

对基于遗传算法的电梯调度模式的改进与分析

叶杨庆

(清华大学工业工程系 北京 100084)

摘要 文章在遗传算法的基础上,从“候梯时间”与“候梯人数”两个角度对目前已有的电梯调度算法进行优化。本研究在保证调度效率的同时提高电梯乘客的使用满意率,从而为电梯调度算法的研究提供一种新的方向。

关键词 遗传算法;电梯调度;满意率;优化

中图分类号 TP391

文献标识码 A

文章编号 1673-1131(2019)02-0029-02

0 引言

电梯是现代社会不可缺少的垂直运输设备。据统计,现代高层楼房中超过六成安装了电梯,其人员和货物有超过九成是通过电梯运送的,显然,电梯运输对维持现代社会高效有序运转有无可替代的重要作用。

电梯调度算法的发展共经历四个时期:①初级时期(1971年以前),主要方式包括轿厢区间指派、继电器顺序控制等。②集成电路时期(1971至1975年),在这个时期中,电梯的调度普遍采用集成电路技术,可以进行复杂的逻辑运算,控制方式为候梯时间预测控制。③计算机时期(1975至1988年),这个时期中计算机开始应用于电梯调度,控制方式主要有候梯时间控制和综合评价函数控制。④人工智能时期(1988年至今),人工智能技术的应用是这个时期的标志,神经网络技术、模糊神经网络技术、进化算法等先进技术普遍应用于电梯调度算法的研究中。

本研究经过产业调研发现,目前市面上的多梯联动调度模式仍以“一梯一钮、先呼先到”的原始方式为主,严重影响调度效率及电梯使用满足率,造成大量资源浪费。因此,亟需对现有的电梯调度模式进行改进,以适应新的发展需求。

基于目前电梯调度算法的研究及应用现状,本文对现有的传统电梯调度算法进行优化并对优化前后的两种算法进行不同环境下的对比分析,从而确定一种调度效率与使用满意率更高的算法,为以后电梯调度算法的发展提供新的方向。

1 传统电梯调度模型

根据调研,目前市面上大多数电梯调度仍然采用“一梯一

钮、先呼先到”的传统方式。其基本规则如下所示。

当有一个新的目标楼层加入队列时,进行如下操作(以电梯上行为例):

If (X_{new} = any floor in the current queue)
 remain the queue.

End if

If (State=up)

 if($X_{\text{new}} > X_{\text{max}}$)

 insert X_{new} just behind X_{max}

 if($X_{\text{current}} < X_{\text{new}} < X_{\text{max}}$)

 insert X_{new} according ascending order in the ascending

part of queue

 if($X_{\text{new}} \leq X_{\text{current}}$)

 insert X_{new} according descending order in the descending

part of queue

End if

其中, X_{new} 代表新楼层, X_{current} 代表目前电梯所在的楼层, X_{max} 代表目前调度方案里的最高楼层。

传统电梯调度模型的优点是公平性高、响应快,缺点是高峰期中的重复调度有可能造成调度效率低下的情况。因此,基于新型算法的调度模型被不断提出。

2 对基于遗传算法的电梯调度模型的改进

经过前期的文献调研,本研究对比分析了包括遗传算法等在内的多种调度算法的优缺点,并选择了遗传算法作为基础进行优化。理由是遗传算法的适用范围广、灵活性高、优化

- [11] Goodfellow I J, Warde-farley D, Mirza M, et al. Maxout networks [C]// Proceedings of the 2013 IEEE International Conference on Machine Learning. S. Dasgupta, NJ:IEEE, 2013: 1319-1327.
- [12] Wan L, Zeiler M, Zhang S, et al. Regularization of neural networks using dropconnect[C]// Proceedings of the 2013 IEEE International Conference on Machine Learning. Atlanta Marriott Marquis, NJ:IEEE, 2013:1058-1066.
- [13] Zeiler M D, Fergus R. Stochastic Pooling for Regularization of Deep Convolutional Neural Networks[C]// Proceedings of the 2013 IEEE International Conference on Learning Representations. Scottsdale, NJ:IEEE, 2013:1-9.
- [14] Tompson J, Goroshin R, Jain A, et al. Efficient object localization using Convolutional Networks[C]. Proceedings of the 2015 IEEE Computer Society Conference on Computer Vi-

sion and Pattern Recognition, Boston, NJ: IEEE, 2015: 648-656.

- [15] Wager S, Wang S, Liang P. Dropout Training as Adaptive Regularization[C]// Proceedings of the 2013 IEEE Conference on Advances in Neural Information Processing Systems. Vancouver, NJ:IEEE, 2013:351-359.
- [16] Lecun Y, Boser B, Denker J S, et al. Backpropagation Applied to Handwritten Zip Code Recognition[J]. Neural Computation, 2014, 1(4):541-551.

基金项目 国家自然科学基金资助项目(61372173, 61671163)
作者简介 袁宏进(1993-),男,硕士研究生,研究方向:深度学习、机器学习、计算机视觉。潘晴(1975-),男,副教授,研究方向:图像处理、模式识别、机器学习。

空间大,而对其的优化将主要在“候梯时间判断”和“乘梯人数判断”两个方面上开展。

2.1 改进基础

遗传算法是模拟生物进化过程的计算模型,是一种通过模拟自然进化过程搜索最优解的方法,目前已普遍运用于实际问题的解决中。遗传算法的基本要素有以下六个:编码规则与初始化、适应度函数、选择运算、交叉运算、变异运算、终止条件判断。

遗传算法在电梯调度模型中应用,关键是要解决编码规则与适应度函数的构建问题。一般而言,电梯调度模型中的编码规则按照以下方式构建:一个染色体代表一个完整的调度方案,染色体上的每一个基因代表一个已经被分配的楼层,由两部分构成,第一部分确定具体的楼层,第二部分确定该楼层被分配到哪一部电梯。

适应度函数一般用电梯调度方案运行所需移动时间与停留时间的总和表示。在具体计算过程中,对个体编码进行反编码得到具体的调度方案,然后就可以根据调度方案计算出相应的适应度为多少。至于选择运算、交叉运算、变异运算、终止条件判断,不同的模型大同小异,本文便不再赘述。

从以上对改进基础的分析可以看出,编码规则及适应度函数构建是优化空间最大的两个方面,因此本文对算法的改进主要从以上两方面出发。

2.2 基于候梯时间判断的改进

首先是“候梯时间判断”。该方向的优化主要是根据当前时间段、乘客目标楼层等变量对不同楼层中不同乘客可接受的最长候梯时间进行预测,将预测量与乘客实际已候时间进行比较,然后对尚在候梯的乘客进行优先度排序。此举的目的在于将排序结果整合进遗传算法的适应度函数,实现适应度函数的动态调整,对更为急迫的乘客进行优先派梯,以提高乘客满意度。

具体优化方式如下:第一,比较每个楼层的乘客可接受最长候梯时间预测值与实际值,并计算其差值;第二,对差值按照降序进行排序并等频分成3组,分别赋值 $W_i=3, 2, 1$, W_i 越大,表示 i 层的乘客越急迫。第三,将调度方案中的楼层按照到达的先后顺序等频分成三组,分别赋予权值 $K_i=3, 2, 1$ 。第四,为遗传算法的适应度函数加入一个惩罚项,其中, M 表示一个极大的正数, N 为方案中的楼层数量。

在实际开展过程中,经过前期大量的问卷调研及线下实验,共收集到540组包含乘梯时间段、乘客目标楼层等七个自变量及相应可接受最长候梯时间的有效数据,经过多元线性回归后得到关于乘客可接受最长候梯时间的预测模型,并将此模型成功地应用到对遗传算法的优化中,有效地提高了乘客的满意率。

2.3 基于乘梯人数判断的改进

其次是“乘梯人数判断”。该方向的优化主要是对当前电梯的可接受乘客人数与各楼层的实际候梯人数进行比较,然后在比较的结果上筛选出最优的调度方案,充分避免电梯在接近满载的情况下仍因呼梯信号而不断走走停停、降低调度效率的情况。

具体算法如下所示(以两部电梯为例):

Call GA and get a new scheme.

If ($F_i=1$ and the new signal is allocated into to elevator No.1)
remain the list and hold the signal until the list has been

updated.

Else if ($F_2=1$ and the new signal is allocated into to elevator No.2)

remain the list and hold the signal until the list has been updated.

Else

execute the new scheme.

End if

其中 $F_i=0$ 表示 i 号电梯非满载, $F_i=1$ 表示 i 号电梯满载。

在实际开展过程中,通过 Azure 云计算的图像识别服务可以验证,从目前已有的电梯监控设备精准读取候梯人数的设想是可以实现的。在此基础上,将各楼层候梯人数与梯中人数作为算法输入值,将该方面的判优条件整合进遗传算法的适应度函数中,从而实现提高电梯调度及运行效率的目的。

3 改进效果分析

本研究对以上优化方向采用 C++ 语言进行实现,结果显示,在电梯调度效率方面,未优化的遗传算法最高,优化后的遗传算法次之,原始调度算法最低;在使用满意率方面,优化后的遗传算法最高,原始调度算法次之,未优化的遗传算法最低。

遗传算法从全局的角度实现调度效率最优化,未考虑“先来后到”的因素,因此在优化前使用满足率比原始调度算法低。优化后的遗传算法为了避免在全局优化下部分乘客出现过久候梯的情况,考虑了乘客的急迫程度进行调度,牺牲了一定的全局最优性,因此调度效率比优化前差。优化后的遗传算法体现了以下的优越性:调度效率比普通的调度方式高,使用满足率也实现了优化。

4 结语

通过加入“候梯时间判断”与“乘客人数判断”两个环节,本研究实现了电梯使用满意率的提高。如果说先前的研究更多的是从“机械效率”的角度出发,那么本研究可称得上考虑了人本身的需求。对“人”的考虑是近年来一直被着重强调的。本研究从“人”的角度出发,优化调度算法以提高乘客的满意率,填补了相关的研究空白,这为新型电梯调度算法的发展提供了新的有效思路。

参考文献:

- [1] 郑晓芳.我国电梯群控系统研究文献综述与思考[J].华东交通大学学报,2012,29(03):51-55.
- [2] 仲惠琳.基于神经网络的电梯调度重规划[J].数字技术与应用,2016(07):63-64.
- [3] 石美.电梯群的算法及优化[J].无线互联科技,2016(13):102-103.
- [4] 李雪燕,李大明.基于模糊控制的多电梯智能调度算法研究[J].计算机与数字工程,2014,42(10):1835-1838.
- [5] 陈纪龙,孟洪兵,吴刚,刘付勇.六层电梯模拟系统的研究与实现[J].伊犁师范学院学报(自然科学版),2014,8(01):57-62.
- [6] 陈玉仙,罗三定.一种基于信息融合的新颖电梯调度算法[J].计算机工程与科学,2013,35(12):178-184.

作者简介:叶杨庆(1997-),男,广东潮州人,清华大学工业工程系,本科学士,主要研究智能算法的改进与优化。