

电梯调度中的人流模拟

黄纛宁 黄瑞吟 车文婷 丁炜杰

(中山大学信息科学与技术学院)

[摘要]随着现代建筑的发展,商务楼中一般都配套了多台电梯,因此如何安排好各台电梯的运行方式已成为大楼物业管理中的重要内容之一而一套能提供优质服务并且能够响应节能号召的电梯群控系统成为垂直交通研究中的主要诉求。

要设计电梯的调配方式首先就要对建筑物中的乘客流进行仿真模拟。对于乘客达到电梯的过程满足 poisson 分布,在调查到某栋大楼的层数与各层的人数分布后我们可以基于 poisson 分布计算每层楼的客流到达率,根据时段不同,客流量分布也存在很大区别,我们可以根据各个时间段客流分布的特点求出起始-目标层的矩阵,根据每层楼的客流到达率和起始-目标层矩阵用计算机对乘客搭乘电梯的请求进行模拟分析。

[关键词]泊松 (Poisson) 分布 客流量 仿真模拟

中图分类号:O21

文献标识码:A

文章编号:1009-914X(2011)36-0382-01

1 客流到达率

乘客乘电梯可以看成是一个随机问题,乘客到达电梯要求服务的过程满足 Poisson 分布^[2]。由于上班高峰期,下班高峰期与平时普通工作时间的乘客到达率有很大区别,假设在这三个时间段内要求电梯服务的人数参数为 λ_j 的 Poisson 分布。

2 起始-目标层矩阵的确定^[3]

假定办公大楼有 N 层,每层的人数为 P_n ($n=1,2,3\cdots N$),设到达和离开一个楼层的客流与该楼层的人数成正比。乘客的运动可以分为下面三种类型:

- 上行交通,起始楼层为基站;
- 下行交通,目标楼层为基站;
- 层间交通,目标楼层和起始楼层都不是基站。

假定 X , Y , Z 分别表示三种客流的百分比,通过调整 X , Y , Z 的值,可以模拟上班高峰期,下班高峰期和闲时的乘客流状态。可以定义起始密度向量如下:

设 $begin(i)$ 为起始层为 i 的相对客流量, $begin(i)$ 满足以下公式:

$$\begin{cases} begin(1) = X \\ begin(n) = (X+Y) \cdot \frac{P_n}{\sum_{n=2}^N P_n} \quad n=2,3\cdots \end{cases} \quad \xi_i = \frac{P_n}{\sum_{n=2}^N P_n} \quad (3-1)$$

其中 n 为楼层号,基站为第一层, N 是电梯服务顶层, $begin(n)$ 指随机模拟中起始层为 n 的概率。起始层 i 确定后,将确定目标层 j 。

$be(i,j)$ 表示在 i 层等电梯,去第 j 层的相对客流量,由下面式子确定:

$$be(i,j) = \begin{cases} 0 & i=j \\ \frac{Z \eta_{ij}}{1+Z} & i \neq j \end{cases} \quad \eta_{ij} = \frac{P_j}{\sum_{k=2}^N P_k} \quad (3-5)$$

3 确定起始与目标楼层

1. 确定起始楼层

$$a. \text{计算所有 } N \text{ 个楼层的起始密度之和: } F = \sum_{n=1}^N begin(n) \quad (n=1,2\cdots N) \quad (4-1)$$

$$b. \text{计算各楼层的选择概率: } p_n = begin(n)/F \quad (n=1,2\cdots N) \quad (4-2)$$

$$c. \text{计算各楼层的累积概率: } q_n = \sum_{n=1}^N P_n \quad (n=1,2\cdots N) \quad (4-3)$$

d. 对每个乘客,在 0 到 1 区间内产生均匀分布的随机数 r ,如果 $r < q_1$,则选第 1 层作为该乘客的起始楼层,否则,选择第 i 楼层 (i 满足 $q_i > r > q_{i-1}$) 作为该乘客的起始楼层。

2. 确定目标楼层:

- 用上述方法确定其起始楼层 i ;
- 计算起始-目标矩阵中 i 行所有目标层不为 i 的元素之和:

$$F(i) = \sum_{j=1, j \neq i}^N be(i,j) \quad (4-4)$$

c. 计算 j 层为该乘客目标层的选择概率:

$$p_{ij} = be(i,j)/F(i) \quad (j=1,2\cdots N, j \neq i) \quad (4-5)$$

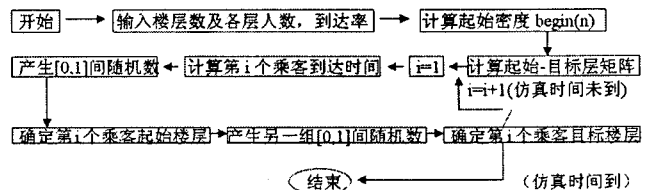
d. 计算楼层的累积概率:

$$q_{ij} = \sum_{j=1}^N p_{ij} \quad (j=1,2\cdots N, j \neq i) \quad (4-6)$$

e. 在 $[0,1]$ 内产生一个随机数 r ,如果 $r < q_{i1}$,且 i 不等于 1 就选第 1 个楼层作为该乘客的目标层;否则,选第 j 楼层 (j 满足 $q_{ij} > r > q_{i,j-1}$ 且 i 不等于 j) 作为该乘客的目标层。

4 客流仿真模拟

上述模型用计算机进行模拟仿真,模拟图如下:



大楼内不同时期客流情况不同,以典型办公大楼为例:上班前几分钟职员到达办公大楼时间很集中,到达后从基站上行到各楼层,上班高峰后到达率下降,层间交通模式占主导地位,下班时间后几分钟内,乘客从各层下行到基站离开大楼,对应下行高峰交通模式,以下给出三种典型的交通模式对应的 X , Y , Z 参数值:

交通模式	上行高峰 (上班前)	下行高峰 (下班后)	层间交通 (平时)
上行客流百分比(X)	0.90	0.05	0.45
下行客流百分比(Y)	0.05	0.90	0.45
层间客流百分比(Z)	0.05	0.05	0.10

上,下班高峰期客流比较集中,而非上下班高峰期平均到达率则相对较小,因此设在三种典型交通模式 λ_j 的分别为总人数的 20%, 1%, 25%。

知道建筑物各层的人数分布就可利用计算机分别对三种典型交通模式的客流量进行仿真。

电梯调度中的人流模拟

作者: [黄纓宁](#), [黄瑞吟](#), [车文婷](#), [丁炜杰](#)
作者单位: [中山大学信息科学与技术学院](#)
刊名: [中国科技博览](#)
英文刊名: [China Science and Technology Review](#)
年, 卷(期): 2011 (36)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_zgbzkjbl201136364.aspx