

基于粗糙集的一级学科整体水平评估结果评价

孙继红¹, 杨晓江²

(1.南京航空航天大学 经济与管理学院,江苏 南京 210016;2江苏省教育评估院,江苏 南京 210024)

摘 要:采用粗糙集理论,对一级学科整体水平评估结果进行评价,发现评估指标体系设计不合理,导致学科评估的导向性功能不足,需要对评估指标体系进行修改。

关键词:粗糙集理论;一级学科整体水平评估;属性约简;规则提取;评价

中图分类号:G40-058.1

文献标识码:A

文章编号:1001-7348(2009)05-0138-04

0 引言

一级学科整体水平评估是全国学位与研究生教育发展中心于2002年开始的一项学科评估工作,截至2004年完成了第一轮80个一级学科(除军事学门类)的评估工作。此次学科评估强调和突出参评学科点的整体水平,对各参加单位的一级学科的综合水平进行评估并排名^[1]。评估结果在《中国研究生》等媒体上发布后,引起了社会各界的广泛关注。有学者对此次评估指标体系设置的合理性提出了质疑,认为指标体系设计不尽合理,学科评估的导向性功能不足^[2]。评估指标体系设计的合理性与否直接关系到评估结果的可信性。基于此,本文采用粗糙集理论,以2004年教育学一级学科评估的结果为例进行实证分析,试图发现学科评估的一级指标与整体排名之间的一些内在规律,提供一些潜在的、有价值的决策信息,为学科评估建立更合理的评估指标体系提出建设性意见。

粗糙集理论是由波兰学者Z.Pawlak在1982年提出的一种刻画不完整性和不确定性的数学工具,能有效地分析和处理各种不完备信息,并从中发现隐含的知识,揭示数据之间的潜在规律。该理论的最大特点是无需提供问题处理所需的数据集合之外的任何先验信息(如统计学中的概率分布、模糊集理论中的隶属度等),所以对问题的不确定性的描述或处理是比较客观的^[3]。

1 粗糙集理论的基本知识

粗糙集理论是目前数据处理和挖掘技术中比较前沿的理论,有必要在问题分析前简单介绍一下该理论的一些基本知识^[4-6]。

1.1 粗糙集的基本概念

(1)定义1 信息系统。粗糙集理论将我们所讨论的现实个体的具体信息情况用信息系统来表示。设 $S=(U,A,V,f)$ 为一个信息系统,也称为知识表示系统。其中, $S=\{U_1,U_2,\dots,U_m\}$ 为有限非空集合,称为论域对象空间; $A=\{a_1,a_2,\dots,a_m\}$ 为属性的非空有限集合。若 A 中的属性又可分为两个不相交的子集,即条件属性集 C 和决策属性集 $D,A=C\cup D,C\cap D=\emptyset$,则 S 也称为决策表。 $V=UV_a$,其中 $a\in A,V_a$ 为属性 a 的值域; $f:U\times A\rightarrow V$ 为信息函数,对于 $a\in A,x\in U,f(x,a)\in V_a$,它指定了 U 中每一对象的属性值。

(2)定义2 不可分辨关系。粗糙集的主要思想是基于不可分辨关系,每一对象与一些信息相联系,且对象仅能用获得的信息表示。因此,具有相同或相似信息的对象不能被识别。论域的不可分辨对象形成了不可分辨对象的聚类,即知识粒度。用数学语言描述不可分辨关系为:令 $a\in A,x\in U,f(x,a)\in V_a$;对于任一子集在 U 上的不可分辨关系 I 定义为: $I=\{(x,y)\in U\times U:f(x,q)=f(y,q),q\in A\}$,若 $(x,y)\in I$,则称 x 和 y 是不可分辨的。

(3)定义3 粗糙近似。给定一个信息系统 $S=(U,A,V,f),A=C\cup D,X\subseteq U,x\in U$,集合 X 关于 I 的下近似、上近似、负区及边界分别定义为:

$$\begin{aligned} \underline{apr}(X) &= U\{x\in U: I(x)\subseteq X\}, \overline{apr}(X) \\ &= U\{x\in U: I(x)\cap X\neq\emptyset\} \\ neg(X) &= U\{x\in U: I(x)\cap X=\emptyset\}, \\ bnd(X) &= \overline{apr}(X) - \underline{apr}(X) \end{aligned}$$

集合 X 的下近似实际上是由那些根据已有知识判断肯定属于 X 的对象所组成的最大的集合,也称为 X 的正区,记作 $pos(X)$;集合 X 的负区 $neg(X)$ 为根据已有知识判断肯定不属于 X 的对象组成的集合;集合 X 的上近似由

所有与 X 相交非空的等价类的并集组成,即那些可能属于 X 的对象组成的最小集合。集合 X 的边界区 $bnd(X)$ 为集合 X 的上近似与下近似之差。如果 $bnd(X)$ 是空集,则称 X 关于 I 是清晰的;反之,如果 $bnd(X)$ 不是空集,则称集合 X 关于 I 是粗糙的。

1.2 属性约简与核

粗糙集理论所阐述的属性约简是条件属性集相对于决策属性集的约简,即“相对约简”。约简的属性集的分类质量与原属性集的分类质量相同。设论域为 U, R 为一等价关系族, $r \in R, IND$ 是 R 中所有等价关系的交集,若 $U/IND(R)=U/IND(R-\{r\})$,则称 r 在 R 中是可约去的。否则称 r 在 R 中是不可约去的,若 $P=R-\{r\}$ 中的任何元素都是不可约去的,则称 P 为 R 的一个约简。

R 的所有约简的交集称为 R 的核,记为 $Core(R)$,即 $Core(R)=\cap Red(R)$ 。

1.3 决策规则提取

论域中所有条件元素的集合,称为 S (决策表)中的条件类,由 $X_i(i=1,2,\dots)$ 表示;论域中所有决策元素的集合,称为 S 的决策类,用 $Y_i(i=1,2,\dots)$ 表示。 $X_i \cap Y_j = \emptyset$,则有: $\gamma: Des_c(X_i) \Rightarrow Des_D(Y_i)$,称为 (C,D) 的决策规则,表示为 $\{r_{ij}\}$ 。对于 $\forall i,j$,若 $X_i=Y_j$,则规则 γ_{ij} 在 S 中是决策的,否则是非决策的。通过决策规则的提取,就可以发现决策表中条件属性与决策属性之间的隐含关系。

2 对我国一级学科整体水平评估结果的评价

学位与研究生教育发展研究中心将学术队伍、科学研究、人才培养和学术声誉作为 4 个一级指标来对全国各学位授予单位的各个一级学科的整体水平进行评估(其中前 3 项指标是反映一级学科整体实力的),其权值分别为 0.25,0.35,0.25,0.25^[7]。下面以 2004 年教育学一级学科整体水平评估结果为例,采用粗糙集理论对此次评估结果进行具体分析(见表 1)。

表 1 中 4 个分项指标的数据是将客观数据进行(60,100)线性变换得到的;整体水平数据是将 4 个分项指

表 1 0401 教育学一级学科整体水平评估结果^[7]

学位授予单位名称	整体水平		分项指标							
			学术队伍		科学研究		人才培养		学术声誉	
	排名	得分	排名	得分	排名	得分	排名	得分	排名	得分
北京师范大学	1	100.0	1	100.00	1	100.00	1	100.00	1	100.00
华东师范大学	2	96.80	2	99.40	2	95.50	2	94.15	2	99.15
华中师范大学	3	82.80	8	84.00	3	85.82	6	69.15	4	91.65
浙江大学	4	78.90	10	78.34	9	73.52	3	76.78	6	88.25
厦门大学	5	78.70	3	86.67	5	77.90	8	67.16	7	85.32
北京大学	6	78.10	6	84.74	7	75.35	14	62.44	3	92.23
西南师范大学	7	78.00	9	81.35	6	75.45	9	66.97	5	89.69
清华大学	8	76.30	7	84.62	10	72.56	4	69.53	9	81.34
华中科技大学	9	74.10	5	84.83	13	68.14	7	68.84	11	78.53
首都师范大学	10	73.60	12	75.49	11	72.46	5	69.49	12	77.62
西北师范大学	11	72.40	14	72.49	12	69.43	11	64.13	8	84.14
浙江师范大学	12	72.30	4	86.04	8	75.30	19	60.13	15	70.44
西安交通大学	13	70.80	13	74.47	4	79.83	12	64.09	19	63.33
湖南师范大学	14	70.40	16	70.99	14	66.32	10	64.39	10	81.08
河北大学	15	68.70	11	77.13	16	62.58	15	61.89	13	76.70
福建师范大学	16	65.80	18	64.45	15	63.95	17	60.66	14	74.09
内蒙古师范大学	17	64.70	17	69.76	17	62.09	13	63.11	16	65.81
汕头大学	18	63.00	15	71.32	19	61.33	15	61.89	20	60.00
云南师范大学	19	61.80	19	60.80	18	61.94	20	60.00	18	64.18
河南师范大学	20	61.50	20	60.00	20	60.00	18	60.17	16	65.81

注:其中全国具有一级学科博士学位授予权的单位有 6 个,参加评估的有 4 个;具有博士学位授予权的单位有 15 个,参加评估的有 9 个;还有 7 个具有该学科硕士学位授予权的单位也参加了评估。

标根据指标体系权重集,采用加权平均法计算得出的,并按综合得分进行排名。粗糙集理论分析要求,数据必须以类别的形式出现。因此,连续数据必须首先进行离散化处理。本文采用等大小宽度区间法对上述数据进行离散化处理,即将数据分成 4 个等大小的区间(100—90;90—80;80—70;70—60),每个区间取 4 个离散值(1,2,3,4),直观上可理解为优、良、中、差。将分项指标作为条件属性,整体水平作为决策属性,就可以得到决策表(见表 2)。

表 2 是根据粗糙集理论形成的决策表。 U 为论域,即学位授予单位的有限集合, $U=\{x_1,x_2,\dots,x_{20}\}$;条件属性集为学术队伍、科学研究、人才培养和学术声誉,表示为: $C=C\{C_1,C_2,C_3,C_4\}$,条件属性的值域集 V 为 $\{1,2,3,4\}$,分别代表优、良、中、差 4 个等级。决策属性集 D 为整体水平, $D=\{1,2,3,4\}$,分别表示优、良、中、差。本文采用区分矩阵的方法对决策表进行约简。区分矩阵是由波兰数学家 Skowron 提出的,信息系统 S 中关于属性集 C 的区分矩阵 $M(C)=(m_{i,j})_{m \times n}$ 定义为:

$$(m_{i,j}) = \begin{cases} \emptyset \\ \{c \in C: f(x_j, c) \end{cases}$$

表2 离散化后的评估结果数据

学位授予单位 名称(U)	条件属性(C)				决策属性(D)
	学术 队伍	科学 研究	人才 培养	学术 声誉	整体 水平
1 北京师范大学	1	1	1	1	1
2 华东师范大学	1	1	1	1	1
3 华中师范大学	2	2	4	1	2
4 浙江大学	3	3	3	2	3
5 厦门大学	2	3	4	2	3
6 北京大学	2	3	4	1	3
7 西南师范大学	2	3	4	2	3
8 清华大学	2	3	4	2	3
9 华中科技大学	2	4	4	3	3
10 首都师范大学	3	3	4	3	3
11 西北师范大学	3	4	4	2	3
12 浙江师范大学	2	3	4	3	3
13 西安交通大学	3	3	4	4	3
14 湖南师范大学	3	4	4	2	3
15 河北大学	3	4	4	3	4
16 福建师范大学	4	4	4	3	4
17 内蒙古师范大学	4	4	4	4	4
18 汕头大学	3	4	4	4	4
19 云南师范大学	4	4	4	4	4
20 河南师范大学	4	4	4	4	4

若 $x_i, x_j \in D$ 为同一个等价类, 则取 \emptyset ; 若 $x_i, x_j \in D$ 为不同等价类, 则取下值。 $M(C) = (m_{i,j})_{non}$ 代表了区分 x_i, x_j 的完整信息。具体方法是将初始信息表中决策属性值不同的行两两进行各属性比较, 将两行中对应属性值不同的属性名

存入矩阵中。核是区分矩阵中所有单个元素组成的集合, 约简是在上面生成的区分矩阵和核的基础上求得的。具体分析过程如下:

(1) 计算区分矩阵。根据上述区分矩阵的定义, 可得到表2的区分矩阵(见表3)。

(2) 由区分矩阵求核。核是由区分矩阵内仅含单个元素的单元中的元素构成的集合。由表3可以得到核 $Core = \{C_1, C_2, C_4\}$ 。

(3) 属性约简。决策表属性约简的完整步骤如下: ①将初始数据进行处理, 转换成决策表; ②计算区分矩阵; ③求核; ④将区分矩阵中所有包含核的单元置空; ⑤再寻找区分矩阵中出现频率最高的属性, 将其并入约集中, 同时将包含该属性的区分矩阵单元置空。如此循环, 直至区分矩阵中的所有单元为空。根据上述步骤, 最后得到属性约集为: $\{C_1, C_2, C_4\}$ 。约简后的决策表见表4。

(4) 决策规则提取。根据表4, 表中“-”表示可取任意值, 可以看到, 人才培养属性已经被约简掉。得到如下决策规则: ①如果学术队伍为优, 则整体水平为优; ②如果学术队伍为良且科学研究为良, 则整体水平为良; ③如果学术队伍为差, 则整体水平为差; ④如果学术队伍为良且科学研究为中或差, 则整体水平为中; ⑤如果学术队伍为中且科学研究为中且学术声誉为中, 则整体水平为中; ⑥如果学术队伍为中且科学研究为差且学术声誉为中, 则整体水平为差; ⑦如果学术队伍为中且科学研究为中, 则整体水平为中; ⑧如果学术队伍为中且科学研究为差且学术声誉为中, 则整体水平为差; ⑨如果学术队伍为中且科学研究为差且学术声誉为良, 则整体水平为中。

由简化后的决策表4以及上述9条规则, 可以得出以下结论: ①人才培养指标对一级学科整体水平的判定结

表3 表2的区分矩阵

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
3	$C_1C_2C_3$	$C_1C_2C_3$												
4	$C_1C_2C_3C_4$	$C_1C_2C_3C_4$	$C_1C_2C_3C_4$											
5	$C_1C_2C_3C_4$	$C_1C_2C_3C_4$	C_2C_4											
6	$C_1C_2C_3$	$C_1C_2C_3$	C_2											
7	$C_1C_2C_3C_4$	$C_1C_2C_3C_4$	C_2C_4											
8	$C_1C_2C_3C_4$	$C_1C_2C_3C_4$	C_2C_4											
9	$C_1C_2C_3C_4$	$C_1C_2C_3C_4$	C_2C_4											
10	$C_1C_2C_3C_4$	$C_1C_2C_3C_4$	$C_1C_2C_4$											
11	$C_1C_2C_3C_4$	$C_1C_2C_3C_4$	$C_1C_2C_4$											
12	$C_1C_2C_3C_4$	$C_1C_2C_3C_4$	$C_1C_2C_4$											
13	$C_1C_2C_3C_4$	$C_1C_2C_3C_4$	$C_1C_2C_4$											
14	$C_1C_2C_3C_4$	$C_1C_2C_3C_4$	$C_1C_2C_4$											
15	$C_1C_2C_3C_4$	$C_1C_2C_3C_4$	$C_1C_2C_4$	$C_2C_3C_4$	$C_1C_2C_4$	$C_1C_2C_4$	$C_1C_2C_4$	$C_1C_2C_4$	C_1	C_2	C_4	C_1C_2	C_2C_4	C_4
16	$C_1C_2C_3C_4$	$C_1C_2C_3C_4$	$C_1C_2C_4$	$C_1C_2C_3C_4$	$C_1C_2C_4$	$C_1C_2C_4$	$C_1C_2C_4$	$C_1C_2C_4$	C_1	C_1C_2	C_1C_4	C_1C_2	$C_1C_2C_4$	C_1C_4
17	$C_1C_2C_3C_4$	$C_1C_2C_3C_4$	$C_1C_2C_4$	$C_1C_2C_3C_4$	$C_1C_2C_4$	$C_1C_2C_4$	$C_1C_2C_4$	$C_1C_2C_4$	C_1C_4	$C_1C_2C_4$	C_1C_4	$C_1C_2C_4$	C_1C_2	C_1C_4
18	$C_1C_2C_3C_4$	$C_1C_2C_3C_4$	$C_1C_2C_4$	$C_2C_3C_4$	$C_1C_2C_4$	$C_1C_2C_4$	$C_1C_2C_4$	$C_1C_2C_4$	C_1C_4	C_4	$C_1C_2C_4$	C_2	C_4	
19	$C_1C_2C_3C_4$	$C_1C_2C_3C_4$	$C_1C_2C_4$	$C_1C_2C_3C_4$	$C_1C_2C_4$	$C_1C_2C_4$	$C_1C_2C_4$	$C_1C_2C_4$	C_1C_4	$C_1C_2C_4$	C_1C_4	$C_1C_2C_4$	C_1C_2	C_1C_4
20	$C_1C_2C_3C_4$	$C_1C_2C_3C_4$	$C_1C_2C_4$	$C_1C_2C_3C_4$	$C_1C_2C_4$	$C_1C_2C_4$	$C_1C_2C_4$	$C_1C_2C_4$	C_1C_4	$C_1C_2C_4$	C_1C_4	$C_1C_2C_4$	C_1C_2	C_1C_4

表4 约简后的决策表

对象	条件属性			决策属性
	学术队伍	科学研究	学术声誉	整体水平
1	1	-	-	1
2	2	2	-	2
3	3	3	2	3
4	2	3	2	3
5	2	3	1	3
6	2	4	3	3
7	3	3	3	3
8	3	4	2	3
9	2	3	3	3
10	3	3	4	3
11	3	4	3	4
12	4	-	3	4
13	4	-	4	4
14	3	4	4	4

果,不起作用;②用来判定一级学科整体水平的学术队伍、科学研究和学术声誉3个指标之间存在较大的相关性;③学位授权点整体水平如何主要取决于学术队伍和科学研究的评价情况。

3 对结果的分析与讨论

通过采用粗糙集理论,以2004年教育学一级学科整体水平评估结果为例,对学位与研究生教育发展中心进行的全国一级学科整体水平评估工作进行实证分析,发现此次评估存在以下问题:

(1)一级学科整体水平应当是学科授予单位科研能力和人才培养的综合体现,但此次评估中,人才培养的因素未能在整体水平排名中得到体现。开展一级学科整体水平评估,目的是推动博士、硕士学位授权点的建设和发展,提高研究生培养和学位授予质量,增强我国研究生教育和学位工作的国际竞争力;宣传学科建设和学位与研究生教育成果,扩大学位与研究生教育的社会影响力,发挥社会舆论监督作用;引入竞争,激发活力,使各个学科点找准自己的优势和差距,明确建设目标;为社会人才流动,学生求学和就业提供有关信息;为政府教育主管部门提供决策依据^[8-9]。现在根据评估的结果来看,一级学科整体水平排名仍然是科研能力的体现,提高研究生培养和学位授予质量在评估指标体系中未能得到体现,这是一个亟

待解决的问题。这一问题解决不好,容易误导学位授予单位为了追求好的排名,更加注重科研而轻视或忽略人才的培养,不利于学科授予单位人才培养质量的提高。

(2)指标体系之间的相关性较大。评估指标体系中的指标,有些是相关的,有些是独立的。独立指标能提供互补的信息,应当加以保留;而相关性的指标则会产生冗余信息,增加评估的工作量。科研能力和人才培养是反映一级学科整体水平的两个独立的指标。按照粗糙集理论,约简后的决策表中却将人才培养指标约简去了。保留的学术队伍、科学研究和学术声誉是反映科研能力的指标,三者之间的相关性较大。因此,学科评估单位应当认真考虑其评估指标体系的合理性。

4 结语

本文将粗糙集理论应用于一级学科整体水平评估结果的评价上,发现学科评估指标体系尚存在一些不合理的地方,最终的排名结果与开展一级学科整体水平评估的目的不一致。评估单位应当考虑对指标体系进行适当的修改,建立更加科学、客观的评估指标体系,以更好地达到一级学科整体水平评估的目的,为推动我国学位与研究生教育的发展发挥正确的导向作用。

参考文献:

- [1] 周学军,王战军.全国一级学科整体水平评估及思考[J].中国软科学,2003(3):127-130.
- [2] 朱允卫,易开刚.目前我国一级学科评估中存在的问题及对策[J].中国高教研究,2004(12):28-30.
- [3] PAWLAK Z. Rough Sets: Theoretical Aspects of Reasoning about Data[M]. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1992.
- [4] 刘同明.数据挖掘技术及其应用[M].北京:国防工业出版社,2001.
- [5] 曾黄麟.粗糙集理论及其应用[M].重庆:重庆大学出版社,1996.
- [6] 张文修,吴志伟,梁吉业,等.粗糙集理论与方法[M].北京:科学出版社,2001.
- [7] 学位与研究生教育评估所.学科评估2004年排名揭晓[J].中国研究生,2004(5):4-15.
- [8] 何万宁.论我国高校的分类、选优与排序[J].黑龙江高教研究,2000(4):18-20.
- [9] 吴福光.积极面对高校合并与大学排名[J].教育导刊,2000(12):6-7.

(责任编辑:赵贤瑶)