

人工智能在古文字研究中的应用及展望*

莫伯峰 张重生

提 要 本文对近期人工智能在古文字研究中的应用状况进行了回顾和总结。在古文字字形相关的任务中,古文字识别、古文字检测都已经取得了较大进展,可以为古文字研究提供切实的辅助。古文字分类、古文字考释离实际需求还有较大距离,但是发展思路已经逐渐明晰。在古文字材料整理类任务中,甲骨缀合、甲骨校重、青铜器断代等都已经取得了阶段性成果,推进了古文字研究的进步。展望人工智能与古文字交叉研究的未来发展,多模态模型的应用将会是主要发展方向,生成式人工智能的发散思维将为古文字问题解答提供更多思路,而借助大数据智能的数据挖掘能力则可以发现更多古文字中的规律性现象。

关键词 人工智能 古文字 应用 展望

中图分类号: H121 **文献标识码:** A **文章编号:** 1005 - 3247(2023)02 - 0047 - 10

DOI:10.15990/j.cnki.cn11-3306/g2.2023.02.012

The Application and Prospect of Artificial Intelligence in the Study of Paleography

Mo Bofeng & Zhang Chongsheng

Abstract: This article reviews and summarizes the recent application of artificial intelligence in the study of Paleography. In tasks related to Paleography morphology, significant progress has been made in Paleography recognition and detection, which can provide real assistance for Paleography research. While there is still some difficulties in Paleography classification and annotation, but the direction of development is becoming increasingly clear. In tasks related to organizing Paleography materials, achievements have been made in oracle bone piecing, oracle bone collation, and bronze vessel dating, which have promoted the progress of Paleography research. Looking forward to the future development of cross-research between artificial intelligence and Paleography, the application of multimodal models will be the

* 本文系国家社科基金项目“利用神经网络进行甲骨卜辞字体分类的初步研究”(19BY171)、北京市社科基金重点项目“基于人工智能技术的甲骨文校重系统”(21DTR039)、“古文字与中华文明传承发展工程”规划项目“散见甲骨文图像数据库”(G1930)的阶段性成果。

main development direction. The divergent thinking of generative artificial intelligence will provide more ideas for solving Paleography problems, and the data mining ability of artificial intelligence can discover more regular phenomena in Paleography.

Key words: artificial intelligence; Paleography; application; prospect

一 引言

语言文字与人工智能有着天然的联系。一方面,智能的出现离不开语言文字。中国人工智能学会名誉理事长李德毅院士认为:“人类智能始于语言,人工智能始于文字”,“人工智能是人类智能的体外延伸,始于文字。文字是连续语言的离散载体,言之无文,行而不远,行而不久。人类区别于其他生物最基本的特征是用文字表达人的思想、思维、情感,表达智能,成为我们灵魂的解释者,文字可脱离生命体而长期存在,成为环境的一部分,成为人类文化文明的生态,成为认知空间数字化的基础。”^①另一方面,人工智能技术的飞速发展,又对语言文字产生着极大影响。语音识别、机器翻译等人工智能技术,早已进入实用层面,正改变着人们的语言文字生活。而在语言文字研究领域,也开始见到了人工智能的影子。2022年3月10日《自然》(*Nature*)封面刊登了著名人工智能团队 Deepmind 在破译古文字方面的重要成果,人工智能模型 Ithaca 将古希腊铭文修复的准确率提升了 47%。^②因此,语言文字与人工智能的结合有着先天的渊源和优势。

现代文字与人工智能的结合主要以实际应用为目标,而古文字与人工智能的结合点则更为丰富多样,更具探索性、创新性和发展潜力。然而,二者的结合也面临着更大的挑战和困难,尤其是汉字古文字与表音文字相比,文字性质上的差异更是增大了这种研究难度。汉字古文字的字符数量更多,字词关系更复杂,这些特征导致了在与人工智能结合时会遇到了一些特殊的困难,需要进行专门研究才能得以解决。近年来,随着交叉研究的不断深入,在汉字古文字(以下简称“古文字”)和人工智能的结合方面,已经取得了一些初步成果。而且随着人工智能技术的不断进步,一些新的研究方向也开始展露,本文将梳理这些方面的内容并对未来的发展趋势进行展望。

二 人工智能与古文字研究结合的进展

古文字学是以古代文字符号为研究对象的一门学科,所以古文字与人工智能的主要结合点,一定是围绕字形这一中心展开的。但是古文字研究所涉及的研究对象,又不仅仅局限于字形。古文字的类型非常丰富多彩,甲骨文、金文、简帛文字等各种类型的古文字材料构成了众多的子领域,每个子领域中都需要对材料进行系统科学的整理,这就构成了古文字研究另外一项重要的工作内容——古文字材料整理,人工智能与古文字在这方面也有很多的结合点。下文我们将围绕古文字字形和古文字材料整理这两个方面,对人工智能与古文字结合近期的新进展进行简要介绍:

^① 李德毅、马楠:《人工智能看教育》,《高等工程教育研究》2023年第3期。

^② Yannis Assael et al., “Restoring and Attributing Ancient Texts Using Deep Neural Networks,” *Nature*, vol. 603, no. 7900 (2022), pp. 280-283.

(一)古文字字形相关的工作

1. 古文字识别。文字识别是人工智能与语言文字相结合最早的领域之一,也是人工智能取得显著成果最早的领域。“深度学习”的主要推动者,2018年图灵奖获得者杨立昆(Yann LeCun)的早期成果就是手写字体识别。1989年神经网络LeNet就已经被用在全美国的邮政系统中,用以识别每一封信件上面的邮政编码。因此,人工智能与古文字最成熟的结合点无疑就是古文字识别。

同样,字形识别(古文字领域通常称为“识字”)也是古文字研究最基础的工作,古文字研究的大部分工作,都围绕着古文字字形识别展开。任何一个古文字学习者,进入古文字领域的初期,也都是从已识文字的识别开始。人工智能与文字识别的密切联系,使得识别古文字字形的智能模型构建很早就为计算机学界所关注,^①特别是在深度学习兴起之后,这方面工作不断取得新的进展。^②

在文字识别方面,古文字与现代汉字有性质相同的一方面。我们曾在《利用深度神经网络进行甲骨文单字识别和检测的初步测试》一文中,对人工智能识别甲骨文字的问题进行了初步测试和研讨。基于少量样本文字的测试结果,认为“利用深度神经网络搭建的分类和检测模型,可以据字形对甲骨文单字进行识别和检测。当训练集达到一定数量时效果良好;当数量过少时,效果下降明显”。^③通过不断提高样本数量,可以看到不断优化模型效果,这让我们相信古文字的识别并没有无法克服的困难。

但是,但是由于古文字的一些特性,古文字识别也存在着比现代汉字识别要复杂得多的情况。主要的困难来自两个方面:一是样本不均衡。深度学习识别模型一般都依靠数据驱动,也就是要有足够量的样本才能保障识别效果。这对于现代汉字通常不存在什么问题,但是古文字则很难保证每个文字都有充分的字形可供利用。“一些古文字形体仅出现一两次,即使做了摹本,在数量上依然不够丰富,导致模型学习的特征过于单一,无法进行准确分类”。^④二是异体字太多。现代汉字识别虽然也会面临同一文字形体差异大的问题,但都属于文字书写层面的差异,本质上是进行“异写字”的认同。但古文字的形体差异,还包括造字层面的差异,需要实现“异构字”的认同。“异构字”之间的形体差异又要远远大于“异写字”,识别难度也要大很多。“异写字”和“异构字”都属于异体字,它们在古文字中大量存在,这是一个无法回避的问题。

随着学科交叉的不断深入,古文字识别的特殊困难,正通过人工智能的一些专门方法逐步解决,识别效率正在不断提高。近期以来,吉林大学李春桃团队所开发的识别模型,“经过测试,模型对测试集中的数据识别准确率达到80.24%。”^⑤这应该是在古文字识别方面最为突出的进展之一。

^① 周新伦、李锋、华星城等:《甲骨文计算机识别方法研究》,《复旦学报》(自然科学版)1996年第5期;李锋、周新伦:《甲骨文自动识别的图论方法》,《电子科学学刊》1996年增刊。

^② 刘国英:《基于深度学习的甲骨文字检测与识别》,《殷都学刊》2020年第3期。

^③ 莫伯峰:《利用深度神经网络进行甲骨文单字识别和检测的初步测试》,《出土文献综合研究辑刊》第9辑,成都:巴蜀书社,2019年,第1—28页。

^④ 李春桃:《基于人工智能技术的古文字研究》,《吉林大学社会科学学报》2023年第2期。

^⑤ 李春桃:《基于人工智能技术的古文字研究》,《吉林大学社会科学学报》2023年第2期。



图1 李春桃团队开发的古文字识别模型①

2. 古文字检测。上述古文字识别模型主要是以单字识别为主,如果希望能识别一版材料上的所有文字,还存在一定的困难。要识别整版古文字,需要先要找到古文字在哪里,这个“找文字”的过程就是“古文字检测”(或称“古文字定位”)。比如殷墟甲骨文的发现,本质上就是一个文字检测的问题。甲骨文发现者王懿荣首先注意到了甲骨上的刻画图形,然后基于自身的文字学知识,怀疑这些图像是一种文字符号,而后才有了识别甲骨上的文字到底是什么字这个问题。

文字检测是一个与文字识别密切相关的问题。一方面,如果不能识别出文字,也就不能确认文字检测的结果是否正确;另一方面,如果不能检测出文字的位置,也就不可能去识别文字。与文字识别相比,文字检测是一个在古文字领域不太被关注的问题。只有在涉及到“汉字起源”这样的研究内容时,才会去讨论“文字在哪里,是不是文字”这样的问题。但对于人工智能识别模型而已,这又是一个必须完成的工作。要实现多字识别的模型,必然需要先检测出文字。②

与王懿荣发现甲骨文的道理相同,人工智能要检测出古文字的位置,同样也是基于对已有文字的一种“字感”,将其他汉字材料检测所得来的“经验”用于古文字检测。从古文字到现代汉字,汉字“方块字”的基本形态面貌没有改变,所以这种“字感”是相通的。困难性因素则主要是,古文字材料通常都经历了很长时间的流传,容易出现字迹不清晰、文字残缺的情况,而且有些古文字的行款分布较为凌乱,这都大大增加了检测工作的难度。而甲骨文字又可以说是这方面问题最为突出的一种古文字类型。河南大学张重生团队,通过与古文字专家密切合作,并基于较大数据集开发的检测模型,在甲骨文字检测方面已

① 李春桃:《基于人工智能技术的古文字研究》,《吉林大学社会科学学报》2023 年第 2 期。

② 刘国英:《基于深度学习的甲骨文字检测与识别》,《殷都学刊》2020 年第 3 期。

经具有较好的效果,可以为批量性甲骨文字检测和提取提供有益的辅助作用。^①

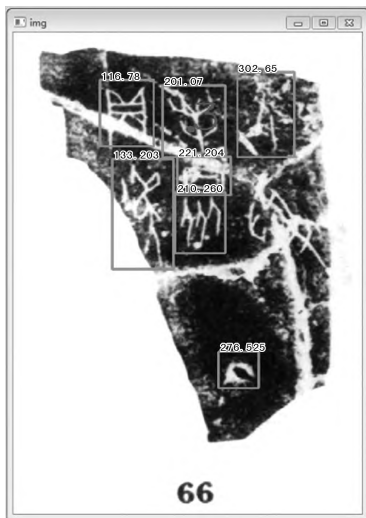


图2 张重生团队开发的甲骨文字检测模型^②

3. 古文字分类。在进行了文字检测之后,还不能直接进行古文字识别。古文字学家需要先辨析文字的类型,然后才能进行识别,否则肯定会出现问题。可以举一个最突出的例子:甲骨文的“甲”字字形做“十”,在后世的文字中,这与“十”字字形是相同的。如果不先识别文字类型,当然就无法确定这一字形到底是“甲”还是“十”了。而在具体的古文字识别任务中,文字类型划分则更为细密。比如殷墟甲骨文内部就至少包含有32种字体类型,古文字专家必须基于具体的字体类型,才能实现正确的文字识别。如果不能区别这些类型,同样也不能做出精确的识别。

所以,要建立完善的古文字识别模型,必须要包含有古文字分类功能的模块。对于人工智能而言,这是一个有一定基础的领域,比如签名的风格识别就是一种文字类型的区分。古文字这方面的工作起步比较晚,我们曾做过一些初步尝试,通过辨析甲骨文同一文字的不同字体类型的形体差异,辨别甲骨的字体类型,取得了一些初步成果。^③但是,以“字形”来辨别类型差异,具有一定的局限性。要实现古文字的字体分类,最有效的办法还是要通过“书体风格”来实现。西南大学、清华大学的相关团队正在进行这方面的尝试,相信不久将会看到更多这方面的成果。

^① Zhang Chongsheng, Zong Ruixing, Cao Shuang Men Yi and Mo Bofeng, “AI-Powered Oracle Bone Inscriptions Recognition and Fragments Rejoining,” Twenty-Ninth International Joint Conference on Artificial Intelligence and Seventeenth Pacific Rim International Conference on Artificial Intelligence, 2020.

^② Zhang Chongsheng, Zong Ruixing, Cao Shuang Men Yi and Mo Bofeng, “AI-Powered Oracle Bone Inscriptions Recognition and Fragments Rejoining,” Twenty-Ninth International Joint Conference on Artificial Intelligence and Seventeenth Pacific Rim International Conference on Artificial Intelligence, 2020.

^③ 莫伯峰:《利用深度神经网络判别甲骨文字体的初步测试——以字形为依据》,故宫博物院编:《甲骨文入选“世界记忆名录”发布会暨“甲骨收藏与绝学振兴”高峰论坛纪实》,北京:故宫出版社,2019年,第151—162页。



图3 莫伯峰开发的模型识别甲骨文“贞”字为“典宾”(dianbin)类^①

4. 古文字考释。古文字识别的终极目标,当然是未释文字的认识,也就是古文字考释,这可以说是古文字研究最具创新性的任务。学界现在已经对古文字考释与人工智能结合工作的性质和发展思路有了比较清晰的认识。

首先,古文字考释是可以借助人工智能的。吴振武先生曾指出:“‘人工智能+’已经跟很多行业发生关系。据人工智能专家介绍,凡是边界清楚的问题,最适宜用人工智能来解决。因此,像古文字考释这种道理上只允许存在一种正确结论的学问,利用人工智能技术来辅佐研究,自然再适合不过。”^②其次,人工智能进行文字考释工作的方法基础,仍然是古文字专家考释古文字的传统方法。李春桃先生认为:“就古文字考释而言,人工智能可以提供的帮助是多方面的。著名古文字学家唐兰先生曾将古文字的考释方法总结为形体对照法、推勘法、偏旁分析法与历史考证法。人工智能中的图像识别、自然语言处理、知识图谱等技术正可与这几种方法相互对应。”^③

古文字考释是现在人工智能距离实际需求还存在较大差距的一项任务,但古文字专家考释古文字的那些方法是可以通过人工智能模拟的。比如“偏旁分析法”是古文字学家考释新字的重要方法,以偏旁而非整字作为识别的单位,然后再基于偏旁通过综合分析来考释文字。人工智能已经可以进行简单地模拟,将识别粒度推进到偏旁层级。西南大学陈善雄团队开发的模型对于偏旁之间位置关系较为明晰的文字,识别效果已较为理想。但是对于偏旁间有连接、叠压关系的文字则还缺乏很好的处理方法(见下图4)。^④

(二)古文字材料整理

与古文字字形相关的工作相比,人工智能在古文字材料综合整理方面发挥作用的领域更为广泛。人工智能相较于人类智能,一个主要的优势是它的计算能力,可以称之为“暴力思维”。在古文字材料整理中,这种“暴力思维”能力能够极大地加速整理的过程。

^① 莫伯峰:《利用神经网络判别甲骨文字体的初步测试——以字形为依据》,故宫博物院编:《甲骨文入选“世界记忆名录”发布会暨“甲骨收藏与绝学振兴”高峰论坛纪实》,北京:故宫出版社,2019年,第151—162页。

^② 吴振武:《古文字考释与人工智能》,《光明日报》2020年11月7日,第12版。

^③ 李春桃:《人工智能如何辅助古文字研究》,《光明日报》2022年10月30日,第5版。

^④ 林小渝、陈善雄、高未泽、莫伯峰、焦清局:《基于深度学习的甲骨文偏旁与合体字的识别研究》,《南京师大学报》(自然科学版)2021年第2期。

有些任务已经取得了创新性成果,为古文字研究提供了切实的辅助作用。

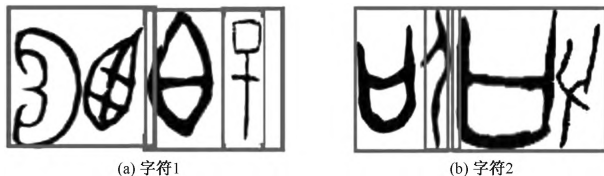


图4 陈善雄团队开发的偏旁识别和分析模型^①

1. 甲骨缀合。甲骨缀合是甲骨学研究的一个重要题目。由于甲骨埋藏于地下数千年,材料断裂破碎相当严重,因而需要不断进行复原整理工作。这项工作过去都是由甲骨学家完成,取得了非常显著的效果,但是也耗费了专家大量的时间。在人工智能的辅助下,现在已经有一批缀合通过“人机耦合”的方式被发现,而且缀合效率也有望被大大提高。^②

除了提升效率,人工智能参与到甲骨缀合工作中,最大的贡献还在于能够与专家缀合的方法互补,完成专家难以发现的缀合。人类专家主要通过甲骨上的文字内容来进行缀合,而人工智能可以据“碴口”进行缀合,也就是根据甲骨断裂处特征性边缘形状进行缀合。这是人类专家难以采用的一种方法。因此,只有将甲骨学家的缀合方法结合人工智能的缀合方法,才能实现完整地缀合所有可缀甲骨的目标。

除了甲骨材料需要缀合,其他诸如简牍、纸张等古文字材料也有类似的需求。人工智能复原图像的能力在该领域未来还有广阔的应用前景。现时人工智能主要是基于图像进行缀合,而未来则还可以结合文字内容来进一步提升缀合的效率。



图5 人工智能辅助依靠边缘形状进行的甲骨缀合^③

^① 林小渝、陈善雄、高未泽、莫伯峰、焦清局:《基于深度学习的甲骨文偏旁与合体字的识别研究》,《南京师大学报》(自然科学版)2021年第2期。

^② 莫伯峰、张重生、门艺:《AI缀合中的人机耦合》,《出土文献》2022年第1期;莫伯峰、张展:《计算机辅助缀合研讨一则》,《民俗典籍文字研究》第28辑,北京:商务印书馆,2021年。

^③ 莫伯峰、张重生、门艺:《AI缀合中的人机耦合》,《出土文献》2022年第1期。

2.2 甲骨校重。甲骨校重也是甲骨学研究的一个老题目。从甲骨文首次被发现至今,出土的甲骨实物约有 15 万片。因为收藏、流转的缘故,大部分的甲骨都留下了多张拓本图像,被称为“重片”。甲骨重片数量繁多,效果互有参差,对其整理成为了一项重要的基础性整理工作,也就是“校重”。过去人工校重只能一一对照费时费力,现在已经有了人工智能工具的辅助,这项工作的效率得到了大大提高。^①

甲骨学家校重,主要是基于文字内容。但是由于种种原因,在甲骨拓本中还存在一部分文字内容并不完全一致的重片。这种类型的重片是人工智能校重模型能够发挥独特作用的地方,因为人工智能模型并非基于文字来校重,而是将文字当作普通的图像来进行校重。通过人工智能的介入,这种校重难度更大、校重价值更高的校重成果才被大量发现。

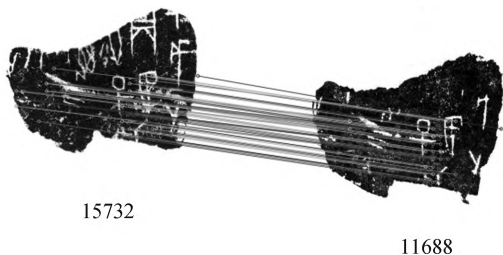


图6 人工智能发现的甲骨著录书中图像差异较大的重片^②

2.3 青铜器分期断代。青铜器分期断代则是青铜器研究的重要课题。过去这项工作必须依靠经验丰富的专家才能完成,具有很高的门槛。而通过搭建智能青铜器断代模型,这项工作的门槛被大大降低。现在只需向模型上传一张青铜鼎图片,模型便可以对青铜鼎的各个部位进行识别,然后基于这些部位的特征对青铜鼎进行时代判定(见下图7)。^③

除了以上这些已经取得明显效果的题目外,在古文字知识图谱构建^④、竹简编联^⑤、古文字辞例归纳^⑥等等各种古文字研究题目中,人工智能也都已经有了初步的尝试,很多新的合作题目正不断被发掘。

① 武智融、莫伯峰、巩诗晨:《人工智能在甲骨文重片整理中的应用》,中国社会科学院先秦史研究室网站, www.xianqin.org, 2022 年 11 月 30 日。

② 武智融、莫伯峰、巩诗晨:《人工智能在甲骨文重片整理中的应用》,中国社会科学院先秦史研究室网站, www.xianqin.org, 2022 年 11 月 30 日。

③ 李春桃、戚睿华、杨溪、周日鑫:《基于深度学习技术的青铜鼎分期断代研究》,《出土文献》(待刊稿)。

④ 李春桃:《基于人工智能技术的古文字研究》,《吉林大学社会科学学报》2023 年第 2 期。

⑤ 莫伯峰、胡初奋:《利用人工智能技术进行竹简编联的初步测试——以〈清华简〉为例》(待刊稿)。

⑥ 莫伯峰、邱炜琦、谢泽澄:《人工智能模拟辞例归纳的初步测试》,《汉语言文学研究》2021 年第 3 期。



图7 李春桃团队开发的青铜鼎断代模型“吉金识辨”

三 人工智能与古文字结合的未来发展趋势展望

随着人工智能技术的不断进步,古文字研究也将迎来一系列新的发展机遇。虽然目前人工智能与古文字的结合还处于初级阶段,但未来将有更多值得深入发展的方向。以下是三个我们认为值得期待和可以进一步发展的方面:

(一) 多模态模型的应用

近期引起广泛关注的 ChatGPT,是人工智能发展进程中的一个里程碑,将会对各行各业的未来产生深远影响。对于古文字研究而言,ChatGPT 的出现也具有重要的启示作用。从 ChatGPT 的发展趋向来看,可以确信古文字研究必将要结合多模态模型。

智能化的发展终将迎来多模态的大一统模型。ChatGPT 的发展,得益于背后的 transformer 构架,这一构架不仅在语言类任务上表现优异,在图像类任务中同样有很好的效果。普遍认为,在 transformer 的基础上,将发展出一个大一统模型,实现多模态任务的一体化处理。而 ChatGPT 之后面世的 GPT-4 已经是一个集图像和语言为一体的多模态模型。假以时日,多模态必将成为人工智能发展的主要方向。

古文字研究与人工智能的结合必定离不开多模态技术。古文字本身就具有多模态属性,它既是一种图像,又是一种语料,只有把这两种属性结合起来综合考虑,才可能取得良好的效果。过去人工智能介入古文字研究,要么只是完成图像任务,要么只是完成语言任务,都没有全面的发挥作用,也可以说只完成了部分工作。而一旦能够同时处理图像任务

和语言任务,不仅过去的那些结合工作的效率会大大提高,而且一定还能面向更多的新任务。因此,人工智能在古文字研究中的应用,终将汇集在一个统一的多模态大模型中。

(二)充分利用人工智能拓展发散思维

自 ChatGPT 面世以来,很多学科领域都在积极思考,如何能够利用这一先进工具推进自身研究的发展。古文字研究要与人工智能相结合,也必须认真思考这个问题。就古文字研究的很多任务性质来看,人工智能的发散思维对于古文字研究具有重要的辅助作用。

许多古文字学家形容解决古文字问题,都喜欢用“捅破窗户纸”来加以比喻。很多时候,古文字问题没能被解决,重要的原因就是“一时没想到”。那么如何解决这种“一时没想到”问题呢? ChatGPT 这种生成式大语言模型,可以为问题解答提供更为广阔的思路。

著名数学家陶哲轩很早就开始探索如何将 ChatGPT 引入到自己的研究流程中。他认为,ChatGPT 对于研究的最大作用不在于提供答案,而是提供灵感。通过向 ChatGPT 提问,可以获得机器智能对于某个问题的看法,也许这个看法并不完全正确,但是对于研究而言所起到的提示性作用是非常重要的。人与机器之间通过交互对话、互相提示,便可以让研究思维得以发散,也许就能够找到那些一捅就破的“窗户纸”。

(三)通过数据挖掘拓展对古文字的规律性认识

人工智能与古文字的结合,过去主要都集中在一些比较具体的任务上。而对于整个古文字的总体性思考并不充分,古文字理论研究也并没有得到任何提升。而实际上,基于大数据智能的数据挖掘,有望发现海量古文字资料背后的规律性现象,这可以成为人工智能发挥优势的重要领域。人工智能处理数据的效率是人类智能难以比拟的,通过数据挖掘技术,发掘出更多隐藏在古文字材料中的信息和模式,一定能获得更多的理论发现和深层洞见。

数据挖掘在古文字研究中具有重要的应用价值,可以帮助古文字研究更好地理解 and 掌握古文字的发展演变规律、结构和特征以及应用和意义等方面的重要信息。未来随着人工智能技术的不断发展,数据挖掘将会在古文字研究中得到更广泛的应用和推广,从而推动古文字研究不断深入和发展。同时,古文字研究也会为数据挖掘技术的发展提供更为广阔的应用场景和研究对象,推动人工智能技术的不断发展和进步。

结 语

黄德宽先生曾指出:“随着数字化时代的到来,人工智能等信息技术已被引进古文字学研究领域,古文字学实际上应作为一门新型交叉学科才能体现其学科内涵和特征。”^① 学科交叉是现在科学发展的一个重要趋向。可以看到,人工智能与古文字的结合已经取得了一些初步成果。也可以预见,随着人工智能技术的不断进步,还有许多新的研究方向值得深入探索。未来,我们可以期待更多的跨学科研究,进一步推动人工智能和古文字交叉领域的发展。

作者简介:莫伯峰(1981—),男,湖南麻阳人,文学博士,首都师范大学甲骨文研究中心教授,主要研究方向为出土文献与古文字。张重生(1982—),男,河南南阳人,工学博士,河南大学计算机与信息工程学院教授、博士生导师,主要研究方向为数据科学、人工智能。

^① 黄德宽:《开创新时代古文字学发展的新局面》,《语言战略研究》2022 年第 6 期。