

从个人衣食住行到国际间邦交

盟,选择或决策无处不在。很多时候,选择或决策是困难的。人们不但会面临诸多两难选择,还经常受到情绪、偏好、认知水平等因素的影响。同样,精准地预测人类的选择也非易事。在人工智能(AI)和大数据相关技术日新月异的今天,将决策和预测决策结果“外包”给人工智能,也许是个不错的选择。

近日,上海大学悉尼工商学院(拟聘)副教授何黎胜和美国宾夕法尼亚大学 Sudeep Bhatia 合作发表在《科学》的文章,分析了深层神经网络模拟人类行为特征,在预测人类决策领域起到的重要作用。

预测决策行为的瓶颈

以 20%的概率得到 100 美元,或以 80%的概率得到 50 美元。如果面临这样的选择,你会选择哪个?

1979 年,诺贝尔经济学奖获得者卡尼曼等人提出的前景理论(Prospect Theory)认为,人们在面临获得时往往小心翼翼,不愿冒险;在失去时会很不甘心,更容易冒险。人们对损失的痛苦感要大大超过获得时的快乐感。

前景理论为人们理解决策者如何组织决策提供了模型,但用前景理论来模拟选择行为并非没有缺点。依据前景理论提出新理论的研究者通常会说诸如感知、注意力、记忆和情感等过程,以及干扰和选择错误的原因做出复杂的假设。

Sudeep Bhatia 认为,这些理论本身只在“小数据集”的选择上进行测试,很少与“大数据集”的已有模型进行比较。考虑到决策研究的跨学科历史和风险选择的复杂性,这是不可避免的:决策者很容易凭直觉对预期效用的偏差作出心理解释。而且,很多新理论模型通常类似于先前发布的模型,许多理论在基准数据集上高度模仿彼此的预测。

“尽管新理论模型产生的速度正在加快,但在过去 20 年中,这些数据集的预测精度几乎没有提高。”何黎胜告诉《中国科学报》,“其根本原因是我们的认知系统具有高度复杂性。”

何黎胜解释说,风险决策看似简单。如果问大学生或高中生如何做风险决策,他们中的大多数人可能会说“我们先算出每个选项的期望价值,然后选择期望价值最高的选项”。

但风险决策比这复杂得多,受到多种认知和情感因素影响。以往研究者通过考虑这些影响因素,对风险决策行为提出了多种理论解释模型。

“近 20 年来,这种‘小数据集 + 小模型’的研究范式遇到了瓶颈,主要表现为我们对决策行为的解释越来越多,但对决策行为的预测能力并没有显著提升。”何黎胜说,“这很大程度上取决于常用的‘小数据集’

将决策权「外包」给 AI

靠谱么?

■本报记者 张双虎



图片来源:unsplash

“很多时候,选择或决策是困难的。人们不但会面临诸多两难选择,还经常受到情绪、偏好、认知水平等因素的影响。同样,精准地预测人类的选择也非易事。在人工智能(AI)和大数据相关技术日新月异的今天,将决策和预测决策结果“外包”给人工智能,也许是个不错的选择。

和‘小模型’(与深度神经网络相比,常规的决策模型都是小模型)研究范式。小数据集不足以支撑像深度神经网络这样的‘大模型’,而‘小模型’又不足以支撑决策过程中复杂的认知与情感因素。”

“大模型”显身手

“人工智能技术虽然发展迅速,但计算机不会有人类意义上的感情,短期内也不可能产生人类特征的情绪。”天津大学自动化学院副教授杨正颌对《中国科学报》说,“这也可能会成为人工智能的优势,让它在某些领域比人类做得更好。比如,利用‘大数据’的人工智能决策,的确可以帮助人类减少决策失误。”

近年来,不同学科之间的交叉

研究提供了新的突破口,特别是行为决策、认知科学和机器学习等领域的交叉。

“总体而言,在‘小模型’范围内,前景理论的预测精度是上佳的,是迄今为止预测精度最好的风险决策模型之一。”何黎胜说,“如果我们把视野放到更广阔的‘大模型’(例如深度神经网络等机器学习算法),前景理论等小模型的预测劣势就显现出来了。”

不久前,美国学者乔舒亚·彼得森等人发表于《科学》的文章,系统地比较了“大模型”与“小模型”(如前景理论)对风险决策行为的预测能力。结果发现,深度神经网络的预测能力比前景理论高出几个能级。研究者首先针对 10000 多个不同的选择问题(涉及概率货币回报的赌

博,超过了先前数据集的大小)和人类最终在这些问题上作出的决定,来训练深度神经网络,发现这种网络能够以非常高的准确率模拟人类决策,大大优于现有的(人为)风险选择模型。

“在我与南丹麦大学教授 Pan-telis Analytis 和宾夕法尼亚大学教授 Sudeep Bhatia 共同完成的另一项研究中,通过群体智慧算法整合不同的认知与情感因素,我们发现这样的集成模型能显著地提高对决策行为的预测能力。”何黎胜说,“这里的集成模型也是一种‘大模型’,它的预测精度也超过了前景理论。”

前景理论提出至今,给后续研究带来极大的启发,成为决策科学中的经典研究。当前,研究人员在此基础上,利用人工智能和大数据算

“大脑地图”的数字探秘

■本报见习记者 刁雯慧

近日,谷歌与哈佛大学的 Jeff Lichtman 实验室合作,发布了最新的 H01 数据集,这是一个 1.4 PB 的人类脑组织小样本渲染图。H01 样本通过连续切片电子显微镜以 4 纳米分辨率成像,再通过自动计算技术重建和注释,最后可以看到初步的人类大脑皮层结构。该成果被称为“最强人类大脑地图”,展现可视 3D 神经元“森林”。

据了解,该成果的数据集包括覆盖大约 1 立方毫米的皮质组织,带有数万个神经元、数千个神经重建元片段、1.3 亿个神经突触、104 个校对细胞,以及许多其他亚细胞注释和结构。H01 是迄今为止所有生物中对大脑皮层进行这种程度的成像和重建的“最大样本”,也是“第一个大规模”研究人类大脑皮层的“突触连接性”的样本,这种连接性跨越了大脑皮层中所有层面的多种细胞类型。该项目的目标是研究人类大脑提供新的资源,并改进和扩展连接组学的基础技术。目前,这项最新成果的预印本发表在 bioRxiv 上。

针对该项成果,《中国科学报》采访了中国科学技术大学合肥微尺度物质科学国家研究中心与生命科学学院、中国科学院深圳先进技术研究院脑认知与脑疾病研究所特聘教授毕国强。

“最强大脑地图”具有里程碑式意义

毕国强认为,继线虫、果蝇、斑马鱼和小鼠皮层的连接组研究之后,Lichtman 团队的这项工作把对

神经系统的超微反向工程真正推进到脑组织。虽然 1 立方毫米还不到人脑体积的百万分之一,但对其中几个细胞和上百个突触连接的解析可以在相当程度上反映人的大脑皮层的基本构成方式。这是人类探索大脑奥秘的一个里程碑。

这项工作对 1 立方毫米的人脑皮层里的超微结构细节做了精确的测绘,并通过对此 PB 级数据的自动化计算重建描述了其中数以万计的不同类型神经元、胶质细胞、血管细胞,以及数以亿计的神经突触连接的形态结构特性和组织方式,为人们了解大脑结构细节提供了关键的基准数据集。在此基础上,人们可以进一步发现神经微环路的工作方式,甚至脑疾病的微观结构基础。

这项工作之前 Lichtman 团队以及 Allen 研究所 Clay Reid 和 Nuno Costa 团队等在鼠脑皮层工作的最重要意义,就是克服了电镜成像通量的技术瓶颈。本项目工作进而实现了超大规模成像数据的自动化分析,从而能够真正有效绘制神经微环路连接组。长远来看,这些工作有可能对神经生物学及神经计算领域产生深远影响。

然而,1 立方毫米毕竟只是大脑的很小一部分,而且其中神经元接受的大部分输入都来自外部区域。这项研究乃至基于电镜成像的微观连接组学策略的局限是,只能解析微环路内部的局部连接,对更广泛的长程连接图谱的绘制则需要光学成像等技术来实现。

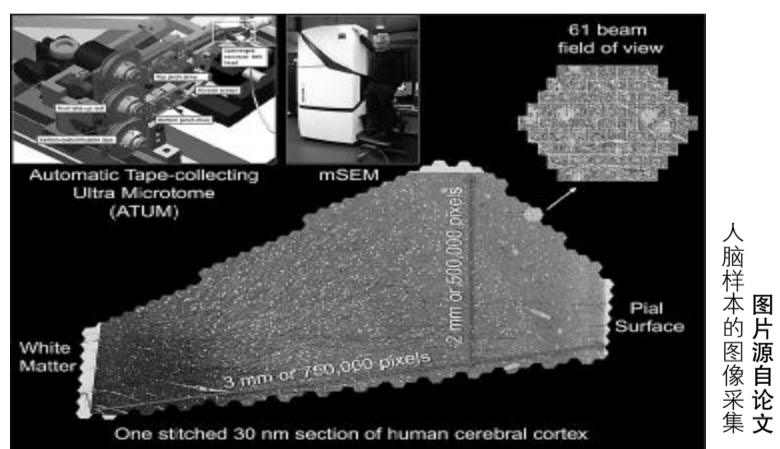
事实上,在脑成像相关领域,想要收集整个大脑的连接组数据集,还存在巨大的技术挑战和数据存储难题。对此,毕国强表示赞同,1 立方毫米的微环路结构解析已经是了不起的成就,需要很多人力和算力花一两年的时间采集和分析 PB(1PB=1024TB)级的数据。因此,对整个大脑 100 多万倍的体积的全面微观解析至少在可见的未来是不可能的。一个现实的办法是进行多尺度分级解析,在全脑尺度利用高通量电镜成像和稀疏采样策略解析神经元全局连接特性,在毫米尺度利用电镜成像解析局部连接组,二者结合起来理解脑回路的结构特性和工作原理。两个尺度分别都是 PB 到 10PB 级的图像数据,也在当前的高性能计算可处理的范围内。

未来成像技术必将与数字技术紧密结合

我国在微观成像领域起步较晚,但发展较快,如中国科学院自动化研究所韩华团队已经建立了完善、高效的电镜成像流程,并研发了高速扫描电镜等技术。其他单位如中国科学技术大学类脑智能国家工程实验室吴枫团队在图像分析人工智能算法方面有很好的成果,近期也引进了类似的多束扫描电镜。“预期我国科学家在此领域会作出重要贡献。”毕国强说。

目前,在全脑水平成像技术领域的,我国已经有了一定技术优势。特别是在高通量光学成像技术方面,骆清铭教授团队研发的 MOST/mOST 技术是国际上鼠脑介观图谱绘制应用最广的技术之一,基于 iMOST 成像已完成了上万小鼠全脑单神经元的形态解析和追踪。

据了解,目前毕国强团队在脑



人脑样本的图像采集

成像方面主要聚焦于全脑尺度的微米或亚微米分辨率成像,其最新进展是利用团队自主研发的高通量三维成像 ViSoR 技术,完成了猕猴全脑显微成像,获得了 PB 级的数据,并实现了丘脑到皮层神经投射的神经纤维追踪。该技术目前是国际上最快的大尺度样品三维成像,已经应用于猕猴全脑介观图谱研究,并可以扩展到小鼠图谱。这项工作的预印本于去年在 bioRxiv 上公开并将在近期发表。

针对我国在脑成像相关领域的不足与挑战,毕国强认为,与国际相比,我国在脑显微成像技术领域的持续创新驱动动力仍有明显差距,高端制造业基础较薄弱,精密光学器件、CMOS 相机、激光器核心技术和高性能部件主要来自国外。同时,当前的科研评价通常重视快出成果,项目过程管理细致、繁琐,这些都不利于周期长、风险高、变化多的原创技术研发。

法,一方面不断完善前景理论,另一方面通过新的技术方法不断拓展决策理论的边界,提高预测精度。

实现决策智能化

“经过学习和训练,深度神经网络能够模仿人类的行为,它甚至可以像人类在做选择时会有不理性的行为那样,表现出非理性。”Sudeep Bhatia 告诉《中国科学报》,“因此,用它来预测人类决策行为会大大提高预测精度。”

“人工智能、认知神经科学的发展,将为心理学、决策科学的发展提供有力的研究手段。”何黎胜说,“得益于学术界和工业界的大模型投入,近年来人工智能和认知神经科学发展迅速,涌现出大量的开创性研究,也为其他学科提供了成熟的研究工具。”

何黎胜认为,在决策研究中,研究人员会研究不同类型的决策,像风险决策、跨期决策、社会决策、博弈决策等。目前,对这些不同决策类型的研究和建模工作通常相互独立。然而,从认知的角度,不同的决策类型必然有互通共通的认知与情感机制。“而不同决策类型之间互通共通的建模研究还非常稀缺,未来完全有可能通过与人工智能、认知神经科学融合,实现不同决策类型的互通建模。”

“机器生成理论在决策和管理场景中有巨大的应用潜力,其核心的变革在于管理自动化。这个转变类似于计算视觉研究中的深度神经网络模型在医学图像处理中的应用。”何黎胜说。

目前,管理科学越来越趋向于数据驱动的决策。在工业界和公共政策等领域,越来越多的公司和组织实验方法(如 A/B 测试)获得实证数据,通过分析实证数据达到决策优化的目的。然而,目前这种数据驱动的决策有不小的局限性。其中一个重要原因是管理者很多时候面临的是一个复杂的动态系统,是由多种因素交织而成的综合体。但 A/B 测试等方法收集到的数据往往只是针对某个特定的点,对复杂决策中多因素之间的交错互动缺乏全局把握,限制了 A/B 测试实验数据的适用性。

“机器生成理论可以更大程度地利用 A/B 测试等方法收集到的数据。更为重要的是,机器生成理论足够灵活,我们可以用真实的数据去训练这个系统,让它不断地逼近真实的管理场景。”何黎胜说,“未来,训练好的机器生成理论模型可以自动地对复杂管理场景中的事件作出反应。也就是说,机器生成理论有能力将分散的实验数据升华成具有逻辑一致性的体系,实现复杂管理决策的自动化、智能化。”

相关论文信息:https://doi.org/10.1126/science.abi7668

前沿

本报讯(记者赵广立)6月21日,由中国科学院自动化研究所(以下简称自动化所)南京人工智能芯片创新研究院主办的“决策智能与计算前沿论坛”在南京召开。中国科学技术大学教授李厚强、南京大学教授俞扬、西安交通大学教授柯良军、华为诺亚方舟实验室郝建业以及自动化所研究员兴军亮等学者,围绕机器博弈、智能博弈、多智能体博弈,“强化学习如何走出游戏”等分别发表主旨报告。

李厚强在报告中分享了他们在机器博弈的博弈论、强化学习和多智能体三个方向上分别取得的成果,提出未来机器博弈将会向强化均衡、终身学习、可解释性等方向发展;俞扬认为强化学习走出游戏的难点在于真实世界的场景有限、试错成本高、样本效率低等,提出基于环境模型的强化学习是有望解决强化学习样本效率低下的主要途径;柯良军则从数学模型角度分别对单智能体与环境博弈问题、大规模疆土守卫问题进行讲解,并提出采用全局深度强化学习、局部博弈论是未来的发展趋势。兴军亮与郝建业分别围绕如何从低质量的数据中训练高水平的决策模型、深度强化学习所面临的挑战及相应的解决方案等主题展开报告和研讨。

据介绍,“决策智能与计算前沿论坛”旨在通过邀请该领域的杰出学者和青年英才共同探讨决策智能未来发展的关键前沿理论和技术难题,促进决策智能研究方向纵深发展,推动决策智能科技与人才的交流。

活动中,自动化所副所长刘成林介绍,自动化所已把自主进化智能作为重点投入、发展和突破的方向,中科院人工智能创新研究院平台上已有约 20 个团队开展决策智能基础理论、算法、环境、评价、应用等研究。

麒麟科创园管委会副主任韦斌在致辞中表示,麒麟科创园将与自动化所共同建设具备“可评估、可推演、可解释”优势的新型人工智能重大科技基础设施,并以人才链、创新链、技术链、产品链、产业链和资本链的智能产业“雨林模式”为发展核心,聚焦基础理论创新和核心技术突破,构建产业技术与应用生态,打造产业新型智库,形成产业人才高地。

速递

用于火星行走的动力机器人诞生

本报讯 近日,德国和瑞士科学家联合研制了一款小型四足机器人 SpaceBok,它将成为第一个在火星表面行走的动力机器人。此前,曾经登陆火星的漫游车,如美国航空航天局(NASA)的“毅力号”与“好奇号”,都不能被称之为“走”。因为它们装有巨大的轮子,这限制了它们的行程。但四足机器人能爬过崎岖的地形,搜寻火星生命迹象。

SpaceBok 最近在实验室中模拟火星土壤的沙砾和岩石沙箱内进行了测试。因为装有牛蹄一样的平圆脚,因此,SpaceBok 能够在 25 度的斜坡上保持稳定的立足点。此外,研究人员还为 SpaceBok 配备了一种算法,可以监测其能源使用情况,根据机器人的功率大小确定最有效的路径。例如,当在模拟的火星土壤上行进时,机器人在攀爬时开始走“之”字形路线,而不是走直线。

电路软件模拟程序助力生化研究

本报讯 日前,巴西南马托格罗索联邦大学研究人员开发了 DNAr 的软件程序及其拓展程序 DNAr-Logic,可以用来模拟各种化学反应,并设计新的生物电路,还能允许科学家在高层次上描述他们想要的电路。该软件对逻辑电路进行高级描述,并将其转换为可以在 DNA 链中合成的化学反应网络。这项软件及其拓展程序的优势,能够让科学家们更加专注于电路的设计,而不用担心化学反应的计算和细节。他们可以使用 DNAr-Logic 来设计和模拟(生物电路),而无需事先掌握化学知识,也无需手工编写模拟其动态行为所需的数百个反应和微分方程。

目前,DNAr-Logic 能够设计出产生多达 600 种不同反应的合成生物电路。该研究成果发表在 IEEE Design & Test 上。

相关论文信息:https://doi.org/10.1109/MDAT.2021.3069369

最新超级计算机雏形“浮出水面”

本报讯 在日前举行的 2021 年计算机视觉和模式识别会议上,特斯拉人工智能与自动驾驶视觉总监 Andrej Karpathy 公布了一种新型超级计算机。就每秒浮点运算而言,它是世界上排名第五的超级计算机。新机器是特斯拉的第三个超级计算机集群,是尚未发布的超级计算机 Dojo 的开发原型版本。一切顺利的话,超级计算机 Dojo 将超越目前世界排名第一的日本超级计算机富岳。

Karpathy 在会上表示,此次展示的是使用 720 个 80GB 版本的 8x A100 节点构建的集群。总算力达到 1.8 EFLOPS(每秒百亿亿次浮点运算),由 5760 个算力为 321TFLOPS(每秒万亿次浮点运算)的 A100 显卡组成 720 个节点,有 10PB 的存储空间,读写速度为 1.6TBps。

至于尚未发布的 Dojo,曾在 2019 年的特斯拉自动驾驶开放日被 CEO 马斯克“剧透”——专门用于大规模图像和视频数据处理,其浮点运算能力将达到 EFLOPS 级别。(栏目主持:袁一雪)

「决策智能与计算前沿论坛」召开