

知识的智慧化、智慧的场景化、智能的泛在化

——探索智慧知识服务的逻辑框架

张晓林 梁 娜

摘 要 数字化转型+AI 环境下,我们正处于知识生态环境和知识技术体系的交汇重塑中,对知识、智慧和智能基础设施的认识很大程度上将决定我们的生存方式和生存几率。知识对象已内在地结构化、语义化、可定制、可关联,已涵盖从内容对象到知识关系网络到知识创造与利用流程,成为可交互、可计算的智能体。在智慧化的各类知识对象支持下,通过场景驱动的创新机制,可在用户解决问题的过程中,通过数据、模型、计算和交互来支持感知智能、认知智能和决策智能。通过泛在智能机制(智联网),利用边缘智能、智能集成感知体、智慧知识内容对象、智慧化业务流程与管理机制等,可积极推动智慧知识对象生态体系的构建与管理、知识与数据双驱动的问题分析与决策推理、多源资源环境下 AI 赋能的个性化知识服务的动态构建,以有效推动智慧知识服务的普惠可及。为实现上述愿景,重要的是运用第一性原理思维,推动新形势下的服务逻辑和业务机制的范式转变。图 2。参考文献 67。

关键词 知识对象 智能知识体 智慧知识服务 智联网 人工智能 图书馆 文献情报机构

分类号 G250

Knowledge Is towards Being Wisdom, Wisdom Needs to Be Scenario-based, and Intelligence Can Be Ubiquitously Embedded —Exploration of the Logical Framework of Intelligent Knowledge Services

ZHANG Xiaolin, LIANG Na

ABSTRACT

With digital transformation and AI development, we are at the intersection of reshaping both knowledge ecosystems and knowledge technologies. Our understanding of knowledge objects, wisdom, and intelligent infrastructure, will largely determine our survival chances and directions. Knowledge objects have been inherently structured, semantic, customizable, and connected, at the same time covering from content objects to knowledge relationship networks to knowledge creation and utilization processes, becoming interactive and computable intelligent agents.

With the support of various intelligent knowledge objects and utilizing the scenario-driven innovation mechanism, we can support perceptive intelligence, cognitive intelligence and decision-making intelligence, in the process of users' problem solving and through data, models, computation, and interaction. Furthermore, through the Internet of Thinking and making use of edge intelligence, intelligent integration of sensors, intelligent knowledge content objects, and intelligent process and management mechanisms, we can actively

通信作者:张晓林, Email: zhangxl@mail.las.ac.cn, ORCID:0000-0001-8891-8366 (Correspondence should be addressed to ZHANG Xiaolin, Email: zhangxl@mail.las.ac.cn, ORCID:0000-0001-8891-8366)

promote the development and management of intelligent knowledge object ecosystems, knowledge and data dually-driven problem analysis and decision reasoning, and dynamic construction of AI-enabled personalized services in multiple resource environments, to effectively support the inclusive accessibility of smart knowledge services. However, to realize the above vision, it is important to apply first-principle thinking to promote the paradigm shift of service logics and business mechanisms in the new environment. 2 figs. 67 refs.

KEY WORDS

Knowledge objects. Intelligent knowledge agents. Intelligent knowledge services. Internet of Thinking. Artificial intelligence. Libraries. Documentation and information institutions.

我们正处于知识生态环境和知识技术体系的交汇重塑中。

2021至2023年,国家连续发布《“十四五”数字经济发展规划》《关于推进实施国家文化数字化战略的意见》《数字中国建设整体布局规划》,推进数字技术与经济、政治、文化、社会、生态文明建设“五位一体”深度融合,以数字化驱动生产生活和治理方式变革。它们抓住世界趋势、体现国家意志、覆盖社会全域、激发全谱段创新,将重塑知识生态体系,也引起了业界高度重视^[1]。

同时,ChatGPT横空出世,AI可高质量回答问题、写程序、编论文、做调研、通过专业考试、绘画作诗等,后续出现的接入搜索引擎的GPT-4,接入微软Office全家桶的Copilot以及“AI军备竞赛”潮,带来生产力和生产关系的颠覆性革命。科技部指出,人工智能日益成为科技创新、产业升级和生产力提升的重要驱动力量,要把人工智能作为战略性新兴产业,作为新增长引擎^[2]。

毫无疑问,知识服务的作用环境和生存机制都在发生巨变。面对扑面而来的“灰犀牛”和潜伏四周的“黑天鹅”,我们需要思考我是谁、从哪里来、到哪里去。笔者认为,图书馆等文献情报机构作为利用知识对象、参与知识过程、提供知识服务的一种机制,在当今数字+AI环境下,需要重新认识知识对象、知识过程、知识服务在如何变化、有什么影响,以及该怎样应对。

1 知识的智慧化

对知识的认识很大程度上决定我们的生存方式和生存几率。

1.1 知识对象的重新认识

长期以来,我们通过图书、期刊、论文、数据集、音视频、数据库等实体来认识知识对象,习惯地把知识对象等同于具象的内容对象,自然地把内容对象视为静态、孤立、被动的逻辑及物理实体,自然地主要关心(甚至只关心)用户要找什么具体内容对象(且常只限于各自馆藏中),自然地对用户为什么和怎么利用这些内容对象以及用得怎样等心安理得地爱莫能助。我们有效地把知识利用这个从数据到情报到知识到智慧的过程,从逻辑到实践分割开来。

但发展现实告诉我们:①知识对象多样化,不仅仅是传统的内容对象,还包括数据、展品、图片、个人、社区、机构、场景、事件、活动、3D影像、计算机设计图等,凡是能在学习、研究、感受、管理中被组织、描述、传递、关联、利用的集合都成为知识利用的对象;②几乎所有的知识对象都能被数字化表征、传递、利用,而且往往可多模态地组织和利用,包括融媒体和数实融合形态;③知识对象愈加呈现富语义的结构化、内部细粒度组分及其与外部对象的关联性;④知识对象愈加以网络化、开放化的方式关联、组织和利用;⑤知识对象愈加具备可交互化和

可计算化机制,成为智能对象。

例如,PDF 版期刊论文早已成为富链接的动态网络内容集合,可以将其报道的研究成果与相关的科研项目、数据、录音录像、设备、程序、研究规程、实验过程、人员及其机构、其他相关研究等关联或嵌入组织起来,成为不断演化的富语义化、富媒体化的学术知识对象^[3]。

再如,博物馆展品正跳出二维码或 RFID,成为嵌入感知器的智慧化系统^[4],可关联到多媒体介绍、发掘地和发掘过程信息、相关研究文献、其他相关展品、专家评述、展出历史等,可与观众交互进行个性化展示。而且,诸如波士顿科技博物馆,已把“玩具总动员”软件作为展品开放给孩子们去再设计、再塑造^[5],将展品变成交互游戏、把展厅变成协同实验室。

又如,智慧校园中可对人或部门进行画像^[6],例如描述教授与其课程、研究生、科研项目、实验室及其设施、科研论著和专利、研究关系网络、学术竞争力评价等。这些内容及其关系可抽取构成数字对象。而且,可将开设的课程作为锚点,关联到选课学生,对该学生的选课及成绩、学业表现、社团与活动等情况进行画像。无论是在逻辑上还是在技术上都可把这些内容及其动态关联看成个人或组织的智能化对象。

1.2 知识对象的范式演变

我们对“知识对象”的认识经历了三个阶段。

(1) 知识是个产品(Product):知识对象是一个个静态、孤立、分离的信息集合。这时,知识服务是对这个集合及其逐级上层的集合进行管理、检索和传递,我们把知识及其使用、知识及其用户有效地分隔开。

(2) 知识是个网络(Network):知识是各类信息内容及关系的集合。这时,知识服务是挖掘发现知识关系及其演变规律,许多情报分析

和情报调研就是聚焦于此。但用户的底层问题、用户在解决问题中的复杂思考变化、用户与各类知识对象的动态交互,仍不在我们视线中,仍然与我们的服务过程相隔离。

(3) 知识是个过程(Process):知识是用户问题与知识关系网络间的动态交互及其持续演变,贯通从数据(data)到情报(information)到知识(knowledge)到智慧(intelligence,可能的解决方案)的全过程^①,支持用户解决问题,是用户在解决问题中与信息及其关系进行动态交互而产生的认知增量。当然,解决问题往往受制于用户所处环境的各种政治、经济、文化、制度、技术条件。

1.3 重返知识对象的逻辑定义

表征内容实体或内容组合的数字对象的定义本身的逻辑及其变化,对我们应该有所启发。

(1) 数字对象的 Warwick 定义。1996 年人们提出了数字对象的 Warwick 框架^[7],把数字对象看成一个结构化的逻辑容器(组织体),有唯一标识符、元数据、若干数据、链接器。这个简单结构成为以后设计数字对象的基本框架,通过一个逻辑容器来把元数据和内容单元集成起来,内容单元可以是多个、异构、多模态的数据或者程序,容器本身和内容单元都可以定位和链接(见图 1)。

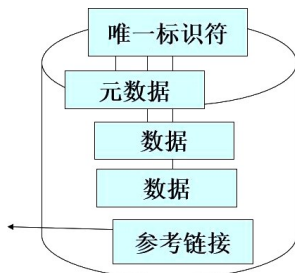


图 1 数字对象的 Warwick 框架

(2) METS 对象。METS (Metadata Encoding and Transmission Standard) 是由美国国会图书馆

① 江绵恒:《战略科技情报的任务》,考察中科院文献情报中心时的讲话,2010 年 2 月。

维护的内容对象标准^[8],它名义上是对元数据进行描述,但实质结构可以灵活方便地组织几乎任何内容对象:①头标集(Header)对整个对象进行标识和基本描述;②描述元数据集(Descriptive Metadata)记录内容描述元数据集;③管理元数据集(Administrative Metadata)记录内容管理元数据集;④文档集(File Section)装载各类内容文件;⑤结构图集(Structure Map Section)可描述多个内容结构图;⑥结构链接集(Structural Links)把某个内容结构图的某个部分和文档集中的某个文件关联起来;⑦行为集(Behavior Section)可以装载程序、系统及其与结构化内容的链接。METS对象具有以下特点:①分布性,任何元数据可以是外部链接的或在内部嵌入的,任何数据文件可以是外部链接的数据文件或在内部嵌入的数据文件;②动态性,通过多个

结构图及其组分与数据文件的定制化链接,可灵活组织和呈现数字对象;③智能化,通过行为集嵌入或引入程序来对指定内容进行处理。

(3) SCORM 可共享教育资源对象^[9]。该对象作为对学习资源集合的定义和封装机制,广泛用于诸如 Blackboard 和 Moodle 等著名教学管理系统中。它可把课程中具体图片影像、课件章节、课件、课程活动资料(教材、阅读资料、实验计划、实验数据、习题与作业、讨论等)、学位项目资料(培养计划、政策文件、师资体系、课程体系、实践与研究规定、学位论文等)甚至院系或学校的内容资料等全部组织在一起。它的基本单元为 SCO(Shareable Content Object),作为逻辑容器把不同的内容文件甚至程序文件封装起来,通过标识符和元数据描述,整体上成为可灵活组配、可全尺度细粒化处理的逻辑实体(见图2)。

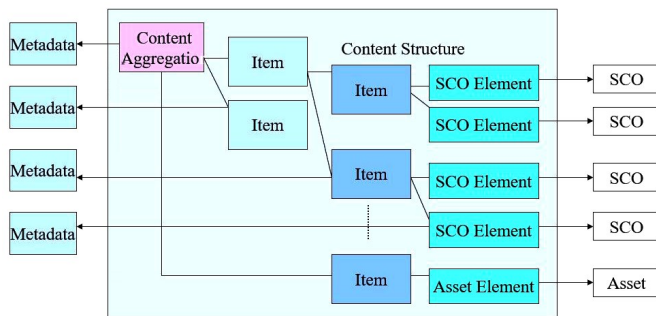


图2 SCORM 体系

从数字对象的角度进行思维,甚至可把一个图书馆的整个馆藏看成一个可全尺度细粒化处理的知识对象。这个对象,正如麻省理工学院报告 *Future of Libraries* 所说^[10],可供人和机器使用。大英图书馆通过其元数据战略 *Unlocking the Value*^[11] 提出,将各类以及整个馆藏元数据融汇成统一的数据基础设施,将所有目录、分类法、主题词表、规范名称档等知识组织体系转换为开放关联数据,对内整合检索,对外开放数据,使整个馆藏可计算,使图书馆成为一个开放的知识引擎。

其实,印本文献只是特定历史阶段知识组织、传播与利用的特定形态。知识形态必然与时

俱进,当我们回归知识对象的本质时,数字化、结构化、语义化、关联化、可重组、可交互、可演变、可计算等特点,正是它的内在要求和必然发展。而且,不仅是内容对象,各类逻辑对象(政策、机制、规则、活动、事件、流程、社区等)都可组织成为这样的知识对象。进而,这些知识对象都成为可计算工具,知识产品与数据库不可分、与知识系统不可分, System on a book, Knowledge as a system、Knowledge as a living service 将成为现实。印本图书作为特例仍将发挥作用,但显然不能掩盖更加丰富和充满活力的新知识生态。

不过,仅仅拥有可计算的知识对象恐怕不能挽救我们于 AI 冲击之下。

2 智慧的场景化

2.1 知识服务的智慧化挑战

情报分析研究常被作为知识服务的一种典型形态。但作为长期从事情报分析研究的实践者和组织者,笔者时常遇到关于这类服务“失智化”的观点。例如,根据科研决策者提出的调研要求组织团队辛苦做出的情报报告,经常遇到表面说“很不错”然后束之高阁的情况。为什么?回答是“你没有回答我的问题”。难道我们不是按照那个要求做的吗?答曰“我其实是为了解决这个问题,你只是告诉我那个背景资料,没有提供可能的解决方案”。这里的困惑和挑战至少有三重。

(1)什么是真正的“情报”?情报是知识的增量,但是,是谁的知识增量?这需要从用户角度考虑,他要“情报分析”是为什么?是为了解决问题。那么,他的问题是什么、问题会有什么变化、哪些知识对象与用户的问题及解决问题需要考虑的各方面因素有关系?只有了解了这些,才能够提供可供解决问题和进行决策的情报。真正的“情报”是用户针对问题及其解决方案所需的知识增量。

(2)什么是情报服务需要的“智慧”?智慧在于通过“从问题到数据到情报到知识到智慧(解决方案)”的过程产生上述“知识增量”。这时,需要对“问题+解决环境”构成的“问题场景”进行特征化描述、数据化建模,需要根据“问题场景”来挖掘和组织数据及其内在关系,需要把问题场景与可能的决策方案进行对齐分析。

(3)如何产生这种“智慧”?这面临许多挑战。一方面,用户的问题存在内在的模糊性,用户在提出情报需求时往往对问题还不清楚或不能(不愿)清楚表达,而且这种理解或表达还因不断接触到新信息而变化。如果仅仅针对用户表达的静态要求提供服务,大概率只能做出描述性的资料总结分析(回答 What),难以针对用

户底层问题和决策困惑来回答 Why 和 What if,更无法针对决策需要来回答 How 和 How if,我们的服务自然就主动停步于智慧(用户针对决策问题的知识增量)的门前。另一方面,如何超越运算智能(计量分析)和感知智能(态势分析、综述调研),面向复杂环境提供认知智能和决策智能^[12,13]。运算智能体现在快速计算和存储能力上,例如 AlphaGo;感知智能体现在视觉、听觉、触觉等的感知能力上,例如人脸识别、语音识别等;认知智能需要理解关联、结构与类比,例如语言翻译和聊天问答;决策智能产生于与其所处环境的交互,具备对不确定性环境的探索和发现的能力,可了解、探索、建模和驾驭复杂环境^[14]。

仔细分析 ChatGPT 的成功,也许能提供解惑的思路。它致力于回答用户要解决的问题,而不仅是为解决问题而检索信息;它通过 InstructGPT 在回答问题中学会回答问题,包括利用 Reinforcement Learning from Human Feedback、Supervised Fine-tuning、Instruction Fine-tuning 和 Chain-of-thought 等技术来根据反馈和指示不断微调;它积极推进 Prompting Engineering 和 In-context Learning 来评价和优化模型。

应对前述“如何产生智慧”的挑战,也许应该向 ChatGPT 学习,把知识服务的出发点和落脚点都放到用户问题及其解决方案上,融入用户场景、嵌入用户过程、持续与用户交互,构成从问题到数据到情报到知识到解决方案全谱段的创造流。这里,我们可借鉴场景驱动的创新模式理论。

2.2 场景驱动的创新

根据尹西明等人的研究^[15],场景驱动的创新,是以场景为载体,以使命或战略为引领,基于未来趋势与需求愿景,驱动战略、技术、组织、市场需求等创新要素及情境要素整合共融,创造新技术、新产品、新渠道、新商业模式,乃至开辟新市场、新领域的过程。它突破了现有市场和现有竞争优势的“自信”盲区,突破实用主义

导向的利用性创新局限,发挥洞见导向、远景构想、创意牵引、弯道超车、动态变革的巨大潜力,同时也有效发挥了大数据、云计算、人工智能、物联网等赋能技术的巨大杠杆作用。

场景驱动的创新模式代表科技创新的范式转变^[16];创新动力从仅依靠好奇心驱动的线性研究转向市场需求倒逼的技术创新;创新环境从实验室走向真实的市场环境;创新主导者从科研院所走向企业和创业者,来自科学界、产业界和投资界的各方参与主体形成了创新联合体;创新过程浓缩在真实的市场验证环境中,从先研发后转化的历时性创新走向技术研发与商业转化同时发生、场景倒逼技术突破的共时性创新。如同长城战略咨询指出^[17],我国真正在国际上有影响的处于领先地位的产品或服务,大都是场景驱动创新的产物,例如阿里云、旷视科技、大疆创新、抖音等。其实,正如王坚院士所说^[18],ChatGPT 本质上就是方法的翻天覆地的改变:找到问题,通过人与模型的交互技术来解决问题。

场景已成为创新的战略资源,成为科技竞争的焦点^[19]。中国具有丰富的人口资源、数据资源和场景资源,而且在数字转型促进社会发展不断丰富创新场景的供给。2022年7月,科技部等六部委发布《关于加快场景创新以人工智能高水平应用促进经济高质量发展的指导意见》,进一步提出要围绕高端高效智能经济培育、安全便捷智能社会建设、高水平科研活动、国家重大活动和重大工程等打造重大创新场景。

可以说,智慧知识服务就是找到问题场景,在支持用户解决问题的过程中通过交互、模型、计算来产生用户的知识增量,产生认知智能和决策智能。解决问题就要突破,突破就是智慧,突破过程就是智能。场景驱动的创新机制,能为智慧知识服务提供理论基础和实践抓手,能

为图书情报服务改革发展提供借鉴。

2.3 场景驱动的智慧知识服务的动力框架

场景驱动的智慧知识服务,以支持决策为目标,以认知智能和决策智能为核心,以提供 Why、What if、How、How if 分析为重点,可能需要如下动力框架。

一是对问题场景的数据化、结构化建模。尽管业界做出了大量努力,例如欧盟对科研环境建模描述的 CERIF 规范^[20],覆盖科研活动中的各个实体及其相互关系;业务建模(Business Modelling)也是管理领域长期的研究和实践主题,例如 IBM 的商业流程建模^[21]。但它们往往过于普适,缺乏专指度和针对性。我们需要深度的业务知识和具体的决策过程知识来描述实际的问题场景,包括它的环境维度(环境要素 $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$)、问题维度(问题要素 $y_1, y_2, y_3, \dots, y_m$)、目标维度(决策目标 $z_1, z_2, z_3, \dots, z_o$),以及需要考虑的决策原则维度(例如发展优先还是稳定优先、重点突进还是统筹平衡)。可以通过管理元数据^[22]、决策建模技术^[23]、政策知识图谱^[24]等工具来辅助建模。

二是对解决问题的知识体系建模,可采用知识图谱技术^[25,26]、知识图谱生成分析工具(CiteSpace^①、VOSviewer^②、IncoPat^③)等。各界已做了很多工作,例如腾讯的 Topbase^[27]、清华大学与微软研究院的 OAG^[28]、阿里商业知识图谱^[29]、蚂蚁集团商家图谱^[30]、美团商品知识图谱^[31]、上海一网通办政务图谱^[32]。目前,垂直体系知识图谱已在金融、公安、电商、医疗等领域迅速发展^[33]。

三是对问题场景和知识体系的对齐分析,寻找可能的匹配关系以及可能的补齐或调整的路径。深度的业务知识应用和实际的解决方案仅靠简单的同质化数据堆砌和数据驱动的统计模型难以解决,需要面向具体问题场景下复杂

① <https://citespace.podia.com>

② <https://www.vosviewer.com>

③ <https://www.incopat.com>

决策的数据与知识双轮驱动与交互的智能应用^[34]。例如上海科技大学立足自身“小规模、高水平、国际化的研究型创新型大学”定位,针对与国内外一流高校在基础前沿研究上的竞争场景,设计个性化对标分析体系^[35];又如中科院文献情报中心针对科技自立自强中的重大问题及其决策需要,开展场景化智慧数据驱动的情报研究^[36]。

四是构建决策场景,将场景化作为一个分析手段,场景适配作为突破口,挖掘甚至设计(包括AI辅助设计)可能的决策场景,使人机交互互促迭代、渐进丰富。例如在智慧校园服务中,针对学生挂科现象,可分析不同的挂科学生在选课数量、消费支出、家庭背景、社交网络活跃度、群团活动参与度、科研活动参与度等方面的关联及变化,再根据挂科学生的正面或负面特征寻找具有相互“补齐”或“对抗”关系的课程、课件、教师、科研、设施、校内群团、校外社区、社会或企业或创业实践等资源等,尝试提出针对性且有较好有效性预期的对策。

实现上述第三、四步骤,需要多源多维数据、计算政策学、复杂系统建模^[37]、社会系统动力学^[38]以及系统动力学政策仿真^[39]等方法 and 工具。如何让这种智慧知识服务成为普惠可及的能力,需要智能的泛在化机制的支持。

3 智能的泛在化

3.1 从物联网(Internet of Things)到物联网(Internet of Thinking)

物联网(Internet of Things, IoT)^[40]泛指通过各种信息传感器,将各类接入网络、能被独立寻址和识别的设备所感知的各类信息,传送到一定形式的计算处理中心,实现对设备的监控和对感知信息的挖掘分析,并根据监控或分析结果来发出指令到特定设备以调整行为或做出特定动作。不过,“传统”物联网环境下,这些设备是被动的,感知信息传送到中心处理,控制信息由中心下达到相应设备来执行,存在传输延迟、

处理延迟、单点故障、数据安全等风险。

随着设备数字化和人工智能的发展,Internet of Thinking (IoThinking, 物联网)应运而生^[41],特点包括:①愈来愈强大的计算能力嵌入联网设备;②具有计算能力的联网设备具备愈来愈强大的自主智能;③让处于同一位置或同一线路的多个智能设备互相“交谈”,择需激发;④根据感知信息的性质及其分析自主决定信息何时和如何传送(包括让信息可用不可见,例如学生食堂摄像头发现异常行为时只发送“异常行为”人”分隔画面而非全景画面);⑤构建将智能设备和云计算中心或雾计算体系组织起来的跨流程跨业务域的智能行为体等。

我国举办的第六届互联网大会主题为“智慧互联、开放合作”^[42],提出构建开放、分布、透明、可交互、可互操作、动态发展的智慧环境。这时,智慧不再集中在某个神秘莫测的大脑(云计算中心),而是遍布在感知点和交互点上,可跨工作流和跨设施体系,并将智慧服务的构建、协调、监管、安全保护、权益保护等嵌入到整个智慧网络中,让智慧本身作为一种服务(Intelligence as a Service, IaaS)。2023年4月15—16日举办的第六届上海人工智能大会^[43],以“数智互联,瞰见未来”为主题,聚焦“智慧城市”和“智慧金融”,势将进一步推进IoThinking的发展。

3.2 物联网具有广泛的技术基础

随着数字化设备和人工智能的发展,物联网(IoThinking)所需的基础技术几乎已初步到位并持续迅速发展:①基本感知技术,包括利用可见光、红外、电磁波等各种摄录装置,手机、手表、电视和自行车、跑步机等可嵌入数字感知计算能力的家用电器和生活器材,科研、教育、工业、交通、文化等“数字化”了的装备设施,等等;②AI+5G/6G+大数据技术;③云计算、边缘计算、雾计算、混合计算能力;④隐私保护、数据安全、安全管理、欺诈防范与诚信管理等技术。

还有几项技术值得特别提及。

(1)智能集成感知体。例如,清美集团在上

海浦东的全智能数字水稻种植示范区每块田边安装智能监测杆,集中收集光照、空气、温湿度、风速、风向、降雨、稻田图像等数据,实时传送到清美数字水稻平台上进行分析,并结合生长模型进行施肥、灌溉等管理决策^[44]。又如,智能灯杆系统^[45]用一杆集成城乡 WiFi、智慧照明、环境监测、视频监控、LED 信息发布、单点或集群广播、智能信号灯、智慧标牌、一键报警、便捷充电等,成为智慧城市的基础支撑组件。而且,这些智能感知体还可参照由 CellSat(细胞卫星)和 OSR(轨道服务机器人)组成的可重构空间系统(RSS)^[46],它由遵循规范尺寸和标准接口的、往往是执行不同任务的多个细胞卫星(立方卫星)“拼装”组成;RSS“集成系统”作为支撑框架负责细胞卫星嵌接安装、能源供应、内外通讯、环境监测防护等“系统功能”,可通过在轨机器人维修、更换不同的细胞卫星。这种思路用于前述智能灯杆等智能集成感知体时,可递进启动服务、迭代更新服务,从而大幅度节省资源。

(2) 智慧知识内容对象。前文谈到的知识化对象既可以作为“被动感知”的知识体,支持外部智能代理对它的定制化交互,又可以自身嵌入或主动链接可运行程序,支持使用者对内部信息及其内外关系进行处理。一个简化实例是 McGraw Hill GO eBook^①,它可把电子教材嵌入学习管理系统,教师可将电子书特定单元与课程不同环节、其他教学资料、学生链接,学生可将自己学习活动、作业与电子书特定单元链接,教师可了解学生阅读、标注、引用等情况,从而把教材与课程、活动、师+生+课件交互都有机结合起来。

(3) 智能业务流程与管理机制。管理政策与机制往往被固化为系统内部程序,但管理机制的核心是管理政策及其与管理对象、管理流程环节之间的交互,这些都可通过管理政策与流程的模型及描述模型的元数据来数字化、语义化表征,表征结果本身成为一个知识对象,嵌

入通用的可定制化扩展的骨架系统中,在交互过程中通过输入或捕获参数来激发相应的程序动作,从而执行管理活动。这些政策与机制对象可以被保存、传递、复用、移植、扩展。这类对象包括隐私保护、权益管理、活动与流程管理等^[47],可以利用这些技术把流程、流程涉及的各类内容对象或可数字化网络化操纵的实体对象、针对流程与对象的管理政策组织起来形成智慧工作流,也构成数字化表征的可细粒度发现和可多尺度计算的知识体。

(4) 边缘智能。边缘智能起源于边缘计算^[48],边缘计算把终端采集的数据直接在靠近数据产生的本地设备或网络中进行分析,无需将数据传输至云端处理中心。从边缘计算到边缘智能(Edge Intelligence)^[49],把 AI 部署到边缘,可利用边缘设施的数字存储与计算能力和可嵌入的知识体系及其推理逻辑,提供高品质、低延迟、高可靠性服务,还可加强数据保护和隐私保护,提供更个性化、更丰富的应用。对那些依靠大语言模型的深度学习能力的智能服务,可利用 In-context Learning^[50]技术与云计算结合,避免大模型重新训练的负担;对那些需要多源异构数据来支持的智能服务,可利用信息融汇技术^[51]支持边缘端的数据融汇处理。

可以期待,通过逐步迭代,可渐进逼近一种可分布、可伸缩、可调适的智能对象生态体系,支持跨整个智慧对象生态体系的感知智能、认知智能和决策智能。

3.3 实现智联网的挑战

从技术上看,实现智联网还需解决以下问题:①各类知识对象的智慧化表征和计算化封装;②场景驱动的对象体系智能化交互(“聊天”);③多智能对象生态体系的构建与协同;④问题场景、垂直知识体系和决策场景的结构化建模;⑤问题场景、知识体系和决策方案的对齐分析;⑥在体系和流程中的隐私保护、数据安

① <https://www.mheducation.com/highered/go.html>

全、系统安全、诚信管理等智能技术;⑦整个体系及其服务的开放、透明、经济、可持续的建设、审计与评价,等等。

结合人工智能,这里初步探讨上述①、②和③,并拟在严肃和深入学习与实践基础上对后续问题进行探索。

(1)各类知识对象的智慧化表征和交互计算化封装。①知识对象描述与封装技术已得到长足发展,包括元数据技术,也包括各类命名实体识别技术^[52,53]、文档和文献数据化^[54,55]、科研设计指纹识别^[56]等。②从源头起就把文献创建为原生可计算知识对象(Born Computable Knowledge Object),包括以 JATS 格式^①或 ePub 格式^②等为基础直接生成论文或图书。③AI 赋能下进行数据智慧化转换,利用文献已有的形式化格式,借用 AI 进行文献实体抽取和元数据构建,利用 JATS 或 ePub 等格式进行对象转换和封装,将对内容的操作逻辑嵌入对象并程序化、对象化、API 化,从而生成原生可计算的知识对象。此操作可推广到多层级有机关联的对象集合,形成可通过 API 进行全尺度计算的数智对象集合。

(2)知识数据双驱动的问题分析与决策推理。国家自然科学基金委 2023 年 3 月启动“可解释、可通用的下一代人工智能方法重大研究计划”^[57],提出要研究建立数据驱动的机器学习与知识驱动的符号计算相融合的新型人工智能理论和方法,包括知识表示与推理框架、大规模隐式表达的知识获取、多源异构知识融合、知识融入的预训练模型、知识数据双驱动的决策推理等。从示范角度,可试验 ChatGPT 提示驱

动的情报分析,借助 ChatGPT 提示工程方法^[58],结合情报研究多维多层知识结构并将其转化为可计算的提示知识库,以知识引导 AI 提示过程,形成类似于基于角色扮演的大模型交互代理框架 CAMEL^[59]的系统机制。

(3)多元多源资源环境下 AI 赋能的个性化服务的动态构建。实现复杂信息环境的有机组织一直是业界的重要努力方向^[60],包括 JISC 信息服务系统框架^[61]、WoS 服务体系框架^[62]、开放服务登记与发现^[63]等。随着开放数字服务的发展,人们有力摒弃了传统的大而全或大一统的资源与服务系统构建思路,强调在分布、开放、异构、自主的资源环境下登记、发现、动态组合资源来构建个性化智能服务,例如欧洲开放科学云^③及其开放的 OpenAIRE 服务^④。这里有几个原则:①数据与服务资源的知识对象化组织;②以关联数据方式开放发布这些资源本身的知识组织体系(包括目录、分类表、主题词表、规范词表、逻辑关系网络等,例如美国国会主题词表 LCSH^⑤、美国国家医学图书馆统一医学语言系统 UMLS^⑥、大英图书馆国家书目^⑦等);③以开放 API 机制和规范化管理元数据等支持人工或机器代理的使用;④以中间件代理方式来支持服务的发现、选择、组构和管理,而这些中间件本身是开放登记的,并可开放发现、调用和配置;⑤以问题场景、主题领域、交互决策等专业知识及其推理规则作为专业或专用模型,支持对大语言模型的“自动提示”或与其他 AI 工具的智能交互,提供专业化的模型即服务(Model as a Service, MaaS)^[64,65]。

① <https://jats.nlm.nih.gov/>

② <https://www.w3.org/publishing/epub3/epub-spec.html>

③ <https://eosc-portal.eu>

④ <https://www.openaire.eu>

⑤ <https://id.loc.gov/authorities/subjects.html>

⑥ <https://documentation.uts.nlm.nih.gov/rest/home.html>

⑦ <https://www.bl.uk/collection-metadata/downloads#m21z3950>

4 结语

面对知识生态环境和知识技术体系的交汇重塑,我们需要超越“进步”、致力“进化”。

但是在急急忙忙地唤关注、求投资、做开发、建系统之前,需要思考为什么 OpenAI 打败了 Google? 为什么在移动市场一败再败的微软现在又行了?

Google 发明了 Transformer,也在开发自己的大语言模型,但由于做大语言模型就意味着冲击自己的搜索市场和赖以生存的广告业务,因此它不愿意让自己的发明来颠覆自己。反观微软^[66],2014 年前在移动市场上它不仅没有领先,甚至连参与的机会都没有;而 2023 年它连续推出 GPT-4 加持的 Office 全家桶 Copilot、将 ChatGPT 接入搜索引擎 Bing、开源 DeepSpeed Chat 提升大模型训练效力,加上资助 OpenAI 开发 ChatGPT,在 AI 应用市场明显领先一筹。个中原委,正如微软 CEO 拉纳德在《刷新》中指出的那样,2014 年前很长一段时间里,微软对内各自为营、互为掣肘,对外固步自封、画地为牢,尽管也在被动追赶,但却是一地鸡毛。它的改变在于大刀阔斧的改革,首先是更新对业务的理解,不再紧跟对手、企图在竞争中赢过对手,而

是回到原点,从客户需求出发,想想该做什么,明确自己的目标是“重塑客户生产力”,定下“移动为先,云为先”的策略,顺利赶上了云革命,夺回了一部分主动权。

这启发我们用第一性原理思维,去终点拷问、回原点思考。当然需要通过 AI 赋能来做现在在做但做不好、想做还不能做的事情,但要避免打篮球式的转圈跟踪、追赶热点式的简单模仿和不顾市场检验的拼资源拼规模。要充分利用在知识组织和知识服务上的理论与实践优势,利用嵌入一线、融入用户的机制优势^[67],把数据驱动与知识驱动相结合,做还没做过甚至没想过但用户需要的事情。

其实,本文本意不在“技术设计”,更多是追问服务逻辑和服务机制,因为业务理解和业务机制上的范式转变更为重要。需要真诚地将自己置于用户学习、教育、研究、生产、生活、管理的生态体系之中。置于用户利用知识解决问题的过程之中,从观念上、机制上和技术上挑战自己,把用户在利用知识解决问题中的获得感、满足感作为思考战略、设计行动、建设机制、发展能力的出发点和落脚点,跳出自我束缚,聚天下智慧为我所用,联天下英雄与我同行,从而逆风飞扬。笔者愿意就此与同行们继续共同探索。

参考文献

- [1] 熊远明,白雪华,吴建中,等. 国家文化数字化战略:图书馆的专业阐释与使命践行[J]. 中国图书馆学报, 2022, 48(4): 4. (XIONG Y M, BAI X H, WU J Z, et al. National cultural digitization strategy: the professional interpretation and mission fulfilling of libraries[J]. Journal of Library Science in China, 2022, 48(4): 4.)
- [2] 郭冀川. 科技部谈 ChatGPT:把人工智能作为新增长引擎给予大力支持[EB/OL]. (2023-02-25) [2023-04-12]. http://www.ce.cn/xwzx/gnsz/gdxw/202302/25/t20230225_38412488.shtml. (GUO J C. The Ministry of Science and Technology talks about ChatGPT: giving strong support to AI as a new growth engine[EB/OL]. (2023-02-25) [2023-04-12]. http://www.ce.cn/xwzx/gnsz/gdxw/202302/25/t20230225_38412488.shtml.)
- [3] LAVOIE B, CHILDRESS E, ERWAY R, et al. The evolving scholarly record[EB/OL]. (2014-06) [2023-04-12]. <https://www.oclc.org/research/publications/2014/oclcresearch-evolving-scholarly-record-2014-overview.html>.

- [4] DE GEUS D. Here's what a smart museum could look like[EB/OL]. (2018-09-12) [2023-04-12]. <https://www.iotforall.com/smart-museums>.
- [5] “The science behind Pixar” exhibit to open at Boston Museum of Science[EB/OL]. (2015-06-25) [2023-04-12]. <https://www.cbsnews.com/boston/news/the-science-behind-pixar-exhibit-opens-at-boston-museum-of-science>.
- [6] 孙名松,孙小影,张晓林. 开放动态的校园智能感知与决策支持系统设计与实现——以上海科技大学为例[J]. 中国教育信息化,2021(5):72-75. (SUN M S,SUN X Y,ZHANG X L. Design and implementation of open dynamic campus intelligent perception and decision support system;taking ShanghaiTech University for example[J]. Chinese Journal of ICT in Education,2021(5):72-75.)
- [7] LAGOZE C,LYNCH C A,DANIEL R J. The Warwick framework;a container architecture for diverse sets of meta-data[R/OL]. (1996-06) [2023-04-12]. <https://ecommons.cornell.edu/handle/1813/7248>.
- [8] Library of Congress. METS;an overview & tutorial[EB/OL]. (2022-03-28) [2023-04-14]. https://www.loc.gov/standards/mets/METSOOverview.v3_en.html.
- [9] SCORM/Sharable Content Object Reference Model[EB/OL]. (2022-03-28) [2023-04-14]. <https://adl-net.gov/past-projects/scorm>.
- [10] MIT. Institute-wide task force on the future of libraries[R/OL]. (2016-10-24) [2023-04-14]. <https://fol.libraries.mit.edu/sites/default/files/FutureLibraries-PrelimReport-Final.pdf>.
- [11] British Library. Unlocking the value;the British Library's collection metadata strategy 2015-2018[EB/OL]. [2023-04-14]. <https://www.bl.uk/bibliographic/pdfs/british-library-collection-metadata-strategy-2015-2018.pdf>.
- [12] 爱分析:中国认知智能行业报告[R/OL]. (2020-05) [2023-04-14]. <https://www.docin.com/p-2439006843.html>. (Ai analysis;cognitive intelligence industry report in China[R/OL]. (2020-05) [2023-04-14]. <https://www.docin.com/p-2439006843.html>.)
- [13] 张晓林. 支持复杂场景下的决策智能——数据分析与知识发现的新挑战[J]. 数据分析与知识发现,2021,49(1):1-2. (ZHANG X L. Support decision intelligence in complex scenarios;new challenges in data analysis and knowledge discovery[J]. Data Analysis and Knowledge Discovery,2021,49(1):1-2.)
- [14] 赵广立. 决策智能:方兴未艾的人工智能新方向[N]. 中国科学报,2020-11-19(03). (ZHAO G L. Decision intelligence;the emerging new direction of AI[N]. China Science Daily,2020-11-19(03).)
- [15] 尹西明,苏雅欣,陈劲,等. 场景驱动的创新:内涵特征、理论逻辑与实践进路[J]. 科技进步与对策,2022,39(15):1-10. (YIN X M,SU Y X,CHEN J,et al. Context-driven innovation;connotation,theoretical logic and practical approach[J]. Science & Technology Progress and Policy,2022,39(15):1-10.)
- [16] 朱志华,黄波,周桂新,等. 场景驱动的创新模式兴起[EB/OL]. (2021-06-24) [2023-04-14]. http://www.360doc.com/content/21/0624/15/75935079_983511573.shtml. (ZHU Z H,HUANG B,ZHOU G X,et al. The rise of scene-driven innovation models[EB/OL]. (2021-06-24) [2023-04-14]. http://www.360doc.com/content/21/0624/15/75935079_983511573.shtml.)
- [17] 长城战略咨询. 场景驱动的创新——数字经济时代兴起的创新模式[R/OL]. [2023-04-14]. <http://www.gei.com.cn/reportIntro.aspx?pid=76b354e1446959f94078ea88dcca9ad4>. (Greatwall Strategy Consultants. Scenario-driven innovation;the emerging innovation mode in the era of digital economy[R/OL]. [2023-04-14]. <http://www.gei.com.cn/reportIntro.aspx?pid=76b354e1446959f94078ea88dcca9ad4>.)

- [18] 吴天一,王坚:ChatGPT 带来方法论天翻地覆变化[EB/OL]. (2023-02-25)[2023-04-15]. <https://news.sciencenet.cn/htmlnews/2023/2/494625.shtm>. (WU T Y. WANG Jian: ChatGPT brought a sea change in methodology[EB/OL]. (2023-02-25)[2023-04-15]. <https://news.sciencenet.cn/htmlnews/2023/2/494625.shtm>.)
- [19] 王德禄. 场景是国家科技竞争的焦点[EB/OL]. (2021-03-05)[2023-04-15]. https://www.sohu.com/a/454230106_818223. (WANG D L. Scene is the focus of national science and technology competition[EB/OL]. (2021-03-05)[2023-04-15]. https://www.sohu.com/a/454230106_818223.)
- [20] DVORÁK J. CERIF tutorial[C/OL]//2022 Strategic Membership Meeting. (2022-10-30)[2023-04-15]. <https://dspacecris.eurocris.org/handle/11366/2256>.
- [21] IBM Cloud Education. What is business process modeling?[EB/OL]. [2023-04-15]. <https://www.ibm.com/cloud/blog/business-process-modeling>.
- [22] 张晓林,毛军,李广建,等. 管理元数据的原理与应用[J]. 图书情报工作,2003(10):12-17. (ZHANG X L, MAO J, LI G J, et al. Applications for management metadata in digital libraries[J]. Library and Information Service, 2003(10):12-17.)
- [23] 金玉兰,沈元蕊. 管理决策模型与方法[M]. 北京:清华大学出版社,2019. (JIN Y L, SHEN Y R. Management decision model and method[M]. Beijing:Tsinghua University Press, 2019.)
- [24] 张雨,吴俊. 科技政策知识图谱构建研究[J]. 数字图书馆论坛,2021(8):31-38. (ZHANG Y, WU J. Research on the construction of science and technology policy knowledge graph[J]. Digital Library Forum, 2021(8):31-38.)
- [25] 肖仰华,等. 知识图谱:概念与技术[M]. 北京:电子工业出版社,2020. (XIAO Y H, et al. Knowledge graph: concepts and techniques[M]. Beijing:Publishing House of Electronics Industry, 2020.)
- [26] 刘知远,韩旭,孙茂松. 知识图谱与深度学习[M]. 北京:清华大学出版社,2022. (LIU Z Y, HAN X, SUN M S. Knowledge graph and deep learning[M]. Beijing:Tsinghua University Press, 2022.)
- [27] 郑孙聪. 腾讯如何自研大规模知识图谱 Topbase[EB/OL]. (2020-06-10)[2023-04-15]. <https://blog.csdn.net/rlnLo2pNEfx9c/article/details/106654071>. (ZHENG S C. How does Tencent develop Topbase, a large-scale knowledge graph[EB/OL]. (2020-06-10)[2023-04-15]. <https://blog.csdn.net/rlnLo2pNEfx9c/article/details/106654071>.)
- [28] ZHANG F J, LIU X, TANG J, et al. OAG:toward linking large-scale heterogeneous entity graphs[C/OL]//ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining(KDD). New York, United States, 2019:2585-2595.
- [29] 搜索推荐事业部认知图谱团队. 阿里巴巴首次揭秘电商知识图谱 AliCoCo[EB/OL]. (2020-04-11)[2023-04-15]. <https://developer.aliyun.com/article/754652>. (Cognitive Mapping Team in Search Recommend Division of Alibaba. Alibaba unveiled AliCoCo, the e-commerce knowledge graph, for the first time[EB/OL]. (2020-04-11)[2023-04-15]. <https://developer.aliyun.com/article/754652>.)
- [30] 贾强槐. 蚂蚁商家图谱的构建、融合应用及开放[EB/OL]. (2022-09-15)[2023-04-15]. <https://www.zhihu.com/question/62164852/answer/2675095012>. (JIA Q H. Merchant map construction, fusion application and opening of Ant Group[EB/OL]. (2022-09-15)[2023-04-15]. <https://www.zhihu.com/question/62164852/answer/2675095012>.)
- [31] 雪智,凤娇,姿雯,等. 美团商品知识图谱的构建及应用[EB/OL]. (2021-09-02)[2023-04-15]. <https://>

- tech.meituan.com/2021/09/02/meituan-commodity-nlp-practice.html. (XUE Z, FENG J, ZI W, et al. Construction and application of Meituan commodity knowledge map[EB/OL]. (2021-09-02)[2023-04-15]. <https://tech.meituan.com/2021/09/02/meituan-commodity-nlp-practice.html>.)
- [32] 朱宗尧. 政务图谱:框架逻辑及其理论阐释——基于上海“一网通办”的实践[J]. 电子政务, 2021(4): 40-50. (ZHU Z Y. Government atlas: framework logic and theoretical interpretation—based on the practice of Shanghai “all access office”[J]. E-Government, 2021(4): 40-50.)
- [33] 艾瑞咨询. 2022年中国知识图谱行业研究报告[R/OL]. (2022-08-15)[2023-04-15]. https://www.thepaper.cn/newsDetail_forward_19458208. (iResearch. China knowledge graph industry research report 2022[R/OL]. (2022-08-15)[2023-04-15]. https://www.thepaper.cn/newsDetail_forward_19458208.)
- [34] 华经产业研究院. 2023年中国知识图谱行业发展现状分析及投资潜力预测报告[R/OL]. (2023-02-07)[2023-04-15]. https://www.sohu.com/a/637976731_121025296. (Huajing Industrial Research Institute. Report on the development status analysis and investment potential forecast of China's knowledge graph industry in 2023[R/OL]. (2023-02-07)[2023-04-15]. https://www.sohu.com/a/637976731_121025296.)
- [35] CHANG J, JIA J, ZHANG X L. Comparative diagnostic assessment of research strength of ShanghaiTech with its peers[C]//The 3rd International Conference on Data-driven Knowledge Discovery. Beijing, 2021.
- [36] 王学昭, 王燕鹏, 赵萍, 等. 场景化智慧数据驱动的情报研究模式: 概念、技术框架和实验验证[J]. 数据分析与知识发现, 2023, 7(5): 1-9. (WANG X Z, WANG Y P, ZHAO P, et al. Scenarized intelligent data-driven research model: concept, technical framework, and experimental verification[J]. Data Analysis and Knowledge Discovery, 2023, 7(5): 1-9.)
- [37] EDMONDS B, GERSHENSON C. Modelling complexity for policy: opportunities and challenges[J/OL]. (2013-10-08)[2023-04-15]. <https://arxiv.org/abs/1310.2290v1>.
- [38] 李旭. 社会系统动力学: 政策研究的原理、方法和应用[M]. 上海: 复旦大学出版社, 2009. (LI X. Social system dynamics: principles, methods and applications of policy research[M]. Shanghai: Fudan University Press, 2009.)
- [39] JIA S W, LI Y, FANG T H. System dynamics analysis of COVID-19 prevention and control strategies[J]. Environmental Science and Pollution Research, 2022(29): 3944-3957.
- [40] ITU. ITU Internet reports 2005: the Internet of Things[R/OL]. [2023-04-15]. <https://www.itu.int/en/publications/gs/pages/publications.aspx?parent=S-POL-IR.IT-2005&media=electronic>.
- [41] Accenture. Technology vision 2018: intelligent enterprise unleashed[EB/OL]. [2023-04-15]. https://www.accenture.com/_acnmedia/Test-Folder/Accenture-TechVision-2018-Tech-Trends-Report.pdf.
- [42] 易潇. 第六届世界互联网大会主题公布, 聚焦“智能互联 开放合作”[EB/OL]. (2019-09-18)[2023-04-15]. <http://it.people.com.cn/n1/2019/0918/c1009-31360549.html>. (YI X. Theme of 6th World Internet Conference announced, focusing on “smart connectivity, openness and cooperation”[EB/OL]. (2019-09-18)[2023-04-15]. <http://it.people.com.cn/n1/2019/0918/c1009-31360549.html>.)
- [43] 数智互联 瞰见未来——2023第六届上海人工智能大会[EB/OL]. [2023-04-15]. <https://news.cnstock.com/special/2023056>. (Digital intelligence interconnection, looking into the future: 2023 the 6th Shanghai AI conference[EB/OL]. [2023-04-15]. <https://news.cnstock.com/special/2023056>.)
- [44] 机械化、自动化、信息化! 浦东的“无人农场”长这样[EB/OL]. (2022-08-09)[2023-04-15]. <https://sghexport.shobserver.com/html/toutiao/2022/08/09/821223.html>. (Mechanization, automation, information!

- The “unmanned farm” in Pudong looks like this [EB/OL]. (2022-08-09) [2023-04-15]. <https://sghexport.shobserver.com/html/toutiao/2022/08/09/821223.html>.)
- [45] 前瞻产业研究院. 2022年中国智慧灯杆行业市场规模、竞争格局及发展前景[EB/OL]. (2022-11-17) [2023-04-15]. <https://www.lightingchina.com.cn/News/102293.html>. (Forward Industry Research Institute. Market size, competition pattern and development prospect of China's smart lighting pole industry in 2022[EB/OL]. (2022-11-17) [2023-04-15]. <https://www.lightingchina.com.cn/News/102293.html>.)
- [46] 高端装备产业研究中心. Cellsat 纳卫星在轨组装技术[EB/OL]. (2019-02-22) [2023-04-15]. https://www.sohu.com/a/296688853_466840. (Chinaequip. In-orbit assembly technology of Cellsat NanoSat[EB/OL]. (2019-02-22) [2023-04-15]. https://www.sohu.com/a/296688853_466840.)
- [47] 张晓林. 元数据研究与应用[M]. 北京:北京图书馆出版社, 2002. (ZHANG X L. Metadata research and application[M]. Beijing: Beijing Library Press, 2002.)
- [48] 崔云龙. 什么是边缘计算?[EB/OL]. [2023-04-15]. <https://info.support.huawei.com/info-finder/encyclopedia/zh/边缘计算.html>. (CUI Y L. What is edge computing?[EB/OL]. [2023-04-15]. <https://info.support.huawei.com/info-finder/encyclopedia/zh/边缘计算.html>.)
- [49] YEUNG T. What is edge AI and how does it work?[EB/OL]. (2022-02-17) [2023-04-15]. <https://blogs.nvidia.com/blog/2022/02/17/what-is-edge-ai>.
- [50] MIN S, LYU X, HOLTZMAN A, et al. Rethinking the role of demonstrations; what makes In-context Learning work [J/OL]. (2022-10-20) [2023-04-16]. <https://arxiv.org/pdf/2202.12837.pdf>.
- [51] ZHANG Y, JIANG C, YUE B L, et al. Information fusion for edge intelligence; a survey[J]. Information Fusion, 2022, 81: 171-186.
- [52] 刘浏, 王东波. 命名实体识别研究综述[J]. 情报学报, 2018, 37(3): 329-340. (LIU L, WANG D B. A review on named entity recognition[J]. Journal of the China Society for Scientific and Technical Information, 2018, 37(3): 329-340.)
- [53] 椒椒. 基于深度学习的命名实体识别研究综述[EB/OL]. (2022-10-05) [2023-04-16]. https://blog.csdn.net/qq_38978225/article/details/127170066. (JIAO J. A review of named entity recognition based on deep learning[EB/OL]. (2022-10-05) [2023-04-16]. https://blog.csdn.net/qq_38978225/article/details/127170066.)
- [54] 徐雷, 秦翠玉, 李娇. 科技文献数据化及组织呈现路径研究[J]. 中国图书馆学报, 2022, 48(3): 25-42. (XU L, QIN C Y, LI J. Datafication, organization and manifestation of scientific literature[J]. Journal of Library Science in China, 2022, 48(3): 25-42.)
- [55] 杨建梁, 刘越男, 祁天娇. 文档数据化: 概念、框架与方法[J]. 中国图书馆学报, 2022, 48(3): 63-78. (YANG J L, LIU Y N, QI T J. Documents datafication: concept, framework and methods[J]. Journal of Library Science in China, 2022, 48(3): 63-78.)
- [56] 钱力, 张晓林. 科技论文的研究设计指纹识别方法研究[M]. 北京: 科学出版社, 2019. (QIAN L, ZHANG X L. Research on the fingerprint recognition method of scientific and technological papers[M]. Beijing: Science Press, 2019.)
- [57] 国家自然科学基金委. 可解释、可通用的下一代人工智能方法重大研究计划2023年度项目指南[EB/OL]. (2023-03-31) [2023-04-16]. <https://www.nsf.gov.cn/publish/portal0/tab434/info89087.htm>. (National Natural Science Foundation of China. 2023 project guide for the major research initiative on interpretable, general-

- purpose approaches to next-generation AI [EB/OL]. (2023-03-31) [2023-04-16]. <https://www.nsf.gov.cn/publish/portal0/tab434/info89087.htm>.)
- [58] SARA V I S E, ZHUO T, RUDNIKOV A, et al. ChatGPT prompt engineering [EB/OL]. [2023-04-16]. <https://github.com/dair-ai/Prompt-Engineering-Guide/blob/main/guides/prompts-chatgpt.md>.
- [59] LI G H, HAMMOUDET H A A K, ITANI H, et al. CAMEL: communicative agents for “mind” exploration of large scale language model society [J/OL]. (2023-03-31) [2023-04-16]. <https://arxiv.org/pdf/2303.17760.pdf>.
- [60] 张晓林. 开放数字信息服务体系: 概念、结构与技术 [J]. 中国图书馆学报, 2002, 28(3): 8-14. (ZHANG X L. Open digital information service infrastructure: concept, structure and technology [J]. Journal of Library Science in China, 2002, 28(3): 8-14.)
- [61] ANDY P. A “service oriented” view of the JISC information environment [EB/OL]. (2005-11) [2023-04-16]. <https://www.ukoln.ac.uk/distributed-systems/jisc-ie/arch/soa/jisc-ie-soa.pdf>.
- [62] W3C. Web services architecture [EB/OL]. (2004-02-11) [2023-04-16]. <http://www.w3.org/TR/2004/NOTE-ws-arch-20040211/>.
- [63] 梁娜. 基于分布登记系统的服务元对象发现与服务描述配置 [D]. 北京: 中国科学院研究生院, 2007. (LIANG N. Service meta object discovery and service description configuration based on distributed registration system [D]. Beijing: Graduate School of Chinese Academy of Sciences, 2007.)
- [64] ROMAN D, SCHADE S, BERRE A J, et al. Model as a Service (MaaS) [R/OL]. (2009-01) [2023-04-27]. <https://www.researchgate.net/publication/230606842>.
- [65] 齐可心. MaaS (模型即服务) 的发展背景、行业现状及未来趋势 [EB/OL]. [2023-04-27]. <https://blog.csdn.net/qq2433195353/article/details/130413217>. (QI K X. The development background, present situation and future trend of MaaS (Model as a Service) [EB/OL]. [2023-04-27]. <https://blog.csdn.net/qq2433195353/article/details/130413217>.)
- [66] 深燃. 微软, 真的又行了? [EB/OL]. (2023-04-14) [2023-04-16]. <https://36kr.com/p/2214511891789185>. (Shenran. Microsoft, is it really going to work again? [EB/OL]. (2023-04-14) [2023-04-16]. <https://36kr.com/p/2214511891789185>.)
- [67] 王卉, 吕秋培. 嵌入一线 融入过程——国家科学图书馆学科化服务工作在探索中前行 [N/OL]. 科学时报, (2009-06-17) [2023-04-16]. <https://news.sciencenet.cn/sbhtmlnews/2009/6/220563.html>. (WANG H, LV Q P. Embedding the frontline and integrating the process: the subject service of National Science Library is advancing in exploration [N/OL]. Science Times, (2009-06-17) [2023-04-16]. <https://news.sciencenet.cn/sbhtmlnews/2009/6/220563.html>.)

张晓林 中国科学院文献情报中心研究员, 上海科技大学特聘教授。北京 100190。

梁娜 中国科学院文献情报中心副研究员。北京 100190。

(收稿日期: 2023-04-20)