

科学家在猕猴层面实现大脑三维高清“地图”

本报讯(记者 刘肖勇 通讯员 冯春)大脑作为结构和功能最复杂的器官,是生命活动的司令部,识别大脑的三维结构,对脑科学研究有着重要作用。长久以来,为了能“看清”大脑的内部结构,了解其运转机制,科学家们都在尝试绘出一幅包含连接性、功能和微观结构的大脑高清“地图”并做出诸多努力,然而其技术难度极大。

7月26日,中国科学院深圳理工大学(筹,简称中科院深理工)/中国科学院深圳先进技术研究院(简称“深圳先进院”)脑认知与脑疾病研究所毕国强教授、刘北明教授、徐放副研究员率领中科院深理工/深圳先进院、中国科学技术大学和合肥综合性国家科学中心人工智能研究院团队的最新研究成果发表于《自然-生物技术》。研究团队历时五年,通过自主研发的高通量三维荧光成像VISoR技术和灵长类脑图谱绘制SMART流程,实现了猕猴大脑的微米级分辨率三维解析,这是目前世界上最高精度的灵长类动物的脑图谱。

中科院深理工/深圳先进院副研究员徐放,中国科学技术大学研究生沈燕、丁露锋、杨朝宇为论文第一作者。中科院昆明动物所胡新天团队、中科院深理工/深圳先进院徐富强团队、美国麻省理工学院、南加州大学以及加州大学洛杉矶分校等单位科学家共同参与该项工作。

实现迄今最高精度猕猴大脑三维高清成像

大脑是一个三维立体结构,其内部的神经网络结构就像是

地球表面错综复杂的道路与河流,绘制大脑图谱就是要把这些河流与道路测绘出来,精细分解和描绘大脑复杂的三维结构。

为了解人类大脑,科学家需要将果蝇、小鼠等作为基准和模型,其中猕猴是研究最为深入的非人类灵长类动物,为理解人类大脑健康和疾病提供了最佳模型系统。由于技术限制,目前的脑图谱研究主要集中于小鼠层面,国际通用的成像技术对小鼠进行微米分辨率全脑成像通常需要数天的时间。猕猴脑体积为鼠脑的200倍以上,要在较短时间内完成猕猴全脑成像是一项极大的挑战。

此前,研究团队经过数年的攻关,研发了VISoR高速三维荧光成像技术,该项成果于2019年发表于《国家科学评论》。这一技术通过斜截面扫描照明与同步成像,实现了在样品连续运动时进行无模糊的图像采集,消除了传统大样品成像需要在不同的小视野切换、停顿所带来的时间损失,数据采集速度比当前通用于小鼠脑图谱绘制的几种三维光学成像技术提升了数十倍,使得猴脑图谱解析成为可能。

除了成像通量的挑战,对猕猴脑进行高分辨全脑成像还面临结构复杂、组织透明度差等多方面的困难。在通过了严格审核的伦理规范下,科研人员对猕猴大脑展开研究,采取先对离体大脑进行包埋切片的方式,使得溶液渗透效率仅依赖于切片厚度,而不受其大小的影响,并且发展了高折射率的PuClear组织透明化方法,对脑片的灰质与白质不同部分、不同深度达到均匀

透明。然后通过改进的VISoR2系统,最终对猕猴全脑样品在100小时内完成 $1 \times 1 \times 2.5$ 微米分辨率的图像采集,项目中两只猕猴大脑图像原始数据量超过了1PB,约相当于113块10T硬盘的数量存储大小。

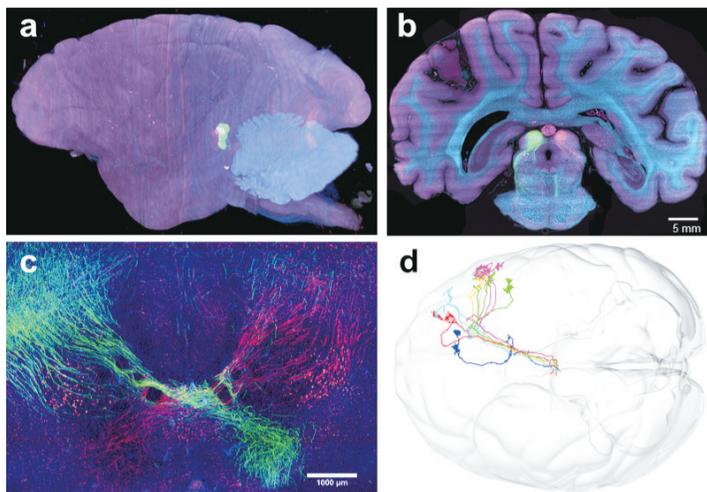
“如此海量的数据蕴含着非常庞大的信息量,但也为数据分析带来极大的挑战。”徐放表示。面对庞大的数据体积,研究团队开发了自动的三维图像拼接技术,实现了猕猴大脑的三维图像重建。“目前这项工作只是一个非常初步的开始,未来我们还需要更多的数据科学家的合作参与,进行更深入的图像数据挖掘和分析,共同理解灵长类动物的大脑精细结构与智能的关系。”

实现神经元的长距离追踪,发现新路径

大脑有着上亿个神经元,其长长的神经元轴突就像是电线,延伸到大脑的各个区域,发挥着传输信号的功能。只有对全脑进行微米级分辨率的成像与重建,才能对单个神经元轴突形态进行完整描绘。

研究团队开发了渐进式的半自动追踪技术,实现了对神经元轴突的长距离追踪,并基于前期工作,发现了前所未有的猕猴轴突纤维投射特性及其在大脑皮质沟回处转折延伸的多种路径形态。

“他们的初步观察表明,大脑皮层下方白质中的许多轴突具有出乎意料的复杂轨迹,包括与皮层折叠相关联的急转弯。这一发现可能对理解大脑形态发生和“布线长度最小化”原则



猕猴大脑的三维高分辨重建图(a)、截面图(b)、内部神经纤维展示(c),以及部分神经纤维的全脑示踪和可视化(d)。 通讯员供图

具有深远的意义。美国科学院院士、神经生物学与解剖学家、华盛顿大学David van Essen(大卫·冯·埃森)教授表示,研究团队克服了艰难的技术障碍,实现了完整的数据采集和分析流程,用于详细绘制和可视化单个猕猴神经元的长距离轴突轨迹和神经联接。该研究是一项技术杰作,标志着我们在猕猴整脑中准确地绘制长距离连接的能力取得了惊人的进步。

中国科学院院士、浙江大学脑科学与脑医学学院院长段树民教授评论道,近些年来对小动物介观全脑图谱绘制技术取得了很大进展,但对灵长类等大动物全脑的介观成像,在很多技术层面(如成像速度、大范围高精度成像、大数据处理等)上仍然面临巨大挑战。

毕国强团队研发的包括VISoR和SMART等集成技术为解

决这一难题提供了可行的手段。“VISoR技术作为当前世界最快的大尺度三维组织成像方法,可以对各种模型动物大脑进行高通量、高精度的定量解析,并可扩展至其它组织器官,在大规模药物筛选、快速病理诊断,以及更大型生物样品成像等领域都有广阔的应用前景。这项技术产生的超大规模数据与人工智能技术的结合,将有望帮助理解人类大脑和身体器官的精细结构及其在疾病中的变化规律,加速医疗诊断和药物研发,促进人类健康。”论文共同通讯作者毕国强表示。

据了解,研究团队将深入研究灵长类大脑结构的组成,以及其与大脑智能的关系和疾病中的变化,并与医院、人工智能相关公司开展合作,继续开发相关技术,用于动物及人类器官病理组织的高分辨全景三维成像。

打造AI自动化测试软件工具链

掌动智能努力赋能中国质量

本报讯 在软件体系中,测试软件与系统软件都属于基础软件,是软件产业链中不可或缺的一部分。根据国标委《国家标准软件产品分类》、发改委《战略性新兴产业指导目录》,测试软件属于软件体系中的支撑软件。支撑软件与系统软件同属于软件体系的基础软件,是生产应用软件产品的必备“生产资料”,却长期被国外发达国家垄断,国产化程度低,目前基本都处于发达国家“卡脖子”状态。

在PC和互联网时代,发达国家起步早,在开发和应用领域有长时间的技术积累,在测试工具等领域优势明显。进入移动互联网、物联网、4G/5G通信网时代,中国比传统发达国家拥有更庞大的应用场景,为新一代国产测试工具的研发创造了条件。尤其是人工智能技术的飞速发展,使国产自动化测试工具可以基于中国庞大的应用场景来不断进行机器学习和自适应优化,国产化工具有了弯道超车的巨大机会。

据了解,广州掌动智能科技有限公司(以下简称掌动智能)在AI自动化测试工具、高性能测试算力等领域,取得了重大技术突破,获得了多项广东省科技进

步奖,在底层信息技术层面实现了国产替代。

掌动智能面向云计算、移动互联网、物联网、工业互联网等领域,推出了人工智能测试装备集群和云服务平台,为通信、能源、航空、金融、网联汽车、高端制造、智慧城市、AI算力等信息化程度较高的领域,提供集质量测试、质量监测、质量认证、数据运营于一体的全生命周期质量提升服务。

测试是软件及信息产品开发过程的必要程序,在发达国家测试成本约占总成本20%,而国内目前仅约为5%。据华经产业研究院数据,未来三年中国软件与系统测试行业市场规模将从1939亿元增长到2949亿元,复合增长率约为15%。同时,随着中国信创工作的逐步深化,大量信息系统都将构建在国产化平台上,形成了新的衍生服务市场,包括国产化产品功能性能测试、国产化产品相互兼容适配性

测试等,这也使得国产化高水平测试工具的研发变得极其迫切。

可以从一个应用实例了解掌动智能所提供的完整解决方案,某大型航空公司采用云计算、大数据、移动互联网等新一代信息技术构建了包括客户端系统、PC端系统、业务平台、数据中心、交易系统在内的各类新型IT应用系统,突破了传统对于软件形态的定义,正进行着各种“智能”展示,对质量的要求也从功能、性能这些基础层面延伸到安全、用户体验、运维监测等等更多样化的角度。

掌动智能提供了简单易用的人工智能自动化测试设备,可以快速部署,具有高度自动化覆盖率和无人值守不间断运行能力,明显缩短产品开发周期和运行效率,大幅降低了测试过程的人力成本。同时,掌动智能通过对大量缺陷的数据标准和机器学习算法,建立了针对航空应用的知识图谱和缺陷预测模型,把

测试提升到智能化的新高度。

在软件测试工具领域,由于技术门槛高、投入大、涉及工具环节多,目前还没有形成规模型企业。从业的中小企业多以项目合作的方式提供人工、半自动的测试服务,部署周期长、时效低、定制能力差。而国外的测试服务提供商多以纯软件的方式实现,价格高、开发能力差、本地化的技术支持不足。

目前,掌动智能经过连续多年的攻关突破,已经建立起全生命周期AI自动化测试工具链,包括人工智能自动化敏捷测试中台、基于AITester集群的自动化测试云平台、商业及开源测试工具集成平台、AI驱动的软件全生命周期质量提升系统等核心系统,并形成了“软件+硬件+云平台”三位一体的产品矩阵。

掌动智能通过在运营商、电网、金融、航空、教育、智慧城市等行业完成标杆客户试点和应用,树立了行业复制推广的样

板。对于客户而言,AI自动化测试工具有着明显的减员增效作用:可以7×24小时工作,测试自动化率提高到80%,人力操作降低到20%,在人力成本高涨的时代可以为企业节约大笔开销。另外,在提升服务质量方面,AI技术使得测试范围增加100%,测试周期缩短70%,应用开发效率提升2倍,新产品发布平均周期缩短50%。

目前,掌动智能已获得80多项知识产权,参与制定国家标准、联盟标准5项,获得两项广东省科技进步奖,尤其是自主研发的新一代信息技术产品人工智能测试装备填补了中国软件测试工具装备化的空白,已经成为国内AI自动化测试工具链核心技术领跑者。展望未来,掌动智能将在广州白云民营科技园(国家民营经济改革创新示范区)建设中国最大的信息技术领域国产化AI自动化测试设备研发、生产、服务和培训基地,形成全生命周期AI自动化测试工具链、行业测试中心和全国全网监测中心三大集群,打造以“高端研发+装备制造+测试中心+测试学院”为特色的大湾区国产化测试技术及装备产业新生态,为赋能中国质量努力奋斗! (黄衍鸿)