

基于专家可信度和灰色关联度方法的科技期刊评价系统

刘志强¹, 曾红卫²

(1. 上海大学期刊社, 上海 200444)
(2. 上海大学计算机工程与科学学院, 上海 200444)

[摘要] 提出了基于专家可信度和灰色关联度方法的科技期刊动态评价体系,建立了开放式的期刊指标重要性数据库(专家调查表)、专家信息(专家可信度)数据库、期刊定量和定性指标信息数据库以及期刊综合评价系统. 在计算期刊指标权重时,通过可信度算法,结合简化的 Delphi 法,把专家对指标重要性的定性回答给以定量的计算,最终得出期刊的各个指标权重. 在最终评价科技期刊影响力时,应用灰色系统理论,结合灰色关联度算法,计算出各种科技期刊的综合指数.

[关键词] 灰色理论,期刊评价,灰色关联度,专家可信度

[中图分类号] TP319; G237.5 [文献标志码] A [文章编号] 1001-4616(2013)01-0142-06

Sci-Tech Periodical Evaluation System Based on Expert Credibility and Grey Correlation Degree Method

Liu Zhiqiang¹, Zeng Hongwei²

(1. Periodicals Agency, Shanghai University, Shanghai 200444, China)
(2. School of Computer Engineering and Science, Shanghai University, Shanghai 200444, China)

Abstract: The paper proposes the sci-tech periodical dynamic evaluation system based on expert credibility and grey correlation degree method, and builds a database (expert database) including open periodical index importance, expert information (expert credibility), qualitative and quantitative index information, and the periodical comprehensive evaluation system. According to the on-line index importance questionnaire filled out by experts and expert information database, the weights of the expert evaluation by credibility algorithm are calculated. By combining simplified Delphi method, the paper solves quantitatively the problem of experts' qualitative importance to index, and got the index weight of periodicals. In evaluating the ultimate influence of sci-tech periodicals, we combine grey system theory and correlation degree algorithm to calculate the comprehensive index of different periodicals.

Key words: grey theory, periodical evaluation, grey correlation degree, expert credibility

随着科学技术水平的提高,我国科技期刊出版事业不断发展,有关提升中国科技期刊知名度和影响力的研究,已成为科学界以及期刊界关注的热点. 国内外对科技期刊的知名度及影响力的研究,都是建立在各自的期刊评价体系上的^[1-3]. 各个评价体系对期刊的评价侧重面不同,有的是多因素综合评价(排名),有的是针对一些科技期刊重要指标进行评价(排名),各有优缺点. 为了提高我国科技期刊的整体水平,促使一批优秀科技期刊早日走向世界,本研究立足国情,应用科技期刊定量、定性综合因素,通过建立期刊指标数据库,应用数学模型,实现对我国科技期刊进行动态评价. 从而能使各期刊找出不足,明确各自目标定位及办刊方向. 本研究用灰色决策方法开发的科技期刊网上动态评价系统,能为我国期刊管理部门在对国内科技期刊进行评价(评比、排名)时,提供一个可以参用的评价工具.

收稿日期:2012-10-08.
基金项目:上海大学创新基金(A10-0504-07-402).
通讯联系人:刘志强,副编审,研究方向:数字出版、软件工程. E-mail: zqliu@shu.edu.cn

1 科技期刊评价指标体系

1.1 建立科技期刊评价指标的原则

评价科技期刊的指标因素估计有上百个,这些因素分为定量指标和定性指标因素.如果把这些因素全部作为评价期刊影响力指标的话,那么会带来很大的工作量(包括调研和计算等的工作量).这些指标中有些是重复性的指标,如果简单地放在同一个评价体系中,互相之间会有干扰,最终会影响评价结果.但是,如果期刊评价体系中指标选得太少,虽然工作量会减轻很多,但是会产生评价的片面性,那么这种评价也会失去意义.所以我们认为,建立科技期刊评价指标体系应遵循以下4个基本原则:科学性原则、独立性原则、可行性原则、定量和定性相结合原则.

1.2 科技期刊评价指标体系的建立

就目前国内影响力大以及知名度高的科技期刊而言,通常具备以下几个特点:高学术水平的来稿、研究成果新颖、方法数据可靠、国家级基金资助比例高、主编及编委会成员的国际化及其在各自研究领域的高知名度、严格的审稿制度、严格的同行评议、论文出版周期短、被国内外重要检索系统收录、具有较高的被引证频次、科学家充分信任期刊中所刊发的论文、现代化的编辑部、网络化编辑出版流程等.

根据科技期刊指标选取原则,通过调研、咨询和反复论证,本研究把科技期刊的传播指标、稿源指标、出版指标、办刊实力指标、信息化指标作为我们期刊评价体系的5个一级指标,每个一级指标下面有若干个二级指标,总计有28个二级指标(见表1).

表1 科技期刊评价指标体系
Table 1 Sci-tech periodical evaluation index system

一级指标	二级指标	一级指标	二级指标
传播指标 V_1	影响因子 v_1	稿源指标 V_3	基金论文比 v_{15}
	总被引频次 v_2		地区分布数 v_{16}
	即年指标 v_3		机构分布数 v_{17}
	他引率 v_4		海外论文比 v_{18}
	引用刊数 v_5		平均引文数 v_{19}
	发行数 v_6		英文参考文献比例 v_{20}
	进入国际重要检索系统情况 v_7		第一作者身份 v_{21}
	进入国内重要检索系统情况 v_8	出版指标 V_4	刊物编校质量 v_{22}
办刊实力指标 V_2	主办单位实力(高校排名) v_9		刊物装帧印刷质量 v_{23}
	主办单位经费投入(万元) v_{10}		栏目特色 v_{24}
	主编实力 v_{11}		报道时差 v_{25}
	编委会实力 v_{12}		刊物获奖情况 v_{26}
	编辑部实力(职称、学历) v_{13}	信息化指标 V_5	期刊主页的建立情况 v_{27}
	编辑部平均编龄 v_{14}		网上稿件处理系统使用情况 v_{28}

1.3 期刊指标体系中定量指标和定性指标

1.3.1 指标的定量和定性分类

本研究选取了 $v_1 \sim v_{28}$ 28个期刊指标作为科技期刊评价指标体系的指标.这些指标中既有定量指标,又有定性指标,能较全面反映当前科技期刊的发展状况.在28个指标中,14个为定量指标(能用数值表示的指标),分别为 $v_1 \sim v_6, v_{10}, v_{14} \sim v_{20}$.一部分定量指标的期刊数据从每年出版的《中国科技期刊引证报告》中采集,另一部分为现场调研方式采集.另外14个为定性指标(不能直接用数值表示的指标),分别为 $v_7 \sim v_9, v_{11} \sim v_{13}, v_{21} \sim v_{28}$,需要我们采用现场调研、专家咨询、课题组讨论方式采集.

1.3.2 定性指标的赋值

在定性指标定量化的问题上,本研究根据一定的比率标度将判断定量化,即在设置定性指标选项时,根据指标的优劣分成5档,每档的分值为 $v_{ij} = \{9, 7, 5, 3, 1\}$.

2 基于专家可信度的指标权重

2.1 常用权重计算的方法

进行期刊评价时,权重的确定对最终期刊的评价结果有决定性的作用,因此,权重的计算在综合评价

中是十分棘手的问题,权重确定得是否准确和合理直接关系到最后的评价决策系统的成功. 计算权重的方法有很多,主要有定性加权法、定量加权法等.

2.2 基于专家可信度的方法计算权重

在定性加权和定量加权计算权重的基础上,结合它们的优点,本研究提出了基于专家可信度的简化的德尔菲(Delphi)方法计算评价体系权重. 具体计算方法如下.

2.2.1 简化的 Delphi 方法计算原始权重

该方法采用专家咨询的方法,结合 Delphi 方法,计算各个指标的原始权重. 该方法过程为:请每个专家根据对每个评价指标重要性的认识,采取在网上填写调查表的方式进行勾选,对每个指标进行定性分析;然后通过算法,把每个定性选择进行量化,得出每个指标的得分数值.

我们把每个指标的重要性分成 5 级,评价集 = {很重要,较重要,一般重要,不太重要,很不重要},即

$$a_{i,j} = \{p_1, p_2, p_3, p_4, p_5\} = \{9, 7, 5, 3, 1\}, \tag{1}$$

式中, $a_{i,j}$ 为 i 专家对指标 v_j 的评价分值, $j=1, 2, \cdots, m, m$ 为期刊指标数.

在 n 个专家填写好 m 个指标重要性调查表后,每个指标的总分值 a_j 为

$$a_j = \sum_{i=1}^n a_{i,j}, \tag{2}$$

式中, n 为参加调研的专家总数. 那么,每个期刊评价指标的原始权重 W_j 为

$$W_j = \frac{a_j}{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n a_{i,j}}, \tag{3}$$

$$\sum_{j=1}^m W_j = 1. \tag{4}$$

2.2.2 专家可信度的计算

由以上的权重计算过程可见,本研究计算权重采用简化的 Delphi 法. 该方法简单易行,随着调研专家数的增加,计算所得的各个指标的原始权重基本上能反映出各个指标的重要性程度,为下一步的评价工作打下基础. 但是,简化的 Delphi 法计算权重时有缺陷,即由于参与调研专家对指标认识程度的不一,以及专家的素质也有高低之分,从而对指标权重的影响程度也有高低之分. 为此,本研究在计算指标权重时,引入专家可信度的概念,即对参加调研的专家进行评价,使评价指标的权重进一步得到优化,从而为本评价系统的权威性打下坚实的基础.

专家的可信度指标集由专家的学术权威、职称、学位、认知程度、熟悉程度以及参与调研的自信程度等组成,这些指标值经过量化后,分别用 $b_i, c_i, d_i, e_i, f_i, g_i$ 表示. 设有 n 位专家参加调研,那么第 i 位专家调研后自信度指标值为

$$\lambda_i = b_i c_i d_i e_i f_i g_i, \tag{5}$$

则第 i 位专家的可信度为

$$R_i = \frac{\lambda_i}{\sum_{i=1}^n \lambda_i}, \tag{6}$$

专家可信度向量为

$$R = (R_1, R_2, \cdots, R_n). \tag{7}$$

2.2.3 基于专家可信度权重的计算

由简化的 Delphi 法计算得到期刊评价各指标原始权重 W_j ,以及专家可信度 R_i ,接下来计算本评价体系优化后的期刊指标权重.

在 n 个专家填写好 m 个指标重要性调查表后,每个基于专家可信度指标的总分值 a'_j 为

$$a'_j = \sum_{i=1}^n a_{i,j} R_i, \tag{8}$$

式中, n 为参加调研的专家总数. 每个期刊评价指标的优化权重 w_j 为

$$w_j = \frac{a'_j}{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n a_{i,j} R_i}, \quad (9)$$

$$\sum_{j=1}^m w_j = 1, \quad (10)$$

式中, $j=1, 2, \dots, m$. 在本研究中, 期刊指标为 28 个, 所以 $m=28$, n 数值是动态的, 随着调研专家数的增加而增加. 本评价体系权指标向量为

$$\mathbf{w} = [w_1, w_2, \dots, w_m]^T. \quad (11)$$

3 基于灰色理论的评价算法

3.1 基于灰色理论的评价方法

灰色系统理论是我国华中理工大学邓聚龙教授于 1982 年创立并发展起来的一种综合评价方法. 本评价体系应用灰色理论中最广泛的分析法——灰色关联度分析方法. 关联度是两个对象的指标之间关联程度大小的量度, 它可以定量地描述对象之间相对变化的情况, 从而揭示评价系统的灰色特性. 灰色关联度分析方法需找出一个最优方案(最优值), 然后每个方案与最优方案之间的关联度大小进行比较, 得出排序结果, 最终得出评价结果. 该方法中最重要的是计算关联度, 如系统计算出该评价对象关联度为最大, 说明该评价对象与最优对象的变化态势越一致, 则该对象评价结果为最优, 排名最前; 反之, 如果在评价系统中对象的关联度为最小, 那么该对象评价结果为最劣, 排名最末^[4-10].

3.2 灰色关联度法在期刊动态评价系统中的应用

在本研究中, 设参加评价的期刊数量为 n 种, 期刊评价指标为 m 个. 我们选择了 28 个期刊指标作为本系统的评价指标. 因为本系统最终在计算机上可实现灵活的指标组合, 即在系统最终评价时可任意选择指标组合, 或选择分类指标组合进行评价, 所以 m 的取值范围为 2~28. 当 $m=28$ 时, 最终得到的评价结果为综合评价(全部指标作为评价指标)的关联度, 求这些值是本评价系统的最主要的任务. 在这些期刊定量指标中, 指标值都是越大越好. 另外的 14 个定性指标, 通过本系统量化处理后, 指标值也是越大越好. 本研究确定的比较数据列是参与评价的各期刊评价指标值, 即 $\{v_i(j)\}$, $i=1, 2, \dots, n, j=1, 2, \dots, m$, 可表示为 $v_i(1), v_i(2), \dots, v_i(m)$, $i=1, 2, \dots, n$, 即

$$\begin{cases} \{v_1\} = \{v_1(1), v_1(2), \dots, v_1(n)\} \\ \{v_2\} = \{v_2(1), v_2(2), \dots, v_2(n)\} \\ \vdots \\ \{v_m\} = \{v_m(1), v_m(2), \dots, v_m(n)\} \end{cases}. \quad (12)$$

本研究确定的参考数据列为 $\{v_0(j)\}$, $j=1, 2, \dots, m$, 参考数据列表示为 $v_0(1), v_0(2), \dots, v_0(m)$, 它可取各个指标的最小值、最大值、均值或者一个标准值. 在本研究中, 首先确定取各个指标的最大值为参考数据列, 但考虑到评价系统中指标是任意选择或组合, 评价指标最少可为 2 (即 $m=2$), 且系统存在许多定性指标, 在定量时易出现 2 个对象有相同最大值的情况(计算时分母将为 0, 计算无意义), 所以把参考数据取为各个指标中最大值的 110%, 即本系统的参考数据列为

$$\{v_0(j)\} = \{\max_{j=1 \rightarrow m} (v_n(j) * 110\%)\}. \quad (13)$$

在确定期刊指标参考数据列和比较数据列后, 接下来求各期刊指标的灰色关联系数, 计算公式如下:

$$\eta_i(m) = \frac{\min_i \min_m |v_0(m) - v_i(m)| + \xi \max_i \max_m |v_0(m) - v_i(m)|}{|v_0(m) - v_i(m)| + \xi \max_i \max_m |v_0(m) - v_i(m)|}, \quad (14)$$

式中, ξ 为分辨系数, $|\xi| \in [0, 1]$, 本研究中取 $\xi=0.5$.

对期刊的综合评价, 最终目的是看排名结果, 即在各期刊中按参与评价的指标算出来的最终值来排出顺序.

本研究基于灰色理论的期刊评价模型为

$$\mathbf{R} = \boldsymbol{\eta} \times \mathbf{w}, \quad (15)$$

式中, \mathbf{R} 为 m 种参加评价的期刊的综合评价结果向量, 即灰色关联度向量,

$$R = [r_1, r_2, \cdots, r_m]^T, \tag{16}$$

η 为关联系数矩阵,

$$\eta = \begin{bmatrix} \eta_1(1) & \eta_1(2) & \cdots & \eta_1(n) \\ \eta_2(1) & \eta_2(2) & \cdots & \eta_2(n) \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ \eta_m(1) & \eta_m(2) & \cdots & \eta_m(n) \end{bmatrix}. \tag{17}$$

最终,可得到各期刊的综合评价结果(灰色关联度)为

$$r_i = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m w_j \eta_i(m). \tag{18}$$

根据以上计算出的各期刊的评价结果(灰色关联度)值 r_i , 可以通过数值大小排序. 如果期刊 a 和期刊 b 灰色关联度分别为 r_a 和 r_b , 那么:①当 $r_a > r_b$ 时,称期刊 a 优于期刊 b ;②当 $r_a < r_b$ 时,称期刊 a 差于期刊 b ;③当 $r_a = r_b$ 时,称期刊 a 等于期刊 b (因为计算时设计指标数据项较多,此种情况几乎不可能会出现). 以上可见,本研究中期刊灰色关联度 r_i 数值大的排名在前,数值小的排名在后,进而完成期刊的综合评价.

4 系统设计及实现

4.1 系统用例分析

图 1 为科技期刊动态评价系统用例图. 图中可见,科技期刊动态评价系统用户分为 3 种角色(actor),分别为 expert(专家)、journal_editor(期刊编辑)和 admin(系统管理员). 专家有权限对每个指标给以定性打分,通过 n 个专家对指标的评分可得出各个指标相对正确的权重,在系统中专家有权限维护个人信息、进行期刊评价以及查看期刊最终的评价结果. 期刊编辑通过数据收集,在系统中可进行期刊的各个指标编辑及数据录入工作,进行期刊评价,并有权查看期刊最终的评价结果. 系统管理员可进行专家信息维护、查看期刊最终评价结果以及对后台期刊数据进行维护.

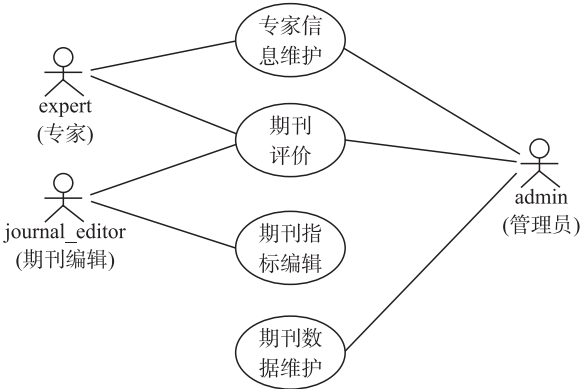


图 1 期刊评价系统用例图

Fig. 1 Use case diagram of periodical evaluation system

4.2 系统总体结构

期刊评价系统的软件体系采用了基于浏览器和服务器的(Browser/Server, B/S)的结构,其中软件架构模式采用了模型/视图/控制器(Model/View/Controller, MVC)模式,编程语言采用 JavaEE 技术. 数据库采用了 MySQL, Servlet/JSP 容器采用 Apache Tomcat, 浏览器使用 IE 6.0 及以上版本,软件开发中主要使用了 Spring、Hibernate 等开源项目^[11,12].

4.3 系统实现

科技期刊动态评价系统分成 3 个模块:①期刊指标重要性专家调查表. ②科技期刊指标信息调查表. 该模块的功能是期刊编辑填写期刊的指标分值,其中有些指标(定量指标)填写的是具体数值,有些指标(定性指标)是进行勾选. ③期刊影响力排名(评价). 该模块的功能是对期刊的影响力进行排名. 该模块具有自由选择评价指标的功能,同时可选择参与评价指标的数量为 2 ~ 28 个. 如果选择一级指标,系统具有自动全选各个一级指标下面二级指标的功能. 选择指标后,点击“提交查询”按钮,即可获得各种评价结果. 由于本系统是动态数据评价系统,所以系统还具有选择年份的功能. 另外,系统还具有两种评价功能:一种是查看所有指标的综合排名情况,即期刊的综合影响力排名情况;另一种是自选指标的排名情况. 本系统还具有显示期刊分值以及直接生成期刊影响力情况的柱状图的功能. 我们选取了 10 本高校科技类期刊进行了综合评价排名测试,结果如图 2 所示.

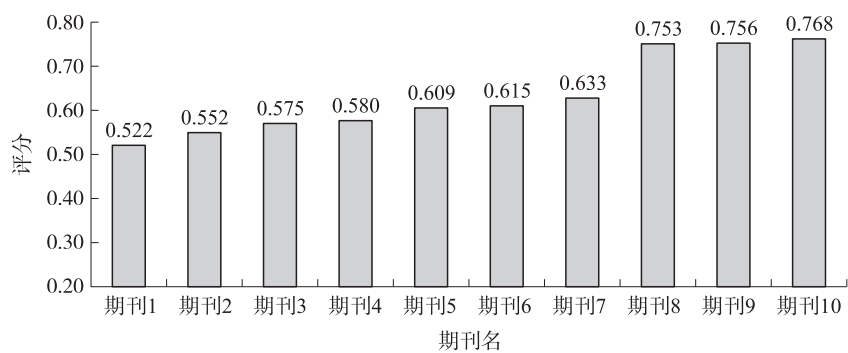


图 2 10 本期刊综合评价排名

Fig. 2 Comprehensive evaluation ranking of 10 periodicals

5 结语

本研究提出了基于灰色决策方法的科技期刊动态评价体系,并在网上建立了多指标、多功能期刊综合评价系统. 本研究在计算期刊指标权重时,利用专家在网上填写的指标重要性调查表及专家信息表数据库,通过可信度算法优化了指标权重. 该方法能较客观地计算出指标权重,并且随着调查专家数量的增多,各个指标的权重会动态地变化,最终能得到较为精确的反映期刊影响力的指标权重.

在最终评价科技期刊影响力时,本系统应用灰色系统理论,结合灰色关联度算法,计算出各种科技期刊的综合指数. 通过在所开发的系统评价界面上单选、多选或全选各个期刊指标,分别可计算出各种科技期刊评价指数,并进行排名,画出期刊排名柱状图. 该方法计算简便,可操作性强. 通过数据试验及专家论证,本评价系统最终排名结果能客观地反映出期刊的影响力和知名度情况,并且本系统采用灵活的多选项指标排名方法,评价指标可以自由组合(增加、删除),能使系统使用者方便地找出期刊的优势和不足,从而达到为办刊者决策分析的目的. 由于国内期刊与国外期刊在某些指标方面没有可比性,所以本系统在评价国外期刊方面还存在不足,这是我们下一步研究的重点.

[参考文献]

[1] 何汶,邱均平. 我国学术期刊影响力评价分析[J]. 评价与管理,2008,6(1):1-5.

[2] Ren S L,Liang P,Zu G A. The challenge of Chinese scientific journals[J]. Science,1999,286(5 445):1 683.

[3] Kousha K,Thelwall M. Google Scholar citations and Google Web-URL citations;a multi-discipline exploratory analysis[J]. Journal of the American Society for Information Science and Technology,2007,58(7):1 055-1 065.

[4] 徐景良. B/S 模式综合评价支持系统研究[D]. 大连:大连理工大学机械工程学院,2005.

[5] 廖燕玲,孙绍荣. 基于专家可信度的同行评议法[J]. 科学研究,2003,21(s1):170-172.

[6] 潘仁飞,邹乐乐,侯运炳. 基于专家可信度的不确定型 AHP 方法及其应用[J]. 系统工程,2008,26(10):101-106.

[7] 王成. 多指标综合评价的一种灰色模糊决策方法[J]. 延边大学学报:自然科学版,2007,33(1):12-15.

[8] 王瑜,陈志军,宋志操. 基于专家可信度的语言多属性群决策的防空信息战效能评价[C]//中国运筹学会第八学会第八届学术交流会论文集,深圳. 2006:812-816.

[9] 向兵,孙有望. 城市轨道交通乘客服务水平评价方法研究[J]. 城市轨道交通研究,2008(9):15-18.

[10] 杜九博. 基于模糊决策理论的水利工程建设项目评标方法研究[D]. 济南:山东大学土木建筑与水利学院,2005.

[11] 郝玉龙. JavaEE 编程技术[M]. 北京:清华大学出版社,2008.

[12] Johnson R,Hoeller J. Expert One-on-One J2EE Development Without EJB[M]. New York:Wrox,2005.

[责任编辑:丁 蓉]