

基于 GEAHP 模糊综合评判的教学质量评价系统*

全雪峰

(南阳医学高等专科学校 网络中心, 河南 南阳 473061)

摘要: 提出一种群体可拓层次分析法确定评价指标的权重以解决指标权重不确定问题, 用模糊综合评判法进行综合评价以解决评价数据模糊性问题。在此基础上, 设计了教学质量评价体系的体系结构、功能模块、后台数据库系统, 研究了系统实现的主要技术, 解决了 C/S 和 B/S 混合模式下编程问题和数据库安全性问题。实例分析证明了评价系统的有效性。

关键词: 群体可拓层次分析法; 模糊综合评判; 教学质量; 评价系统

中图分类号: TP315

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2011)11-0073-03

Teaching quality evaluation system based on GEAHP fuzzy comprehensive evaluation

Quan Xuefeng

(Network Center, Nanyang Medical College, Nanyang 473061, China)

Abstract: Presented a method of group extension analytical hierarchy process to determine the weights to solve the uncertainty of index weight, and used fuzzy comprehensive evaluation method to solve fuzzy problems. On this basis, designed the teaching quality evaluation system architecture, function modules and back-end database system. Researched the main technology of system realizes, solved the C/S and B/S mixed mode system programming problem and database security problems. The example analysis proves the effectiveness of evaluation system.

Key words: group extension analytical hierarchy process; fuzzy comprehensive evaluation; teaching quality; evaluation system

高校的中心工作是教学, 如何客观真实地对教师教学质量进行评价, 提高教师工作的积极性, 从而提高学校的整体教学质量, 是高校教学管理的一个重要内容。在教学质量评价过程中, 由于不同的评价主体的个人经历、知识水平等不同, 以及不同的评价指标在反映总的评价目标——教学质量时所占分量也不尽相同, 因此, 对不同的评价主体及不同的评价指标不能赋予相等的权重。另外, 评价结果如果按优秀、良好、中等、合格和不合格来划分, 这些等级本身就是一些模糊概念, 相互之间没有绝对分明的界限, 因此不能给教师的教学质量以真实的评价。

高洁等人在层次分析法 AHP (Analytical Hierarchy Process) 的基础上, 结合可拓集合理论, 提出可拓层次分析法 EAHP (Extension Analytical Hierarchy Process)^[1]。利用该方法可以解决在相对重要性程度不确定时, 如何构造 AHP 判断矩阵。由于在利用 EAHP 构造判断矩阵时,

涉及到判断矩阵的集结问题, 参考文献[1]中给出的是利用算术平均法对不同专家的判断矩阵进行集结。这种方法实际上认为专家组中每个专家的权重是相等的。

针对教学评价的复杂性, 本文利用群组决策特征根法^[2], 提出一种群体可拓层次分析法 GEAHP (Group Extension Analytical Hierarchy Process), 确定各评价主体及评价指标的权重, 利用模糊综合评判法得出评价结果。该系统以 Firebird 数据库作为数据库管理系统, 采用可视化程序开发工具 Delphi2007 进行开发, 采用 B/S 与 C/S 混合模式。

1 GEAHP 模糊综合评判教学质量评价模型

1.1 建立教学质量评价指标体系

结合本校实际情况所建立的评价指标体系如图 1 所示。在该指标体系中, 同行专家和同行教师的子指标相同, 区别在于其相对于总目标——教学质量评价的权重不同。

* 基金项目: 河南省教育科学“十一五”规划 2010 年课题([2010]-JKGHAG-0438)



图1 教学质量评价指标体系

1.2 数据预处理

样本数据 $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, 其中 $x_i = \{x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ip}\}$, 对 x_{ij} 进行归一化处理^[3] $y_{ij} = (x_{ij} - \bar{x}_j) / S_j$, 得到归一化后的样

本矩阵 $Y = (y_{ij})_{n \times p}$. 此处, $\bar{x}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{ij}$, $S_j = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)^2}$, $i=1, 2, \dots, n, j=1, 2, \dots, p$; n 为样本个数, p 为样本属性个数, x_{ij} 为所有评价者选择评语集中某一元素的人数所占百分比。进行归一化的目的是消除量纲的不合理影响。

1.3 GEHP 法确定评价指标的权重

1.3.1 构建可拓判断矩阵

聘请若干专家基于某一准则对第 $k-1$ 层的某一个指标, 同第 k 层全部与之有关的指标两两相比较, 利用可拓区间数表示出它们的相对重要程度, 从而构造出一个可拓判断矩阵 A 。

$A = \{a_{ij}\}_{n \times n}$ 是一正互反矩阵, 且在 $i \neq j$ 时, $a_{ij} = \langle a_{ij}^-, a_{ij}^+ \rangle$ 是一可拓区间数, 即:

$$a_{ii} = 1, a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}} = \langle \frac{1}{a_{ji}^+}, \frac{1}{a_{ji}^-} \rangle \quad (1)$$

$$i=1, 2, \dots, n, j=1, 2, \dots, n$$

其中, a_{ij}^+, a_{ij}^- 分别为判断矩阵第 i 行第 j 列可拓区间元素的上下端点。

为了把可拓判断矩阵 A 中的每个元素定量化, 可拓区间数的中值 $(a_{ij}^- + a_{ij}^+) / 2$ 采用传统层次分析法中 Saaty 提出的 1-9 标度中的整数。

1.3.2 计算可拓判断矩阵和权重矢量

对由某一专家给出的可拓判断矩阵 $A = \langle A^-, A^+ \rangle$,

其中 A^- 为区间下端点构成的矩阵, A^+ 为区间上端点构成的矩阵, 求其满足一致性条件的权重矢量的步骤如下^[1,4-5]:

(1) 求 A^-, A^+ 的最大特征值所对应的具有正分量的归一化特征矢量 x^-, x^+ 。

(2) 由 $A^- = (a_{ij}^-)_{n \times n}, A^+ = (a_{ij}^+)_{n \times n}$, 计算 k 和 m 的值:

$$k = \sqrt{\sum_{j=1}^n \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^n a_{ij}^+} \right)} \quad (2)$$

$$m = \sqrt{\sum_{j=1}^n \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^n a_{ij}^-} \right)}$$

式中, k 和 m 分别为满足 $0 < k x^- \leq m x^+$ 的全体正实数; $i, j=1, 2, \dots, n$ 。

(3) 判断矩阵的一致性。如果 $0 \leq k^- \leq 1 \leq m$, 说明可拓区间判断矩阵的一致性较好。如果一致性程度太低, 则应请专家重新判断, 直到满足要求为止。

(4) 按下式求出权重矢量:

$$S^k = (S_1^k, S_2^k, \dots, S_n^k)^T = \langle kx^-, mx^+ \rangle \quad (3)$$

式中 S_n^k 为第 k 层第 n 个因素对上一层的某一因素的可拓区间权重。

1.3.3 层次单排序

设 $S_i = \langle S_i^-, S_i^+ \rangle, S_j = \langle S_j^-, S_j^+ \rangle$, 其中 $S_i^-, S_i^+, S_j^-, S_j^+$ 表示两个单层权重矢量可拓区间数的上下端点。用 $V(S_i, S_j)$ 表示 $S_i \geq S_j$ 的可能性程度, 则

$$V(S_i \geq S_j) = \begin{cases} P'_i = 1 & i=j \\ \frac{2(S_i^+ - S_j^-)}{(S_j^+ - S_j^-)(S_i^+ - S_i^-)} & i \neq j \end{cases} \quad (4)$$

式中, $i, j=1, 2, \dots, n$; P'_i 表示第某层上第 i 个因素对上一层上的某个因素的单排序。经归一化处理得到的

技术与方法 Technique and Method

$P=(P'_1, P'_2, \dots, P'_n)^T$ 表示某层上各因素对上一层上的某个因素的单排序权重向量。

1.3.4 根据特征根植计算综合权重

当得到所有专家关于第 k 层上各因素对其上一层某个因素的单排序 $P^k (t=1, 2, \dots, T, T$ 为参与决策的专家总数) 以后, 得到矩阵 $P^k=(P^k_1, P^k_2, \dots, P^k_T)^T$, 令

$$W^k=p^k(p^k)^T \quad (5)$$

由群组决策特征根法^[2]可知, W^k 的最大特征根对应的特征向量即是最优决策结论, 也即综合了所有专家判断的关于第 k 层上全体因素对其上一层某因素的综合单排序。将 W^k 归一化处理之后, 即可得到第 k 层上各因素对其上一层某因素的权重。

1.4 基于模糊综合评判法评价教学质量

模糊综合评判的主要思路是: 在确定评价因素的评价等级标准(评语集)和权重的基础上, 运用模糊集合变换原理, 以隶属度描写各因素的模糊界线, 构造模糊评判矩阵, 通过多层的复合运算, 最终确定评价对象所属等级。具体步骤可参考文献[6]。

为了方便比较, 需要将评价结果等级量化。本系统对评语集 V 中的每个由语言值表示的等级以一个实数表示, 例如对评语集 $V=\{\text{优秀, 良好, 一般, 较差, 很差}\}$, 规定其对应的等级分数为 $F=(0.95, 0.85, 0.70, 0.60, 0.40)$, 然后按 $z=CF^T \times 100$ 计算最终的综合评分。其中, C 为归一化后的模糊综合评判结果。

2 GEHP-模糊综合评判教学质量评价系统设计

2.1 系统体系结构

系统采用 C/S 与 B/S 相结合的模式。其中, B/S 应用系统用于评价数据采集和评价结果查询, C/S 应用系统主要负责对评价数据进行整理和分析等处理。

2.2 系统功能设计

系统功能从逻辑上分为 8 个主要组成部分: 系统维护、系统登录、在线评价、数据分析、数据输出、信息查询、信息维护和帮助。

系统维护模块负责用户管理、指标维护和评价时间设置。指标维护包括设置评价指标和确定指标权重, 以增强系统的通用性。考虑到系统的安全性, 在用户管理中, 本系统将用户分为 6 个级别: 系统管理员、评价员、学校领导、专家、教师以及学生; 系统登录模块负责用户登录管理, 用户在成功登录之后进入相应的权限模块, 其中专家、教师和学生只能从 Web 端进入系统; 在线评价模块用于采集评价数据, 不同的评价主体其评价界面不同; 数据分析模块用于评价数据预处理和模糊综合评价; 数据输出模块负责将评价结果以电子表格的方式或报表方式输出; 信息查询模块中可以查看评价结果和教师及学生信息, 其主要用户为教师和学校领导; 信息维护模块中负责教师信息、学生信息以及课程信息的维护, 以便与学校的教务系统数据相一致; 帮助模块给出

本系统的使用方法, 方便用户使用。

2.3 数据库设计

根据系统需要进行系统数据库设计, 主要包含以下数据表: 用户表(YHB); 教师信息表(JSXXB); 学生信息表(XSXXB); 课程信息表(KCXXB); 评价主体信息表(PJZTXXB); 评价指标信息表(PJZBXXB); 评价结果表(PJJGB)。

2.4 系统实现的主要技术

本系统采用 Firebird 数据库作为后台数据库管理系统, 提供统一的数据管理功能, 同时采用 Delphi2007 进行前台开发。

2.4.1 数据库访问方法

ZeosDBO 是 ZeosLib 开发组所开发的一个数据库中间件, 本系统使用其中的 TZConnection 组件进行数据连接, 使用 TZQuery 组件进行查询, 并将 TZConnection 组件的连接字符串存放于一个配置文件中, 以方便系统部署。

2.4.2 B/S 应用开发方法

本系统使用 IntraWeb 进行 B/S 应用开发, 将应用程序编译成 .dll 文件, 以 Windows 中的 IIS 作为服务器, 通过 IIS 发布后, 用户就可以通过浏览器访问了。

2.4.3 系统安全设计

为了确保系统的安全, 本系统从以下几方面进行了设计:

- (1) 后台数据库。对不同用户给予不同的权限, 确保未经授权用户不能访问数据资源。为了提高系统的安全性, 还提供数据库物理备份/恢复、镜像备份/恢复功能。
- (2) 用户操作。提供了用户权限认证、登录和系统日志管理等机制, 实现对用户操作安全控制和操作行为的有效追踪。
- (3) 网络管理。系统通过 IP 地址识别和过滤方式, 防止非法用户攻击系统。

3 实例应用

为了验证本系统所提评价模型的有效性, 邀请 5 位主管领导、7 位同行专家、8 位同行教师以及 50 位学生, 采用本文所设计的评价系统对 6 名教师进行了评价, 同时采用 AHP 确定指标权重, 用模糊综合评判法对这 6 名教师也进行了评价, 结果如表 1 所示。

表 1 教学质量评价结果

评价方法	参评教师					
	教师 1	教师 2	教师 3	教师 4	教师 5	教师 6
方法 1	86.5	87.27	83.9	86.23	84.73	90.5
方法 2	85.55	88.2	84.75	85.37	84.25	89.75

注: 方法 1: AHP 模糊综合评判法(未进行数据预处理); 方法 2: 本文所用评判法

从表 1 可以看出, 两种评价方法所得结果基本吻

合,两种方法都认为教师 6 教学质量最好,其次是教师 2,但在认为谁是教学质量相对最差的教师时,却出现分歧。本文认为,采用 GEHP 确定权重方法,克服了在权重赋值时,由于指标相对重要程度的不确定性和专家本身的主观因素而造成的偏差,其结果更客观一些。

如何客观公正地进行教学质量评价是目前各高校所面临的一个重要问题。本文将群体可拓层次分析法和模糊综合评判法有机地融合到一起,建立了一种新的教学质量评价模型,并在此模型的基础上设计了一种基于 C/S 和 B/S 混合模式的教学质量评价系统。通过实例验证,本文所提出的评价模型是有效的,评价结果客观、公正,所设计的评价系统使用起来方便、灵活,可以帮助学校管理人员和教师改善教学质量,提高教学水平。

参考文献

- [1] 高洁, 盛昭瀚. 可拓层次分析法研究 [J]. 系统工程, 2002, 20(5): 6-11.
- [2] 邱苑华. 群组决策特征根法 [J]. 应用数学和力学, 1997, 18(11): 1027-1031.

- [3] 王洪春, 彭宏. 一种基于主成分分析的异常点挖掘方法 [J]. 计算机科学, 2007, 34(10): 192-194.
- [4] 王桂萍, 贾亚洲, 周广文. 基于模糊可拓层次分析法的数控机床绿色度评价方法及应用 [J]. 机械工程学报, 2010, 46(3): 141-147.
- [5] 王振, 刘茂. 应用区间层次分析法 (IAHP) 研究高层建筑火灾安全因素 [J]. 安全与环境学报, 2006, 6(1): 12-15.
- [6] 任之光, 张彦通, 李学迪. 模糊综合评判法在高校教学评估中的应用 [J]. 科学技术与工程, 2006, 6(15): 2397-2401.

(收稿日期: 2011-01-06)

作者简介:

全雪峰, 男, 1969 年生, 工程师, 硕士研究生, 主要研究方向: 智能信息处理技术。

电子技术应用网
APPLICATION OF ELECTRONIC TECHNIQUE
www.chinaAET.com