

# 基于 AHP 研究法的网络课程评价

赵利明<sup>1</sup> 祁乐珍<sup>2</sup>

(1.甘肃广播电视大学,甘肃兰州 730030 2.西北师范大学,甘肃兰州 730070)

[摘要] 本文通过层次分析法(AHP)在网络课程评价中的应用,实现了评价过程中定性分析与定量分析的有机结合,采取 A.L. Saaty 1-9 及其倒数的标度方法确定权重,从而使大量多因素问题得到相对科学的解决,得出比较科学、客观、公正的结果。

[关键词] 层次分析法;网络课程;评价体系

《远程教育杂志》2007 年第 3 期(总第 180 期)《网络课程模糊综合评价》一文<sup>[1]</sup>通过对网络课程评价的界定,根据“网络课程评价规范”确定的指标体系,采用了定性和定量相结合的方法,依据模糊评价的相关理论和方法,实现了对网络课程的综合评价,对解决网络课程中定性评价与定量评价难以适度结合这一难题有很大的参考作用。王会霞、刘志军的这篇文章结构严谨、思路清晰,在实际教学中起到了很好的指导作用。

笔者将此文运用到实践教学中,果然收获颇多。在受益的同时,笔者也慎思了另一种可以辅助网络课程评价的工具——层次分析法(AHP 法)。利用层次分析法建立数学模型其优点是简化了繁琐的计算过程,并且通过求一致性检验的结果( $RI < 0.10$ )对最初的判断矩阵进行不断调整,可以降低定性评价的误差。

## 一、网络课程评价的指标体系

网络课程评价是一个综合的、多准则的、多因素的复杂问题,目前各类网络课程虽异彩纷呈,但由于缺乏相对明确和统一的标准使得对网络课程的评价处于人人言之有理的状态中,这就导致网络课程评价存在过多的主观性与随意性。为解决这类问题,有必要加强定性评价与定量评价结合的力度,做到对网络课程的评价不仅有“理”而且有“据”。因此,正确选择评价指标,建立指标体系对评价网络课程至关重要。本文主要借鉴王会霞、刘志军老师构建的网络课程评价体系(因建立模型需要,对原评价体系略加变动,详见表 1),在此基础上建立数学模型。

## 二、运用 AHP 法建立数学模型及其应用

### 1. 构造递阶层次结构模型

层次分析法(AHP)将人们的思维过程和主观判断

表 1 网络课程的评价指标体系

目标层	准则层	约束层	评语集				备注
			优	良	中	差	
网络课程评价 A	技术 B <sub>1</sub>	运行环境说明 b <sub>11</sub>					
		安装 b <sub>12</sub>					
		可靠运行 b <sub>13</sub>					
		卸载 b <sub>14</sub>					
		多媒体技术 b <sub>15</sub>					
		兼容性 b <sub>16</sub>					
	界面设计 B <sub>2</sub>	风格统一 b <sub>21</sub>					
		屏幕布局 b <sub>22</sub>					
		易识别性 b <sub>23</sub>					
		导航与定向 b <sub>24</sub>					
		链接标识 b <sub>25</sub>					
		电子书签 b <sub>26</sub>					
	课程内容 B <sub>3</sub>	内容检索 b <sub>31</sub>					
		操作响应 b <sub>32</sub>					
		操作帮助 b <sub>33</sub>					
		课程说明 b <sub>34</sub>					
		内容目标一致性 b <sub>35</sub>					
		科学性 b <sub>36</sub>					
	教学设计 B <sub>4</sub>	内容分块 b <sub>37</sub>					
		内容编排 b <sub>38</sub>					
		内容链接 b <sub>39</sub>					
		资源扩展 b <sub>39</sub>					
		学习目标 b <sub>41</sub>					
		目标层次 b <sub>42</sub>					
学习者控制 b <sub>43</sub>							
内容交互性 b <sub>44</sub>							
交流与协作 b <sub>45</sub>							
动机兴趣 b <sub>46</sub>							
知识引入 b <sub>47</sub>							
媒体选用 b <sub>48</sub>							
实例与演示 b <sub>49</sub>							
学习帮助 b <sub>410</sub>							
练习 b <sub>411</sub>							
练习反馈 b <sub>412</sub>							
追踪评价 b <sub>413</sub>							
结果评价 b <sub>414</sub>							

注:因建立模型需要,将原表中准则层与约束层中各因素的顺序有所调整。

数学化,不仅简化了系统分析与计算工作,而且有助于决策者保持其思维过程的一致性。应用层次分析法首先明确要分析决策的问题,将问题中所包含的因素划分为不同层次,构造出因素之间相互联结的递阶层次结构模型。递阶层次结构一般根据各类因素之间的隶属关系由以下三个层次组成:(1)最高目标层:指问题的预定目标;(2)中间层:表示采取某种措施、方案等来实

现预定总目标所涉及的中间环节,一般又可分为策略层、约束层、准则层等(当因素较多时,可分组归类,一般每组不超过 9 个);(3)最低层:表示要选用的解决问题的各种措施、方案等。

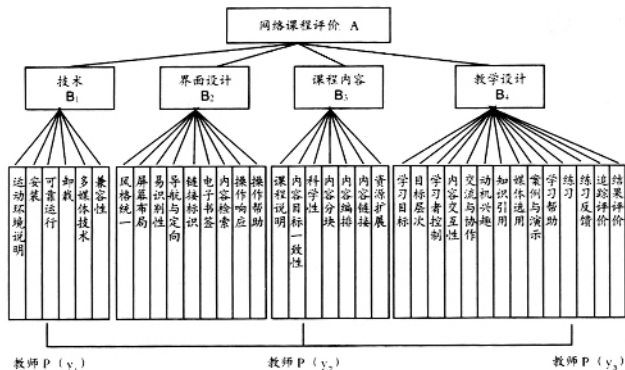


图 1 网络课程评价的逆层次结构模型

### 2.构造判断矩阵

判断矩阵表示针对上一层某元素,本层次与之有关因素之间相对重要性的比较。判断矩阵元素的值反映了人们对各因素相对重要性的认识,一般采用 A.L. Satty 引用的 1-9 及其倒数的标度方法(见表 2)。

表 2 判断矩阵标度及其含义

标度	含义
1	表示两个因素相比,具有同样重要性。
3	表示两个因素相比,一个因素比另一个因素稍微重要。
5	表示两个因素相比,一个因素比另一个因素明显重要。
7	表示两个因素相比,一个因素比另一个因素强烈重要。
9	表示两个因素相比,一个因素比另一个因素极端重要。
2, 4, 6, 8	上述两相邻判断的中值。
倒数	因素 i 与 j 比较得判断 $b_{ij}$ , 则因素 j 与因素 i 比较得判断 $b_{ji} = \frac{1}{b_{ij}}$ 。

该模型中目标层 A 层的因素  $a_k$  与下一层次中  $B_1, B_2, \dots, B_n$  有联系,我们构造的判断矩阵一般取如下形式:

$a_k$	$B_1$	$B_2$	$B_3$	$B_4$
$B_1$	1	1	3	2
$B_2$	1	1	3	2
$B_3$	1/3	1/3	1	1/2
$B_4$	1/2	1/2	2	1

举例而言,若有三位教师参加网络课程的评比,则可以通过对他们的各种情况进行比较,分析他们在准则层 B 层各指标中的优势比例,构造出两两比较矩阵  $B_i$  ( $i=1, 2, \dots$ ):

$$B_1 = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 1 \\ 1/3 & 1 & 1/4 \\ 1 & 4 & 1 \end{bmatrix} \quad B_2 = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 1/2 \\ 1/3 & 1 & 1/4 \\ 2 & 4 & 1 \end{bmatrix}$$

$$B_3 = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1/3 \\ 3 & 1 & 1/4 \\ 3 & 4 & 1 \end{bmatrix} \quad B_4 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1/2 \\ 1 & 1 & 1/2 \\ 2 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

### 3.层次单排序及一致性检验

判断矩阵 A 的特征根问题  $AW = \lambda_{\max} W$  的解 W 经归一化后即为一层次相应因素对于上一层次某因素相对重要性的排序权值,这一过程就是层次单排序。为进行层次单排序的一致性检验,需要计算一致性指标  $CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$ 。平均随机一致性指标的值如表 3 所示。当随机一致性比率  $CR = \frac{CI}{RI} < 0.10$  时,认为层次单排序的结果有满意的一致性,否则需要调整判断矩阵的元素取值。

表 3 RI 的值

1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.0	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45

因此,目标层 A 的判断矩阵中:

$$M_1 = 1 \times 1 \times 3 \times 2 = 6, \quad \bar{W}_1 = \sqrt[4]{6} = 1.565$$

$$M_2 = 1 \times 1 \times 3 \times 2 = 6, \quad \bar{W}_2 = \sqrt[4]{6} = 1.565$$

$$M_3 = 1/3 \times 1/3 \times 3 \times 1/2 = 1/18, \quad \bar{W}_3 = \sqrt[4]{1/18} = 0.485$$

$$M_4 = 1/2 \times 1/2 \times 2 \times 1 = 1/18, \quad \bar{W}_4 = \sqrt[4]{1/2} = 0.841$$

$$\bar{W} = [1.565, 1.565, 0.485, 0.841]^T$$

$$\sum \bar{W}_i = 1.565 + 1.565 + 0.485 + 0.841 = 4.456$$

所以得出权向量为:

$$W = (0.351, 0.351, 0.109, 0.189)^T$$

又知  $RI = 0.90, \lambda_{\max} = 4.08, CI = 0.03$ , 所以,

$$CR = \frac{0.03}{0.90} = 0.03 < 0.10$$

即 A 层的单排序结果具有满意的一致性。

对 B 层 3 位教师层次单排序及一致性检验结果分析如下:

技术 权向量  $W_1 (0.3974, 0.1258, 0.4768)^T, CR = 0.0112$ ;

界面设计 权向量  $W_2 (0.3974, 0.1211, 0.5350)^T, CR = 0.0219$ ;;

课程内容 权向量  $W_3 (0.2548, 0.1338, 0.6114)^T, CR = 0.0202$ ;

教学设计 权向量  $W_4 (0.5714, 0.1429, 0.2857)^T, CR = 0.00$ 。

所有单排序的  $CR < 0.10$ , 因此认为每个判断矩阵的一致性都可以接受。

### 4.层次总排序

计算同一层次所有因素对于最高层(总目标)相对重要性的排序权值,称为层次总排序。这一过程是最高层次到最低层次逐层进行的,若上一层次 A 包含 m 个因素  $A_1, A_2, \dots, A_m$ , 其层次总排序权值分别为  $a_1, a_2, \dots, a_m$ , 下一层次 B 包含 n 个因素  $B_1, B_2, \dots, B_n$ , 它

们对于因素  $A_i$  的层次单排序权值分别为  $b_{1j}, b_{2j}, \dots, b_{ij}$ , (当  $B_k$  与  $A_j$  无联系时,  $B_{kj}=0$ ) 此时 B 层次总排序权值由表 4 给出。

表 4 层次总排序权值

层次 B	层次 A				B 层次总排序权值
	$A_1$	$A_2$	$\dots$	$A_m$	
$B_1$	$a_1$	$a_2$	$\dots$	$a_m$	$\sum_{j=1}^m a_j b_{1j}$
$B_2$	$b_{21}$	$b_{22}$	$\dots$	$b_{2m}$	$\sum_{j=1}^m a_j b_{2j}$
$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$
$B_n$	$b_{n1}$	$b_{n2}$	$\dots$	$b_{nm}$	$\sum_{j=1}^m a_j b_{nj}$

根据  $P(\gamma_i) = \sum_{j=1}^n U_j W_j(\gamma_i)$   $i$  为约束层的因素数,  $U = (U_1, U_2, \dots, U_n)$  为各准则因素的权向量,  $W_j(\gamma_i)$  是每一方案(或约束条件)关于同一准则下的权向量。计算得出:

$$P(\gamma_1) = 0.351 \times 0.3974 + 0.351 \times 0.3439 + 0.109 \times 0.2548 + 0.189 \times 0.5714 = 0.3960.$$

$$P(\gamma_2) = 0.351 \times 0.1258 + 0.351 \times 0.1211 + 0.109 \times 0.1338 + 0.189 \times 0.1429 = 0.1282.$$

$$P(\gamma_3) = 0.351 \times 0.4768 + 0.351 \times 0.5350 + 0.109 \times 0.6114 + 0.189 \times 0.2857 = 0.1282.$$

所以第三位教师的网络课程最佳。

### 三、结语

模糊综合评判法的权重通常是由各专家根据经验给出, 难免带有主观局限性。并且该方法存在两点明显不足: 第一, 只是强调了数据本身, 而忽视了数据之间相互修正, 从而失去了一些潜在的修正信息; 第二, 求矩阵的特征值和特征向量比较繁琐, 直接求解往往很困难。目前为了提高精度, 虽然也想到了用 satty 迭代法, 但这又进一步加大了计算量, 并且需进行一致性检验, 当问题的结构层次很多时, 其复杂程度可想而知。

因此, 本文考虑采用 AHP 法来确定网络课程评估指标的权重。层次分析法重在将定性与定量分析相结

合, 把决策者的经验判断给予量化, 将复杂问题分解为递阶的层次结构, 从最高层到最低层向下起着支配作用, 每一层次都要通过两两比较导出它们包含的元素相对重要性的排序权重, 最后通过层次的递阶关系得到各元素相对于总目标的综合权重。层次分析法把递阶层次、分解综合、逻辑判断统一在树状结构中, 使得人的思维趋于条理化, 使思维决策更为有效。通过层次分析法的使用可以看到, 递阶层次结构的建立有着很大的灵活性和抗干扰性, 当某一个层次包含的元素发生变化时, 对整个层次结构变化的影响是有限的。即使某一层中发生若干判断失误, 对决策目标的影响也比采用非层次决策方法要小得多。

因此, 对于属于多目标决策的网络课程评价系统, 采用 AHP 法不但可以发挥评估人员经验的作用, 而且减少了人为主观臆断带来的偏差, 使得判断过程更为简练精准, 评判结果更为科学实用。

### 【参考文献】

- [1] 汪会霞, 刘志兵. 网络课程模糊综合评价[J]. 远程教育杂志, 2007(3).
- [2] 南国农, 李运林. 电化教育学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1998年.
- [3] 汪莲芬, 许树柏. 层次分析法引论[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 1989年.
- [4] 姜启源. 数学模型[M]. 北京: 高等教育出版社, 1993年.
- [5] 汪正东. 基于素质教育的远程教育课程设计模型[J]. 中国远程教育, 2005(2).
- [6] 祝智庭. 网络教育技术标准研究[J]. 电化教育研究, 2001(8).
- [7] 乔维德. 基于 AHP 的信息技术与课程整合教学能力评价[J]. 远程教育杂志, 2007(5).

### 【作者简介】

赵利明, 助教, 甘肃广播电视大学开放教育学院理工系, 主要从事基础数学研究。  
祁乐珍, 西北师范大学数学与信息科学学院。

The Network courses' Evaluation Based on AHP

Zhao Liming<sup>1</sup> & Qi Lezhen<sup>2</sup>

(1. Gansu Radio & TV University, Lanzhou Gansu 730030; 2. Northwest Normal University, Lanzhou Gansu 730070)

【Abstract】 The application of the Analytic Hierarchy Process (AHP) in the network courses' evaluation, made it come true that qualitative analysis and quantitative analysis' organic integration. Take A. L. Satty 1-9 and the countdown scaling method to determine weight, the large number of multi-factor problem can be solved relatively scientific, drawn more scientific, objective and fair outcome.

【Key words】 Analytic Hierarchy Process; Internet courses; Evaluation system

本文责编 胡智标