

基于CiteSpace的国际人工智能研究热点与趋势分析

盛云梦, 刘 倩

(上海工程技术大学管理学院, 上海 201620)

✉shengym2562@163.com; lqsn1996@163.com



摘 要: 为了深度剖析国际人工智能的研究现状和前沿趋势, 准确了解世界人工智能研究的发展阶段和特点, 通过文献计量工具CiteSpace对Web of Science核心数据库中2011—2021年的人工智能相关文献从合作网络、文献共被引、关键词三个角度进行可视化计量分析。研究发现: 人工智能方向期刊高产国家主要集中于中国、美国、韩国, 各机构、学者合作较为紧密; 研究热点主要集中在深度学习、神经网络、支持向量机的理论方法及医学等智能仿真技术方向的应用; 近十年人工智能方向的研究经历了蓬勃发展期、稳定期、新一轮繁荣期三个时期。

关键词: 人工智能; CiteSpace; 可视化分析; 深度学习

中图分类号: TP18 **文献标识码:** A

Research Hotspots and Trend Analysis of International Artificial Intelligence based on CiteSpace

SHENG Yunmeng, LIU Qian

(School of Management, Shanghai University of Engineering and Technology, Shanghai 201620, China)

✉shengym2562@163.com; lqsn1996@163.com

Abstract: In order to deeply analyze the research status and cutting-edge trends of international AI (Artificial Intelligence), and accurately understand the development stages and characteristics of AI research all over the world, this paper proposes to use CiteSpace to conduct a visual quantitative analysis of AI-related literature in the core database of Web of Science from 2011 to 2021 from three aspects: cooperative network, co-citation of literature and keywords. It is found that the high-yield countries of AI-oriented journals are mainly concentrated in China, the United States and Republic of Korea, and various institutions and scholars cooperate with each other closely. Research hotspots mainly focus on the theoretical methods of deep learning, neural networks, support vector machines and the application of intelligent simulation technologies such as medicine. Over the past decade, the research of AI has experienced three periods: vigorous development period, stable period and a new round of prosperity period.

Keywords: artificial intelligence; CiteSpace; visual analysis; deep learning

1 引言(Introduction)

人工智能作为信息和计算机技术领域的一个重要分支, 从前期计算机模拟人的认知研究发展为人机与计算机网络结合的混合群智能研究, 其目标是以更快的速度和更高的准确性解决人类智能的问题^[1]。在国家战略层面, 美国、英国和德国等主要发达国家都将人工智能视为国家竞争、信息安全的关键技术, 纷纷加大研究与产业创新结构升级^[2]。我国人工智能

相关研究发展迅速, 已步入全球领先水平。目前与人工智能相关的研究成果相对普遍, 但研究内容较分散, 大多数聚焦于某一子领域, 较少从全局视角对国际人工智能发展趋势进行系统深入的研究, 且人工智能是目前发展最快、影响最广泛的学科之一, 需结合多种科学计量方法对文献数据进行深入的挖掘和分析。因此, 本文运用文献计量软件, 从总体角度对国际人工智能的研究热点、演进过程、发展脉络进行了

梳理和分析, 希望为该领域的发展探索提供新的研究视角和思考。

2 研究设计(Research design)

2.1 研究目的

为探析近十年人工智能整体发展的动态与演进轨迹, 本文对期刊文献进行研究, 主要从科研合作网络和文献、突显词、关键词层面进行信息整合和数据挖掘, 归纳国际人工智能研究的发展特征, 深入了解领域内的动态和焦点问题, 对科研人员进行相关理论研究具有重要的借鉴意义。

2.2 数据来源

本文研究的所有文献数据来源于全球学术信息重要数据库Web Of Science的核心数据库。设定期刊时间跨度为2011—2021年, 检索日期设置为2022年2月1日, 检索条件为: 标题=“ARTIFICIAL INTELLIGENCE”, 文献类别=“ARTICLE”, 利用Web of Science筛选剔除掉非期刊类别的文章, 共计检索到6,007条纪录。

2.3 研究方法与工具

首先以人工智能相关领域的期刊发文量和影响因子为标准筛选了1,886篇期刊论文, 然后借助“CiteSpace”软件对具有国际影响力的人工智能学术刊物进行可视化的分析, 采用文本信息提取法、定性与定量结合法, 挖掘出当前世界人工智能研究的热点, 并揭示其演化轨迹和发展趋势。

3 研究结果与分析(Research results and analysis)

3.1 论文分布及载文期刊分析

对上述数据清洗后的6,007篇国际人工智能研究期刊论文的年度产出情况进行描述性分析, 详见图1。

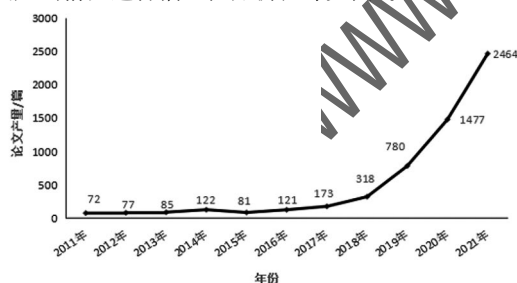


图1 国际AI相关论文年产量分布图

Fig.1 Annual output distribution map of international papers related to AI

从图1可以看出, 2011—2016年人工智能研究领域相关文献量总体呈现逐年增加趋势, 2017—2021年, 相关领域文献呈两倍急速上升趋势。2011年国际上关于人工智能的研究已经兴起, 但研究成果较少, 这主要受两方面的影响, 一方面是全球人工智能理论的基础研究、认知理论模型尚待完善^[3], 另一方面是硬件、软件、数据等技术工具的限制。2016年谷歌旗下的AlphaGo以4:1打败了世界围棋高手, 迎来了“人

工智能60周年”的发展拐点, 使人工智能论文数目猛增^[4]。自此以后, 人工智能的研究成果在数量和影响力上都有了明显的提升, 其关注度也在不断飙升, 到2020年发文增长率为89.07%, 上升到了一个新的高度。国际上关于人工智能研究且具有影响力的期刊有: *JIEEE Access*、*AI Magazine*、*Sustainability*等。结合Web of Science的期刊影响力因子, 以及人工智能领域期刊的论文发文量, 对6,007条搜索结果进行了提炼和整理, 最后得出1,886条。

3.2 国际人工智能研究高产国家分布统计

设置面板中的“Country”选项, 其余为系统默认值, 可获得世界上高产人工智能研究国家的知识图谱, 详见图2。图中每个节点表示国家, 两个节点的连线代表了两国间的联系, 节点的大小则是发文的数目。为了更好地理解该领域的节点层次, 进行进一步的数据挖掘, 详见表1。

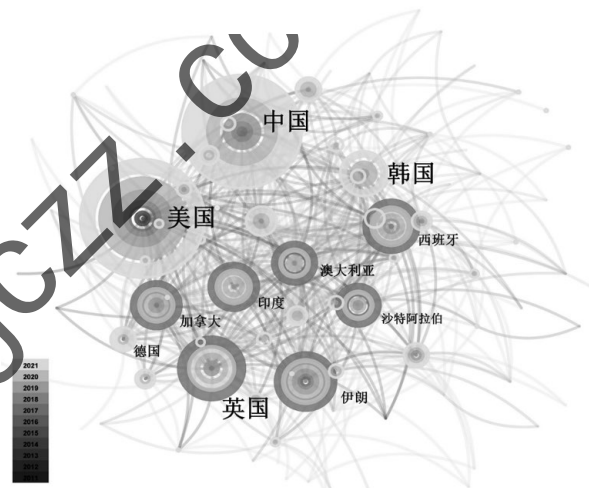


图2 人工智能研究高产国家可视化知识图谱

Fig.2 Visual knowledge map of high-yield countries for AI research

表1 按照文章数量和中心度分别排序的前10位高产国家

Tab.1 Top 10 high-yield countries ranked by the number and centrality of the paper

排名	国家	文章数量	国家	中心度
1	中国	662	英国	0.21
2	美国	389	美国	0.19
3	韩国	127	澳大利亚	0.16
4	英国	106	越南	0.13
5	印度	91	西班牙	0.11
6	伊朗	91	伊朗	0.10
7	西班牙	83	加拿大	0.09
8	意大利	80	印度	0.08
9	澳大利亚	79	法国	0.08
10	德国	73	波兰	0.07

2011—2012 年突显词包括时间序列(time series)、人工智能神经网络(ann)、智能仿真(simulation)、机器学习模型中的定义参数(parameter)、行为(behavior), 这些突显词持续时间长达7至9 年; 2014—2017 年突显词包括遗传算法(genetic algorithm)、增长智能(growth)等, 这些关键词平均持续时间长达4 年; 2018 年至今突显出支持向量机(support vector machine)、人工智能未来法案(future)、智能医疗(care)、特征学习(feature)等突显词。以上突显词体现了人工智能的发展脉络和趋势, 其中, 支持向量机、人工智能未来法案、智能医疗、特征学习等关键词一直持续至今, 反映出在未来一段时间相关研究仍是人工智能领域的关键趋势。

3.6 基于关键词共现的研究热点分析

关键词反映了文献所要表现的各个主题之间的相互关系, 是文章中心的核心概括, 分析关键词有利于研究本领域的热点。运行软件得到图6所示的人工智能关键词共现图谱。该图谱每一个节点的尺寸代表了该词出现的次数, 随着出现次数的增加, 这个圆圈也会越来越大。在出现频率超过20的关键词中, 神经网络、系统、模型出现的次数最多, 分别出现次数为187、141、141。总结国际人工智能领域学者们关注的热点主体主要有10 个方向: 诊断(diagnosis)、神经网络(neural network)、深度学习(deep learning)、风险管理(risk management)、优化(optimization)、预测(prediction)、分类(classification)、算法(algorithm)、智能仿真(simulation)、管理(management)等关键词, 高频关键词与中心排名靠前的关键词基本保持一致, 即频次越高, 中心越明显, 中心性一定程度上可以涵盖热点和关键转折点。

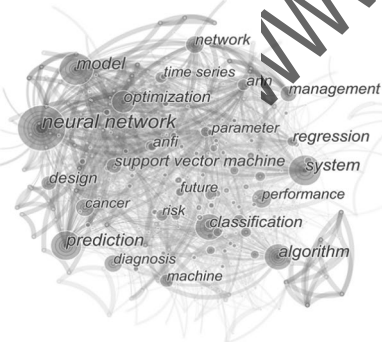


图6 关键词聚类图

Fig.6 Keywords cluster map

结合文献分析将关键词结果归纳为两大类。一是针对深度学习的相关算法研究, 深度学习是研究计算机获取新的知识技能, 一方面在信息感知、数据预测和估计模型上直接使用, 另一方面试图模仿人脑在数据中寻找模式的方法^[7], 这种模式又被称为“神经网络”, 神经网络代表了人工智能在人类思维模仿技术方面的前沿。二是算法优化和特征学习, 通

过训练数据集进行预测以采取行动优化某些系统^[8], 当前有多种算法可用于此优化, 包括基于模型的强化学习、基于遗传算法的多目标寻优策略、基于数据挖掘的数据算法、支持向量机的特征分析等。三是人工智能与跨门类的尖端学科, 它的研究领域十分广阔, “人工智能+X”的创新模式将会在技术与工业发展中逐渐走向成熟, 研发聚集多方向结合的混合智能, 在智能城市、智能农业、智能制造等需求的牵引下需要更多交叉融合的新发展, 从而改变生产力、产业结构, 促进人类迈向“普惠型”的智能社会^[9]。

4 讨论(Discussion)

随着信息环境、数据挖掘、跨媒体计算等方面表现出来的巨大变化, VR、AR、移动终端等穿戴设备的涌现及元宇宙概念的提出为新一代人工智能的突破提供了技术环境和概念延伸。人工智能技术实现了新的技术突破, 使其跨越了科学与应用之间的“技术鸿沟”, 在理论与应用之间, 平台支撑系统和平台服务驱动人工智能也走向了新的发展阶段^[10]。环境的日益复杂需要越来越多的基于人工智能的支持系统来制定解决方案, 使各个方向的研究能够以更快、更准确的方式进行调整。

就目前发展来看, 人工智能的发展从信息感知、机器学习等“浅层智能”过渡到模仿自然大脑如何处理信息的“深层智能”^[11]。出现频次高的关键词包括神经网络、深度学习、优化模型、预测、风险管理等, 对其余方向的关注度相对平稳, 且根据节点中心性, 时间序列、人工神经网络、群智能仿真对人工智能领域具有重要的影响力, 支持向量机、人工智能未来法案、智能医疗、特征学习等相关研究仍是未来一段时间内人工智能领域的热点。

5 结论(Conclusion)

本文以CiteSpace软件为基础, 通过定性和定量分析研究领域内的国际期刊, 得出如下结论。

从高产国家、机构、作者分布统计可视化结果来看, 国际人工智能高产国家集中在中国、英国、越南、西班牙、伊朗、美国; 发文量排名前三的高产研究机构为Duy Tan Univ、Harvard Med Sch、Univ Tabriz, 产量排名靠前的作者为Salaheldin Elkatatny、Abdulazeez Abdulraheem、Md Mohaimenul Islam, 且各机构间、学者间的合作较为紧密。在高产国家、高产机构、高产作者三方面的结果中, 美国综合排名靠前, 可见其在人工智能领域学术研究上较为领先。

从研究热点来看, 目前国际人工智能领域重点关注的是深度学习、神经网络理论和技术领域的应用。国际人工智能领域的关键词之间强度较大, 与其他多门商业、生物、医疗

(下转第34页)