

基于 PageRank 的合著论文中 作者贡献分配算法



王江盼¹, 郭强^{2*}, 刘建国³

(1. 上海立信会计金融学院金融科技学院 上海 浦东新区 201209; 2. 上海理工大学复杂系统科学研究中心 上海 杨浦区 200093;
3. 上海财经大学金融科技研究院 上海 杨浦区 200433)

【摘要】随着科研合作越来越普遍,对合著者的贡献如何合理分配提出了挑战。该文提出了一种基于 PageRank 的论文合著者贡献分配算法(ACA_PR 算法),采用 PageRank 值和总引用量的加权值度量文章的价值,构建合作者科研记录和科研成果被引情况的共引网络,对论文合著者的贡献进行分配。以美国物理学会 APS 数据集进行实证研究,通过在诺贝尔物理学奖得主发表的合著论文中识别诺贝尔奖得主验证算法的准确性。实验结果表明,在 31 篇诺贝尔奖提名论文中,ACA_PR 算法的准确率为 80.64%。工作在人员聘用、奖励、晋升等方面对评价科研工作者的影响力有着十分重要的作用。

关键词 合著贡献度; 引文网络; 学术影响力; 团队科学

中图分类号 TP391; N949 文献标志码 A doi:10.12178/1001-0548.2018331

Credit Allocation for Each Author in a Multi-Author Paper Based on PageRank

WANG Jiang-pan¹, GUO Qiang^{2*}, and LIU Jian-guo³

(1. School of Financial Technology, Shanghai Lixin University of Accounting and Finance Pudongxin Shanghai 201209;
2. Complex Systems Science Research Center, University of Shanghai for Science and Technology Yangpu Shanghai 200093;
3. Institute of Financial Technology Laboratory, Shanghai University of Finance and Economics Yangpu Shanghai 200433)

Abstract Credit allocation of each author of a multi-author paper has been a long standing concern. Regarding to the fact that the credit of each paper is not equal, this paper develops an improved credit allocation method, namely ACA_PR method. It uses the PageRank value and total citation of papers as total credit of one paper in order to measure the value of paper, and it constructs a co-citation network of collaborators' scientific research records and cited research results, and distributes the contributions of the co-authors of the papers. By distinguishing the laureates of the Nobel Prize in Physics from the authors of prize-winning papers in American Physical Society (APS) dataset, this paper validates the ACA_PR method. Result shows that the ACA_PR method outperforms the state-of-the-art methods, and the accuracy of identifying the Nobel Prize laureates in Physics is 80.64% for 31 multi-author prize-winning papers in APS dataset. Accurate assessment the credit of researchers is significant in many aspects, such as hiring, funding and promotion, etc.

Key words credit allocation; citation network; scientific impact; team science

随着现代学科的发展,科研人员之间的学术合作越来越普遍^[1]。研究表明,诺贝尔获奖论文中合著论文占了将近 79%^[2-3]。根据 2011 年 web of science 数据库统计显示,在 130 万篇论文中有 89% 的论文是合著论文^[4]。如何对合著论文中各合著者的贡献进行分配,成为近年科研评价研究中的新挑战^[5-10]。

目前,科研成果的贡献分配主要存在 3 类模

式: 1) 按照署名顺序进行分配,如 Fractional counting^[11]、Proportional counting^[12]、Geometric counting^[13]、Harmonic counting^[14]等,该类方法按照合著者在论文中的署名位置信息直接进行分配,方式简单但缺乏科学性,忽略了科研成果本身的贡献; 2) 按照发表后的科研成果分配,如期刊影响因子(IF)^[15]、总引用量^[16]、总论文数^[17]、同时反映论

收稿日期: 2018-12-20; 修回日期: 2020-07-15

基金项目: 国家自然科学基金(71771152)

作者简介: 王江盼(1990-),女,博士,主要从事复杂网络、知识管理、科学学方面的研究。

通信作者: 郭强,教授, E-mail: qiang.guo@usst.edu.cn

文数和引用量的 H 指数^[18-19]、基于引用量分布的 G 指数^[20]等。该算法较第一类算法在构造上更为合理, 但并没有考虑作者与引文网络的结构关系; 3) 依据引文网络结构, 如文献 [21] 运用帕累托方法, 从合作者科研记录和科研成果的被引情况来推导合作团队中成员的科研贡献。文献 [22] 考虑了论文与作者早期工作构成的共被引关系, 提出一种主题依赖的贡献分配算法 (Shen's 算法)。上述方法假设每一篇论文及其所获每一篇引文的贡献都相等。但实际中, 每篇文章所得到引用量不尽相同, 每一篇引文的贡献亦不相同, 因此, 每篇文章的贡献也不相同。一篇文章被其他文章引用越多或被高贡献的文章引用越多, 那么其自身贡献也就越高。

基于此思想, 本文提出了一个基于 PageRank^[23] 算法的论文合著者贡献分配算法 (ACA_PR 算法), 用于评价合著论文中各合著者的贡献大小。本文采用美国物理学会 (American physical society, APS) 的数据, 以 APS 数据集进行实证研究, 通过在诺贝尔物理学奖得主发表的合著论文中识别诺贝尔奖得主说明算法的准确性。

1 模型和评价指标

1.1 ACA_PR 算法

在学术界, 一篇文章可以引用其他文章, 也可以被其他文章引用。文章之间的引用关系可以描述

为一个有向网络^[24-26], 定义被引论文 $P = \{p_1, p_2, \dots, p_m\}$, 施引论文集合 $C = \{c_1, c_2, \dots, c_n\}$, 有向边集合 $E = \{e_1, e_2, \dots, e_l\}$, 边的方向从施引论文指向被引论文, 还包括作者集合 $A = \{a_1, a_2, \dots, a_g\}$ 。

1) 考虑包含 k 个作者的文章, 记为 p_j , 作者记为 $a_i (1 \leq i \leq k)$ 。本文的目的是度量在 t 时刻合著者 a_i 在文章 p_j 中的贡献值, 记为 $c_{i,j}^t$ 。首先, 找出引用论文 p_j 的施引论文集合 X_j 。然后从集合 X_j 的被引论文集中筛选出被引论文集合 Y_j , 被引论文满足与文章 p_j 至少有一个相同的作者。分别计算在集合 X_j 和集合 Y_j 中的文章, 如文章在 t 时刻的总引用量 m_j^t 。计算文章 p_i 在 t 时刻的 PageRank 值, 记为 PR_i^t 。

PageRank 算法^[27] 的迭代规则为:

$$PR_i^t(\tau) = (1-d) + d \sum_{p_s \in X_i} \frac{PR_s^t(\tau-1)}{|X_i|} \quad (1)$$

式中, τ 是迭代步长; $| \cdot |$ 为集合尺寸; d 为阻尼因子, 此处取 $d = 0.85$; 初始状态 $PR_i^t(0) = 1 (i = 1, 2, \dots, N)$ 。终止条件: $|R^t(\tau+1) - R^t(\tau)| < 10^{-5}$ 。得到 t 时刻文章列表的 PageRank 向量 R^t 。

2) 计算贡献分配矩阵 B , 元素 $b_{i,h}$ 定义为作者 a_i 在 Y_j 集合中的第 h 篇论文的贡献值。对于包含 k 位作者的论文中作者 a_i 的贡献值, 采用平均分配的方法, 即 $b_{i,h} = \frac{1}{k}$, 且 $\sum_{i=1}^k b_{i,h} = 1$ 。

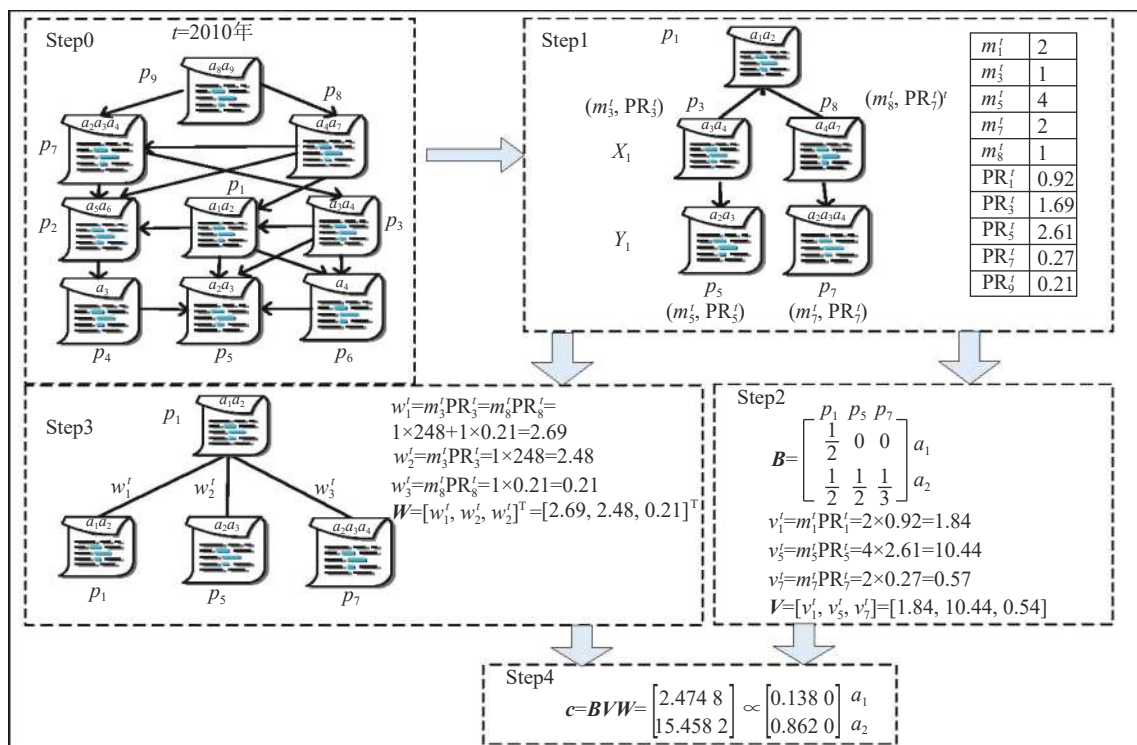


图 1 ACA_PR 算法示意图

3) 向量 V 定义为文章的价值矩阵, 如文章 p_l 在 t 时刻的价值 V_l^t , 通过其在 t 时刻的总引用量 m_l 和 PageRank 值加权 PR_l 得到:

$$V_l^t = m_l PR_l \tag{2}$$

4) 共引强度向量 W 定义为共引论文与目标文章 p_j 的共引强度。元素 $w_{h,j}^t$ 为在集合 Y_j 中的第 h 篇论文与文章 p_j 的共同施引论文的价值之和:

$$w_{h,j}^t = \sum_{p_u \in D_{h,j}} V_u^t \tag{3}$$

式中, 文章 p_u 是集合 Y_j 中第 u 篇文章; 集合 $D_{h,j}$ 是目标文章 p_j 与文章 p_u 的共施引文章集合, $D_{h,j} \subset Y_j$ 。

5) 最后, 在 t 时刻作者 a_i 在文章 p_j 中的贡献值 $c_{i,j}^t$ 定义为作者 a_i 在所有共引论文中所获贡献值之和:

$$c_{i,j}^t = \sum_h b_{i,h} V_h^t w_{h,j}^t \tag{4}$$

或者写为矩阵形式:

$$c = BVW \tag{5}$$

图 1 为 ACA_PR 算法的示意图。step0 在 $t=2010$ 年时, $P = \{p_1, p_2, \dots, p_9\}$ 。本算法的目的在于衡量作者 a_1 和作者 a_2 在文章 p_1 中的学术影响力。step1 建立 p_1 文章的施引论文集合 $X_1 = \{p_3, p_8\}$, 共引论文集合 $Y_1 = \{p_1, p_5, p_7\}$, 计算每篇文章的引用量 m_l^t 、每篇文章的 PageRank 值 PR_l 。step2 计算原始分配矩阵 B , 针对作者 a_1 , 其为文章 p_1 中两个合作者之一, 则作者 a_1 在文章 p_1 中所占的原始贡献值为 $\frac{1}{2}$; 同理, 得到矩阵 B 。计算施引文章价值 V , 由其引用量和自身 PageRank 值加权得到。step3 计算共引强度矩阵 W , 由共施引文章的引用量和 PageRank 值加权和得到。step4 根据上述步骤得到的 B 、 V 、 W , 按照式 (5) 得到作者 a_1 和 a_2 于 2010 年时在文章 p_1 中的学术贡献占比分别为 0.138、0.862。

1.2 评价指标

准确率, 又称为正确率 α , 定义为在给定样本时, 预测正确的样本数与总样本数的比值:

$$\alpha = \frac{TP}{L} \tag{6}$$

式中, TP 为预测正确的样本数; L 为测试样本数, 本文使用 31 篇诺贝尔物理学奖获得者的论文作为样本集, $L = 31$ 。

2 数值结果

2.1 数据描述

本文数据来源于 APS, 包括从 1893 年-2009

年在其数据集上超过 46 万已发表的文章。每篇文章包括几个字段: 文章唯一标识 DOI, 文章题目, 发表日期(年、月、日), 作者姓名, 单位名称, PACS 码等。另外一个数据集用文章编号表示, 提供了超过 470 万条引用关系。为了研究合著论文中各合著者的贡献问题, 本文最终得到 24 万多位作者, 包括他们的发表文章情况以及被引用情况。本文采用 1995 年-2013 年诺贝尔物理学奖获得者发表的论文作为研究样本集, 检索到 APS 数据集中共包含 31 篇物理学诺贝尔获得者发表的论文。

图 2 是对 31 篇诺贝尔物理学奖获得者发表的论文, ACA_PR 算法识别诺贝尔奖得主结果图。第一列表表示诺贝尔物理学奖获得者发表的文章检索号, ●代表实际的诺贝尔奖得主在文章中的署名位置, ★代表算法中贡献值最大的作者并不是诺贝尔奖得主, 即算法预测的诺贝尔奖得主与实际诺贝尔奖得主不匹配。其他的作者用○表示。

诺贝尔提名论文	诺贝尔物理学奖得主	ACA_PR算法结果
Phys.Rev.Lett.13.321(1964)	F. Englert(2013)	●○
Phys.Rev.Lett.77.4887(1996)	S. Haroche(2012)	○○○○○○●
Phys.Rev.Lett.76.1796(1996)	D.J. Wineland(2012)	○○○●
Phys.Rev.122.345(1961)	Y. Nambu(2008)	●○
Phys.Rev.Lett.61.2472(1988)	A. Fert(2007)	○○●○○○○○
Phys.Rev.Lett.57.2442(1986)	P. Grünberg(2007)	●○○○
Phys.Rev.Lett.84.5102(2000)	J.L. Han & T.W. Hänsch(2005)	○○○○●○○★●
Phys.Rev.Lett.84.3232(2000)	T.W. Hänsch(2005)	○○○○●
Phys.Rev.Lett.20.1205(1968)	R. Darsis(2002)	●○○
Phys.Rev.Lett.58.1490(1987)	M. Koshino(2002)	○○●○○○○○○○○ ○○○○★○○○○
Phys.Rev.Lett.9.439(1962)	R. Giacconi(2002)	●○○○
Phys.Rev.Lett.75.3969(1995)	W. Ketterle(2001)	○○○○○○●
Phys.Rev.Lett.48.1559(1982)	D.C. Tsui & H.L. Stormer(1998)	●●●
Phys.Rev.Lett.55.48(1985)	S. Chu(1997)	●○○○★
Phys.Rev.Lett.61.826(1988)	Claude Cohen-Tannoudji(1997)	○○○○●
Phys.Rev.Lett.61.169(1988)	William D. Phillips(1997)	○○●○○
Phys.Rev.Lett.13.508(1964)	P.W. Higgs(2013)	●
Phys.Rev.Lett.35.1489(1965)	M.L. Perl(1998)	●○
Phys.Rev.69.37(1946)	E.M. Purcell(1952)	●○★
Phys.Rev.Lett.13.138(1964)	J.W. Cronin & V.L. Fitch(1980)	○●●○
Phys.Rev.73.679(1948)	I.V. Bloembergen(1981)	●★○
Phys.Rev.112.1940(1958)	C.H. Townes(1964)	○●
Phys.Rev.72.241(1947)	W.E. Lamb(1955)	●○
Phys.Rev.D.5.528(1972)	R.E. Taylor & J.I. Friedman & H.W. Kendall(1990)	○★○○○○○○●●○
Phys.Rev.83.333(1951)	C.G. Shull(1994)	●○○
Phys.Rev.Lett.30.1343(1973)	D.J. Gross & F. Wilczek(2004)	●●
Phys.Rev.Lett.28.885(1972)	D.D. Osheroff & R.C. Richardson & D.M. Lee(1996)	●●●
Phys.Rev.Lett.30.1346(1973)	H.D. Politzer(2004)	●
Phys.Rev.Lett.29.1227(1972)	A.J. Leggett(2003)	●
Phys.Rev.Lett.50.1395(1983)	R.B. Laughlin(1998)	●
Phys.Rev.Lett.10.84(1963)	R.J. Glauber(2005)	●

图 2 ACA_PR 算法识别获奖得主情况

2.2 实验结果

在 APS 数据集中, 本文提出的 ACA_PR 算法, 采用 PageRank 值和总引用量的加权值度量文章的

贡献值,构建合作者科研记录和科研成果被引情况的共引网络,对论文合著者的贡献进行分配,并与 Shen's 算法进行对比。表 1 选取了 3 篇诺贝尔物理学奖获得者的论文,在获得诺贝尔奖之前,使用两种方法预测诺贝尔奖得主的结果。表中作者顺序按照在文章中实际署名顺序依次排列,*标记出真实的诺贝尔奖得主,最大贡献值加粗标出。

表 1 诺贝尔物理学奖得主发表合著文章中作者贡献值一览表

获奖年份/文章	合著者	贡献值	
		ACA_PR	Shen
1997/Phys.Rev.Lett. 61.169(1988)	P.D. Lett	0.166	0.170
	R.N. Watts	0.160	0.150
	C.I. Westbrook	0.159	0.160
	W.D. Phillips*	0.185	0.220
	P.L. Gould	0.164	0.158
1994/Phys.Rev.83. 333(1951)	H.J. Metcalf	0.165	0.142
	C.G. Shull*	0.337	0.347
	W.A. Straiser	0.331	0.298
1964/Phys.Rev.112. 1940(1958)	E.O. Wollan	0.332	0.355
	A.L. Schawlow	0.491	0.504
	C.H. Townes*	0.509	0.497

在给出的 3 篇实例文章中,ACA_PR 算法计算的论文中诺贝尔奖得主比其他合著者得到更多的贡献值。无论他是处于第一作者的位置(如论文 Phys.Rev.83.333),或者处于最后位置(如论文 Phys.Rev.112.1940),又或者处于中间某个位置(如论文 Phys.Rev.Lett.61.169),ACA_PR 算法都能准确的找出诺贝尔物理学奖得主。为了分析 ACA_PR 算法的工作原理,对算法的结果进行了分析。对于 1994 年的诺贝尔物理学奖获得者发表的合著论文进行分析,Shen's 算法把每篇文章视为同等价值对待,E.O. Wollan 教授获得了最大的贡献值。但用 ACA_PR 算法区分文章的价值,分析发现,C.G. Shull 教授发表的几篇文章(如 Phys.Rev.103.525, Rev.Mod.Phys.25.100)被一些高影响力的文章引用(在考虑的 121 篇文章中,Rev.Mod.Phys.30.1 排名第二,Phys.Rev.79.1004.2 排名第 38 位),基于此,利用 ACA_PR 算法突出了这些论文的贡献量,正确地识别出 E.O. Wollan 教授应为 1994 年诺贝尔物理学奖得主之一。同理,在 1964 年诺贝尔物理学奖得主发表的合著文章中,ACA_PR 算法发现 C.H. Townes 教授发表的论文(Phys.Rev.Lett.1.342, Phys.Rev.107.1450, Phys.Rev.109.302)被高影响力论文引用(如 Rev.Mod.Phys.31.681 在 20 篇论文中

排名第一),因此这些论文的共引权重值增大,最终正确识别出 C.H. Townes 教授为 1964 年的诺贝尔物理学奖得主之一。然而,Shen's 算法把这些高影响力的论文与一般性论文同等价值看待,得出了错误的结果,A.L. Schawlow 教授获得最大的贡献值。

表 2 表明在 24 篇合著文章中,ACA_PR 算法的准确度是 75%,SB 算法为 70.83%,ACA_PR 算法比 Shen's 算法提高了。随后,在考虑加入作者为独立作者或者所有作者均为诺贝尔奖得主的 7 篇文章情况下,即在考虑所有 31 篇论文时,ACA_PR 算法、Shen's 算法的准确率分别为 80.64% 和 77.42%。进一步分析识别错误的原因有利于更好的理解 ACA_PR 算法。综上,本文提出的 ACA_PR 算法的结果在一定程度上符合科学界对科研人员贡献的评价。

表 2 两种算法预测诺贝尔奖得主精确度一览表

样本量	精确度/%	
	ACA_PR	Shen's
24	75	70.83
31	80.64	77.42

理论上来说,任意一种基于作者署名列表的贡献分配算法都可以为本文算法提供一个初始贡献分配矩阵。因此,本文另外考虑了 4 种经典的贡献分配算法,分别是调和指数^[28]、A 指数^[29]、文献^[30]算法和 Arithmetic 算法^[31],如表 3 所示。

表 3 5 种原始矩阵分配算法预测诺贝尔奖得主精确度一览表

指标	ACA_PR	调和	A	文献[30]	Arithmetic
α	80.64	61.29	61.29	70.96	61.29

3 结束语

针对每篇论文的价值不同,每篇引文的价值也不相同,被高被引论文引用的文章应该具有更高的价值。本文考虑引文数量和文章的 PageRank 值来衡量一篇文章的价值,提出了一种改进的贡献分配算法。运用 APS 数据集,通过识别诺贝尔奖得主对算法的精确度进行实证分析。在 24 篇文章的样本数据集中,ACA_PR 算法的精确度为 75%,比 Shen's 算法提高了 4.17%;在所有 31 篇样本数据集中,ACA_PR 算法的精确度为 80.64%,比 Shen's

算法提高了 3.22%。

总的来说, 本文针对合著论文中各合著者的贡献分配问题提出了一个相对合理的分配算法。实证结果表明, 把论文自身价值与引文价值同时加以考虑能更好地度量文章价值。此方法不仅只对物理学领域有效, 同样适用于评价其他科学学科。因此, 该方法可以进一步用来分析机构排名、城市或国家排名、研究个人职业轨迹与个人影响力之间的关系, 也可用来评价科学家过去工作和潜在的未来影响等。但本文仍存在明显的局限性; 1) 本文使用的 PageRank 算法对论文价值进行度量, 近期也出现了许多改进方法, 如: HITS^[32]、FutureRank^[33]等; 2) 本文仅使用了一个数据集 (APS 数据集), Web of Science、Google Scholar 等新的可用数据集可以提供更完整的结果; 3) 仍然有很多因素可以被用来优化结果, 如发表时间^[34]、学科领域^[35]、期刊影响因子^[36]等。

参 考 文 献

- [1] 高志, 张志强. 个人学术影响力定量评价方法研究综述[J]. 情报理论与实践, 2016, 39(1): 133-138.
GAO Zhi, ZHANG Zhi-qiang. Review of quantitative evaluation method for individual academic influence[J]. Information Studies: Theory & Application, 2016, 39(1): 133-138.
- [2] 贡金涛, 戚音, 魏莉, 等. 基于指导关系的合著者荣誉分配研究[J]. 理论与探索, 2016, 39(1): 76-81.
GONG Jin-tao, QI Yin, WEI Li, et al. Research on the co-author honor distribution based on mentoring relationship[J]. Information studies: Theory & Application, 2016, 39(1): 76-81.
- [3] PERSSON R A X. Bibliometric author evaluation through linear regression on the coauthor network[J]. *Journal of Informetrics*, 2017, 11(1): 299-306.
- [4] WALTMAN L. An empirical analysis of the use of alphabetical authorship in scientific publishing[J]. *Journal of Informetrics*, 2012, 6(4): 700-711.
- [5] FORTUNATO S, BERGSTROM C T, BÖRNER K, et al. Science of science[J]. *Science*, 2018, 359(6379): eaao0185.
- [6] 刘运梅, 李长玲, 刘小慧. 基于合著作者贡献大小分配权值的 p 指数探讨[J]. 图书情报工作, 2016, 60(21): 81-86.
LIU Yun-mei, LI Chang-ling, LIU Xiao-hui. Discussion of p-index based on the co-author contribution division value[J]. Library and Information Service, 2016, 60(21): 81-86.
- [7] 王雨, 郭进利. 基于灰色关联分析的作者影响力综合评价方法[J]. 情报杂志, 2017, 36(3): 185-188.
WANG Yu, GUO Jin-li. A comprehensive evaluation method for author influence based on grey relational analysis[J]. *Journal of Intelligence*, 2017, 36(3): 185-188.
- [8] 胡小军, 郭强, 杨凯, 等. 基于相对熵的多属性作者学术影响力排名研究[J]. *电子科技大学学报*, 2018, 47(2): 279-285.
HU Xiao-jun, GUO Qiang, YANG Kai, et al. Multi-attribute researcher academic influence ranking based on relative entropy[J]. *Journal of University of Electronic Science and Technology of China*, 2018, 47(2): 279-285.
- [9] 杨波, 王雪. 多重关系下的机构网络学科显著性研究[J]. 情报学报, 2017, 36(10): 1066-1072.
YANG Bo, WANG Xue. Research on domain visibility of institution networks with multiple relations[J]. *Journal of the China Society for Scientific and Technical Information*, 2017, 36(10): 1066-1072.
- [10] 孙红, 左腾. 基于 PageRank 的微博用户影响力算法研究[J]. 计算机应用研究, 2018, 35(4): 1028-1032.
SUN Hong, ZUO Teng. Research on algorithm of micro-blog user influence based on PageRank[J]. *Application Research of Computers*, 2018, 35(4): 1028-1032.
- [11] PRICE D D S. Multiple authorship[J]. *Science*, 1981, 212(4498): 986-986.
- [12] VAN HOOYDONK G. Fractional counting of multiauthored publications: Consequences for the impact of authors[J]. *Journal of the American Society for Information Science*, 1997, 48(10): 944-945.
- [13] EGGHE L, ROUSSEAU R, VAN HOOYDONK G. Methods for accrediting publications to authors or countries: Consequences for evaluation studies[J]. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 2000, 51(2): 145-157.
- [14] HAGEN N T. Harmonic publication and citation counting: sharing authorship credit equitably – not equally, geometrically or arithmetically[J]. *Scientometrics*, 2010(84): 785-793.
- [15] GARFIELD E. Citation analysis as a tool in journal evaluation[J]. *Science*, 1972, 178(4060): 471-479.
- [16] NEWMAN M E J. The structure of scientific collaboration networks[J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2001, 98(2): 404-409.
- [17] PETERSEN A M, WANG F, STANLEY H E. Methods for measuring the citations and productivity of scientists across time and discipline[J]. *Physical Review E*, 2010, 81(3): 036114.
- [18] HIRSCH J E. An index to quantify an individual's scientific research output[J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2005, 102(46): 16569-16572.
- [19] 周鹭, 金娜, 蔡小舒. 基于 h 指数的上海理工大学动力工程及工程热物理学科现状和发展[J]. 上海理工大学学报, 2014, 36(2): 163-169.
ZHOU Wu, JIN Na, CAI Xiao-shu. Using h-Index to evaluate the discipline of power engineering and engineering thermalphysics in USST[J]. *J. University of Shanghai for Science and Technology*, 2014, 36(2): 163-169.
- [20] EGGHE L. Theory and practise of the g-index[J]. *Scientometrics*, 2006, 69(1): 131-152.
- [21] TOL R S J. Credit where credit's due: Accounting for co-

- authorship in citation counts[J]. *Scientometrics*, 2011, 89(1): 291-299.
- [22] SHEN H W, BARABÁSI A L. Collective credit allocation in science[J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2014, 111(34): 12325-12330.
- [23] PAGE L, BRIN S, MOTWANI R, et al. The pagerank citation ranking: Bringing order to the web[M]. [S.l.]: Stanford Digital Library Technologies Project, 1998.
- [24] WANG J P, GUO Q, YANG K, et al. Credit allocation for research institutes[J]. *EPL (Europhysics Letters)*, 2017, 118(4): 48001.
- [25] WANG J P, GUO Q, YANG G Y, et al. Improved knowledge diffusion model based on the collaboration hypernetwork[J]. *Physica A*, 2015, 428: 250-256.
- [26] GUO Q, HAN J T, LIU J G. Collective behaviors of book holding durations[J]. *Physics Letters A*, 2016, 380(42): 3460-3464.
- [27] BRIN S, PAGE L. The anatomy of a large-scale hypertextual web search engine[J]. *Computer Networks and ISDN Systems*, 1998, 30(1-7): 107-117.
- [28] HAGEN N T. Harmonic coauthor credit: A parsimonious quantification of the byline hierarchy[J]. *Journal of Informetrics*, 2013, 7(4): 784-791.
- [29] STALLINGS J, VANCE E, YANG J, et al. Determining scientific impact using a collaboration index[J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2013, 110(24): 9680-9685.
- [30] ZHANG C T. A proposal for calculating weighted citations based on author rank[J]. *EMBO Reports*, 2009, 10(5): 416-417.
- [31] ABBAS A M. Weighted indices for evaluating the quality of research with multiple authorship[J]. *Scientometrics*, 2011, 88(1): 107-131.
- [32] CHENG S, PAN Yun-tao, YUAN Jun-peng, et al. PageRank, HITS and impact factor for journal ranking[C]//2009 WRI World Congress on Computer Science and Information Engineering. [S.l.]: IEEE, 2009, 6: 285-290.
- [33] SAYYADI H, GETOOR L. Futurerank: Ranking scientific articles by predicting their future pagerank[C]// Proceedings of the 2009 SIAM International Conference on Data Mining. [S.l.]: Society for Industrial and Applied Mathematics, 2009: 533-544.
- [34] BAO P, ZHAI C. Dynamic credit allocation in scientific literature[J]. *Scientometrics*, 2017, 112(1): 595-606.
- [35] PERIANES-RODRIGUEZ A, RUIZ-CASTILLO J. A comparison of two ways of evaluating research units working in different scientific fields[J]. *Scientometrics*, 2016, 106(2): 539-561.
- [36] MINGERS J, YANG L. Evaluating journal quality: A review of journal citation indicators and ranking in business and management[J]. *European Journal of Operational Research*, 2017, 257(1): 323-337.

编辑 叶芳