DOI:10. 13530/j. cnki. jlis. 2022050

人工智能时代的算法素养:内涵剖析与能力框架构建

吴 丹 刘 静

摘　要　人工智能时代的到来强化了技术环境对社会发展的影响,算法的广泛应用塑造着新的社会结构与规则,也对人们的信息处理能力提出了更高的要求。算法素养作为人工智能时代重要的素质能力集合被提出。作为一个新生的前沿概念,“为什么需要研究算法素养”以及“算法素养是什么”两个基础性问题亟需解决。本文首先分析算法素养研究的内部、外部驱动因素,阐述了人工智能时代研究算法素养的必要性,回答了“为什么需要研究算法素养”的问题。在此基础上,从信息素养等关联概念出发,对算法素养进行溯源,剖析其内涵特征,并进一步基于能力素质模型将算法素养能力划分为技能层、知识层、思维层、动机层和认知层,基于 SCONUL 模型厘清算法素养的核心能力要素,最终构建了算法素养能力框架,从内涵剖析与能力框架两个方面回答了“算法素养是什么”的问题。在对基础性问题进行充分讨论后,提出未来算法素养研究可从宏观走向微观,深度探索算法素养能力与用户行为态度等关联要素之间的关系,亦可从理论走向实践,在实现对算法素养能力科学测量的基础上开展算法素养培育。图 4。表 2。参考文献 39。

关键词　算法素养　人工智能　信息素养　能力要素

分类号　G252

Algorithmic Literacy in the Era of Artificial Intelligence:Connotation Analysis and Competency Framework Construction

WU Dan & LIU Jing

ABSTRACT

Algorithmic literacy was proposed as an essential set of quality competencies in the era of artificial intelligence, reflecting the challenges to human information processing skills brought by the changing technical environment. The primary purpose of this paper is to explore two foundational questions of algorithmic literacy which is a developing concept. They are “why we need to study algorithmic literacy” and “what algorithmic literacy is”. The analysis of these fundamental issues of algorithmic literacy is conducive to constructing a systematic cognition of algorithmic literacy and provides a reference for subsequent research. It is also beneficial to raise the discussion of algorithmic literacy and promote the research process of algorithmic literacy in China.

To explore “why we need to study algorithmic literacy”, the paper analyzes the internal and external drivers of algorithmic literacy research and describes the need to study algorithmic literacy in the era of artificial intelligence. Algorithmic literary could strengthen people’s perception of implicit algorithmic

通信作者:吴丹,Email:woodan@ whu. edu. cn,ORCID:0000-0002-2611-7317(Correspondence should be addressed to WU Dan,Email:woodan@ whu. edu. cn,ORCID:0000-0002-2611-7317)

interactions, guiding them to use algorithmic products, understand algorithmic logic, and recognize its impact on shaping social culture and values, so that to avoid the potential risks of algorithmic technologies.

As for "what algorithmic literacy is", the paper systematically and comprehensively dissects this question in terms of both connotation dissection and competency framework. Firstly, the paper traces the origin of algorithmic literacy from information literacy and other related concepts and analyzes its connotation and characteristics. Then, it further divides the algorithmic literacy competencies into skill, knowledge, thinking, motivation, and cognitive layers based on the competency quality model and clarifies the core competency elements of algorithmic literacy based on the SCONUL model. The final framework of algorithmic literacy competencies is constructed, which is built to achieve a systematic and fine-grained elaboration of algorithmic literacy. In addition, after a thorough discussion of the foundational issues, the paper discusses future research based on the previous findings.

Future works of algorithmic literacy could shift from macro to micro and deeply explore the relationship among algorithmic literacy ability, users' behavior, users' attitudes, and other related elements so as to build an empirical research foundation for algorithmic literacy education. Besides, future research could also move from theory exploration to practice through the development of an algorithmic literacy competency scale, explore how the cultivation of algorithmic literacy bridges the algorithmic knowledge gaps caused by the widespread use of algorithms and the new social structures and rules shaped by algorithms. 4 figs. 2 tabs. 39 refs.

KEY WORDS

Algorithmic literacy. Artificial intelligence. Information literacy. Competency elements.

人工智能时代,算法对社会文化甚至社会结构的影响日趋显现,这对人类认知、理解和掌握算法的能力提出了新的要求,算法素养的概念应运而生。算法素养在国际上已经受到了广泛关注,学者面向青少年[1]、高校学生及教师[2]等特定群体开展算法素养调查,指出算法素养对教育工作者、图书馆管理员、行政人员和新闻工作者而言比以往任何时候都更重要。图书情报学科也关注到算法对社会的影响,开始从素养层面探索算法问题。Lloyd 提出将算法文化作为信息素养实践的一部分进行评估[3],Ridley 强调图书馆在算法素养培养中的角色与作用,认为图书馆在算法素养的项目实践、资源提供和宣传活动三个方面具有独特作用[4]。

算法素养在以人工智能为核心的技术环境变革中极具研究探索的必要性。国际上对算法素养的探索尚在起步阶段,而国内图书情报学科尚未对算法素养问题开展研究。面对算法素养这一新生概念,当前算法素养研究的首要目标是厘清"为什么需要研究算法素养"以及"算法素养是什么"两个基础性问题。对算法素养的基础性问题进行解析,一方面有利于形成对算法素养的系统性认知,为后续研究提供借鉴与参考;另一方面也有利于引发对算法素养的讨论,推动国内算法素养研究进程。

1 算法素养缘起

1.1 外部因素:算法普遍应用及其负面效应

人工智能技术的发展推动人类社会从数字化、信息化和网络化向智能化的跃进与变迁[5],将人类社会引向人工智能时代。算法作为人工智能的支撑性技术被广泛嵌入计算机系统的底层,应用到购物、交友、求职等众多场景[6]。通过

数据训练与模型调整,算法能够辅助人类进行多样化的信息处理工作,如信息选择、分析、描述与揭示、信息存储、信息检索等。算法的信息处理功能映射到信息服务层面,囊括了个性化推荐、自主决策、风险预测等在内的多样化服务内容。

尽管以算法为主导的机器处理通常被认为更加客观、高效,但人们在享受其提供信息服务的同时,也面临着算法使用带来的负面影响。近年来,诸如信息茧房[7]、算法歧视[8]、个人隐私侵犯[9]等问题逐渐走入大众视野。一方面人们对信息的选择更多依赖于算法投喂(feed),从检索词、检索结果推荐到新闻、短视频内容推荐,算法决定了用户能看到什么;另一方面,算法被广泛应用于自主决策已成事实。算法对社会决策的控制力量与日俱增,同时,由算法开发过程中的数据标注偏见、模型指标设置不当等问题引发的算法歧视也作用于社会决策中。众多学者在司法决策[10]、广告招聘[8]等应用场景中揭示了有意甚至是无意的算法歧视现象,算法决定了社会利益的天平偏向哪一方。

当算法全面作用于信息处理过程,成为向人们提供信息服务的底层逻辑并渗入社会生活,甚至在社会决策中掌握一定控制权时,人类理解算法和控制算法的能力将格外重要。2021年9月发布的《关于加强互联网信息服务算法综合治理的指导意见》[11]肯定了算法在繁荣数字经济、促进社会发展等方面的重要作用,但也指出算法的不合理应用影响了正常的传播秩序、市场秩序和社会秩序,从国家层面体现了对算法正确、合理使用的关注。

然而不可忽视的是,人们对算法及其支撑的人工智能产品的了解十分匮乏。德勤事务所在调查中发现,仅有4%的受访者能够自信地解释什么是人工智能以及人工智能是如何工作的[12];皮尤中心的调查指出,人们需要具备协调和管理人类与非人类之间信息交互的能力,这不仅仅在学术层面有意义,更重要的是与工作场所的决策以及日常生活息息相关[13]。学者也在研究中发现算法知识丰富的人在信息获取和处理方面享有巨大优势,并提出这样的算法知识鸿沟(algorithmic knowledge gaps)可能正在构造新的社会分层[14]。这些调查研究从社会实践与学术科研两个方面强调了算法理解的重要性,也间接呈现出社会发展对个人理解和使用算法知识技能的要求。

1.2 内部因素:算法交互特征

算法与人的交互存在普遍性、隐蔽性和双向性特征。算法具备价值传递的双向性,这一特性在算法应用中隐蔽发生,潜移默化地塑造着社会文化。算法交互的特征是推动算法素养研究的内在动因。

首先,算法广泛应用的事实决定了算法交互具有普遍性特征。时至今日,使用智能设备(如智能手机)的用户每天都与算法进行交互。其次,不同于计算机、智能产品、信息系统等显性的交互对象,用户与算法交互的过程更具隐蔽性,即算法通常内置于信息系统中,成为屏幕背后(behind the scenes)[15]的底层支撑。这一特征使得算法在人机交互中隐形,用户无法通过显性交互感知算法。最后,算法交互的双向性是人类社会与数据社会在价值观上的双向映射,体现了算法对社会文化的塑造功能。以算法歧视为例,人在参与数据标注和算法开发的过程中,可能将现实社会的偏见带入算法中。随后这些偏见被算法潜移默化地展示在用户面前,形成算法歧视。当社会普遍接受带有偏见的算法预测与自动决策时,算法实现了对人类社会的价值观传递。

总体而言,社会对算法素养的需求在内部与外部双重因素的驱动下形成(见图1),算法素养研究意义在于能够强化人们对隐性算法交互的感知,引导人们使用算法产品、理解算法逻辑,认识到其对塑造社会文化、传递价值观的影响,规避算法技术存在的潜在风险。

2 算法素养内涵剖析

2.1 溯源:从信息素养到算法素养

尽管算法素养是一个新生概念,但并非“无

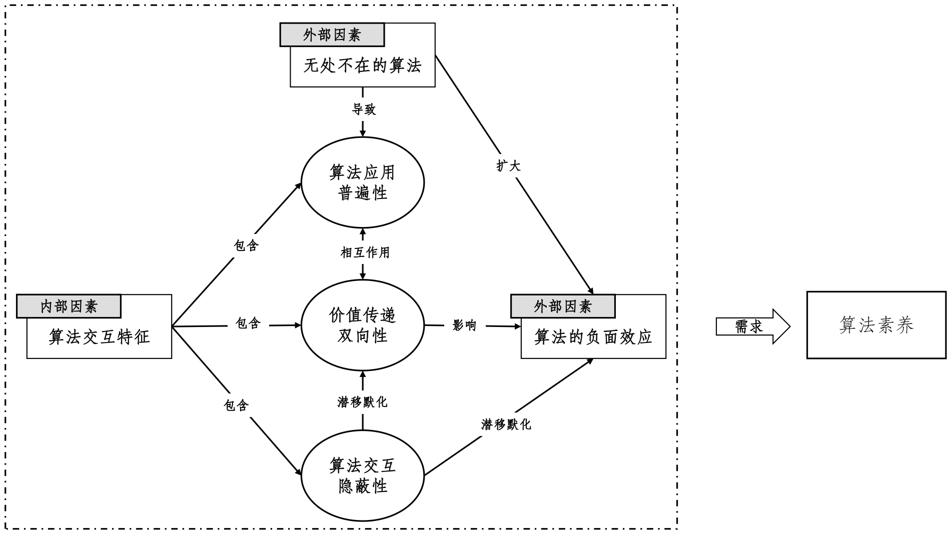

图 1　算法素养的驱动因素

源之水”。素养可以被理解为掌握特定领域的知识或技能,人类各种素养的培育一直是各个学科领域的重要话题[16]。人类对“素养”的探索具备连续性和可迁移性,通过概念溯源,既能明确算法素养与其他关联概念的异同,从关联概念中寻找剖析算法素养的线索,也有利于从中汲取素养研究经验,为算法素养研究提供借鉴与参考。

在信息时代,信息成为世界运行所仰赖的血液、食物,信息素养则成为人类参与工作和日常生活的基本能力,也成为图书情报学科的重要研究话题。随着信息技术的不断发展,人类社会先后经历了信息时代、数字时代、大数据时代、人工智能时代。为应对技术环境变化,以信息及其载体、表现形式、服务形式为核心,出现了诸如“计算机素养”“数字素养”“数据素养”“AI 素养”等概念(见图 2)。

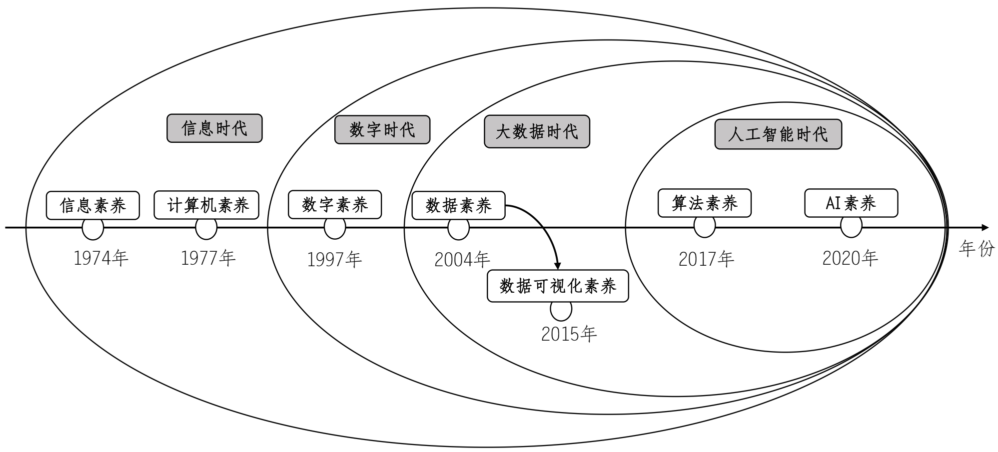

图 2　信息时代以来“素养”概念溯源

计算机素养与信息素养被提出的时间相近,代表着人们开始重视对信息处理的基础设施——计算机的应用能力。随着计算机技术的普及与迅速发展,以数字化形式存在的信息成

为人们生存环境的重要部分，强调“使用数字工具与设备、利用数字资源”[17]的数字素养成为数字时代的必备技能。大数据技术的发展将人类社会带入大数据时代，数据密集型科学发现被视作科学发展的第四范式，数据素养应运而生，呼唤个人要具备“访问、解释、批判性评估、管理、处理和合乎道德地使用数据的能力”[18]。以数据素养和可视化素养为概念线索，2015 年 Börner 等提出了数据可视化素养，将其定义为“对数据可视化中模式、趋势、相关性等的解读能力和意义构建能力”[19]。近年来，人工智能越来越多地受到社会各界的关注，“算法素养”[4]及“AI 素养”[20]被相继提出。算法素养关注人工智能底层的技术与逻辑，而 AI 素养则更具集成性，关注人工智能的技术合集。

纵观“素养”概念的发展历程可以发现，以信息为核心的素养研究随着技术条件与时代的变迁向不同维度与方向进行拓展，这也反映了技术环境对人类信息处理能力要求的变化过程。在信息时代，计算机技术的发展要求人们具备使用信息技术设备的基本能力，认识到信息在社会发展变革中的重要作用；在数字时代和大数据时代，信息的表现形式从数字化向数据化转变，人类社会在数字世界的虚拟映射要求人们具备使用数字化、数据化信息资源的能力；当人类社会步入人工智能时代，新技术的应用向人类提出了理解和使用智慧化信息产品与服务的要求。

与其他概念略有不同，算法既非信息载体，也非信息表现形式，它类似文字语言，通过固定代码的编写，形成信息处理的规则，实现对信息的传递与利用。这意味着算法素养可能是人工智能时代这一新技术背景下更具备基础性特征的素养，它或是人们理解未来信息世界运行规则的通行证。缺乏算法素养的人，将可能成为人工智能时代的“文盲”，无法理解以算法为支撑的信息处理过程，无法了解信息被送达自己手中的条件，从而失去对信息的控制和表达。

2.2　算法素养概念界定

算法素养作为一个前沿的新兴话题，尽管在国际上已经获得较高关注度，但尚未形成统一清晰的定义。目前对算法素养的定义可以分为功能型与解释型两大方向（见表 1）。功能型

表 1　算法素养内涵界定

界定者	定义方式	定义内容	界定核心思想
Finn[21]	功能型	算法素养“从对计算系统、其潜力和局限性的基本理解出发，为我们提供解释形成和产生知识的算法的智力工具”，从而提供一种方法来应对计算的固有复杂性以及这种复杂性与人类文化交汇时产生的模糊性。	强调算法素养作为工具对解决社会问题的作用。
彭兰[22]		算法素养需要培育人与算法共存的能力。	强调时代与技术背景，将算法素养置于社会运行机制中。
Swart[1]	解释型	算法素养是用户围绕算法产生的意识、知识、想象、策略，这意味着人们能够意识到算法在日常生活中的存在，及它对日常生活产生的积极或消极的影响。	关注素养本质及人对算法素养的辩证感知。
Cotter 等[14]		广义上的算法素养可能需要人们熟悉算法的工作原理，以及评估其信息产出的能力。	关注算法素养对人的能力需求。
肖恬[23]		算法素养是人们面对算法分发信息时的选择、理解、质疑、评估以及思辨的反应能力。	关注素养本质，围绕算法素养对人的能力需求展开。
Koenig[24]		算法素养是一种理解算法产出与意义的社会过程与实践。	强调算法素养的社会性。

定义重在阐述算法素养的核心作用,将其视作人类理解算法如何塑造和产生知识的工具[25];解释型定义则侧重于对算法素养本身的解释和剖析,认为算法素养应强调和关注算法在社会运行中的作用机制。特别地,Ridley 和 Pawlick-Potts 综合两种定义方向,将算法素养定义为"一种意识、技能与知识"[4],并对算法素养的功能进行了全面阐述,将其归纳为:①能够帮助人们理解算法及其过程,识别和解释算法在系统中的应用;②创建并利用算法技术和工具解决各领域的问题;③评估算法在社会、文化、经济和政治方面的影响和作用;④将个人定位为算法决策中的共同参与者。

国内研究鲜少涉及算法素养这一概念,且相关研究主要集中在新闻传播领域,视作媒介素养的延伸。受到关注领域的影响,国内在算法素养的概念界定中更侧重于算法在新闻传播中的作用,强调用户对算法的感知和理解。就信息领域而言,能够从认知、行动技能、教育实践等不同层面实现对算法素养的全面理解,这也是本文主要研究目的之一。

算法素养无论在国内还是国际都是一个尚在襁褓中的概念。Bawden 提出应当解释而非定义一个术语[26],这一观点在算法素养研究中极具实践性。因此,本文综合已有文献对算法素养的定义,融合功能型定义与解释型定义两大方向,将算法素养定义为:"具备感知、理解和使用算法的能力,能够正确使用以算法为驱动力的产品并具备对算法社会的适应能力。"以此为基础,对算法素养的功能进行更详细的解释,即具备算法素养的人能够:①拥有使用算法及相关技术工具解决所遇问题的能力;②意识到并理解以算法为驱动力的社会及其运行规则;③能够对算法及其产生的正面、负面效应进行客观评价,具备算法风险意识。

2.3 算法素养的内涵特点

算法素养是人工智能时代人类适应社会技术变化的体现。基于对相关概念溯源与算法素养定义的梳理,结合算法素养界定的核心思想,本文从个体与社会两个角度对算法素养内涵特点进行解读。

首先,算法素养反映的是社会技术环境对个体的能力素质要求,理解其内涵有两个关键点。①时代背景。算法素养的产生以人工智能技术发展为时代标志,是算法普遍应用与算法负面效应暴露等内外动因推动的结果。算法素养与计算机素养、数据素养等概念的核心区别在于时代的独特性。②素养本质。尽管算法素养是素养在人工智能时代的革新,但它与信息素养、数据素养等概念一脉相承,从本质上看仍属于人类素质能力范畴,对算法素养的研究也应以人为核心展开。

其次,算法素养是内化于个体的能力集合,涵盖意识、技能、知识等多个方面。从个体的角度理解算法素养有三个关键点。①面向问题解决。算法素养的核心价值是增强个体对技术环境的适应能力,适应技术环境则要求个体能够使用算法及关联技术工具解决具体问题。②感知并理解以算法为核心驱动力的社会。算法素养要求个体能够感知社会发展中的驱动力变更,并将个人作为这一变更的参与者,共同参与到算法决策和管理中。③辩证理解算法价值。算法素养需要个体全面理解算法应用的价值及其对社会经济、政治、文化的影响,包括积极影响和消极影响。

3 算法素养能力框架构建

剖析概念能够形成对新事物的初步理解。通过对算法素养的概念界定与特征提取,能够形成对"算法素养是什么"的总括性回答。但当算法素养研究迈向更深层探索时,内涵剖析提供的线索是有限的、模糊的。基于此,本文试图构建算法素养能力框架,对"算法素养是什么"这一问题进行系统性阐述。算法素养能力框架的构建以剖析内涵为基础,形成对算法素养概念的拓展解释,在不同粒度上形成对"算法素养是什么"这

一问题的全面理解(见图3),这对算法素养的实证探索、培育方式等都具备直接的参考价值。

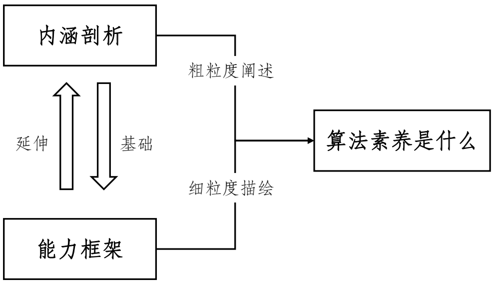

图3 内涵剖析与能力框架关系

3.1 算法素养能力

构建算法素养能力框架的目的是系统性阐述算法素养的能力涵盖范围,既包括面向具体能力内容的能力要素,也包括体现框架结构的能力维度。本文从能力要素和能力维度两个层面,对算法素养能力研究进行梳理。

在能力要素层面,对算法素养能力要素的探索最早寓于算法素养内涵界定中,通过算法素养能力举例实现对算法素养的阐释,例如前文提到的熟悉算法工作原理的能力、评估算法的能力、面对算法分发信息的思辨能力等。在为数不多的算法素养实证研究中,算法感知能力[27]、算法理解能力[28]、算法参与能力[1]、批判性评估能力[29]等被作为算法素养的重要能力要素。

在能力维度层面,随着算法素养研究的深入,近两年,学者对算法素养能力的探索从零散走向系统化,试图对算法素养框架进行探索。已有研究呈现出两种不同的趋势:一是借用人工智能相关的FATE(Fairness,Accountability,Transparency,Explainability)原则构建算法素养能力框架[30,31];另一种则从算法素养的某一维度[28]或复合维度展开,对算法素养能力进行拆解。其中,Dogruel提出了算法素养的四个维度:意识与知识、批判性评估、应对行为、设计与创造[32]。

对算法素养能力要素与能力维度开展研究意味着算法素养已被更多学者接受,从概念摸索阶段步入对能力涵盖范围的探索阶段,也预示着围绕算法素养的实证研究将逐步展开。然而从当前的研究中不难发现,学者们大多侧重于通过社交媒体[27]、OOT平台[30]等具体情景的实证对算法素养能力进行探索,能力框架的普适性、可迁移性尚需进一步论证。其次,学者们多围绕某一维度或两个维度(如算法意识、算法技能等)对算法素养能力进行细化。但算法素养是一个多维结构的概念[33],当前研究仍缺乏对算法素养全面系统的揭示。构建一个算法素养能力框架,既能从更深入的层面回答“算法素养是什么”,也能为未来的实证研究提供理论指导。

3.2 理论基础:能力素质模型与SCONUL信息素养模型

为探索算法素养涵盖的能力范围,系统性回答“算法素养是什么”,本文试图兼顾算法素养能力维度与能力要素两个方面,以能力维度为架构,以能力要素为内容,构建算法素养能力框架。

在算法素养能力维度方面,当前研究对能力维度的探索集中在意识、知识与技能三个维度,未能对三个维度之间的相互关系进行阐述。本文认为,算法素养各能力维度并非简单的并列,而是相互作用形成能力系统。基于此,本文引入能力素质模型,以层次结构作为架构基础进行探索。该模型由美国心理学家Mcclelland提出,他将个人能力素质划分为五个层次:知识(Knowledge)、技能(Skill)、自我概念(Self-concept)、特质(Traits)和动机(Motives)[34]。能力素质模型被用于描述担任某一特定的任务角色所需具备的能力素质总和,是能力素质研究的经典模型之一。算法素养的目标是培养能够适应算法社会的人[22]。适应算法社会的人可以被视作担任某一特定的任务角色,因此能力素质模型与本文研究对象具有较高匹配度,能够用于描述具有算法素养的人所需要具备的能力素质。

在算法素养能力要素方面,针对当前算法

素养能力研究比较分散的问题,本文希望构建全面系统的能力要素模型对其进行整合。正如前文所述,算法素养与信息素养有着密不可分的联系,信息素养的能力要求在一定程度上或许能够与算法素养相互映射。由英国国家大学图书馆协会(SCONUL)下属的信息素养咨询委员会(ACIL)于1999年提出并于2011年更新修改的SCONUL模型[35],对信息素养的核心能力进行了全面细致的阐述,对信息素养教育具有很强的实践意义,在长期的信息素养实践中被广泛接受,成为信息素养领域的经典模型。因此,本文以SCONUL模型为参照,探析算法素养的核心能力要素。

3.3 算法素养能力层次构建

能力素质模型中,知识是个人在某一特定领域拥有的事实型与经验型信息;技能则代表结构化地运用知识完成某项具体工作的能力,反映个体对某一特定领域所需技术与知识的掌握情况。知识与技能共同构成了能力素质的外在表现,这两个概念能够很好地与算法素养能力进行适配,可以被理解为算法知识与算法技能。其中,算法知识是个人对算法及相关领域的知识储备,算法技能则指能够使用算法工具完成算法相关工作。

与外在表现对应,能力素质的内在表现包括自我概念、特质与动机。其中自我概念是对外界事物及自我的认知,特质则描绘基于自我认知的行为特征。故本文将自我概念与特质映射为算法认知和算法思维,用以描述算法素养对个体在认知和意识上的要求,算法认知反映个体对算法、自我、自我与算法交互的态度和意识,而算法思维则直接影响个体与算法有关的行为。动机是驱动个体在特定领域的自然而持续的想法。这一概念映射到算法素养中,可以理解为算法动机,是个体使用算法工具完成工作的内在动力。

基于此,本文将算法素养能力分为算法技能层、算法知识层、算法思维层、算法动机层和算法认知层。

(1)算法技能层是面向算法应用的能力要求,算法应用的广泛性要求具备算法素养的人能够使用算法工具满足自身需求,如编程语言及工具、数据分析工具、算法开发工具、算法模型等。技能层也是算法素养的外显能力层,对个体开展算法实践具有重要意义。

(2)算法知识层反映人对算法领域知识的掌握情况,包括与算法相关的理论知识与技术知识。算法的理论知识涉及对算法相关概念的理论储备,如排序与统计量、数据结构、离散数学等[36],也包括机器学习、深度学习相关的理论知识;技术知识则涵盖对算法分析技术、编程语言、基础算法模型与原理等内容。算法知识层是算法素养培养的基础,其外显的表现形式使得人们能够通过算法知识资源的提供和算法教育进行补充。

(3)算法思维层体现了算法对个体思考方式带来的影响,是算法素养的内在能力层。算法思维是一种数据思维,也是计算思维的主要体现[22]。在算法时代,具备算法思维意味着将算法、数据和计算思想视作解决问题的重要途径。算法思维层是个体使用算法及关联概念进行思考的指导准则。

(4)算法动机层代表人们学习和使用算法的内在动力。算法动机层要求个体能够直面自我的算法需求并以此为动力开展知识、技能学习等行为活动。算法动机层与算法思维层互为基础,个体具备算法思维的能力才能在遇到问题时产生使用算法的动机,而当个体明确其算法需求并产生使用算法的动机,其算法思维也在逐渐培养和形成中。

(5)算法认知层是人对算法及其衍生产品的看法、态度、观点的集合,是个体意识形态的核心体现。例如,在认知层的指导下个体能够感受算法对社会发展带来的正向、负向变化,形成正确的算法使用价值观。算法认知层也是其余四个能力层的认知基础,个体对算法的观念直接影响其知识积累、技能培养、思维方式以及使用算法的动机。

3.4 算法素养能力要素构建

SCONUL 对信息素养的七项支柱能力进行了全面的定义。本文参考该模型对信息素养各大能力要素的界定,结合算法素养的应用场景、语境与相关文献,形成算法素养能力要素(见表 2)。

表 2 SCONUL 模型与算法素养能力要素映射

SCONUL 模型支柱能力	定 义	算法素养能力要素映射	定 义
信息需求识别能力(Identify)	能够识别个人的信息需求	算法感知能力[37,38]	能够感知算法的存在及其在社会生活中的广泛应用和对自身的影响
		算法需求识别能力	能够识别个人使用算法及相关平台以解决实践问题的需求
信息需求研究能力(Scope)	能够对现有知识进行评估并分辨差距	算法需求理解能力[39]	能够对算法需求进行拆分解构
		自我评估能力	能够对自己的算法知识储备、算法技能进行客观评估
检索策略规划能力(Plan)	能够制定信息与资料的检索策略	算法逻辑理解能力[28]	能够理解算法的运行规则,看懂算法语句之间的逻辑关系
		算法功能理解能力[28]	对不同类型算法实现的功能有基本认知
信息获取(Gather)	能够定位并获取所需信息和资料	算法资源检索	能够根据算法需求选择检索词、确定检索渠道,定位所需的算法资源
		算法知识获取	能够通过多种渠道获取算法资源,如数据集、代码、图书资料等
信息评价(Evaluate)	能够审查(review)检索过程,并且对比评价所得信息和资料	算法评价能力[23,33]	能够对算法表现及其对社会产生的影响进行客观评价,包括正面影响和负面影响
		算法风险意识[22]	能够正确认识算法应用可能存在的风险,并对这些风险进行客观评估
知识管理(Manage)	能够专业、合乎道德地组织管理信息	算法知识管理	能够使用相关工具实现对算法资源的管理,以方便随时调用
		算法调用能力[32]	能够对需求相关的已有算法成果进行调用
		算法伦理[30,31,33]	在算法使用过程中能够自觉遵守道德原则,维护算法在道德上的可接受性,如算法的透明性、可解释性、公平性等
知识展示与创新(Present)	能够在如下方面应用所得知识:展示研究成果;综合新旧信息与资料进行知识创新;从多种途径公开研究成果	算法开发能力[32]	具备针对特定需求开发新算法的能力
		算法调控能力[27,32]	即算法调教能力,能够根据算法的运行规则调整自身算法使用行为,使算法提供的服务与自身需求更契合
		算法优化能力[32]	能够根据问题需求对现有算法进行优化,实现算法性能匹配与提升

在进行能力要素映射时,本文兼顾 SCONUL 模型所具备的领域特性与算法素养相关文献,对部分能力进行了拓展。其中,算法感知能力、算法风险意识是对众多学者提到的算法意识进行细化,强调用户能够察觉、发现算法在人类社会的广泛需求,并能够感知算法应用可能带来的风险。这种感知不仅仅是对客观世界的感知,也是对个体算法需求的感知,即算法需求识别能力和自我评估能力。算法理解能力被界定为理解系统如何运行以及如何使用用户信息提供服务[28],也有学者强调人们需要熟悉理解算法的工作原理[14]。基于此,本文参考 SCONUL 模型将其分解拓展为需求理解、逻辑理解、功能理解。Dogruel 进一步提出,对下一代人来说,进行算法知识创造,即使用、修改现有算法或创建算法应用的能力,也将成为算法素养的重要能力要素[32]。本文在能力要素中将其细化为算法调用、开发以及优化的能力。

此外,受 SCONUL 模型中涉及信息获取能力、知识管理能力的启发,结合算法使用过程,本文补充了算法资源检索能力、算法知识获取能力、算法知识管理能力等算法知识层的能力要素,也体现了图书情报专业的学科特色。

3.5 算法素养能力框架

本文以能力素质模型为参考,搭建了算法素养的能力层次框架,将算法素养能力划分为算法认知层、算法动机层、算法思维层、算法知识层和算法技能层;以 SCONUL 模型的支柱能力为参考,对每个能力层次下具体的能力要素进行细化与映射,最终形成算法素养的能力框架(见图 4)。

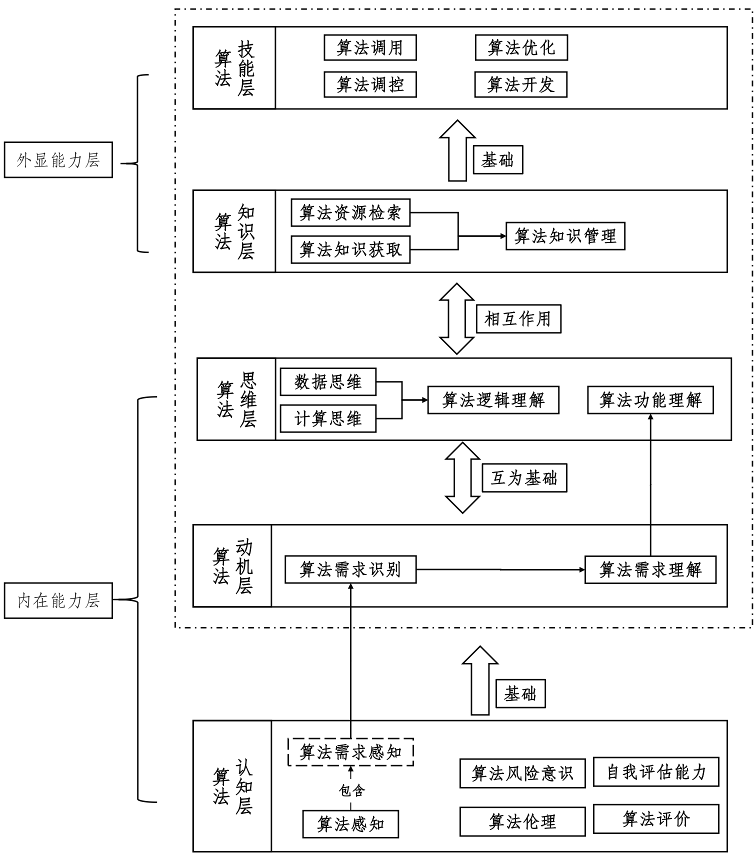

图 4 算法素养能力框架

算法认知层作为内在能力的支撑层，囊括了算法感知能力、风险意识能力、自我评估能力、算法伦理、算法评价能力；算法动机层包括算法需求识别能力与算法需求理解能力；算法思维层包括由数据思维、计算思维支撑的算法逻辑理解能力和算法功能理解能力；算法知识层包括算法知识的检索、获取和管理能力；算法技能层则包括算法的调用、优化、调控和开发能力。

值得关注的是，算法的需求感知能力是算法感知能力的重要表现，算法的需求感知能力、需求识别能力、需求理解能力和算法功能理解能力构成了内在能力层之间的互动链，揭示了个体从识别算法需求到寻求算法解决方案过程的内在能力互动。

4　算法素养能力框架应用方向

4.1　联动相关要素的作用机制

算法素养作为用户的内在特征，其与用户对算法的态度、信任度以及算法使用行为存在紧密联系。部分学者认为算法素养能力较强的用户，对算法的态度更加积极，也更愿意使用算法[30,37]。这里的算法素养能力强弱是宏观层面的总体表现，当对其进行微观探索时，由于算法素养是一个系统性概念，不同能力要素对用户行为、态度的影响程度可能存在差异。例如，各能力要素对态度、行为的“拉力”是否不同，是否存在能力要素对用户态度、行为的“推力”，这些“推力”和“拉力”如何相互作用共同影响用户的算法体验等，这些话题都有待深入研究。

算法素养能力框架对算法素养进行了较为全面的考量，一方面在能力要素层面提供了具体的算法素养能力及其定义，或可在微观层面为后续研究提供线索，用以深度剖析算法素养能力与其他关联要素（如态度、行为、信任度）之间的作用关系；另一方面也能够在宏观架构层面提供参考，通过对不同能力层次与关联要素的关系挖掘，探索算法素养各能力要素的作用机制。

4.2　立足能力框架的科学测量

鉴于算法素养研究尚处于起步阶段，本文旨在深度阐释算法素养的基本性问题，从理论层面构建算法素养能力的系统性框架。然而，与围绕众多素养概念开展的研究类似，算法素养研究的目标始终应当是提高人的素质能力，故对算法素养的研究不能停留于理论层面，后续研究需要围绕算法素养的提升策略、服务以及教育等话题展开，并最终落脚到实践层面。

科学测量是衡量素养水平的标尺，对算法素养进行科学测量，既有利于对人的能力素质现状形成客观认识，也能作为检验实践成果的重要指标。算法素养能力测量量表的开发也将成为未来研究的重要话题。目前，信息素养、数字素养的测量均有科学量表投入应用，而现有的算法素养量表开发研究仅包含算法知识、算法意识两个维度，且量表检验对象为德国人[33]。算法素养的科学测量仍待进一步研究。

本文提出的算法素养能力框架对当前研究中涉及的算法素养能力维度进行了系统整合与拓展，以经典模型为理论基础对能力要素进行细化，具有通用性与可迁移性，能够在一定程度上为构建算法素养能力测量量表提供参考。未来研究可以该能力框架作为基础，选择可信的量表素材，开展算法素养能力测量研究。

4.3　融合关联概念的素养培育

大量面向用户的个性化、智能化服务为用户带来了技术红利，但同样也带来了服务接受壁垒，即算法知识鸿沟[14]，这要求大众具备对算法的感知和把握能力。因此，算法素养不是面向部分人群的概念，而是在人工智能的背景下大众都需要具备的能力素质。但就客观现实而言，算法素养的普及仍有漫长的路要走。以数字素养为例，2021 年 11 月，中央网络安全和信息化委员会印发《提升全民数字素养与技能行动纲要》，强调数字鸿沟的弥合问题，对提升全民数字素养与技能作出安排部署。这一政策的发布距数字素养提出已二十余年。由此可预

见，尽管随着以算法为核心的人工智能技术不断深入发展，算法素养将逐渐走入大众视野，但全民算法素养能力的培育尚需要较长时间。

本文在概念溯源中发现，以信息素养为核心的关联概念呈现出相似特征，即始终关注人理解、使用信息的能力。因此，以信息素养、数字素养等实践进程发展较快的关联概念为助力，在普及推广相关能力时，可引导大众关注算法对信息社会运作的作用，培育大众算法意识，推动算法素养能力培育进程。

具体而言，本文提出的算法素养能力框架将算法素养能力分为外显能力层和内在能力层。算法认知层、思维层和动机层能力要素的培育，均可融入信息素养、数字素养实践中，关注技术大环境改变与算法在信息获取中的重要应用。遵循“由内而外”的原则，在当前的素养实践中潜移默化地培育大众算法素养，为算法素养外显能力层，即算法技能层、知识层相关能力的培育奠定意识与思维基础。

5 结语

人工智能技术改变了社会驱动结构，也在一定程度上推动着社会价值和文化观念的转变，对身处社会环境中的“人”也提出了新的能力素质要求。20 世纪 70 年代为应对计算机技术发展，学者们将目光聚焦于信息素养，围绕个人信息处理的意识、能力开展研究。而今以算法为支撑的人工智能时代也为素养研究带来了机遇与挑战。尽管算法素养仍是一个探索中的概念，但随着算法对社会发展的作用日益凸显，应当尽早关注其带来的技术鸿沟与社会风险，算法素养极有可能成为新的突破口。

算法素养在内部、外部因素的推动下形成，其内涵既与信息素养、数字素养等概念一脉相承又具备时代特征。本文在阐述人工智能时代“为什么需要研究算法素养”这一问题的基础上，从内涵剖析和能力框架构建两个方面系统性探索了“算法素养是什么”的问题。在厘清这些基础性问题的基础上，结合算法素养能力框架的应用方向，本文认为未来研究可从宏观走向微观，深度探索算法素养能力与用户行为态度等关联要素之间的关系，亦可从理论走向实践，在实现对算法素养能力科学测量的基础上开展算法素养培育。

参考文献

[1] SWART J. Experiencing algorithms：how young people understand，feel about，and engage with algorithmic news selection on social media[J]. Social Media+Society，2021，7(2)：1-11.

[2] ALISON J H，BARBARA F，MARGY M. Information literacy in the age of algorithms：student experiences with news and information，and the need for change[R/OL]. (2020-01-15)[2021-11-01]. https://projectinfolit.org/pubs/algorithm-study/pil_algorithm-study_2020-01-15.pdf.

[3] LLOYD A. Chasing Frankenstein's monster：information literacy in the black box society[J]. Journal of Documentation，2019，75(6)：1475-1485.

[4] RIDLEY M，PAWLICK-POTTS D. Algorithmic literacy and the role for libraries[J]. Information Technology and Libraries，2021，40(2)：1-15.

[5] 丁波涛. 人工智能时代的情报学发展与创新——基于情报交流理论的视角[J]. 情报学报，2021，40(3)：321-332. (DING B T. Development and innovation of information science in the era of artificial intelligence：from the perspective of information communication theory[J]. Journal of the China Society for Scientific and Technical Information，2021，40(3)：321-332.)

[6] 卡尔提克·霍桑纳格. 算法时代[M]. 蔡瑜，译. 上海：文汇出版社，2020：21-24. (HOSANAGAR K. Algo-

rithm age[M]. CAI Y,trans. Shanghai:Wenhui Press,2020:21-24.)

[7] SUNSTEIN C R. Infotopia:how many minds produce knowledge[M]. Oxford:Oxford University Press,2006:9.

[8] LAMBRECHT A,TUCKER C. Algorithmic bias? An empirical study of apparent gender-based discrimination in the display of STEM career ads[J]. Management Science,2019,65(7):2947-3348.

[9] 郭清玥,吴丹. 基于文本分析的 APP 隐私政策框架优化研究[J]. 信息资源管理学报,2021,11(1):18-29. (GUO Q Y,WU D. Research on optimization of APP privacy policy framework based on text analysis[J]. Journal of Information Resources Management,2021,11(1):18-29.)

[10] KLEINBERG J,MULLAINATHAN S,RAGHAVAN M. Inherent trade-offs in the fair determination of risk scores [C/OL]//Proceedings of 8th Innovations in Theoretical Computer Science Conference. Berkeley,California, USA,2017[2021-11-01]. https://arxiv. org/abs/1609. 05807.

[11] 关于加强互联网信息服务算法综合治理的指导意见[EB/OL].(2021-09-17)[2021-11-01]. http://www. gov. cn/zhengce/zhengceku/2021-09/30/content_5640398. htm.(The guidance on strengthening the comprehensive governance of the Internet information service algorithm[EB/OL].(2021-09-17)[2021-11-01]. http://www. gov. cn/zhengce/zhengceku/2021-09/30/content_5640398. htm.)

[12] Canada's AI imperative:from predictions to prosperity[R/OL].[2021-07-10]. https://www. canada175. ca/en/reports/ai-imperative?&id=ca:2el:3or:awa_2019_FCC_Omnia1:from_dca_FCCOmnia2.

[13] RAINIE L,ANDERSON J. Code dependent:pros and cons of the algorithm age[R/OL].(2017-02-08)[2021-07-10]. www. pewinternet. org/2017/02/08/code-dependent.

[14] COTTER K,REISDORF B. Algorithmic knowledge gaps:a new dimension of(digital)inequality[J]. International Journal of Communication,2020,14:745-765.

[15] HAMILTON K,KARAHALIOS K,SANDVIG C,et al. A path to understanding the effects of algorithm awareness [C]//Proceedings of the 2014 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. Ontario,Toronto,Canada,2014:631-642.

[16] SNAVELY L,COOPER N. The information literacy debate[J]. Journal of Academic Librarianship,1997,23(1):9-14.

[17] MARTIN A,GRUDZIECKI J. DigEuLit:concepts and tools for digital literacy development[J]. Innovation in Teaching and Learning in Information and Computer Sciences,2006(5):249-267.

[18] PRADO J C,MARZAL M Á. Incorporating data literacy into information literacy programs:core competencies and contents[J]. International Journal of Libraries and Information Studies,2013,63(2):123-134.

[19] BÖRNER K,MALTESE A,BALLIET R N,et al. Investigating aspects of data visualization literacy using 20 information visualizations and 273 science museum visitors[J]. Information Visualization,2016,15(3):198-213.

[20] LONG D,MAGERKO B. What is AI literacy? Competencies and design considerations[C]// Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. Honolulu,USA,2020:1-16.

[21] FINN E. Algorithm of the enlightenment[J]. Issues in Science and Technology,2017,33(3):1-25.

[22] 彭兰. 如何实现"与算法共存"——算法社会中的算法素养及其两大面向[J]. 探索与争鸣,2021(3):13-15,2.(PENG L. How to achieve "living with algorithms"—algorithmic literacy and its two main directions in the algorithmic society[J]. Exploration and Free Views,2021(3):13-15,2.)

[23] 肖恬. 人工智能时代青年网民算法素养评价研究[D]. 广州:暨南大学,2019:20-21.(XIAO T. Research on the evaluation of young netizens' algorithm literacy in the era of artificial intelligence[D]. Guangzhou:Jinan University,2019:20-21.)

[24] KOENIG A. The algorithms know me and I know them[J/OL]. Computers and Composition,2020,58[2021-07-10]. https://doi. org/10. 1016/j. compcom. 2020. 102611.

[25] SUNDIN O. Critical algorithm literacies:an emerging framework[C]//ECREA Digital Culture and Communication Section Conference. Brighton,UK,2017:1-3.

[26] BAWDEN D. Information and digital literacies:a review of concepts[J]. Journal of Documentation,2001,57(2):218-259.

[27] HAIDER J,SUNDIN O. Information literacy as a site for anticipation:temporal tactics for infrastructural meaning-making and algo-rhythm awareness[J]. Journal of Documentation,2022,78(1):129-143.

[28] HARGITTAI E,GRUBER J,DJUKARIC T,et al. Black box measures? How to study people's algorithm skills[J]. Information Communication & Society,2020,23(5):764-775.

[29] FOUQUAERT T,MECHANT P. Making curation algorithms apparent:a case study of "Instawareness" as a means to heighten awareness and understanding of Instagram's algorithm[J/OL]. Information Communication & Society,2022,25(12):1769-1789[2022-11-10]. https://doi. org/10. 1080/1369118X. 2021. 1883707.

[30] SHIN D,RASUL A,FOTIADIS A. Why am I seeing this? Deconstructing algorithm literacy through the lens of users[J]. Internet Research,2022,32(4):1214-1234.

[31] SHIN D. How do people judge the credibility of algorithmic sources?[J]. AI & Society,2022,37(1):81-96.

[32] DOGRUEL L. What is algorithm literacy? A conceptualization and challenges regarding its empirical measurement [M]//TADDICKEN M,SCHUMANN C. Algorithms and Communication. Berlin:2021:67-93.

[33] DOGRUEL L,MASUR P,JOECKEL S. Development and validation of an algorithm literacy scale for Internet users [J/OL]. Communication Methods and Measures,2022,16(2):115-133[2022-11-10]. https://doi. org/10. 1080/19312458. 2021. 1968361.

[34] MCCLELLAND D C. Testing for competence rather than for "intelligence"[J]. American Psychologist,1973,28(1):1-14.

[35] SCONUL. The SCONUL seven pillars of information literacy:2011 update[EB/OL].[2021-11-01]. https://www. sconul. ac. uk/sites/default/files/documents/17_2. Pdf.

[36] CORMEN T H,LEISERSON C E,RIVEST R L,et al. Introduction to algorithms[M]. Cambridge,Massachusetts,USA:MIT Press,2009:3-4.

[37] GRAN A B,BOOTH P,BUCHER T. To be or not to be algorithm aware:a question of a new digital divide?[J]. Information,Communication & Society,2021,24(12):1779-1796.

[38] GRUBER J,HARGITTAI E,KARAOGLU G,et al. Algorithm awareness as an important internet skill:the case of voice assistants[J]. International Journal of Communication,2021,25:1770-1788.

[39] HOBBS R. Propaganda in an age of algorithmic personalization:expanding literacy research and practice[J]. Reading Research Quarterly,2020,55(3):521-533.

吴 丹 武汉大学信息管理学院、武汉大学人机交互与用户行为研究中心教授,博士生导师。湖北 武汉 430072。

刘 静 武汉大学信息管理学院博士研究生。湖北 武汉 430072。

(收稿日期:2021-11-28;修回日期:2022-03-29)