

类脑计算：探索阶段的中国实践

■本报记者 卜叶

上世纪中叶,人类排除万难研制出世界上第一台电子计算机,如今,电子计算机已经应用到方方面面。但是一如此前,研究人员又洞见传统计算机的局限,并希望研发新型计算机开创新局面。

“随着摩尔定律逐渐失效,基于冯·诺依曼架构的电子计算机的局限性日益凸显,存储墙、功耗墙、智能提升等问题,成为当前计算机发展的重大挑战。”浙江大学计算机学院教授潘纲说。

近日,浙江大学联合之江实验室研制出基于自主知识产权类脑芯片的类脑计算机(Darwin Mouse)。这台类脑计算机与小鼠大脑神经元数量规模相当,典型运行功耗只需要 350~500 瓦。

这台类脑计算机有何过人之处?究竟什么样的计算机是类脑计算机?为什么要研发类脑计算机?类脑计算机有望在哪些领域实现应用?带着一系列问题,《中国科学报》采访了业内专家。

AI 跨越式发展的突破口

近年来,人工智能(AI)发展迅速,中国的 AI 研究与应用更是走在世界前列。但是,“从智能程度上看,即便世界上最先进的智能无人机,与一只苍蝇的智能水平也相差甚远,且体积和功耗很高。”北京大学信息科学技术学院教授黄铁军说。

清华大学微纳电子系教授吴华强介绍, AI 算法训练中心在执行任务时动辄消耗几万千瓦甚至几十万千瓦电量,而人的大脑耗能却仅需 20 瓦左右,只相当于一只灯泡发光需要的电量。

究其原因,黄铁军认为,目前的人工智能,其核心均建立在数据模型上,与拥有情感、直觉、抽象思维的人脑差距非常大。

他解释说, AI 一般通过卷积神经网络(CNN)或递归神经网络(RNN)来实现。CNN 和 RNN 都属于人工神经网络,其中的人工神经元,至今仍在沿用上世纪 40 年代时的模型,没有太大进步。

可以说,传统的 AI 一直在用“错误”的结构来追求企及人类的智能。2017 年计算机图灵奖得主大卫·帕特森和约翰·轩尼诗曾表示,“未来十年是计算架构发展的黄金十年。”

2016 年,《自然》的一篇文章曾提出,类脑计算是后摩尔定律时代极具潜力的发展方向之一,有望成为继 GPU、ASIC 加速器



“未来,类脑计算技术有望在“两端”率先实现应用,一是应用终端,让人工智能产品更智能、更低功耗;二是服务器端,通过大规模集成实现高算力,可以为神经科学家提供更快、更大规模的仿真系统,以及探索大脑工作机理的新实验手段。

类脑计算机 Darwin Mouse 浙江大学供图

后,推动 AI 发展的巨大动力。

潘纲介绍说,用硬件及软件模拟大脑神经网络的结构与运行机制,构造一种全新的人工智能系统,这种颠覆传统计算架构的新型计算模式,就是类脑计算。“类脑计算已被看作是解决 AI 等计算难题的重要路径之一。”

世界各国也纷纷制订“脑计划”。2005 年,瑞士启动“蓝脑计划”支持联邦理工学院在 IBM Blue Gene 的超级计算机上构建仿真大脑。2008 年,美国启动“神经形态自适应可塑性可扩展电子系统”,其目标是研制出器件功能、规模与密度均与人类大脑皮层相当的电子装置。2015 年,中国科学院、清华大学、北京大学相继成立“脑科学与类脑智能研究中心”。

神经元规模和模型复杂度两手抓

目前,人类已经取得一些阶段性成果。2014 年,美国 IBM 开发出与人脑类似的 TrueNorth 系统。TrueNorth 芯片并没有采用冯·诺依曼架构,而是模仿人类大脑的神经元结构,其计算效率和可扩展性都远胜电

子计算机。2015 年,德国海德堡大学成功运行了采用 BrainScaleS 神经处理器的类脑计算机,2016 年英国曼彻斯特大学的 SpiN-Naker 神经计算系统上线,加上前些年斯坦福大学的 NeuroGrid 等系统,全球已有十多套神经形态计算系统正在研制或发布。

此次发布的 Darwin Mouse 可实现多种智能任务,比如在抗洪抢险场景下,接受语音指令完成多个机器人的协同工作;记忆音乐、诗词、谜语,并实现听写、复述。

Darwin Mouse 的神经元规模是此次研发的亮点之一。黄铁军表示,我国是类脑计算研究的后来者,尚处于技术追赶阶段,Darwin Mouse 在神经元规模方面取得进步值得肯定。

据了解,类脑计算机的硬件主体是大规模神经形态芯片,这种芯片主要包括神经元阵列和突触阵列两大部分,从而构成神经网络。神经元阵列和突触阵列规模以及模型复杂度是影响类脑计算机水平的重要因素。

“以后的一段时间内,神经元阵列和突触阵列规模以及模型复杂度将成为国内类

络拥挤。有时候人们调侃网络慢了,其实就是因为跑在信息高速公路上的“应用”变多了,不断增多的“应用”挤占了有限的流量。

“与 2.4GHz、5GHz 两个频段相比,6GHz 频段预计可用的带宽更高,因此能提供的传输速率会更高,但其传输距离会更近。”李昂说,“传输距离近有时并不是坏事,在合理部署的情况下,反而会使设备之间的干扰更小。”

李昂认为,如果未来基于 6GHz 的 Wi-Fi 技术得到商用,预计能极大缓解演唱会、火车站、机场等设备密集区域的用户体验,还能为未来工业互联网、物联网、AR/VR 技术和可穿戴设备应用提供支持,从而带来极大的经济效益。

目前,高通也发布了全系列 Wi-Fi 6E 解决方案,将关键特性组合扩展至 6GHz 频段,可带来数千兆比特速度、高带宽、低时延,实现媲美有线网络的无线体验。

有分析称,智能手机可能是最早采用下一代 Wi-Fi 的消费类设备。预测到 2021 年,将有 3.16 亿台支持 Wi-Fi 6E 的设备出货。继智能手机之后,平板电脑也将紧随其后,并有望在 2022 年被电视终端采用。

短期内影响有限

“目前,这个频段(6GHz)在我国商用的可能性不大。”孙宇彤说,谷歌这项测试和美国的社会环境、实际需求有关,FCC 主要是认为当地的频段不够用,所以把 5.9 GHz 至 7.1 GHz 这一频段拿出来商用。

这一频段从未商用过,所以投入商用前要先测试,看损耗有多大,干扰有多少,到底好不好用,是否还存在一些尚未发现的问题,能不能实现商业应用。因此,谷歌要先行先试,给业界铺路。

“我国目前将该频段用在其他领域。中国无线电管理局正在推动这个频段用于 5G 或者未来的 6G 系统,但是目前还没有开放给移动通信或者 Wi-Fi 使用。”孙宇彤说,“谷歌测试后效果怎样还不确定,即使测试后效果不错,中国会不会照搬这个 1200 兆的潜在带宽还很难说,因为中国的无线电频段分布和使用方式跟美国不一样。”

据介绍,移动通信是采用强管理的机

脑计算机研发亟待追赶、突破的领域。”黄铁军说。

此外,Darwin Mouse 的体积很大,由 3 个一人高的机柜组成,但研发人员充满信心。潘纲表示,世界第一台计算机重达 28 吨,能运算每秒 5000 次的加法,以后的 70 多年里,计算机技术飞速发展。类脑计算机的发展速度很有可能也会令人惊讶。

针对外界提出的制定类脑计算机的评价指标问题,吴华强认为为时尚早。“目前这个领域刚刚起步,尚处于初步探索阶段,并未形成成熟的路线和方案。过早制定评价标准或扼杀一部分创造力,会影响类脑计算百家争鸣、百花齐放的学术氛围。”他说。

“两端”有望吃到第一口螃蟹

“当前,类脑计算研究还处于初级阶段。Darwin Mouse 类脑计算机,无论从规模还是智能化程度上都与真正的人类大脑有很大的差距。”潘纲表示,其意义在于能够为这种技术路径提供一个重要的实践样例,为研究人员提供一个工具和平台,验证类脑算法,以更强的鲁棒性、实时性和智能化去解决实际的任务。

“认识脑、洞察脑这个问题很难,数百年、数千年来从未解决。现在的神经形态计算还比较初步,其发展水平与现有主流人工智能算法相比,还存在一定差距。要实现终极目标,科学家们仍需努力。”黄铁军说。

吴华强表示,类脑计算的发展建立在对人脑深刻理解的基础上,此时人类的认知和技术积累与研发世界第一台计算机的时候已经不同,研究人员有信心研发出更加智能的类脑计算机。

“在对信息的编码、传输和处理方面,希望研究人员从大脑机制中获得启发,将这些想法应用到芯片技术上,让芯片的处理速度更快、水平更高、功耗更低。”吴华强说。

随着神经科学发展和类脑计算机的系统软件、工具链及算法的成熟,潘纲希望,Darwin Mouse 能像冯·诺依曼架构计算机一样通用化,像大脑一样高效工作,与冯·诺依曼架构并存与互补以解决不同的问题。

“未来,类脑计算技术有望在‘两端’率先实现应用,一是应用终端,让人工智能产品更智能、更低功耗;二是服务器端,通过大规模集成实现高算力,可以为神经科学家提供更快、更大规模的仿真系统,以及探索大脑工作机理的新实验手段。”吴华强说。



图片来源:Usplash

制,即对系统内设备进行严格管理、严格控制,想使用其带宽必须经过授权。但 Wi-Fi 是一种弱管理的机制,其特点是带宽是非授权的,在某一频段上,只要能满足其功率要求,用户就可以用,但这容易带来互相干扰。

孙宇彤认为,尽管谷歌的测试可能会解决一些具体问题,但 Wi-Fi 6E 技术并非颠覆性的技术,该技术只是把 Wi-Fi 的带宽拓宽了。当然,学术界总有一些天马行空的方案,但真正走向市场的、能提供服务的,肯定是那些成熟的、经过验证的技术方案。对通信领域来说,改善用户体验最简单的办法就是增加带宽,因此谷歌的工作对通信业界来说,还是很有价值的。

“没有带宽谈论采用什么技术都是空谈。”孙宇彤说,“现在 Wi-Fi 用户体验不理想是因为设备越来越多,公众都用同样的频段,就会相互堵塞、干扰。就像开车在路上,即便一辆车性能优越、驾驶员技术好,但是道路窄,即带宽小,那么车速,即用户体验到的网速还是快不了。”

专家认为,应用新的频段对通信设备也有新的要求。比如,设备的功放模块、基带模块、滤波器等相关配套的器件和设备会有不同。

“如果谷歌测试后发现 6GHz 频段真的非常好用,那么有望推动一个很大的市场。中国是制造业大国,即使短期内不开放该频段进行商用,还是会为国际市场提供相关产品,加工制造相关的元器件等。但这个频段能不能在国内部署很难说,从这个角度短期内对大众的生活影响有限。”孙宇彤说。

一所一人一事



沙国河用趣味实验激发孩子们的学习兴趣。

沙国河

物理学家,博士生导师,中科院大连化学物理研究所分子反应动力学国家重点实验室研究员。在激光化学和分子动力学领域,做出了系统的、创造性的贡献。1997 年当选为中国科学院院士。

他心怀家国,科研工作始终以国家需求为导向;他一心向党,72 岁加入中国共产党,实现几十年夙愿;他热衷科普,在孩子们心中埋下科学的种子……他就是被孩子们亲切地称为沙爷爷的中国科学院院士、中科院大连化学物理研究所(以下简称大连化物所)研究员沙国河。

心怀家国,研国之所需

大连化物所老一辈科学家始终以国家需要作为自己的研究方向,沙国河也不例外。

从“水煤气合成石油”到“研制火箭推进剂”、从“微波管化学动力学”到“微波吸收材料”、从“化学激光”到“分子反应动力学”,沙国河每一次转换的领域,都是国家当时最急需的科研方向。

进入一个新的科研领域意味着要从头学起,但沙国河每次都迎难而上,而且是“干一行、爱一行、钻一行、精一行”,成绩斐然。他建立了我国首台化学激光器、研制出中国第一台化学激光器、首次实验观察到量子干涉效应等,并荣获 1999 年国家自然科学奖二等奖、2003 年度何梁何利基金科学与技术进步奖等国家级重要奖项。

一心向党,圆多年夙愿

沙国河从小受人影响,一心想加入中国共产党,他曾满怀深情地谈及他的青年时代:“1950 年我读高中二年级时,抗美援朝战争爆发。作为一名共青团员,为了抗美援朝保家卫国,我响应号召参了军,其实我当时是很想继续念书的,但还是把国家的需要放在了第一位。直到战争缓和,我才又被部队保送上了大学。”

1957 年,沙国河从北京石油大学毕业后被分配到大连化物所工作,因“室、组变迁”“人事变动”等客观原因,他始终未能入党。

上世纪 80 年代,沙国河又一次向党组织提交了入党申请书。可不久,他便到德国一家研究所做访问学者,入党事情再次搁置。

1986 年,在沙国河回国前,德国研究所极力挽留他,他拒绝了邀请:“我觉得祖国的利益高于一切,党的召唤重于一切。”

留学归国后,沙国河将全部精力倾注于科研事业。“回国后,我虽然没入党,但将精力全部用于科研,也算是为国家出力、为党出力。”

2006 年,72 岁的沙国河终于实现了几十年的夙愿,加入了中国共产党。有人这样问沙国河:“为什么 72 岁的年纪才想入党?”沙国河回答:“我觉得对照党员标准我是有差距的,经过这么多年的努力,觉得现在好像差不多了,所以又向党组织提出入党申请。”

科普、扶贫,播科学之种

沙国河在科研领域成绩斐然,然而,最令他自豪的,却是荣获全国科普工作先进工作者。

2001 年,沙国河到新疆生产建设兵团为小学生讲课。那是他第一次接触科普活动。活动中,他深深地感受到孩子们对科学的向往。此后,科普便成了他工作中不可或缺的一部分。

沙国河亲自设计实验,购买实验材料,搭建实验装置,希望通过自己的科普实验演示激发孩子对科学的热爱。目前,他亲自搭建的科普实验装置已达几十种,在大连市沙河口区中小学生科技中心设立了全国首家面向青少年的科普“院士工作站”,每周二和周四上午,他都会在科普工作站为中小学生做科普实验演示。

身边的人都劝他,年纪大了,能不能少讲几次课?沙国河却说,“我只要还能做得动,就会继续发挥余热,做更多的科普工作。”

除了科普,2005 年至今,沙国河和其夫人还连续资助贫困学生,前后共资助了 26 个贫困儿童,资助金额累计 25 万元。

助学的念头源于 2005 年沙国河到乌鲁木齐参加学术年会时,与夫人了解到当地因家庭贫困失学、辍学的儿童很多,便提出每年捐助 2000 元用于支付 5 名新疆特困生的学杂费、书本费。此后十几年来资助从未间断,金额也从最初的 2000 元逐渐增加到了现在的 6000 元。除了助学金,沙国河还很用心地为孩子们挑选、邮寄有教育意义的书籍。

同年 10 月,沙国河夫妇二人在回四川老家探亲时又资助了当地 5 名贫困学生。夫妇二人还两次前往四川贫困山区看望被资助的学生。当了解到一名受资助男孩的姐姐是聋哑儿童,已经 12 岁还未上学时,两位老人四处奔波,辗转成都雅安,终于为她找到合适的学校。

“是国家培养了我,所以我要回报国家。”如今这位耄耋之年的老院士,把他对国家的感激之情,都用在青少年培养工作上,依然不知疲倦地为青少年的健康成长奔波忙碌着。

(作者单位:中科院大连化学物理研究所分子反应动力学国家重点实验室)

一位老科学家的使命与担当

■崔荣荣

速递

工业互联网推进委员会成立

本报讯 9 月 5 日,2020 工业互联网高峰论坛举行。会上,宣布成立工业互联网推进委员会(以下简称推委会)。

推委会旨在加速推进工业互联网发展顶层设计 with 生态建设,发挥战略智库、行业推动、协同创新的作用,支撑政府决策、赋能企业发展、汇聚行业资源、培育产业生态,引导形成跨界协作、开放共享、安全可控的创新体系,为我国工业互联网持续、健康发展奠定坚实基础。

据悉,推委会是在工业和信息化部指导下,由中国工业互联网研究院发起成立的,汇聚了国内权威研究机构、行业协会、十大双跨工业互联网平台企业等的管理者和专家学者。秘书处设在中国工业互联网研究院。

下一步,推委会将重点围绕工业互联网的战略研究、标准体系、行业解决方案等关键方向开展工作,面向能源、煤炭、医疗、石化、汽车、卫星、工控安全等领域开展创新应用推广,同时加强对工业互联网大数据的汇聚、共享和价值发掘,促进工业互联网平台建设,推动工业化与信息化在更广范围、更深程度、更高水平上实现融合发展。(卜叶)

2020 智能科技与产业发展论坛召开

本报讯 9 月 4 日~9 日,2020 年中国国际服务贸易交易会在北京举办。9 月 6 日,作为服贸会期间的重要论坛之一,2020 智能科技与产业发展论坛召开。

本次论坛以“共建科技共同体·共享智能新未来”为主题。由北京市经济和信息化局、北京经济技术开发区管委会、中国电子学会共同主办。

全国政协经济委员会副主任、工业和信息化部原副部长刘利华指出,我国人工智能产业发展迅速,人工智能正加速与各行各业、各领域融合发展,但由于人工智能发展还存在着若干薄弱环节,要抓住产业变革机遇,以智能科技产业为引领,推动人工智能与经济深度融合。

中国电子学会理事长张峰表示,中国电子学会将充分依托自身专业优势、组织优势,围绕人工智能领域搭建不同层次、不同形式的交流平台,组织专家与地方政府和企业进行深入交流,积极促进产学研用结合,推动智能科技与产业协同发展。(王之康)