

# 基于CiteSpace的计算机仿真研究进展

李 瑶

上海工程技术大学管理学院, 上海

收稿日期: 2023年6月1日; 录用日期: 2023年7月27日; 发布日期: 2023年8月2日

## 摘 要

物联网、人工智能、云计算等现代前沿科技手段的进步, 极大地影响着计算机仿真领域的转型与变革。为了探寻国内对计算机仿真的研究进展, 得到计算机仿真领域的发展方向与趋势, 本文利用CiteSpace软件, 对中国知网中筛选出的380篇关于计算机仿真领域的文献的发文量、高产作者和机构、关键词等进行可视化分析。研究发现: 高产作者之间的联系比较紧密, 但高校缺少与企业的合作; 研究热点主要集中在仿真技术、数值模拟、温度场和仿真模型等方面。借助知识图谱, 较为全面地了解了计算机仿真领域的研究进展情况, 为计算机应用技术的创新性发展提供了理论指导。

## 关键词

计算机仿真, 知识图谱, 可视化分析

# Research Progress in Computer Simulation Based on CiteSpace

Yao Li

School of Management, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai

Received: Jun. 1<sup>st</sup>, 2023; accepted: Jul. 27<sup>th</sup>, 2023; published: Aug. 2<sup>nd</sup>, 2023

## Abstract

The progress of modern cutting-edge scientific and technological means such as the Internet of Things, artificial intelligence, and cloud computing has greatly affected the transformation and change in the field of computer simulation. In order to explore the research progress of computer simulation in China and obtain the development direction and trend of computer simulation, this paper uses CiteSpace software to visually analyze the publication volume, high-yield authors and institutions, and keywords of 380 literature on computer simulation screened out in CNKI. The study found that the relationship between high-yield authors is relatively close, but universities

lack cooperation with enterprises; the research hotspots mainly focus on simulation technology, numerical simulation, temperature field and simulation model. With the help of knowledge graph, this paper has a comprehensive understanding of the research progress in the field of computer simulation, and provides theoretical guidance for the innovative development of computer application technology.

## Keywords

Computer Simulation, Knowledge Graph, Visual Analytics

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

计算机仿真是一种描述性技术，是一种定量分析方法。通过建立某一过程或某一系统的模式，来描述该过程或该系统，然后用一系列有目的、有条件的计算机仿真实验来刻画系统的特征，从而得出数量指标，为决策者提供关于这一过程或系统的定量分析结果，作为决策的理论依据[1]。

计算机仿真在国内的应用领域主要有工业领域、军事领域和教育领域等[2]。其中在工业领域主要应用在汽车制造业以及新能源开发等方面；在军事领域主要应用于武器装备的测试和调试，加快武器装备的改良设计与生产；在教育领域主要通过实验与模型相结合的方法，将书本知识与实验融合，提高学生对模型方法的认知与应用。

本文将运用 CiteSpace 可视化计量软件，分析国内在计算机仿真领域的研究进展，从而把握计算机应用技术的研究前沿与趋势，为以后的研究提供数据支撑和理论依据[3]。

## 2. 研究设计

### 2.1. 研究假设

为了寻找理论研究的热点与趋势，本文展开对国际重要期刊和文献的研究，因为在国际上运筹学顶级学术期刊上发表的科学文献往往受到业内专家和发表刊物严格的评议和审查，其研究成果具有更高的严谨性和科学代表性。尽管近年来研究文献剧增，但伴随着科技的发展，对于巨量科学文献处理的可视化软件已应运而生，通过运用这些可视化软件可以帮助探寻相关研究领域内隐藏的规律，从而为后期的研究发展提供数据支撑和理论依据。

### 2.2. 数据来源

本文数据来源于 CNKI 中 CSSCI 数据库所收录计算机仿真领域研究的文献，依据为此类别的文献在业界内具有相当的权威性，能反映出当前国内计算机仿真研究领域的最新的较高质量和代表性的成果。

时间跨度设定为 2010~2022，检索日期为 2023 年 5 月 28 日，检索条件为主题 = “计算机仿真”，来源分别设为以上从 CSSCI 和中文核心期刊目录里筛选出的期刊名称。经过数据清洗后，最终得到 380 篇关于计算机仿真研究方向的文献，通过对这 380 篇文献进行统计分析，得到计算机仿真研究进展的论文年产量分布情况。如图 1 所示。



**Figure 1.** Annual output distribution of computer simulation research papers  
**图 1.** 计算机仿真研究论文年产量分布图

从图 1 可以看出, 2010 年开始, 国内已经开始了计算机仿真的研究, 研究成果比较多。随着经济的增长与社会的快速发展, 国家加强了对计算机仿真的重视, 越来越多的研究资金支持也使得国内学者更加关注这一领域, 在 2012 年以后, 年发文量显著增加, 表示国内对计算机仿真的研究也取得较为丰富的成果。从图中可以看出, 论文产量在 2014 年出现了一次高峰, 这表明国内对计算机仿真的研究经历了一次大的波动, 这种变化与经济发展水平的变化和国家政策密切相关。而近几年计算机仿真领域的研究成果逐渐减少, 这表明计算机仿真研究的发展昌盛期已经过去, 主要与互联网与大数据快速发展相关, 计算机仿真曾经是稀缺资源, 现在正逐步变成每种产品设计不可或缺的部分[4]。之前只有复杂的大型工程才会用到仿真, 而随着计算机行业和仿真行业的发展, 仿真算力的成本已经降低到个人都可以负担得起。对计算机仿真研究进展的分析与深入探讨不仅有利于学者进一步确定计算机仿真技术的发展趋势与研究方向, 还可以为未来计算机仿真技术的发展提供建议。

### 2.3. 研究方法与工具

CiteSpace 的中文翻译为引文空间, 它是一款着眼于分析科学中蕴含的潜在知识, 是在科学计量学、数据可视化背景下逐渐发展起来的一款引文可视化分析软件。由于是通过可视化的手段来呈现科学知识的结构、规律和分布情况, 因此也将通过此类分析方法得到的可视化图形称为“科学知识图谱”。它可以通过算法对文献进行计量分析, 将既定研究领域的高产国家、机构、作者、热点、演化路径等信息以一系列可视化图谱呈现出来, 以便于对该学科研究热点、研究动态、演进轨迹及发展趋势进行分析与探讨。

本文通过运用 CiteSpace 计量软件, 对接条件检索到的 380 篇文献进行可视化分析, 并根据分析结果做进一步的数据挖掘, 找出计算机仿真的研究的热点, 揭示该研究领域的演化路径与发展趋势。

## 3. 研究结果与分析

### 3.1. 计算机仿真的研究高产机构、作者分布统计

本文利用 CiteSpace 中的合作图谱功能来分析计算机仿真研究进展的高产机构和作者之间的关系, 从而发现那些值得关注的机构与科研人员, 为评价机构和科研人员学术影响力提供一个新的视角。

#### 3.1.1. 计算机仿真的研究高产机构分布统计

在“NodeTypes”面板中选择“Institution”选项。其他选项为系统中的默认设置, 运行软件即可得到该领域高产研究机构分布可视化网络图谱。从图 2 可以看出每个机构自身的发文量都比较少; 高产机

构有一定的科研水准和专业权威能够吸引其他机构的合作与学术交流，但总体来说，机构之间的连线比较稀疏，高产机构之间的合作并没有很密切；论文产量低的机构之间也有合作，它们之间的合作密切程度与各大高产机构之间的合作密切度相似。为了更直观地反映机构的发文量情况，得到发文量与中心度排名前 13 的高产机构，如表 1 所示。

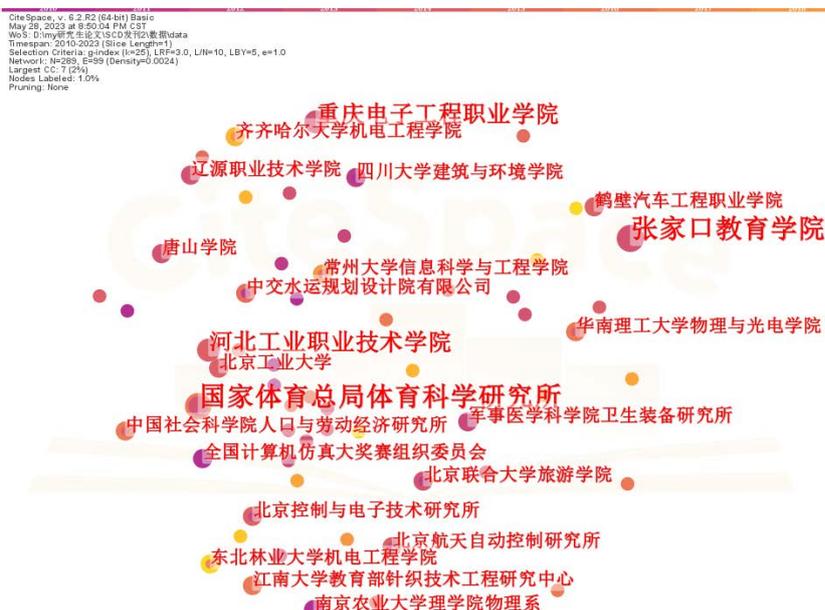


Figure 2. High-yield institutional cooperation diagram  
图 2. 高产机构合作图

Table 1. Top 13 universities and institutions in terms of number of publications and centrality  
表 1. 发文数量和中心度前 13 所高校机构

位次	Count	Centrality	Year	Institution
1	7	0	2018	宁波大学地理与空间信息技术系
2	7	0	2008	中国科学院地理科学与资源研究所
3	6	0	2008	北京师范大学地理学与遥感科学学院
4	6	0	2008	同济大学建筑与城市规划学院
5	6	0	2007	南京师范大学地理科学学院
6	5	0	2007	陕西师范大学旅游与环境学院
7	5	0	2008	上海师范大学地理系
8	4	0	2014	湖南大学经济与贸易学院
9	4	0	2018	华东师范大学城市发展研究院
10	4	0	2013	南京大学建筑与城市规划学院
11	4	0	2019	华东师范大学中国现代城市研究中心
12	4	0	2019	中国海洋大学管理学院
13	4	0	2018	华东师范大学城市与区域科学学院

从表 1 可以看出, 计算机仿真研究领域中论文产量最高的机构为宁波大学地理与空间信息技术系、中国科学院地理科学与资源研究所、北京师范大学地理学与遥感科学学院、同济大学建筑与城市规划学院和南京师范大学地理科学学院, 发文量都在 6 篇及以上, 但他们之间的中心度都为 0, 这说明论文产量高的机构并不一定与其他机构有密切的联系, 其论文产量与机构自身的科研能力有关。但如果能与其他机构进行合作, 充分利用双方的科研优势, 可能会得到更丰富的研究成果, 因此加强机构之间的联系与合作是非常有必要的[5]。

### 3.1.2. 计算机仿真的研究高产作者分布统计

在“NodeTypes”面板中选择“Author”选项, 其他选项都选系统的默认设置, 运行可得图 3, 图中共有 322 个节点和 234 条连线, 其中节点的大小表示了该作者发表文章数量的多少, 节点之间的连线表示与其他作者之间合作的密切程度。从图 3 可以看出节点之间的连线与节点数量接近, 说明作者之间的联系并不密切, 且节点圆圈较小, 说明作者发文量不多。

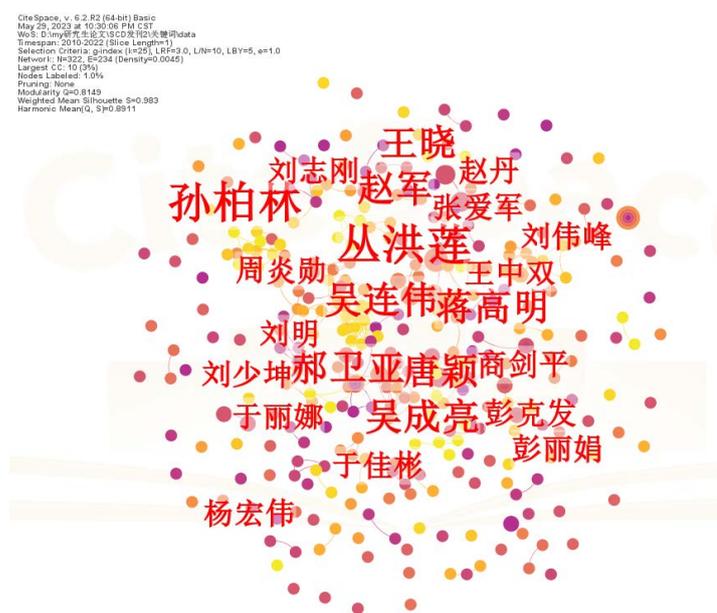


Figure 3. Diagram of collaboration between highly prolific authors  
图 3. 高产作者合作图

对图 3 进行数据挖掘, 得到表 2, 其中产量最高的作者为从洪莲、孙柏林、蒋高明、郝卫亚、王晓、吴成亮、赵军、吴连伟和唐颖, 其发文量都在 3 篇及以上, 图中节点最大的两个标签是从洪莲和孙柏林, 以这两位作者为核心构成合作网络, 说明这两位作者不仅是该领域内论文高产量的作者, 而且在计算机仿真研究领域具有重要的学术地位, 对学者之间的学术交流起着重要的枢纽作用。各个学者之间的密切联系, 相互之间开展合作研究, 对与计算机仿真学领域的知识创造具有积极意义。

Table 2. Top 23 prolific authors ranked by frequency and centrality  
表 2. 按照频次和中心度排序前 23 位的高产作者

位次	Count	Centrality	Year	Author
1	4	0	2011	从洪莲
2	4	0	2010	孙柏林

## Continued

3	3	0	2016	蒋高明
4	3	0	2013	郝卫亚
5	3	0	2013	王晓
6	3	0	2013	吴成亮
7	3	0	2013	赵军
8	3	0	2017	吴连伟
9	3	0	2010	唐颖
10	2	0	2013	于佳彬
11	2	0	2015	刘志刚
12	2	0	2013	刘少坤
13	2	0	2013	彭丽娟
14	2	0	2015	刘伟峰
15	2	0	2012	刘明
16	2	0	2015	周炎勋
17	2	0	2011	商剑平
18	2	0	2010	杨宏伟
19	2	0	2013	彭克发
20	2	0	2014	赵丹
21	2	0	2018	王中双
22	2	0	2013	于丽娜
23	2	0	2016	张爱军

### 3.2. 基于关键词可视化分析的计算机仿真热点及趋势研究

#### 3.2.1. 基于关键词共现的研究热点分析

关键词是文章中心的高度概括凝练的表现，体现出文章所要表达的核心主题和主要内容。关键词共现图谱有利于人们分析研究热点，出现次数较高的关键词被认为是一定时间内的研究热点。运行 CiteSpace 软件后得出计算机仿真研究关键词共现可视化图谱，如图 4 所示，按频次和中心度排名的关键词如表 3 所示。该图中共有 404 个节点，544 条连线，节点的大小表示该关键词出现频次的多少，知识图谱中显现的是频次在 4 及以上的关键词标签。其中，“1”和“仿真技术”的节点最大，其出现的频次最高，分别为 138 次和 30 次，紧跟着热点关键词是“温度场”和“仿真模型”，出现的频次分别为 5 次和 5 次。

关键词共现图分析显示，除去“计算机仿真”、“大奖赛”、“中国计算机用户协会”、“计算机仿真技术”这几个代表计算机仿真本身以及无关研究方向的关键词，计算机仿真领域的学者们关注的研究热点主题有“温度场”、“仿真模型”和“数值模拟”等。结合突显词可视化分析与关键词共现图分析，可以得出计算机仿真的研究热点主要分为两个方面：① 计算机仿真在各领域的应用研究[6]；② 计算机仿真技术的模型与方法研究。



Figure 4. Keyword co-occurrence graph  
图 4. 关键词共现图

Table 3. Keywords ranked by frequency and centrality  
表 3. 按频次和中心度排名的关键词

位次	Count	Centrality	Year	Keywords
1	138	0.53	2010	计算机仿真
2	34	0.03	2010	大奖赛
3	30	0.28	2010	仿真技术
4	26	0.11	2010	仿真
5	11	0.03	2010	中国计算机用户协会
6	9	0.02	2012	计算机仿真技术
7	5	0.02	2014	温度场
8	5	0.01	2010	仿真模型
9	5	0	2010	中国系统仿真学会
10	5	0	2012	仿真分析
11	5	0	2014	数值模拟
12	5	0	2013	第五届
13	4	0.01	2014	建模与仿真
14	4	0.01	2014	有限元模拟
15	4	0	2014	新闻发布

### 3.2.2. 基于关键词前沿时区视图的研究趋势分析

关键词前沿时区图是根据前沿热点的交互关系和演进路径设计的，每个时区都有同步生成的专业术语。通过对关键词前沿时区视图分析，有助于人们探寻该领域研究的发展趋势。

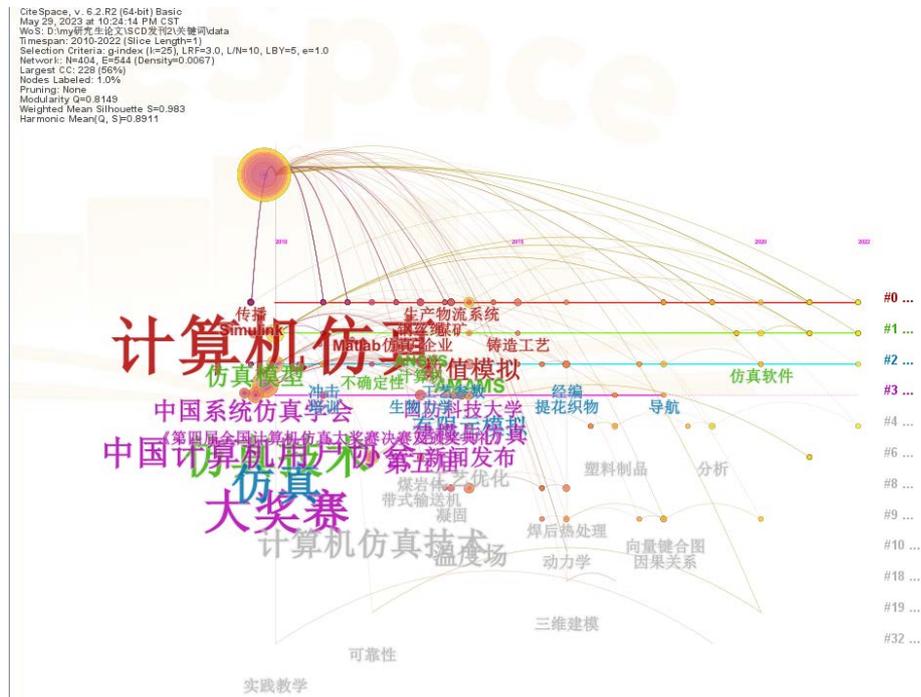


Figure 5. Cutting-edge timeline graph of keywords  
图 5. 关键词前沿时间线图

从图 5 可以看出，第一阶段是从 2010 年到 2015 年，这一阶段的关键词比较集中，这一阶段的研究主题主要集中在计算机仿真技术以及仿真模型等方面[7]。第二阶段是从 2015 年到 2022 年。研究主题主要集中在仿真软件、导航等方面，这一阶段的研究主题与第一阶段重叠部分较少，计算机仿真的研究是以第一阶段的研究内容为基础，也是对第一阶段研究内容与成果的深化。

#### 4. 研究结论

本文运用 CiteSpace 软件通过定性和定量分析相结合的方法对计算机仿真领域的 380 篇文献进行了可视化分析与数据挖掘，初步得到以下结论：

从研究的地域分布来看，高发文量的机构主要分布在北京、河北以及江苏这些省市，反映出了经济发展比较快的区域，其教育水平比较高，学校和机构更加支持学者的学术研究，且加上国家政策的倾斜，从而使这些地区在计算机仿真领域取得更多研究成果[8]。

从研究成果来看，计算机仿真仍然有待发展，其研究成果较少，不利于计算机仿真领域科研成果的全面挖掘与深化。由于机构间教育水平和扶持力度的差异，使得一些在计算机仿真研究具有较高科研水平的机构和学者缺少科研的积极性，为了避免或者减少这种现象的产生，机构应该采取激励措施鼓励更多学者参与研究成果的发掘，国家政策也应该及时调整以适应当前的学术界的形势和现状[9]。

从研究内容来看，本文主要通过 CiteSpace 软件对计算机仿真领域的文献进行可视化分析，得到近 12 年来计算机仿真的研究进展、方向和重点，从而把握计算机仿真今后的研究趋势，对产业的发展也有一定的指导意义。

#### 参考文献

- [1] 汪洋. 计算机仿真技术的发展及其应用研究[J]. 信息记录材料, 2021, 22(12): 75-77.
- [2] 张天明. 计算机仿真技术的应用趋势[J]. 湖北农机化, 2020(8): 9.

- [3] 郝雅萍. 基于计算机仿真技术的发展及其应用[J]. 电子技术与软件工程, 2018(20): 125.
- [4] 王志伟. 计算机仿真技术的应用及其发展趋势[J]. 内燃机与配件, 2018(7): 198.
- [5] 崔胜. 计算机仿真技术的应用[J]. 电子技术与软件工程, 2017(20): 142.
- [6] 伍乐生. 计算机仿真技术的发展现状与创新研究[J]. 吉林广播电视大学学报, 2017(10): 34-35.
- [7] 候彦庆. 计算机仿真技术的应用与发展趋势[J]. 信息通信, 2016(2): 181-182.
- [8] 王岩. 计算机仿真技术及其应用探析[J]. 信息化建设, 2015(12): 333.
- [9] 李圆明. 计算机仿真技术与信息处理探究[J]. 信息与电脑(理论版), 2015(21): 148-149.