FCWT < 30 \\ (FCWT - 30) \div 10, 30 \leq FCWT < 40 \\ (50 - FCWT) \div 10, 40 \leq FCWT < 50 \\ 0 & FCWT \geq 50 \end{cases}, \quad (4)$$

$$\mu(FCWT)_{PB} = \begin{cases} 0 & FCWT < 40 \\ (FCWT - 40) \div 10, 40 \leq FCWT < 50 \\ (60 - FCWT) \div 10, 50 \leq FCWT < 60 \\ 0 & FCWT \geq 60 \end{cases}, \quad (5)$$

$$\mu(FCWT)_{PVB} = \begin{cases} 0 & FCWT < 50 \\ (FCWT - 50) \div 10, 50 \leq FCWT < 60 \\ 1 & FCWT \geq 60 \end{cases}, \quad (6)$$

② SC 的模糊化:乘客的心情和轿厢的容量是成正比的,分别用“ PS 、 PM 、 PB ”表示轿厢剩余容量隶属于模糊设定值“小、中、大”,其隶属模糊值的函数表达式为:

$$\mu(SC)_{PS} = \begin{cases} 1 & 0 \leq SC < 0.2 \\ (0.3 - SC) \div 0.1, 0.2 \leq SC < 0.3 \\ 0 & SC \geq 0.3 \end{cases}, \quad (7)$$

$$\mu(SC)_{PM} = \begin{cases} 0 & SC < 0.2 \\ (SC - 0.2) \div 0.1, 0.2 \leq SC < 0.4 \\ (0.6 - SC) \div 0.1, 0.4 \leq SC < 0.6 \\ 0 & SC \geq 0.6 \end{cases}, \quad (8)$$

$$\mu(SC)_{PB} = \begin{cases} 0 & SC < 0.5 \\ (SC - 0.6) \div 0.1, 0.5 \leq SC < 0.6 \\ 1 & SC \geq 0.6 \end{cases}, \quad (9)$$

③ EU 的模糊化:当 $EU < 0.2$ 时,电梯轿厢利用是较低的;当 $EU > 0.6$ 时,轿厢利用率可以认为较高,用“ PS 、 PM 、 PB ”表示其逻辑变量“小、中、大”,其隶属模糊值的函数表达式为:

$$\mu(EU)_{PS} = \begin{cases} 1 & EU < 0.2 \\ (0.3 - EU) \div 0.1, 0.2 \leq EU < 0.3 \\ 0 & EU \geq 0.3 \end{cases}, \quad (10)$$

$$\mu(EU)_{PM} = \begin{cases} 0 & EU < 0.2 \\ (EU - 0.2) \div 0.1, 0.2 \leq EU < 0.4 \\ (0.6 - EU) \div 0.1, 0.4 \leq EU < 0.6 \\ 0 & EU \geq 0.6 \end{cases}, \quad (11)$$

$$\mu(EU)_{PB} = \begin{cases} 0 & EU < 0.5 \\ (EU - 0.5) \div 0.1, 0.5 \leq EU < 0.6 \\ 1 & EU \geq 0.6 \end{cases}, \quad (12)$$

2.3 输出变量模糊化

用输入变量 $FCWT$ 、 SC 和 EU 来获得 AWT 的隶属度;由 SC 和 EU 来获得 ART 的隶属度;由 $FCWT$ 和 SC 来获得 LWP 的隶属度^[9]。将评价指标 AWT 、 ART 和 LWP 的隶属度用很大(PVB)、大(PB)、中(PM)、小(PS)和很小(PVS)5个模糊变量来表示。

2.4 确认模糊规则

(1) 平均乘梯时间 AWT 少的隶属度 Z_{AWT} 模糊推理规则如下:

规则 1 If $FCWT$ is PVS and SC is PB EU is PB Then Z_{AWT} is PB ;

规则 2 If $FCWT$ is PVS and SC is PB EU is PM Then Z_{AWT} is PVB ;

规则 3 If $FCWT$ is PVS and SC is PB EU is PS Then Z_{AWT} is PVB ;

规则 4 If $FCWT$ is PVS and SC is PM EU is PB Then Z_{AWT} is PM ;

规则 5 If $FCWT$ is PVS and SC is PM EU is PM Then Z_{AWT} is PVB ;

规则 6 If FCWT is PVS and SC is PM EU is PS Then Z_{AWT} is PVB ;

规则 7 If FCWT is PVS and SC is PS EU is PB Then Z_{AWT} is PS ;

规则 8 If FCWT is PVS and SC is PS EU is PM Then Z_{AWT} is PVB ;

规则 9 If FCWT is PVS and SC is PS EU is PS Then Z_{AWT} is PVB。

由此可以看出,在同等条件下,当轿箱容量 SC 越大,召唤等待时间 FCWT 和电梯利用率 EU 则越小。

(2) 平均乘梯时间 ART 少的隶属度 Z_{ART} 模糊推理规则如下:

规则 1 If SC is PS and EU is PS Then Z_{ART} is PM ;

规则 2 If SC is PS and EU is PM Then Z_{ART} is PS ;

规则 3 If SC is PS and EU is PB Then Z_{ART} is PVS。

由模糊规则可以得出,随着 EU 增大而减小,随 SC 增大而增大,那么选择该电梯的可能性就越大。

(3) 平均乘梯时间 LWP 少的隶属度 Z_{LWP} 模糊推理规则如下:

规则 1 If FCWT is PVS and SC is PS Then Z_{LWP} is PB ;

规则 2 If FCWT is PVS and SC is PM Then Z_{LWP} is PVB ;

规则 3 If FCWT is PVS and SC is PB Then Z_{LWP} is PVB ;

规则 4 If FCWT is PS and SC is PS Then Z_{LWP} is PM ;

规则 5 If FCWT is PS and SC is PM Then Z_{LWP} is PB。

2.5 清晰化处理

有效地利用模糊推理,可以计算得出模糊量,而要想应用到现实场景下,则必须将模糊量进行清晰化。而使用清晰化的前提是应该保证输入变量的模式,将模式设立在单点模糊时即可达到最终值转化的目的。再配合用于评估的公式,可以计算得出目标电梯在获取多重召唤信号下的可信度 Z,通过比较,将最为可信的电梯运送到目标楼层,执行服务。

$$Z = \max(Z_1, Z_2, \dots, Z_n) \quad (13)$$

2.6 厅层呼梯信

在群控系统的调配下,模糊电梯可以进行最有效调度的流程选择,如图 2 所示。通过流程就可以更直观地观察到在楼层向控制系统传达楼层信息的控制信号时,将各电梯分配出不同的权重值 ω_1 、 ω_2 和 ω_3 ,根据权值不同再计算各可控电梯可信程度 Z,从而最大程度地满足客户需要和体验。

3 算法仿真结果

为了验证所提算法的有效性,将带有电梯仿真软件的工控机与硬件相连接,在不改变程序的前提下,用过 PLC 进行输

入值的调整和测试,以模拟电梯的正常运行流程。通过工控机里的仿真软件对其进行仿真监控。

针对该论文中提到的算法应用结果,2 种不同的算法得出相异的结果,而结果也是通过多方面、多角度测试后的结果,以最直观的数据来衡量,加入了电梯控制系统能更好地完成任务指令。既节约了乘客的时间,也降低了电梯自身的能源消耗,可谓一举多得。

4 结束语

提出的算法是基于软硬件结合测试得出的结果,通过候梯时间及乘梯时间等角度的验证,更好地将 PLC 与算法完美结合,提升系统整体的运行效率。本文研究成果以实际场景为例,做到了学以致用,具有非常高的研究价值和意义。

参考文献

- [1] 杨祯山,邵诚.电梯群控技术的现状与发展方向[J].控制与决策,2005,20(12):1321-1331.
- [2] 朱德文.电梯交通系统的智能控制与应用[M].长春:吉林大学出版社,2002.
- [3] 章卫国,杨向忠.模糊控制理论与应用[M].西安:西北工业大学出版社,1999.
- [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] 李东,王伟,邵诚.电梯群控智能系统与智能控制技术[J].控制与决策,2001(5):513-517.
- [6] 李伙友.智能电梯群控系统研究[D].厦门:厦门大学,2007.
- [7] 宗群,罗欣宇,王振世.电梯上高峰动态规划分区控制方法的研究[J].控制与决策,2002(S1):781-784.
- [8] 宗群,王维佳,何彦昭.基于鲁棒优化理论的电梯群控调度策略[J].控制理论与应用,2008(4):743-747.

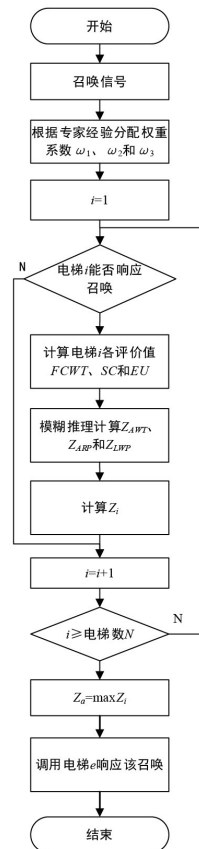


图 2 电梯群控调度算法流程图