

知识图谱视角下中国计算思维研究现状及展望

石定埔¹ 周锦程^{*1,2} 杨朵¹ 陈小红³

1 黔南民族师范学院计算机与信息学院 2 贵州省复杂系统与智能优化特色重点实验室

3 黔南民族师范学院数学与统计学院

DOI:10.12238/jief.v4i3.5113

[摘要] 近年来,计算思维已逐渐成为计算机领域的研究热点,把握计算思维的研究现状和趋势,有利于推进计算思维的发展。以中国知网的中文核心期刊和CSSCI来源期刊为数据来源,利用CiteSpace软件对中国学者关于计算思维的研究情况进行可视化分析。结果表明:近十年来,中国学者关于计算思维的研究重点倾向于教学模式研究和信息技术课程教学改革的研究。此外,还存在计算思维评估缺乏专业评价指标,对学生计算思维兴趣培养的研究不多,教师专业素养发展研究较少等问题。最后,本文客观预测了计算思维领域的研究热点和演进方向,以期为中国计算思维领域的研究者提供相应参考。

[关键词] 计算思维; 知识图谱; 研究热点; 发展趋势

中图分类号: G613.4 **文献标识码:** A

Status and Prospects of Computational Thinking Research of China from the Perspective of Knowledge Graph

Dingpu Shi¹ Jincheng Zhou^{*1,2} Duo Yang¹ Xiaohong Chen³

1 School of Computer and Information, Qiannan Normal University for Nationalities

2 Guizhou Provincial Key Laboratory for complex systems and intelligent optimization

3 School of Mathematics and Statistics, Qiannan Normal University for Nationalities

[Abstract] In recent years, computational thinking has gradually become a research hotspot in the field of computer science. To grasp the research status and trend of computational thinking is beneficial to promoting the development of computational thinking. CiteSpace software is used to analyze the research situation of Chinese scholars on computational thinking based on the Chinese core journals and CSSCI journals of CNKI. The results show that in the past ten years, the research emphasis of Chinese scholars on computational thinking is inclined to the study of teaching mode and the teaching reform of Information Technology courses. In addition, there are still some problems such as the lack of a professional evaluation index, the lack of research on the cultivation of students' interest in computational thinking, and the lack of research on the development of teachers' professional quality. Finally, this paper objectively predicts the research hotspot and evolution direction in the field of computational thinking, in order to provide the corresponding reference for the researchers in the field of computational thinking in China.

[Key words] Computational Thinking; Knowledge Mapping; Research Hotspot; Development Trend

引言

早期,有学者认为计算思维(Computational Thinking)是系统编程训练的产物,这一时期所研究的计算思维被称为“传统计算思维”。^[1]相较于“传统计算思维”,“新计算思维”概念的领军者周以真教授于2006年作了较为系统的定义,她认为计算思维是基于计算机科学观点和计算机科学领域工具,进行问题求解、系统设计和人类行为理解的系列思维方式。^[2]随着“新计算思维”的提出,计算思维研究的热潮陆续展开,但目前尚无

关于中国计算思维研究发展脉络的系统化研究。因此,利用CiteSpace软件从知识图谱视角,对中国计算思维相关研究进行可视化分析,有助于科学地剖析2010年来中国计算思维的研究现状、研究热点和演进方向。

1 数据来源和研究方法

1.1 搜索策略

本文数据来源为“中国知网”,其全称为“中国国家知识基础设施工程”(China national knowledge infrastructure,

CNKI)。将“计算思维”作为主题词,选择文献发表时间范围为2010年1月1日-2022年4月29日,共检索出北大核心文献270条、CSSCI文献216条,剔除会议、征文、报告等不相关文献后,共获得文献总数456条。

1.2 研究方法

基于CiteSpace (5.8.R1) 可视化分析工具,应用共引分析理论、寻径网络算法和LLR算法等,对CNKI核心期刊数据库和CSSCI数据库中的计算思维主题文献进行可视化分析,并绘制相应知识图谱,以探测该领域的现状、研究热点和演化趋势。其中,分析内容包括关键词共现图谱分析、聚类分析、时间线分析和突变性分析等,从而揭示计算思维研究领域的现状与发展趋势。

2 结果与分析

2.1 文本分析

2.1.1 引用频次分析

利用CiteSpace软件对计算思维相关文献的关键词进行文本分析,结果表明:样本文献中研究关键词所占篇幅最多的是“计算思维”,出现的频次高达261次,样本占比为57.23%,其它研究主题依次为“人工智能”、“教学改革”、“信息技术”和“大学计算机基础”等。计算思维领域前九的高频研究热点关键词如表1所示。

表1 计算思维研究领域高频关键词

排名	出现频次	样本占比/%	关键词
1	261	57.23	计算思维
2	32	7.01	人工智能
3	24	5.26	教学改革
4	23	5.04	信息技术
5	18	3.95	大学计算机基础
6	18	3.95	编程教育
7	15	3.29	信息技术课程
8	12	2.63	信息素养
9	12	2.63	大学计算机

自“新计算思维”提出以来,广大研究者对计算思维进行了大量研究。教育部高等学校大学计算机课程教学指导委员会于2013年发表了《计算机教学改革宣言》,宣言中强调大学计算机课程的改革要把计算思维作为教学改革的要点^[3];2016年,美国计算机科学教师协会在《K-12计算机科学标准》中对计算思维给出了新的内涵:计算思维是基于问题解决的一种思维方法^[4];2017年,中国教育部发行的《普通高中信息技术课程标准》中提出:信息意识、计算思维、数字化学习与创新、信息社会责任四大信息技术核心素养,将计算思维的研究推向了下一浪潮。

关键词“人工智能”、“信息技术”、“信息技术课程”、“程序设计”和“编程教育”都是围绕教育信息化和智能化的教育实践。王旭卿^[5]将美国中小学的计算思维教育与中国中小学的计算思维教育进行参照分析,重点分析了人工智能可视化编程工具作为中国计算思维培养新范式的思考。刘娇等人指出,计算思维应以数字能力编程的形式出现,教师应掌握专业的编程知识,采用跨域教学模式,转变以往的教学方法、教学思想。^[6]

关键词“大学计算机基础”、“大学计算机”和“教学设计”反应了大学计算机课程中“教”与“学”的研究。例如周平红等人^[7]提出了以计算思维培养为核心的STEM工程设计教学模式;任友群等人^[8]提出了以计算思维为导向的项目问题导学型教学模式和教学设计,旨在通过对教学模式、教学设计的构建和实施来研究如何培养计算思维。

2.1.2 关键词的突变性分析

突变性是指在某一时间段关键词出现的频率和突现的抖动情况,表征着某一研究的新兴研究领域。将Configure the detection model:模型中 $\gamma [0, 1]$ 的阈值设为0.7,捕捉到突变的关键词有13个。表2呈现了相关突现高频关键词的突变系数和中介中心性。

表2 计算思维关键词中介中心性及突变系数

排名	关键词	频次	突变系数	中介中心性	时期
1	人工智能	32	7.07	0.12	2018-2022
2	编程教育	18	4.71	0.03	2018-2022
3	大学计算机基础	18	4.66	0.06	2011-2015
4	计算档案学	9	3.98	0.04	2020-2022
5	教学改革	24	3.59	0.13	2012-2016
6	计算机基础教学	11	3.09	0.10	2010-2014
7	核心素养	8	2.9	0.03	2017-2018
8	大学计算机	12	2.61	0.04	2011-2015
9	大学计算机课程	7	2.33	0.08	2011-2015
10	新工科	5	2.31	0.01	2019-2020
11	MOOC	6	2.25	0.01	2015-2018
12	翻转课堂	4	2.14	0.02	2015-2016
13	信息技术	23	1.89	0.09	2017-2018

通过表2可知,2010-2015年,“大学计算机”和“大学计算机课程”成了计算思维领域的热点关键词;2016年,广大研究者逐渐关注“教学改革”、“翻转课堂”及其能力培养,尤其是“教学改革”关键词的突现,掀起了计算思维领域的研究热潮;随着2017年版高中信息技术课标的提出与实施,突现的“核心素养”关键词成为了研究者研究的新热点;2018年之后研究者意识到计算思维的培养不仅仅是依靠大学计算机教学,也不是仅限于课程体系的规划,所以研究者把计算思维培养的研究范围开拓到了“新工科”和“计算档案学”;此外,2018年突现的“人工智能”和“编程教育”对学生计算思维能力的培养给出了新途径。^[9,10]

2.2 视图分析

2.2.1 关键词共现图谱分析

计算思维研究文献中出现频次最多的关键词是“计算思维”,出现频次为261次,如图1所示:自2011年开始,计算思维领域出现了“教学模式”、“教学改革”和“程序设计”等研究热点;2012-2016年,计算思维领域的相关研究聚集在“教学设计”和“教学策略”实践性较强的教学研究;由于2017年四大核心素养的提出,研究者纷纷把计算思维领域研究重点转移到基于“人工智能”和“编程教育”维度上,因此,基于问题解决的人工智能教育研究成为了当下研究热点之一。

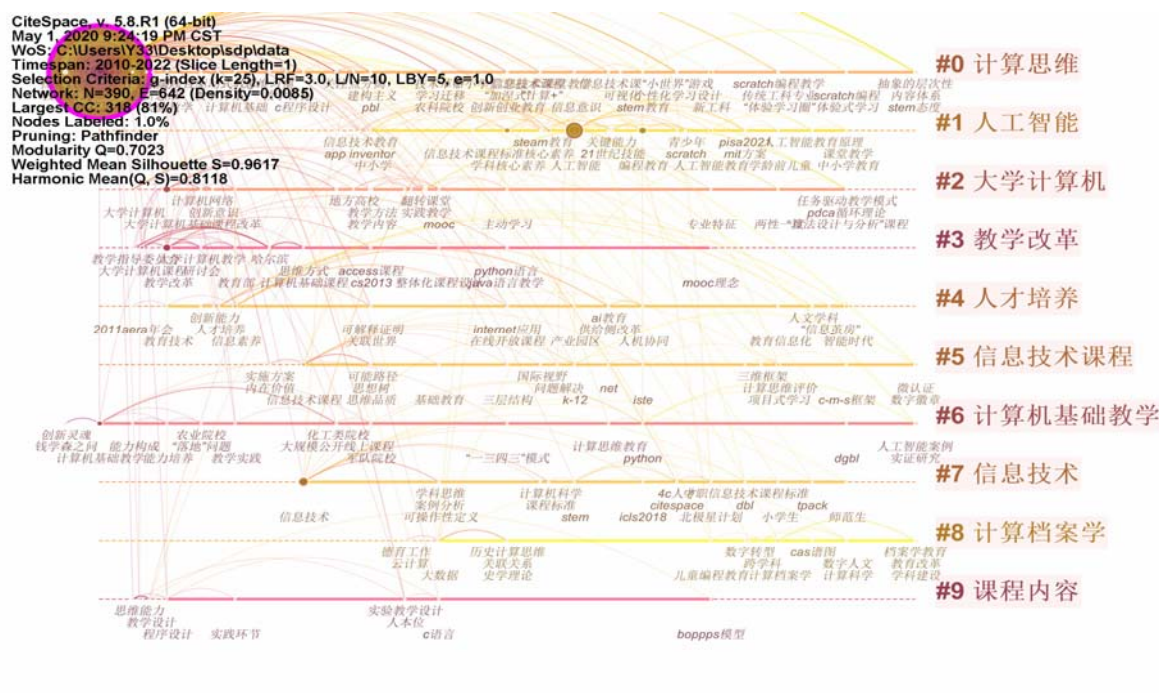


图3 计算思维研究领域时间线视图

随着信息时代的不断发展,各个国家的核心竞争力表现形式也在不断演化,从以往的工业、产业等发展到了教育行业的竞争。教育行业中的信息技术、大数据分析技术和人工智能等技术成为了国家综合竞争力的重要指标,这对中国的信息技术人才培养提出了高标准。通过突变分析发现,美国、英国、新加坡、芬兰等发达国家早已将计算思维的培养阶段延伸到了中小学,有的已渗透到幼儿园阶段。^[18,19]因此,课程改革专家和家教育政策者应针对不同学龄阶段的学生来开设课程体系结构和制定政策支持,为计算思维的培养提供保障。

3.2 信息技术教师专业素养未达到计算思维培养的专业水平

教师的专业素养水平对学生计算思维发展有着关键性的影响。通过上述文献分析,随着教学模式的不断完善,对学生的计算思维培养研究也愈发完善。研究进行了大量文献统计分析发现,针对教师的专业素养能力培养的研究却不多。加之计算思维的研究范畴越来越广,使得原来的教师专业素养能力跟不上,只有教师的计算思维能力得到提升,才利于培养学生的计算思维能力。^[20]所以,建立完善的信息技术教师准入制度,加大信息技术教师继续教育培训力度,提升信息技术教师的专业素养至关重要。

3.3 计算思维的评价指标体系不全

计算思维与众多学科思维一样,有着较高的抽象性,学生是否习得计算思维也变得难以评判。通过上述文献的聚类分析,发现研究者对学生计算思维评价的研究较少。因此,如何在实践教学中对计算思维的水平进行评估,从而培养学生的计算思维,是广大研究者将要探讨的下一研究热点。

3.4 计算思维的培养与实践缺乏关联

计算思维的培养目的是实践和创造。计算思维的培养不仅局限于掌握专业技能,更是要让学生成为解决问题的实践者,学生的学习和实践是密不可分的。研究者在将计算思维与各种教学模式融合研究中,大量研究强调计算思维的内化,而计算思维的输出研究却比较缺乏。因而,教育研究者在未来研究中应关注学生的计算思维输出培养。

3.5 计算思维研究的展望

3.5.1 文献分析的外在趋势

计算思维能力的培养和问题解决能力的融合发展:培养计算思维的目的是要让学生习得像计算机科学家一般地对问题进行分析和解决,而不仅是让学生掌握编程技能。所以,计算思维的培养要与现实问题相结合,依托现实的问题解决过程,实现计算思维的培养过程。

3.5.2 文献分析的潜在趋势

教师计算思维能力的培养:中国计算思维的发展和学生的计算思维培养,都受教师的计算思维能力所影响。所以,要实现全民达到计算思维的先决条件,必须加强信息技术教师的计算思维能力,加强教师的继续教育培训力度,为教师提供多元专业化发展支持。

4 结语

基于2010年~2022年4月期间计算思维研究领域的相关文献,通过CiteSpace软件进行可视化分析,发现了教学模式研究、教学改革研究、教学实践研究等当前10个研究热点。依据突变分析与时间线分析,对计算思维的未来走向进行探究,得出计算思维领域的未来的研究走向主要包括计算思维兴趣培养研究、基

于问题解决的计算思维研究、教师专业素养发展研究、计算思维评价研究等领域。此外,计算思维培养结果如何得到有效的表达、学生和教师的计算思维能力如何评价等方面的问题,将会成为计算思维研究需要重点关注的课题。

[基金项目]

本文系2018年贵州省普通高等学校科技拔尖人才支持计划(黔教合KY字[2018]080),2021年贵州省教育科学规划课题“融合STEM教育理念的中学数学教学设计及实践研究(2021B201)”,2021年黔南州教育科学规划课题“基于STEM教育理念的中学数学教学设计研究(2021B001)”,黔南民族师范学院研究生导师培育课题“高中数学教学中算法思想的渗透研究”(QNSYXK201807),黔南民族师范学院校级科研课题“黔南民族师范学院‘十四五’教育硕士研究生学术研究与写作能力提升研究(2021GH19)”的阶段性研究成果。

[参考文献]

- [1]张进宝.计算思维教育:概念演变与面临的挑战[J].现代远程教育研究,2019,31(06):89-101.
- [2]Wing, J M. Computational thinking[J]. Communications of the A C M,2006,49(3):33-35.
- [3]计算思维教学改革宣言[J].中国大学教学,2013,(07):7-10+17.
- [4]CSTA.K-12 Computer Science Standards[EB/OL].[2022-01-08].https://c.yimcdn.com/sites/www.csteachers.org/resource/resmgr/Docs/Standards/2016StandardsRevision/INTERIM_StandardsFINAL_07222.pdf.
- [5]王旭卿.从计算思维到计算参与:美国中小学程序设计教学的社会化转向与启示[J].中国电化教育,2014,(03):97-100.
- [6]刘娇,李建生.计算思维的评估方法及应用案例研究[J].现代教育技术,2019,29(10):94-99.
- [7]周平红,牛钰琨,王康,等.面向计算思维培养的STEM工程设计教学模式及应用[J].现代远程教育研究,2022,34(01):104-112.
- [8]任友群,隋丰蔚,李锋.数字土著何以可能?——也谈计算思维进入中小学信息技术教育的必要性和可能性[J].中国电化教育,2016,(01):2-8.
- [9]岳彦龙,张学军,梁屿藩.人工智能教学如何培养高中生的

的计算思维?——基于人工智能案例驱动的Python编程教学的实证研究[J].基础教育,2022,19(01):74-84.

[10]杜鸿羽,马志强,芦镜羽.利用有效失败促进计算思维发展的编程教学设计——一项基于设计的研究[J].开放学习研究,2022,27(02):27-36.

[11]龚沛曾,杨志强,朱君波,等.以计算思维为切入点的计算机基础课程联动改革与实践[J].中国大学教学,2015,(11):53-56.

[12]战德臣,王浩.面向计算思维的大学计算机课程教学内容体系[J].中国大学教学,2014,(07):59-66.

[13]丁世强,王平升,赵可云,等.面向计算思维能力发展的项目式教学研究[J].现代教育技术,2020,30(09):49-55.

[14]牟琴,谭良.基于计算思维的探究教学模式研究[J].中国远程教育,2010,(11):40-45.

[15]李贤阳,杨志坚.基于计算思维的问题导学型教学模式研究[J].教育与职业,2015,(33):87-89.

[16]襄祥国.面向计算思维培养的高职C程序设计案例教学研究[J].中国职业技术教育,2019,(32):93-96.

[17]罗海风,刘坚,罗杨.人工智能时代的必备心智素养:计算思维[J].现代教育技术,2019,29(06):26-33.

[18]白雪梅,顾小清.新加坡K-12计算思维培养及其启示[J].现代教育技术,2020,30(06):13-18.

[19]康建朝.芬兰中小学编程教育的缘起、实践路径与特征[J].电化教育研究,2021,42(08):101-107+115.

[20]王罗那,王建磐.人工智能时代需要关注的新素养:计算思维[J].比较教育研究,2021,43(03):24-30+38.

作者简介:

石定埔(1997-),男,苗族,贵州黄平人,硕士研究生,研究方向:现代教育技术。

杨朵(1998-),女,汉族,贵州威宁人,硕士研究生,研究方向:现代教育技术。

陈小红(1997-),女,土家族,贵州凤冈人,硕士研究生,研究方向:数学教育。

通讯作者:

周锦程(1981-),男,汉族,贵州开阳人,博士,教授,硕士生导师,研究方向:现代教育技术、数学教育、算法与计算复杂性。