

群控电梯客流分析及模拟

Analysis and Simulation of Group-controlled Elevator Passenger Flow

邓岗 吕增及

Gang Deng Zengji Lv

东芝电梯有限公司,中国,辽宁 沈阳 110168

Toshiba Elevator Co., Ltd, Shenyang, Liaoning, 110168, China

【摘要】群控电梯是各个厂家热门研究方向,各个厂家模拟电梯运行均有诸多课题,如何提供电梯群控客流分析是一个难点,电梯客流具有很多特性,如电梯客流的随机性、离散性、不确定性等诸多原因,可以认为电梯乘客到达模式属于 Poisson 类型^[1],因此我们围绕乘客乘坐电梯的起始楼层、乘客乘坐电梯的目标楼层与乘客何时乘坐电梯三点进行研究,通过数学模型,编写程序算法,可以得到各种模式客流模式数据^[2],所得数据为判断电梯群控算法提供良好的依据。

【Abstract】Group-controlled elevator is a hot research direction of various manufacturers. There are many problems for each manufacturer to simulate elevator operation. How to provide elevator group control passenger flow analysis is a difficult point. Elevator passenger flow has many characteristics, such as the randomness, discreteness, and inability of elevator passenger flow. For many reasons, such as certainty, it can be assumed that the elevator passenger arrival pattern belongs to the Poisson type^[1], so we study around passengers on the starting floor of the elevator, the destination floor where the passengers ride the elevator, and when the passengers ride the elevator three points, through a mathematical model. Programming algorithm can be obtained in various modes of passenger flow data^[2], the resulting data to provide a good basis for judging the elevator group-controlled algorithm.

【关键词】Poisson 类型;客流模拟;群控电梯;客流分析

【Keywords】Poisson type; passenger flow simulation; group-controlled elevator; passenger flow analysis

【DOI】<http://dx.doi.org/10.26549/gcjsygl.v2i6.817>

1 引言

社会不断发展,电梯技术不断更新,电梯的群控算法在国内电梯厂家不断研发,各自厂家研究出高端产品,这些产品用智能控制实现,如模糊控制、神经网络、专家系统,以及遗传算法等智能算法都用于群控系统中。为了检验这些智能算法的合理性、智能性、以及最优化分配,为乘客提供最短的候梯时间,为乘梯者提供最短的乘梯时间和最舒适的运行环境(所谓轿厢乘客拥挤度),为电梯系统节约电能浪费,因此本文提供一个客流产生的方法,通过本算法提供客流数据,为上述各电梯运行参数目标进行分析打下基础。客流分析方法分为三点进行说明,第一是电梯乘客何时乘坐电梯;第二是乘客的起始楼层是多少;第三是乘客的目标楼层是几层。为了更加形象的描述各种客流类型,那么本文把客流类型分为三种:第一是上班客流类型,就是说乘客由建筑物的一楼驶向建筑物其他的各个楼层;第二是均匀客流类型,也就是说乘客在建筑物各个楼层流动;第三是下班客流类型,就是说乘客由建筑物的各个

楼层驶向一楼^[3]。

2 模拟乘客客流到达时间

关于乘客何时到达,如:每个乘客来乘梯的密度,这个分布满足 Poisson 类型分布^{[4][5]},乘客到达也就是一个随机问题。

Poisson 公式如下:

$$\varphi = \frac{(\lambda T)^n e^{-\lambda T}}{n!} \quad (n=0,1,2,3,\dots)$$

上述公式中, φ 表示乘客的到达率,也就是说在指定时间 T 内乘客数(n 个)要求电梯提供服务的概率 λ 。通过上述公式,可以推出第 1 2 3...n 个电梯乘客到达电梯并要求电梯提供服务时间推到如下:

$$\begin{cases} t_0=A \\ t_i=t_{i-1}-\frac{1nr}{\lambda} \end{cases} \quad (i=1,2,\dots)$$

上述公式中, t_i 表示第 i 个乘客到达电梯的时间,参数 A 表示乘客需要电梯服务的起始时间,参数 r 表示[0,1]之间分布的随意数。

3 确定电梯乘客从哪个乘场出发

我们需要设定两个参数:

第一个参数是开始密度向量

第二个参数是开始-目标矩阵。

举个例子:某个大厦共有 N 个楼层,那么各个楼层的乘客可以定义为: $POP(i), i=1,2,\dots,N$ 。我们可想而知大厦每层的客流与大厦每层的人数成正比,大厦客流模式存在 3 种。

第一种:上班模式,乘客从基站出发,去往不同的楼层,这个基本为早上 8 点至 9 点左右,用 X 表示上班模式;

第二种:下班模式,乘客同不同楼层,去往基站,这个基本为晚上 4 点到 6 点,用 Y 表示下班模式;

第三种:工作模式/午餐模式,乘客在大厦各个楼层之间流动,这个就是在工作时间或者午休时间,我们用 Z 来表示。

通过上述三个参数(X, Y, Z),那么定义大厦起始密度向量:

$$\begin{cases} origin(1)=X \\ origin(i)=(Y+Z)\xi_i \quad (i=2,3,\dots) \end{cases}$$

$$\xi_i = \frac{pop(i)}{\sum_{i=2}^N pop(i)}$$

上述公式中,参数说明如下:

i :表示大厦楼具体楼层,本文中设定 1 楼为基站, N 层为顶楼。

$origin(i)$ 含义为乘客从第 i 层去往其他楼层的客流量。

乘客的起始楼层-目的楼层二维矩阵如下^[9]:

	到 j 层楼去		
从 i 层楼来	od(1,1) od(1,2) --- od(1,N)		
	od(2,1) od(2,2) --- od(2,N)		
	--- --- ---		
od(N,1) od(N,2) --- od(N,N)			

上述公式中参数说明:

$od(i,j)(i,j=1,2,\dots,N)$ 表示大厦第 i 层到大厦第 j 层的客流量。

$$od(1,j) = \begin{cases} 0 & j=1 \\ \xi_i & j=2,3,\dots,N \end{cases}$$

$$od(i,1) = \begin{cases} 0 & i=1 \\ \frac{Y}{Y+Z} & i=2,3,\dots,N \end{cases}$$

$$od(i,j) = \begin{cases} 0 & i=j \\ \frac{Z\eta_{ij}}{Y+Z} & i \neq j \end{cases} \quad \eta_{ij} = \frac{pop(i)}{\sum_{k=2}^N pop(k)}$$

上述内容已经确定的条件下,下面介一个定义,轮盘赌法。

轮盘赌法:轮盘上区分了很多空间,这个空间有大也有小,这个空间就表示大厦的楼层,这个空间的大小就表示乘客

的数量。假如来第一个乘客,我转动轮盘,轮盘指定纸箱那个楼层,就表示从这个乘客从该楼层出发;再次随机转动轮盘,轮盘指针停止在那个楼层,就表示这个乘客的目标楼层,结合刚才定义三个客流模式,上班模式:我们将 1 层区域设定大一些,就表示乘客都是从一楼出发。

通过轮盘赌法,具体操作步骤如下所示^[9]:

第一步:需要计算所以楼层空间之和,也就是轮盘区域总和。

$$F = \sum_{i=1}^N origin(i)$$

第二步:确定每个楼层在这个轮盘中选择的概率:

$$p_i = origin(i)/F$$

第三步:累积概率的计算,计算公式如下。

$$q_i = \sum_{k=1}^i p_k \quad (i=1,2,\dots,N)$$

对上述公式再次进行解释说明如下:

在(0,1)之间生成随机数 r (乘客的起始楼层),我们通过 r 与上述公式中 q_i 进行比较,如果随机数 $r < q_i$,则说明该乘客起始楼层为第 $i+1$ 层,如果公式满足 $q_i \geq r > q_{i-1}$,那么就说明乘客起始楼层为 i 层。

4 确定电梯乘客想去哪个楼层作为目标楼层

乘客已经确定了起始楼层,那么接下来就需要确定目标楼层了。

关于如何确定目标楼层,我们进行如下说明。

第一步:通过上记方法确定某个乘客的起始楼层;

第二步:计算起始-目标矩阵数据,第 i 行的向量总和,计算公式如下。

$$F(i) = \sum_{j=1, j \neq i}^N od(i,j)$$

第三步:通过轮盘赌法计算第 j 层作为该乘客的目标楼层,计算公式如下:

$$p_{ij} = od(i,j)/F(i) \quad (j=1,2,\dots,N, j \neq i)$$

第四步:与确认起始楼层一样,确认各楼层的累积概率,计算公式如下:

$$q_{ij} = \sum_{k=1}^j p_{ik} \quad (j=1,2,\dots,N, j \neq i)$$

第五步:生成随机数(与起始相同,在(0-1)之间生成),如果该随机数 $r < q_{ij}$,则表明第 1 楼层作为乘客的目标楼层;如果该随机数满足 $q_{ij} \geq r > q_{i,j-1}$,那就表示第 j 楼层作为该乘客的目标楼层,这个上述相关算法,我们可以分析出,什么时候乘客出现;该乘客从第几层出发,该乘客到第几层。

5 软件模拟仿真

上述分析是我们对客流的算法进行详细说明,那么该算法是否可以真正的模拟客流呢,我们需要进行仿真确认,仿真流程图如下图所示。

6 各种交通模式的客流分析

确定上升客流百分比、下降客流百分比、层间客流百分比,各参数如下表 1 所示。表 1 客流交通模式参数设定表

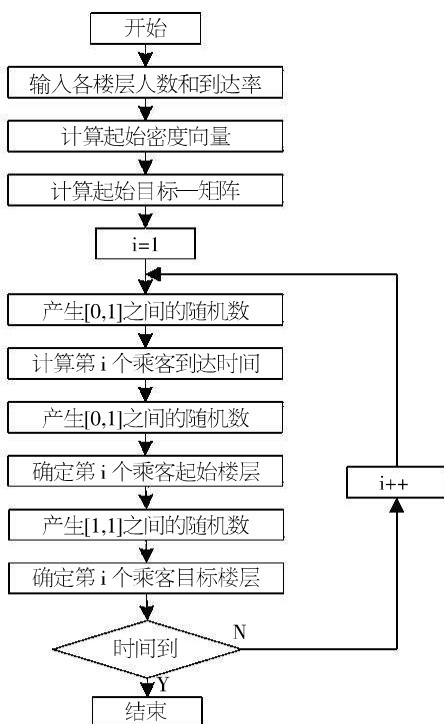


图 1 电梯客流仿真流程图

表 1 客流交通模式参数设定表

交通模式	上行高峰	下行高峰	层间均衡交通
上行客流百分比 X(%)	90	5	45
下行客流百分比 Y(%)	5	90	45
层间客流百分比 Z(%)	5	5	10
平均到达率(%)	62.7	78.3	11.8

到客流量如下图所示。

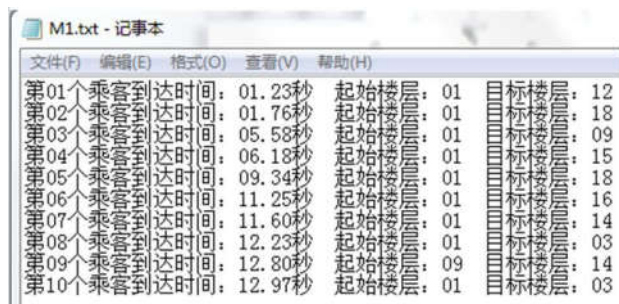


图 2 上行高峰



图 3 下行高峰

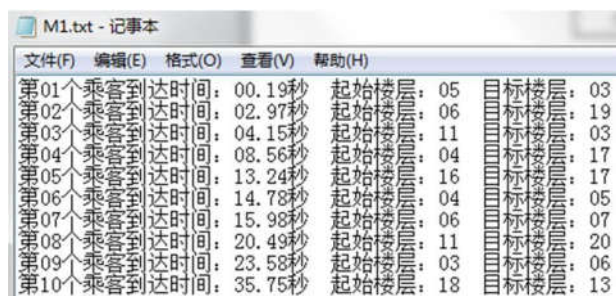


图 4 层间交通

上述图 2 可以看出,90%乘客由 1 楼去往不同的楼层,上述图 3 可以看出,90%乘客由不同楼层去往 1 楼,上述图 4 可以看出,100%乘客在中间楼层移动.因此通过本文算法可以有效的模拟电梯乘坐人员在不同时间的客流情况。

参考文献

- [1]张景龙.电梯群控系统节能调度方法研究[D].天津大学,2014.
- [2]王清霞.基于模糊神经网络控制的电梯群控系统研究[D].大连理工大学,2015.
- [3]戴国洪.电梯制造技术[M].苏州大学出版社,2013[3].
- [4]孟估贤,徐凤,吕新忠.高层电梯系统运行方案的建模与求解[J].运筹与管理,2014(05).
- [5]王鹿军,吕征宇.基于 LSSVM 的电梯交通模式的模糊识别[J].浙江大学学报(工学版),2012(07).
- [6]Petri net-based modeling and control of the multi-elevator systems[J]. Farooq Ahmad, Ilyas Fakhir, Sher Afzal Khan, Yaser Daanial Khan. Neural Computing and Applications. 2014(7-8).
- [7]Dynamic Fuzzy Logic Elevator Group Control System With Relative Waiting Time Consideration. Fernandez J, Cortes P, Munuzuri J. et al. Industrial Electronics. 2014.