

SCI 收录智能优化算法的文献计量统计分析

赵婉忻¹, 张燕¹, 潘炜²

(1. 西北工业大学 图书馆, 陕西 西安 710072;

2. 西北工业大学 计算机学院, 陕西 西安 710072)

摘要: 通过分析 SCI Web 版对智能优化算法文献的收录情况, 统计分析了 2001~2010 年间 SCI 收录的有关智能优化算法论文的情况。从时间分布、国家分布、作者机构分布等方面进行统计, 分析智能优化算法研究的现状和发展趋势。

关键词: 智能优化算法; SCI 论文; 文献计量

中图分类号: G353

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2012)04-0001-03

Trends of research on intelligence optimization algorithm indexed by SCI

Zhao Wanxin¹, Zhang Yan¹, Pan Wei²

(1. Northwestern Polytechnical University library, Xi'an 710072, China)

(2. Northwestern Polytechnical University School of Computer Science, Xi'an 710072, China)

Abstract: Investigating papers indexed by SCI provides scientific evidence for research of intelligence optimization algorithm. The research papers of intelligence optimization algorithm accepted by SCI are analyzed from 2001 to 2010. The distributions of publishing years, nations and author agency are counted in this research. The aim is to look back the development of intelligence optimization algorithm research, so as to point out the weak parts and explore new development directions.

Key words: intelligence optimization algorithm; SCI papers; bibliometrics

近年来, 随着社会经济和科技日新月异的发展, 生产的急剧扩大与全球化, 各种企业、组织规模迅速增长, 优化问题的日趋复杂, 一些新颖的智能优化算法, 如人工神经网络、混沌、遗传算法、模拟退火、禁忌搜索及其混合优化策略等, 通过模拟或揭示某些自然现象和过程而得到发展, 其思想和内容涉及数学、物理学、生物进化、人工智能、神经科学和统计力学等方面, 为解决复杂优化问题提供了新的思路 and 手段^[1]。本文从 2001~2010 年 SCI (Science Citation Index) 收录的相关论文情况, 分析智能优化算法领域的研究动态, 从时间分布、国家分布、作者机构分布, 被引频次等多个方面进行统计, 分析智能优化算法研究的分布现状和发展, 为相关方向研究者提供参考。

1 SCI 收录论文分析

1.1 数据来源

由于科学引文索引 SCI 数据库收录的文献能覆盖全世界最重要和最有影响力的科技期刊, 而且能提供文

献间的引证关系, 所以运用其分析 SCI Web 版对智能优化算法文献的收录情况。以 “((ant colony) or (genetic algorithm) or (particle swarm) or (neural network) or (artificial immune) or (simulated annealing) or (tabu search) or (greedy randomized adaptive)) and optimization or (heuristic algorithms) or (intelligent optimization)”) 为主题检索。检索时间范围限定为 2001 年至 2010 年。检索到文献 33,232 篇, 运用文献计量学方法对文献的时间分布、期刊分布、作者机构分布、被引频次统计等多方面进行分析探讨。

1.2 年代及国家/地区分布

某领域期刊论文在时间上的分布从一定程度上反映了该领域学术研究的理论水平和发展速度。表 1 为近 10 年 SCI 收录的关于智能优化算法论文的分布情况。

从表 1 可以看出, 研究智能优化算法的论文数量从 2001~2010 年之间, 虽然在 2007 年有所回落, 但整体呈稳步快速上升趋势。2008 年以前, 美国始终占据发文量首位, 而 2008 年之后, 中国成为该领域研究最活跃的国

综述与评论 Review and Comment

表 1 2001~2010 年 SCI 收录有关智能优化算法的论文统计

出版年	论文总数/篇	论文前 5 名的国家/地区论文数				
2001	1 783	美国 523	中国 170	英国 118	日本 112	台湾 99
2002	1 994	美国 515	中国 178	英国 141	德国 126	日本 110
2003	2 366	美国 623	中国 237	英国 160	加拿大 141	德国 131
2004	2 867	美国 695	中国 353	英国 208	台湾 164	德国 153
2005	3 256	美国 722	中国 550	加拿大 193	英国 176	韩国 174
2006	3 860	美国 810	中国 775	台湾 225	加拿大 210	英国 191
2007	3 575	美国 817	中国 539	台湾 232	印度 230	英国 204
2008	3 958	美国 740	中国 678	台湾 326	印度 254	加拿大 220
2009	4 771	中国 875	美国 823	台湾 377	印度 329	伊朗 320
2010	4 802	中国 942	美国 847	伊朗 414	台湾 344	印度 312

家, 中国在该领域的研究已经获得世界范围内的认可。智能优化算法论文被 SCI 收录的国家/地区近 100 个, 每年还在不断增加, 其中中国和美国是研究智能优化算法的主干力量。

1.3 期刊以及学科类别分布

经统计, 检索得到的 33 232 篇论文分布在 2 074 种文献上。其中期刊文献 32 669 篇, 会议文章 5 491 篇, 显而易见, 智能优化算法相关文章还是以期刊作为主要发表载体。

表 2 列出了发文量前 10 的期刊, 可以看出智能优化算法相关论文主要发表在以计算机科学、运筹学、人工智能以及制造技术为中心的期刊上, 这也与检索得出的学科类别分布结果相吻合, 很多论文是跨学科涉及多个领域的, 其中工程、计算机科学、运筹学、数学以及自动控制系统是与智能优化算法最密切相关的领域。

这一现象与智能优化算法所能解决的问题是紧密联系的, 智能优化算法能在可接受时间内解决复杂组合优化问题尤其是 NP 问题。生产生活很多领域都会遇到复杂的组合优化问题的求解, 包括如资源分配、生产安排、资金预算、空间计算、证券组合分析以及通信、运输网络设计、超大规模集成电路设计等^[2]。在统计过程中发现, 智能优化算法近年来还被应用到生物信息学、智能数据挖掘与知识发现等新兴领域。实际需求带动了智能优化算法的迅猛发展, 使其应用范围也越来越广。

表 2 2001~2010 年 SCI 收录有关智能优化算法的论文的期刊统计

期刊名称	论文总数	百分比/%
Lectrue Notes in Computer Science	2 116	6.37
European Journal of Operational Research	887	2.67
Computers Operations Research	643	1.94
International Journal of Advanced Manufacturing Technology	546	1.64
Lecture Notes in Artificial Intelligence	475	1.43
Expert Systems With Applications	472	1.42
International Journal of Production Research	449	1.35
Computers Industrial Engineering	313	0.94
Journal of the Operational Research Society	274	0.83
Applied Mathematics and Computation	242	0.73

1.4 研究机构分布

笔者统计了 2001~2010 年 10 年间智能优化算法领域机构发表论文情况, 发文总量排名如下: 1. 印度理工学院 (634), 2. 新加坡国立大学 (393), 3. 香港理工大学 (358), 4. 中科院 (303), 5. 新加坡南洋理工大学 (292)。从发文机构每年论文数量来看, 近 10 年发文数量前五的机构中, 大学占了很大比例, 这说明大学已是智能优化算法国际研究领域中产生成果的主力军。

其中印度理工学院在统计的 10 年中 7 年都占据发文量榜首, 可见该校是智能优化算法领域研究重点机构。而我国的清华大学、中科院、香港理工大学等几所机构也均是智能优化算法研究领域的核心机构。还可发现亚洲研究结构相对集中, 而美国在智能优化算法领域虽然发文量大, 但发文机构比较分散, 在机构统计中所占比例偏低。

1.5 被引频次统计

被引频次说明了一篇文章的质量和影响力高低, 也成为评定学者学术水平的指标之一。表 3 分析了前 5 位 SCI 收录有关智能优化算法的论文国家/地区的被引频次情况, 表 4 给出了笔者挑选出各国家/地区具有代表性的五所发文量、被引频次均高的发文机构, 列出了被引频次情况。以上被引频次统计截止于 2011 年 11 月 23 日 SCI Web 版收录的文章。

表 3、表 4 中的被引频次是指国家/地区、机构在 2001~2010 年间发表的文章总数, 在 2011 年 11 月 23 日之前, 平均每年被引次数, 这个指标显示了该国家/地区以及机构发表文章被引的总体情况。而篇均被引频次是指总被引次数除以总发文数量, 这个指标显示了一个国家/地区和机构发表文章的权威性以及重要程度。

从表 3 可以了解到我国在智能优化算法领域发文数量高, 但被引频次和篇均被引频次都偏低, 这说明我国在智能优化算法领域的研究还需进一步深入和提高, 以发文量取胜还不足以证明整体学术水平处于领先地位。而美英两国的篇均被引频次最高, 尤其美国发文量最大, 篇均被引频次较高, 显示了美英两国的研究成果在该领域有较高的影响力和权威性。

表 4 统计了 10 年来该领域多个国家/地区相对突出的研究机构, 其中印度理工学院处于领先地位, 统计发现该机构作者 Deb K、Pratap A、Agarwal S 等, 发表于“IEEE Transactions on Evolutionary Computation”期刊, 题目为“A fast and elitist

表3 SCI收录排名前五位国家/地区的被引频次统计

国家	美国	中国	台湾	印度	英国
被引频次/篇均被引频次	7036.33/11.85	3012.27/6.25	1377.00/7.07	1466.36/8.70	2081.55/12.47

表4 发文机构被引频次统计

发文机构	印度理工学院	新加坡国立大学	香港理工大学	伊利诺斯大学	清华大学
被引频次/篇均被引频次	873.10/13.77	416.64/11.66	315.45/9.69	259.70/11.00	278.00/13.07

multiobjective genetic algorithm: NSGA-II.”^[3]的文章被引频次高达2738次,排在被引文章首位。表4中清华大学的较高篇均被引频次说明了该校在智能优化算法领域也有着举足轻重的地位。其中来源于清华大学的“Expected value of fuzzy variable and fuzzy expected value models”一文,发表于“IEEE Transactions on Fuzzy Systems”^[4]期刊,被引频次490次,是中国在智能优化算法领域被引频次最高的文章。笔者统计的这两篇排名首位的文章均是关于遗传算法方面的研究。伊利诺斯大学、新加坡国立大学分别是美国和新加坡在智能优化算法领域发挥重要研究作用的机构。

2 结论

以智能优化算法领域最近十年间发表在SCI的文献为统计依据,通过对研究论文的统计分析,总结出智能优化算法领域的文献呈现出以下特点:

(1)分布集中,2001~2010年十年以来,美国、中国、台湾、印度和英国对智能优化算法的研究成果最多。其中以美国和中国作为智能优化算法领域研究的主力军,又以亚洲研究机构分布最为密集,多个大学和科研院所均是该领域重要研究机构。其中以印度理工学院最为突出,发文章和被引频次均占据所有研究机构统计量首位。

(2)范围广泛,主要体现在智能优化算法的应用领域上,文献所属学科类别涉及多个领域,以工程、计算机科学、运筹学、数学以及自动控制系统为重点,广泛应用于交通运输、通信网络设计、工程优化设计等生产生活中。

(3)发展趋势良好,通过对2001~2010年的文献数量和年代分布的分析表明,智能优化算法领域的论文数量增长迅速,并且保持稳定的增长势头。随着社会经济和科技日新月异的发展,生产的急剧扩大与全球化,各种企业、组织规模迅速增长,优化问题日趋复杂,从研究内容上看,这10年来智能优化算法得到了长足的发展和完善。从初期仅靠单一的智能优化算法解决问题并针对算法参数论证试验以求提高算法性能,到目前着重强调混合策略的开发(如遗传算法和变邻域搜索的混合;粒子群算法和人工免疫算法的混合;遗传算法和禁忌搜索算法的混合等),克服单一算法的不足来解决各种大规模难解的组合优化问题^[5]。

我国在智能优化算法领域的发展有目共睹,在2001~2010年中,我国被SCI收录论文共5297篇,占同期论文数量15.94%,被收录论文数量的增长速度最快,

平均年增长率达到45.4%。从2009年开始成为被SCI收录论文数量最多的国家。中科院、清华大学和香港理工大学等科研院所是我国在智能优化算法领域的重点研究机构,发文章数量多、篇均被引频次较高。从本文统计结果来看,也可发现我国在智能优化算法研究领域尚存在一些不足之处,被引频次和篇均被引频次较低,说明我国研究者在对新领域的开拓、研究方法的创新以及算法模型的突破性改进等多方面还需进一步努力。在这种情况下,如何选择学术发展方向,突破学术研究瓶颈是一个重大挑战^[6]。

参考文献

- [1] 王凌,智能优化算法及其应用[M].北京:清华大学出版社,2003.
- [2] 周雅兰.智能优化算法的混合策略分析、设计和建模[J].计算机应用研究,2010,27(12):4424-4426.
- [3] DEB K, PRATAP A, AGARWALL S, et al. A fast and elitist multiobjective genetic algorithm: NSGA-II[J]. IEEE Transactions on Evolutionary Computation, 2002,6,(2):182-197.
- [4] LIU B D, LIU Y K. Expected value of fuzzy variable and fuzzy expected value models[J]. 2002,10(4):445-450.
- [5] KIM K J, CHO S B. A comprehensive overview of the applications of artificial life[J]. Artificial Life, 2006,12(1):153-182.
- [6] RAJKUMAR R,SRICHAND H, ROBERTO T. Recent advances in engineering design optimisation: Challenges and future trends[J]. CIRP Annals-Manufacturing Technology, 2008,57(2):697-715.

(收稿日期:2011-11-27)

作者简介:

赵婉忻,女,1984年生,硕士研究生,主要研究方向:交通信息工程及控制、信息服务、参考咨询、情报研究。

张燕,女,1986年生,硕士研究生,主要研究方向:通信与信息系统、信息服务、参考咨询、情报研究。

潘炜,男,1979年生,博士研究生,副教授,主要研究方向:计算机科学与技术。