

脑科学发展助力新一代人工智能技术变革

——首届“脑科学开放日”在北京举行

文图/《中国当代医药》主笔 潘 锋

脑科学是人类探索大脑奥秘的科学,脑科学的发展直接关系到人类对意识诞生机制的探索,对推动人工智能(AI)技术发展具有十分重要的意义。6月22日以“觉醒”为主题的首届“脑科学开放日”在北京举行,来自产、学、研、用领域的专家学者围绕脑科学最新研究进展以及如何加速成果转化进行了广泛探讨。当日,面向全球高校招募百位跨学科00后实习生的“脑科学登陆计划”正式启动。

人工智能理论的局限性

中国科学院院士、清华大学人工智能研究院院长、脑陆科技首席科学家张钹教授发表了题为“人工智能与脑科学”的主题演讲。

张钹院士说,脑科学是人类探索大脑奥秘的一门学科,探索大脑的目的就是要建立大脑功能与结构之间的关系,研究当出现脑疾病时这种关系间所发生的变化,与脑科学密切相关的研究包括探索大脑、保护大脑、利用大脑和学习大脑等,这几个领域相互交叉与渗透,相辅相成共同推动脑科学发展。如中国学者已经提出把脑机接口进一步发展到脑机交互和脑机智能的理念,说明脑科学与人工智能有着十分密切的关系,脑科学与人工智能的渗透交叉融合将极大地拓展和提升人类探索大脑未知的能力和范围。

张钹院士介绍了人工智能的发展历史和面临的挑战。人工智能的任务是利用机器来模拟大脑的功能或者利用机器来模拟人类的智能行为,这就决定了人工智能的发展与脑科学及心理学密切相关。



张钹院士介绍人工智能进展

人工智能从1956年发展至今经历了两个阶段,但其基础理论至今尚未建立。第一代人工智能是“符号主义”模型,其理论基础来自于认知心理学。人们认为“符号”是人类认知的基本单元,认知就是对“符号”的操作,依据这一理论可以建立人类理性行为模型,这也是通常所称的知识驱动的人工智能方法。第二代人工智能是“亚符号(连接)”主义模型,其理论基础来自于神经科学。人们认为建立在神经网络基础上的亚符号处理是人类智能行为的基础,依据这个理论可以模拟人类的感性行为如感觉、情感、直觉等,第二代人工智能又被称为数据驱动的人工智能方法。

张钹院士认为,上述两代人工智能理论上均具有很大的局限性,不能构成人工智能的理论基础,也不能成为人类智能行为的完备理论与模型。符号主义存在符号根基问题,只能用来模拟人类的理性行为,不能用来模拟人类的感性行为和与周围环境的交互行为。连接主义虽然在模拟感性行为方面取得了一些进展,但尚不能提升到理性高度,因此存在着不安全、不可

信、不可靠和不易推广等缺陷。从应用层面来看其局限性在于目前的人工智能只能解决完全信息和结构化环境下的确定性问题,如语音识别或图像识别等,但与人类大脑所表现出来的随机应变、举一反三的能力相去甚远。

张钹院士说,作为引领第四次科技革命的战略技术,人工智能给社会建设和经济发展带来了重大而深远的影响,但数据隐私、算法偏见、技术滥用等安全问题也给社会公共治理与产业智能化转型带来了严峻的挑战。首先是科技发展本身的共性问题,科技不仅是发展的利器也可能成为风险的源头,人工智能也不例外,人工智能的发展同样可能带来新的风险和安全隐患,因此既要抓人工智能的创新也要抓人工智能的治理。第二个问题是需要看到人工智能发展与治理的特殊性,具体表现在算法层面、数据层面与应用层面。如在算法层面现有的人工智能算法比较脆弱,泛化能力较差,这意味着如果将算法运用到与训练场景区别很大的实际场景中就会存在安全问题;同时,这种脆弱性还使得人工智能系统容易被攻击、被欺骗,给人工智能技术的滥用造成可乘之机。从数据层面来看,现在人工智能的应用效果在很大程度上依赖于数据质量,但也会由此带来隐私泄露、数据确权等问题,如果解决不好数据安全问题人工智能相关产业也不可能健康发展。

脑科学助力发展新一代 AI

张钹院士说,第二次世界大战结束后信息技术革命发展异常迅

猛,其中一个重要原因是信息领域的三大理论即图灵的计算机理论(1936)、香农的通讯理论(1948)和维纳的控制论(1948)奠定了信息革命快速发展的基础。但人工智能的发展却恰恰相反,从1956年起发展缓慢而曲折,长期的探索并未形成人工智能理论基础,这就是为什么要发展第三代人工智能的动因,发展第三代人工智能势在必行。

张钹院士认为,人工智能基础理论之所以迟迟未能建立起来的根源在于对人类大脑与智慧了解得太少,因此发展新一代人工智能的关键在于与脑科学研究相结合。比如基于深度学习的人工智能技术为什么表现得那么脆弱和容易受攻击,究其根源在于我们所使用的人工神经网络模型与大脑实际的神经网络相比过于简单,而解决这个问题的途径就是向大脑学习,构建更加复杂和准确的神经网络模型,发展脑启发下的计算。另外,大脑的智慧很大程度上来自于知识的运用而不是来源于数据,因此第三代人工智能的发展方向应该是把知识驱动与数据驱动结合起来,这也是向大脑学习的必然结果。

张钹院士指出,学科交叉是发展脑科学和其他技术科学的重要途径,探索大脑、保护大脑、利用大脑和学习大脑都离不开学科的交叉与融合。如探索大脑不仅需要MRI、CT、SPECT等各种测量硬件,同时为了处理来自大脑的海量信息还需要各种各种先进的数据处理软件和算法。在保护大脑方面,从脑起搏器治疗帕金森病到各种支持脑外科手术的机器人等,正在越来越多地应用于临床。在利用大脑方面,出现了脑机接口,利用脑波信号检测疲劳或注意力分散等多种应用技术,脑科学发展正在助力新一代人工智能技术变革,人工智能也必将极大地提升人类对大脑的认知水平。

张钹院士说,未来人工智能的

发展方向既不是简单的人类制造、控制、利用机器,更不可能是人工智能取代人类,而是人机协同、人机共生。因为人机各有所长,互为补充,可以共同合作建立一个更加美好的社会。第三代人工智能的发展路径是融合第一代知识驱动和第二代数据驱动的人工智能,在前两代人工智能理论的基础上发展第三代人工智能基础理论,从而建立一个完备的人工智能基础理论。具体的思路是利用知识、数据、算法和算力4个要素,建立新的可解释和鲁棒的人工智能理论和方法,从而发展安全、可信、可靠和可扩展的人工智能技术。

张钹院士最后表示,无论是发展脑科学本身还是与其它学科的交叉都需要创新,特别是从0到1的创新,科学研究的长期发展依靠的永远是青年人的热血、情怀和投入,希望更多的有志青年加入到脑科学研究的行列中来。

技术创新应对老龄化挑战

第七次全国人口普查结果显示,我国60岁及以上人口的比重已达到18.7%,其中65岁及以上人口比重达到13.5%。清华大学航天航空学院院长、神经调控技术国家工程实验室主任李路明教授在题为“脑起搏器与脑机接口”的主题演讲中介绍了脑研究技术创新应对老龄化挑战的探索。

李路明教授介绍,帕金森病是一种常见的老年病,据统计帕金森病在60岁以上人口中的发病率高约1%,我国现有帕金森病患者超过200万。由于目前尚无根治帕金森病的方法,长期服药治疗的帕金森病患者药物疗效会逐渐下降并产生开关现象、剂末现象、异动症等并发症。脑起搏器是脑深部电刺激疗法(DBS)的简称,脑起搏器是一种针对帕金森病的刺激疗法,这种直接作用于神经中枢的人工装置,通过埋植于胸前的脉冲发生

器向植入在大脑特定靶点的电极释放弱电脉冲,刺激脑内控制运动的相关神经核团,抑制引起帕金森病症状的异常脑神经信号,从而减轻帕金森病的震颤、僵直和运动迟缓等症状,植入脑起搏器后一个浑身震颤的帕金森病患者就可以像正常人一样行动和生活了。

李路明教授介绍说,把两根1.2毫米的电极植入到大脑深部,利用脉冲发生器将多种信号传导到大脑的调控技术已有超过20年的历史,现在全球约有20多万帕金森病患者植入了脑起搏器,但多年来脑起搏器由美国一家公司垄断,成为临床上价格昂贵的高值耗材之一,令很多患者望而却步。历经10余年研发攻关,2009年11月首例清华脑起搏器治疗帕金森病临床试验手术成功完成,中国成为全世界第二个掌握这一技术的国家。目前我国已经完成13000多例患者的脑起搏器植入,最长植入时间达到11年零6个月,脑起搏器为患者带来了新生。

李路明教授介绍,临床发现超过90%的晚期帕金森病患者都存在步态障碍,为此研究团队创造性地提出针对多病态节律采用不同对应频率、分时组合的原创性“变频刺激”方式,首次实现了帕金森病运动与步态障碍的同步治疗,这一能够明显改善患者步态的变频刺激疗法已被纳入中美专家共同署名的帕金森病专家共识,来自美国、英国等全球37位脑调控权威专家联名发表文章认为“这是最新的治疗进展”。面对协调充电速率和安全性这一世界难题,研究团队发明了分形涡流抑制、双闭环控制等技术,首次将高速充电下的温升控制在2度以内。与国外的技术相比产品充电效率提高了3.8倍,可安全充电20万次以上并在全球首次实现脑起搏器10年以上的质保寿命。2019年1月,清华脑起搏器项目获2018年国家科学技术进步奖

一等奖。

李路明教授说,美国《科学》杂志在其创刊 125 周年时发布了 125 个科学问题,其中与脑相关的科学问题就有 18 个,如我们为什么要睡眠,我们为什么会做梦,我们大脑的意识基础是什么以及人工智能与脑的关系等。脑起搏器作为人类目前唯一一个可以直接进入大脑和调控大脑的人工器械可以干预多种脑活动。利用脑起搏器可以同步“读”大脑,可以从中获取丰富的脑电信息等,从而帮助研究人员更深入地认识大脑,更好地帮助患者提高生活质量。

李路明教授说,“人类社会正面临着来自老龄化的巨大挑战,预计到 2040 年我国 60 岁以上老年人口将占总人口的 31%。应对人口老龄化我们团队提出了通过技术创新让老人健康并有尊严地延长生命 5~10 年的愿景,我们将为实现这一目标而不懈努力。”

美国医学与生物工程院会士、清华大学生物医学工程系高上凯教授介绍说,从脑机接口概念的提出至今已有半个多世纪,但在前二三十年脑机接口研究几乎没有什么进展,脑机接口发展缓慢的主要原因是没有先进的技术支撑,半个世纪前美国的一个实验室搭建了一套最原始的脑机接口系统,脑电记录仪、计算机等设备几乎占满了一个房间。脑机接口是一个高度交叉的学科,首先需要解决的问题是如何把大脑中的信号记录和提取出来,然后再进行分析判读,近 20 年来科技发展的突飞猛进突破了很多技术难题,也极大地推动了脑机接口的发展,现在已经有多种先进的小型化的设备和技术可用来记录脑信号和解码脑功能。

高上凯教授说,人工智能和脑机接口是未来高科技领域,两者互相促进共同发展,要解读脑机接口所获得的来自大脑的大量信号数据最有力的技术就是人工智能。

人脸识别是当前人工智能成功应用典范,但人工智能人脸识别也有其局限性,如当光线稍微改变一点或者人侧过脸都会影响到人脸识别的准确性,这是因为现在人工智能还缺少人的“智慧”。人的智慧通俗地说就是比如我跟张老师很熟悉,根本不用看他脸而看他的背影就能认出他是张老师,这就是人的智慧。人的智慧非常复杂,学习、记忆、情感等目前都很难模拟,脑机接口可以直接与大脑关联并将大脑活动和信息记录下来,研究人员可以利用先进的程序软件和算法加以分析和开发利用,脑机接口与人工智能结合将是未来发展的一个非常重要的方向。

睡眠障碍与脑功能关系密切

作为认知功能的核心睡眠不仅对于大脑重新开始工作非常重要,更有助于大脑进行自我清理,清除堆积的代谢“垃圾”,减少阿尔兹海默症、帕金森病等神经疾病的发病率,首都医科大学附属北京天坛医院神经精神医学与临床心理科主任王春雪教授分享了睡眠健康与大脑的关系。

王春雪教授说,如果一个人的预期寿命是 90 岁,那么他大约有 30 年是在床上度过的,可以说睡眠在我们的人生中占有很大的权重。一个人白天神清气爽、思维敏捷、心情平静而愉悦、反应非常灵敏,这样的状态很大程度上取决于他前一天晚上的睡眠质量。大脑夜间工作状态不像白天,白天表现出来的卓越和优秀其实背后都有大脑在夜间为人们做了很多的清理和赋能工作。脑科学作为探索大脑功能、生理活动和运行机制的基础学科,对于研究睡眠机制,科学提升睡眠质量具有重要意义。

王春雪教授说,睡眠障碍是一组以“睡不着、睡不好、睡不醒”为主要表现的临床常见疾病,近年来

随着生活节奏的加快,年轻人的睡眠时间越来越不规律,睡眠问题日益加重,据中国睡眠研究会发布的《2021 年运动与睡眠白皮书》显示,目前我国约有超 3 亿人存在睡眠障碍问题,当一个人睡眠问题严重到影响他白天工作时,人就会感到非常痛苦但又无法解脱。临床上也能看有很多就医者或是睡不着,或是睡不醒或是睡不好,如果长年累月受到睡眠障碍困扰就会导致出现很多问题,有的人可能表现为记忆力减退、丢三落四,有的人可能表现为情绪不稳定,脾气急躁,也有的人可能表现出不恰当过激行为,这些问题实际上都是大脑功能问题,有可能是暂时的脑功能紊乱也可能是严重的脑疾病。

王春雪教授介绍说,睡眠障碍是很常见的疾病,原因也非常复杂,睡眠障碍的病因主要分为生物学因素、心理学因素和社会学因素三大类。生物学因素是指因为某些疾病或遗传影响到了睡眠如呼吸睡眠暂停综合征,心理学因素是由于一个人的情绪、性格、人格各方面的问题而影响到睡眠,社会学因素是指由于来自工作生活的影响而干扰了睡眠如加班熬夜,现实情况是三方面因素是交互作用在一起的。王春雪教授指出,了解睡眠障碍的原因有助于帮助改善睡眠,首先重要的一点是人们要最大限度地遵循自然规律,保证让大脑的功能最好,睡眠最优,才能保证第二天的事务得心应手。同时,应该看到人脑衰退过程中会不可避免地影响到睡眠和认知,衰老虽然意味着一些机体功能的丧失但并不等于疾病。2015 年在国家脑计划的背景下天坛医院成立了神经精神医学与临床心理科这样一个睡眠交叉领域新专业,希望用脑科学技术帮助睡不着、睡不好的人解决各种睡眠障碍问题,用专业的技术帮助患者重回工作学习岗位,重享快乐健康生活。