基于熵权法的教育质量评价方法°

戴文战

(杭州商学院电子系, 310035)

陈　杰

(杭州应用工程技术学院电机系, 310012)

摘要　提出一种基于熵权法的教育质量评价方法。在承认不同学校生源入学基础不同的前提下, 阐述了奖罚加权矩阵概念及其系数确定法, 其质量评价指标突出了学生的进步而不是分数, 并利用四所中学的数据进行实际分析, 比较客观公正地评价了不同学校的教育质量。

关键词　教育质量评价　转移概率矩阵　奖罚矩阵　熵

An Evaluation Method of Educational Quality Based on Information Entropy

Dai Wenzhan

(Hangzhou Institute of Commerce, 310035)

Chen Jie

(Hangzhou Institute of Applied Engineering, 310012)

Abstract　In this paper, an evaluation method of educational quality based on information entropy is proposed. Under the condition of admiting difference of students' entrance examination score, we give a new concept about reward-punishment matrix and its determining method. This evaluation method emphasizes on students' progress rather than score itself. In the end of the paper, a practical analysis is carried out by examples according to the data from four middle schools. Analysis shows that this evaluation method of educational quality is fair and objective.

Keywords　evaluation of educational quality; reward-punishment matrix; entropy coefficient

1　引言

一个学校的教育质量是影响学校发展的重要因素, 也是学校赢得社会知名度的重要依据。但是, 如何科学地评价学校的教育质量, 是教育评价时必须解决的一个重要课题。例如, 对于普通中学, 往往是根据升学率的高低对学校的教育质量作出评价, 但是, 这种评价往往难以令人信服。众所周知, 考生的统考成绩, 是受多方面因素影响的, 除了与学校的教学水平、管理质量等因素有关外, 还与学生的入学基础密切相关。

° 本文于 1996 年 10 月 16 日收到

本文受杭州商学院科研基金资助

评价一个学校的教育质量应该着重考虑学生在原有水平上提高了多少,而不是单纯地根据升学率的高低。基于上述观点,本文提出基于熵权法教育质量评价方法。

2 教育质量评价方法

设 L 个单位(学校、系、班等,下同)的学生入学统考成绩(以下简称入学考)分为 N 个等级,第 i 单位($i=1,2,\cdots,L$)考分为第 j 级($j=1,2,\cdots,N$)的人数为 a_{ij},得一原始数据矩阵 $A=\{a_{ij},\ i=1,2,\cdots,L;\ j=1,2,\cdots,N\}$

$$A=\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & \cdots & a_{1N} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & \cdots & a_{2N} \\ & & & \vdots & \\ a_{L1} & a_{L2} & a_{L3} & \cdots & a_{LN} \end{bmatrix}$$

经过学习,这些学生参加下一次的统考(以下简称统考)。第 i 单位成绩为第 j 级的学生人数为 b_{ij}($i=1,2,\cdots,L$, $j=1,2,\cdots,N$),得到一新数据矩阵 B:

$$B=\begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} & \cdots & b_{1N} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} & \cdots & b_{2N} \\ & & & \vdots & \\ b_{L1} & b_{L2} & b_{L3} & \cdots & b_{LN} \end{bmatrix}$$

对 B 阵加以分解,得到第 k 单位($k=1,2,\cdots,L$)状态转移矩阵 M^k:

$$M^k=\begin{bmatrix} m_{11}^k & m_{12}^k & \cdots & m_{1N}^k \\ m_{21}^k & m_{22}^k & \cdots & m_{2N}^k \\ & & \vdots & \\ m_{N1}^k & m_{N2}^k & \cdots & m_{NN}^k \end{bmatrix}$$

其中 m_{ij}^k 为第 k 单位入学考为第 i 级而统考为第 j 级的学生数;

进一步可求得第 k 单位状态转移概率矩阵 C^k:

$$C^k=\begin{bmatrix} c_{11}^k & c_{12}^k & \cdots & c_{1N}^k \\ c_{21}^k & c_{22}^k & \cdots & c_{2N}^k \\ & & \vdots & \\ c_{N1}^k & c_{N2}^k & \cdots & c_{NN}^k \end{bmatrix}$$

$$k=1,2,\cdots,L$$

其中 c_{ij}^k 为第 k 单位入学考为第 i 级而统考为第 j 级的概率,即:

$$C_{ij}^k=\frac{m_{ij}^k}{a_{ki}} \qquad i,j=1,2,\cdots,N;\ k=1,2,\cdots,L$$

由于考生入学基础不同,例如,某校入学考为 A 级而统考为 B 级与另一校入学考为 C 级而统考为 B 级,两校的教育质量是不同的。为了公正地评价两校的教育质量,我们提出奖罚加权矩阵 D 如下

$$D=\begin{bmatrix} d_{11} & d_{12} & \cdots & d_{1N} \\ d_{21} & d_{22} & \cdots & d_{2N} \\ & & \vdots & \\ d_{N1} & d_{N2} & \cdots & d_{NN} \end{bmatrix}$$

d_{ij} 的大小由考评部门根据实际情况而定。$d_{ij}>1$ 表示奖励,$d_{ij}<1$ 表示惩罚。d_{ij} 大小的确定通常有两种方法: 1) 主观赋权法,2) 客观赋权法。前者是一类根据人们主观上对各指标的重视程度来决定权数的方法。常用的有专家调查法,两两比较法,AHP 法等。后者所依据的原始信息直接来源于客观环境,它根据各指标间的联系程度或各指标提供的信息来决定指标的权数,常用的有因子分析法,熵值法。

定义教育质量评价指标 E^k:

$$E^k = \left(\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} c_{ij}^k d_{ij}\right) / q$$

q 为 C^k 矩阵中非全零的行数。

显然, E^k 越大越好。该质量评价指标着重于学生的进步, 而不是单纯地看分数。

3　评价实例及讨论

本文数据摘自文献[1]中某市四所重点中学, 共 893 人的高中入学成绩和 94 年的高考成绩。高中入学考中 500 分以上者定为 1 级, 470- 499 分为 2 级, 460- 469 分为 3 级, 360- 459 分为 4 级, 360 分以下为 5 级。

可得原始数据矩阵 A 为

$$A = \begin{bmatrix} 65 & 39 & 105 & 19 & 7 \\ 9 & 35 & 8 & 150 & 24 \\ 7 & 13 & 4 & 84 & 6 \\ 75 & 104 & 43 & 62 & 0 \end{bmatrix}$$

94 年高考中 550 分以上者为 1 级, 525- 549 分为 2 级, 497- 524 分为 3 级, 480- 496 分为 4 级, 480 分以下者为 5 级, 则据文献[1]表 4 得一新数据矩阵 B 为

$$B = \begin{bmatrix} 24 & 36 & 97 & 83 & 32 \\ 16 & 32 & 87 & 66 & 25 \\ 9 & 17 & 54 & 28 & 6 \\ 55 & 83 & 79 & 39 & 28 \end{bmatrix}$$

据文献[1]表 5 中的数据, 按本文所述方法, 可得状态转移矩阵

$$M^1 = \begin{bmatrix} 16 & 23 & 19 & 6 & 1 \\ 5 & 9 & 20 & 2 & 3 \\ 3 & 3 & 47 & 35 & 17 \\ 0 & 1 & 7 & 40 & 5 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 6 \end{bmatrix} \qquad M^2 = \begin{bmatrix} 5 & 4 & 0 & 0 & 0 \\ 6 & 22 & 4 & 2 & 1 \\ 1 & 3 & 3 & 1 & 0 \\ 4 & 3 & 71 & 58 & 14 \\ 0 & 0 & 9 & 5 & 10 \end{bmatrix}$$

$$M^3 = \begin{bmatrix} 6 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 3 & 9 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 4 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 53 & 27 & 2 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 4 \end{bmatrix} \qquad M^4 = \begin{bmatrix} 29 & 34 & 10 & 2 & 0 \\ 21 & 41 & 27 & 11 & 4 \\ 4 & 5 & 24 & 7 & 3 \\ 1 & 3 & 18 & 19 & 21 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

由以上 A, B, M 矩阵可求得状态转移概率矩阵 C:

$$C^1 = \begin{bmatrix} 16/65 & 23/65 & 19/65 & 6/65 & 1/65 \\ 5/39 & 9/39 & 20/39 & 2/39 & 3/39 \\ 3/105 & 3/105 & 47/105 & 35/105 & 6/105 \\ 0/19 & 1/19 & 7/19 & 6/19 & 5/19 \\ 0/7 & 0/7 & 1/7 & 0/7 & 6/7 \end{bmatrix}$$

$$C^2 = \begin{bmatrix} 5/9 & 4/9 & 0 & 0 & 0 \\ 6/35 & 22/35 & 4/35 & 2/35 & 1/35 \\ 1/8 & 3/8 & 3/8 & 1/8 & 0 \\ 4/150 & 3/150 & 71/150 & 58/150 & 14/150 \\ 0 & 0 & 9/24 & 5/24 & 10/24 \end{bmatrix}$$

$$C^3=\begin{bmatrix} 6/7 & 1/7 & 0 & 0 & 0 \\ 3/13 & 9/13 & 1/13 & 0 & 0 \\ 0 & 4/4 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 2/84 & 53/84 & 27/84 & 2/84 \\ 0 & 1/6 & 0 & 1/6 & 4/6 \end{bmatrix}$$

$$C^4=\begin{bmatrix} 29/75 & 34/75 & 10/75 & 2/75 & 0 \\ 21/104 & 41/104 & 27/104 & 11/104 & 4/104 \\ 4/43 & 5/43 & 24/43 & 7/43 & 3/43 \\ 1/62 & 3/62 & 18/62 & 9/62 & 21/62 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

应用熵权法可得奖惩矩阵 D 如下:

$$D=\begin{bmatrix} 1 & 0.9 & 0.8 & 0.7 & 0.6 \\ 1.1 & 1 & 0.9 & 0.8 & 0.7 \\ 1.2 & 1.1 & 1 & 0.9 & 0.8 \\ 1.3 & 1.2 & 1.1 & 1 & 0.9 \\ 1.4 & 1.3 & 1.2 & 1.1 & 1 \end{bmatrix}$$

计算评价指标 E:

$$E^1=\left(\sum_{i=1}^{5}\sum_{j=1}^{5}c_{ij}^1 * d_{ij}\right)/5=0.846$$

$$E^2=\left(\sum_{i=1}^{5}\sum_{j=1}^{5}c_{ij}^2 * d_{ij}\right)/5=1.230$$

$$E^3=\left(\sum_{i=1}^{5}\sum_{j=1}^{5}c_{ij}^3 * d_{ij}\right)/5=1.040$$

$$E^4=\left(\sum_{i=1}^{5}\sum_{j=1}^{5}c_{ij}^4 * d_{ij}\right)/5=0.9730$$

显然 $E^2>E^3>E^4>E^1$

从以上计算可以看到, 上述四校教育质量从高到低的排序是Ⅱ, Ⅲ, Ⅳ, Ⅰ。其中Ⅲ, Ⅳ两校教育质量处于同一挡次, Ⅱ校最优, Ⅰ校最差。排序结果与文献[1]完全一致, 但方法比文献[1]简单得多。

4 结论

本文所述的教育质量评价方法克服了以往只注重升学率而忽视入学基础的偏面性, 它把过程与结果统一起来, 在承认学生入学基础存在差异的前提下, 比较客观公正地评价学校或教师个体的教学水平。这种评价方法有利于调动学校和教师的积极性。与文[1]相比, 本方法简便得多。

参 考 文 献

1 李建宁. 齐次马尔柯夫链分析法在教学效率评价中的应用. 系统工程理论与实践, 1996, 16(3): 67- 72
2 郭显光. 多指标综合评价中权数的确定. 数量经济技术与研究, 1989(11)
3 郭耀煌. 综合评价与排序. 系统工程理论与实践, 1990, 8(2)
4 唐五湘, 陈一青. 确定经济规模的熵权双基点法. 技术经济, 1995(7)