

doi:10.3969/j.issn.1673-9833.2012.03.022

高校自习室的合理安排与规划

易昆南, 任天翔, 周陆泽, 徐源兵, 王及时

(中南大学 数学与统计学院, 湖南 长沙 410075)

摘要: 针对高校自习室资源紧张问题, 建立了自习室管理体系综合评价模型。通过自习室饱和度、楼层因子和位置因子3个因素建立学生满意度函数; 根据学生满意度函数、能源消耗费用和自习室管理费用, 建立目标规划模型; 考虑时间因素的影响, 再对该模型进行优化。实证分析表明了该评价模型的有效性。

关键词: 自习室; 规划; 评价模型

中图分类号: O221.2

文献标志码: A

文章编号: 1673-9833(2012)03-0100-04

Reasonable Arrangements and Planning for University Study-Room

Yi Kunnan, Ren Tianxiang, Zhou Luze, Xu Yuanbing, Wang Jishi

(School of Mathematics and Statistics, Central South University, Changsha 410075, China)

Abstract: In view of the shortage of university study-room, established the comprehensive evaluation model of study-room management system. Created student satisfaction functions of lounges saturation, floor factor and location factor. Goal programming model was set up according to student satisfaction functions, energy consumption fees and study-room management cost. Considering the influence of the time factor, the model was optimized. The evaluation model is effective proved by the empirical analysis.

Keywords: study room; planning; evaluation model

随着社会竞争的日益激烈, 大学生提升自身能力的必要性愈加彰显, 因此, 高校自习室资源也日趋紧张, 于是出现了抢座、占座现象。怎样合理地安排自习室既能满足学生自习, 又能节约能源, 减少管理成本, 提高管理效率, 这已成为高校的研究热点之一^[1]。本文通过对进出教学楼人数的统计和数据分析, 得到各教学楼每天的自习人数; 通过影响学生选择自习室的因素建立学生满意度函数, 并综合自习室管理费用和能源消耗费用建立自习室管理体系综合评价模型; 最后根据约束条件, 得到最优的自习室开放方案^[2-3]。

1 目标规划模型建立

在满足学生自习需求的前提下, 通过学生满意度函数、能源消耗费用、教室管理费用3个因素来建立自习室开放综合评价体系^[4]。学生满意度函数由自习室饱和度、楼层因子和位置因子3个因素决定; 能源消耗费用与教室大小、座位数的多少成正比关系; 教室管理费用为一确定值。需要对学生满意度函数、能源消耗费用和自习室管理费3个指标进行无量纲化与一致化处理, 构造评价函数, 最后得出一个目标规划模型^[5]。

收稿日期: 2012-02-28

作者简介: 易昆南(1954-), 男, 湖南长沙人, 中南大学教授, 主要从事数理统计和数学建模研究,

E-mail: ykn_88@163.com

1.1 建立学生满意度函数

学生满意度函数由自习室饱和度、楼层因子、位置因子3个因素决定。

1) 自习室饱和度。自习室饱和度公式为 $a_1=p/m$, 其中: p 表示单个自习室的自习人数; m 表示自习室的座位数。对自习室饱和度进行标准化处理, 这样自习室饱和度在教室容纳量基本相同的条件下可以近似转化为教室入座率。每天自习的人数具有周期性, 即一个星期为一周期, 周一至周五自习人数的概率分布具有相同的概率密度, 周六和周日自习人数的分布具有相同的概率密度^[6]。因此, 本文将它们分开处理, 区别对待。自习室饱和度反映了学生自习的拥挤程度, 即自习室饱和度越大, 学生满意度越低。

2) 楼层因子。楼层因子公式为 $a_2=b/b'$, 其中: b 表示当前楼层数减1; b' 表示总楼层数减1。楼层因子反映了楼层的高度, 楼层因子越大, 学生满意度越低。

3) 位置因子。先将教学楼坐标化, 大部分教学楼是对称结构, 以教学楼中间为对称轴 y , 第一层为 x 轴, 建立二维直角坐标系, 从而可以确定每个教室的坐标值。位置因子公式为 $a_3=x/x_s$, 其中: x 为自习室位置坐标; x_s 为坐标总数。位置因子反映了自习室偏远程度, 位置因子越大, 学生满意度越低。

3个指标 a_1, a_2, a_3 的取值范围均为 $[0, 1]$ 。假定自习室饱和度、楼层因子、位置因子3个指标对学生满意度均产生负指数化影响, 因此, 单间教室的学生满意度函数为

$$S = \lambda(e^{-a_1})^{w_1} (e^{-a_2})^{w_2} (e^{-a_3})^{w_3},$$

式中: λ 为一个等级常数; w_i 为权重系数, 且 $\sum_{i=1}^3 w_i = 1$ 。

由学生满意度函数可知, 在学生满意度相同的情况下, 同一楼层, 随着位置因子的增加, 自习室饱和度降低; 同一位置, 随着楼层因子的增加, 学生饱和度也降低, 这符合实际经验, 证实了本文所建立的学生满意度函数是正确的。

1.2 确定权重系数

利用层次分析法确定权重系数 w_i 。重要性判断矩阵标度如表1所示。比较各因子间的重要程度, 得到其量化值, 构造一个能计算出各因子权重大小的判断矩阵。判断矩阵的特征根和特征向量的计算方法为

$$\bar{w} = \left(\prod_{j=1}^n X_{ij} \right)^{1/n} \quad w_i = \frac{\bar{w}_i}{\sum_{j=1}^n \bar{w}_j}$$

表1 重要性判断矩阵标度定义

Table 1 Scale definition of importance judgment matrix

标度	含义
1	两个因素相比, 同样重要。
3	两个因素相比, 一个比另一个略重要。
5	两个因素相比, 一个比另一个较重要。
7	两个因素相比, 一个比另一个非常重要。
9	两个因素相比, 一个比另一个绝对重要。
2, 4, 6, 8	中间值。
倒数	因素 i, j 比较得到判断 b_{ij} , 则因素 j, i 比较得到判断 $b_{ji}=1/b_{ij}$

判断矩阵需要检验其一致性。引入判断矩阵最大特征根以外的其余特征根的负平均值作为度量判断矩阵偏离一致性的指标, 即 $CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$, 其中,

$$\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^n \frac{(AW)_i}{nW_i}, \quad A \text{ 为给定的满意度下限。}$$

需要查找相应的平均随机一致指标 RI (random index) 值, 计算一致性比率 CR (consistency ratio)。若 $CR=CI/RI < 0.10$, 则判断矩阵具有满意一致性; 否则需要调整判断矩阵, 直到其具有满意一致性为止。

对矩阵数据进行分析时, 该数据为关于 y 轴对称的单侧数据; 各数值为四舍五入的正整数。

1.3 定义能源消耗费用及自习室管理费

1) 能源消耗费用。每个自习室的能源消耗费用在一定程度上与自习室的大小有关, 因此, 假设自习室的能源消耗费用与座位数成正相关性。假设 c 为一间自习室的能源消耗费用, 则能源消耗费用为 $E = \sum_{j=1}^n n_j c$, 其中: j 为自习室所在层数; n_j 为 j 层开放的自习室数。

2) 自习室管理费用。假设每间自习室的管理费用一定, 则管理费用为 $F = \sum_{j=1}^n dn_j$, 其中 d 为一间自习室的管理费用。

1.4 一致化及无量纲化指标

对3个指标采用极小值法进行无量纲化。

1) 学生满意度等级。当 $a_1=0, a_2=0, a_3=0$ 时, S 取值最大, 即为 λ ; 当 $a_1=1, a_2=1, a_3=1$ 时, S 的取值最小, 即为 λ/e 。本文取 $\lambda=10$, 则满意度等级在 $[10/e, 10]$ 区间范围内, 只取正整数等级, 即取5个满意度等级5, 6, 7, 8, 9。

2) 最小能源消耗费用。该公式为 $e=(c \times N)/\max$, 其中, N 为自习学生总人数; \max 为自习室座位数最大值。

3) 最小管理费用。该公式为 $F_{\min}=(d \times N)/\max$, 其中, N 为自习学生总人数; \max 为自习室座位数最

大值。

再对3个指标进行一致化。满意度指标为 $S' = S / (10 - S)$ ；能源消耗费用为 $E' = (E - e) / E$ ；教室管理费用为 $F' = (F - F_{min}) / F$ 。

1.5 建立综合评价体系

综合评价体系是以综合指标评价值来评价自习室开放方案。综合指标评价值为各指标无量纲化后的评价值与对应权重值乘积的累加，即

$$P = w_1 \frac{1}{S'} + w_2 E' + w_3 F'$$

其中，权重系数 w_1, w_2, w_3 ，可由层次分析法确定。

P 值越小，该方案越优；反之，越差。

1.6 建立目标规划模型

在给定满意度下限与自习人数期望值的前提下，通过目标规划模型找到最小综合指标评价值，即求最小 P 值。目标规划模型为：

$$\begin{cases} S' \geq A, \\ \sum_{i=1}^{n_j} H_i \geq M. \end{cases}$$

其中： A 为给定的满意度下限；

H_i 为第 i 间自习室满足满意度条件下自习人数的最大值；

M 为每天去自习室的学生人数期望值；

n_j 为第 j 层楼开放的自习室的数量（决策变量），教室的选择为沿中轴线由近及远排开。

2 实证分析

2.1 数据收集与预处理

本文统计了某校一个学期的3个阶段初期、中期、末期，星期二、四和六 18:30~19:30 进入教学楼自习的人数，采样数据分布如图1所示。图1统计的是中期某天1、2两座教学楼在星期二晚上18:30~19:30 每分钟进入教学楼自习的人数。

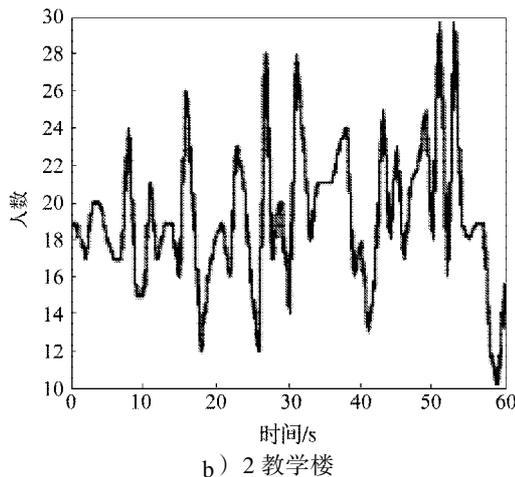
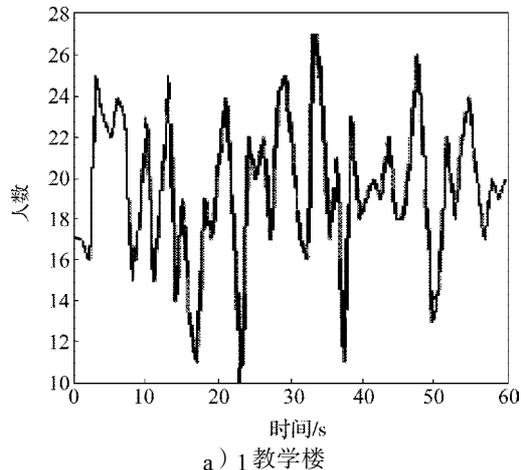


图1 两座教室采样数据图

Fig. 1 The sampling data diagram for two classrooms

通过对采样数据进行皮尔逊卡方检验，得出自习的人数服从泊松分布，即

$$P(x = k) = \frac{\lambda^k}{k!} e^{-\lambda}, k=0, 1, \dots, n;$$

通过统计得出两座教学楼在一定时间内人流的分布规律为：

$$1 \text{ 教学楼}, P(x = k) = \frac{18.34^k}{k!} e^{-18.34}, k=0, 1, \dots, n;$$

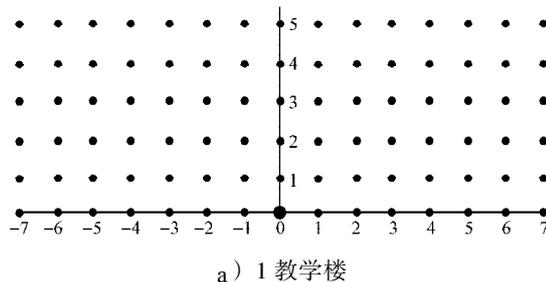
$$2 \text{ 教学楼}, P(x = k) = \frac{15.11^k}{k!} e^{-15.11}, k=0, 1, \dots, n.$$

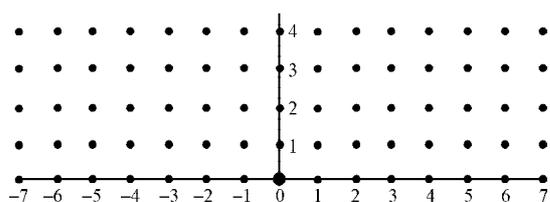
若检验水平为 0.05，则每分钟到达 1 教学楼的人数服从均值为 18.34 的泊松分布；同样，可求出每分钟到达 2 教学楼的人数服从均值为 15.11 的泊松分布。故求出每周二晚上在 1 教学楼上自习的人数约为 1 100 人，在 2 教学楼上自习的人数约为 900 人^[7]。

2.2 数据的简化

由于数据不够充分，且各自习室按楼层的分布各有差异，无法确定，故本文对两座教学楼的教室分布做了简化。假定每个楼层自习室数量相同且对称分布；自习室不分大小，座位数相同。假定 1 教学楼的每个楼层有 15 个自习室，每个自习室 110 个座位；2 教学楼的平均每个楼层有 15 个自习室，每个自习室 160 个座位。

两座教学楼的教室分布如图 2 所示。





b) 2 教学楼

图2 两座教室分布图

Fig. 2 The two classrooms distribution

2.3 算法流程

Step1 根据具体数据分别算出自习室饱和度、楼层因子和位置因子。

Step2 根据层次分析法, 确定各个因子的权重系数。

Step3 得到最小能源消耗费用和最小管理费用。

Step4 根据层次分析法确定综合评价指标中的各个权重系数, 得出最终评价模型。

Step5 在给定满意度下线的条件下, 使用贪婪算法, 计算各满意度条件下的 P 值从而确定 n_j , 得到自习室开放的具体方案^[8]。

2.4 结果分析

若给定的满意度下限 $A=5$, 开放自习室有 5 种满意度等级分别为 5, 6, 7, 8, 9, 计算 P 值。当 $S=7$ 时, P 值最小, 即 $P=0.5674$ 。自习室开放的最优方案为只要开放 1 教学楼的部分自习室。通过计算得到 1 教学每层开放的教室数为: $n_1=15$, $n_2=3$, $n_3=0$, $n_4=0$, $n_5=0$; 开放教室坐标位置有: $(0, \pm 1)$, $(0, \pm 2)$, $(0, \pm 3)$, $(0, \pm 4)$, $(0, \pm 5)$, $(0, \pm 6)$, $(0, \pm 7)$, $(1, 0)$, $(1, \pm 1)$ 。其中, (x, y) 表示教室坐标化后所对应的位置, 即 x 层的第 y 间。结果表明自习室是沿教学楼中轴线展开, 尽可能安排低层自习室。

3 结语

在保证学生满意度的前提下, 尽可能的减少能源浪费, 降低管理成本, 实现校区自习室的最优开放。因此, 本文建立了自习室管理体系综合评价模型, 再考虑时间因素的影响, 对该模型进行了优化; 依据建立的模型求出了给定人数下的自习室最优开

放方案。实证分析表明了该评价模型的有效性。

参考文献:

- [1] 张颖. 浅论高校图书馆自习室有效管理[J]. 价值工程, 2010, 29(22): 176.
Zhang Ying. Discussion on the Effective Management of University Library Study[J]. Room Value Engineering, 2010, 29(22): 176.
- [2] 麦珊, 韩雪. 大学生自习室高效管理方案[J]. 学园, 2009(11): 34-35.
Mai Shan, Han Xue. Efficient Management Plan of Students' Studyroom[J]. Garden, 2009(11): 34-35.
- [3] 孙芬芬. 高校自习室之科学化管理[J]. 中国经贸, 2010(10): 241-242.
Sun Fenfen. Scientific Management of University Studyroom [J]. China's Economic and Trade, 2010(10): 241-242.
- [4] 江钊, 范延辉, 丁鸿玥, 等. 高校自习室资源分配方法研究[J]. 管理观察, 2009(20): 107-108.
Jiang Fan, Fan Yanhui, Ding Hongyue, et al. Resources Allocation Method Research of University Studyroom[J]. Management Observation, 2009(20): 107-108.
- [5] 姜启源. 数学模型[M]. 3 版. 北京: 高等教育出版社, 2008: 8.
Jiang Qiyuan. Mathematical Model[M]. 3rd. Beijing: Higher Education Press, 2008: 8.
- [6] 周柳阳, 高珩, 梁翥. 贪婪算法的实际应用[J]. 硅谷, 2009(2): 69.
Zhou Liuyang, Gao Heng, Liang Zhu. The Practical Application of the Greedy Algorithm[J]. Silicon Valley, 2009(2): 69.
- [7] 马莉. MATLAB 语言实用教程[M]. 北京: 清华大学出版社, 2010: 100-135.
Ma Li. Practical Course of the MATLAB[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2010: 100-135.
- [8] 希利尔, 利伯曼. 运筹学导论[M]. 8 版. 北京: 清华大学出版社, 2006: 21-251.
Hillier Frederick S, Lieberman Gerald J. Introduction to Operations Research[M]. 8th. Beijing: Tsinghua University Press, 2006: 21-251.

(责任编辑: 邓彬)