

如何应对 AI 冲击？数学家这样说

■本报记者 韩扬眉

“国内人工智能(AI)大模型在数学、物理基础科学和应用科学最前沿的学问上,与国外相比差距还比较大。”10月11日,中国科学院外籍院士、清华大学讲席教授丘成桐在“丘成桐数学与人工智能实验室联盟”(以下简称联盟)成立仪式上直言,欧美已有大批顶尖科学家参与到AI大模型发展中。我国学者需要联合起来,积极研发数学科学专用大模型,探索数学与AI深度融合的发展道路。

丘成桐表示,对学者来说,当下是最令人兴奋的时代,也是最危险的时代。如果处理好与AI的关系,中国学者的学问和影响力将达到前所未有的水平。

联盟创始成员包括清华大学求真书院、丘成桐数学科学中心,北京雁栖湖应用数学研究院,中国科学院晨兴数学中心,上海数学与交叉学科研究院,东南大学丘成桐中心,河套数学与交叉学科研究院(深圳),香港中文大学致真交叉数学科学院等聚焦数学与交叉学科的高校与科研机构。

如何理解当下数学研究正在发生的变革?未来数学与AI如何融合?当天,参与联盟发展的与会数学家接受了媒体采访。以下是采访内容。

人类的理解无止境

问:在这样一个变革的时代,AI解决数学问题的能力已大幅超越人类数学家,学习数学还有意义吗?对数学家最大的挑战是什么?

中国科学院院士席南华:对于普通人来说,数学对心智发展是不可或缺的。如果你不学习数学,很难在现代社会成为一个健全的人,难以理解新鲜事物、社会发展等。

而对于数学家的挑战是内心能否适应时代的变化。当你还用一种旧的思维方式、旧的观念去看待新生物、不能接受它时,就会产生强烈的自我否定。事实上,每一个时代的变革都会让世界更美好,人对世界的理解也会更加深刻。

AI的到来同样如此。就像计算机出现后,计算能力大大加强了,理论上计算数学似乎应该消亡,但实际上计算数学得到了空前的发展。

问:当AI解决的重要数学问题越来越多,数学家会消失吗?



揭牌仪式现场。

主办方供图

席南华:解决难题确实是数学研究的一个重要方面。在解题过程中,人类会加深对数学的理解,包括产生新思想、新方法。但是人类的理解是无止境的,就像欧几里得《几何原本》中对素数有无穷多个证明,非常漂亮。而过了2000多年,欧拉又给出了一个新的证明,他用无穷级数的方法开启了解析数论的新大门,给数学研究带来了巨大的改变。

AI目前所做的,仅是在数学的花园里种出了新的花草,或者说只是建筑大厦上的一块砖,距离建成其背后的数学大厦还很远。因为仅有数学定理并不构成数学,数学有一套完整的科学体系。

过去在数学界,解决问题是数学家职业生涯的一个标志。今天,这个标志发生了变化。但是,数学一定会永存。数学研究的量与形,是这个世界物质与事物最基本的属性;离开了这个属性,你要探索世界是不可想象的。而数学家是研究过程中不可分割的一部分。没有数学家,数学这个学科就不会存在,人类的文明也会停止。

学者联合助推数学与AI融合

问:当优秀学者联合起来助推数学与AI融合,中国是否会迎来在数学领域弯道超车的历史机遇?

丘成桐:这取决于我们当下的做法。我现在比较担心我们的AI大模型不如国外。我了解到,国外几家头部AI公司聚集

了诸多欧美顶尖学者,他们群策群力让AI的能力变得强大。而我们各高校和科研机构是分散开展研究,难以充分发挥我国数学人才的整体优势。

目前,AI大模型在最前沿的科学研究方面的训练远远不够。AI需要不停学习,才能提升能力。给它的问题越多,它吸收得越多,迭代也越快。而最前沿的研究会改变AI最底层的逻辑。因此,我们的大模型需要联合大量优秀学者,而不只有工程师。这也是联盟邀请1000名数学工作者加入的原因。

问:关于国际数学界对AI的态度,目前有反对也有支持。你怎么看待这种矛盾和冲突?

国际数学联盟副主席、香港大学教授何旭华:AI确实给数学研究带来了很大冲击,也引发了不同看法。我个人认为,AI能够提供有价值的想法和研究线索。AI可以加快探索的速度,但不能降低数学证明的标准。数学成果必须经得起严格、独立的检验。如果把尚未证实的结果作为已经成立的数学结论发布,这不符合学术规范。

对于AI给出的大量结果,哪些想法有价值,哪些论证存在缺口,需要投入大量时间核验和判断。未来,如何披露AI的使用、核验研究结果、明确作者责任,都需要进一步完善相关规范。我希望数学家和AI领域专家加强交流与合作,围绕这些具体问题展开深入讨论,凝聚共识,共同推动数学研究的发展。

席南华:包括数学在内的科学研究有自己的一套学术规范。每发表一篇论文,哪怕是预印本,作者都要对它负责;一旦文章粗制滥造,作者的声誉就会受到影响。

而AI公司(研究)的出发点是展示能力。没有规则的约束,它可以发表错误百出的论文。此外,它们的做法某种意义上像“摘桃子、抢地盘”,给数学界带来了文化与规则的冲突。这样的冲突就像社会变革中新旧秩序还没有衔接好。但最终,我们会找到一个合理的规则系统,大家都能接受的文化,共同促进数学与AI的发展。

过去的培养方式受到冲击

问:在培养数学人才方面,需要重点培养学生的哪些能力?

中国科学院院士、中国科学院晨兴数学中心副主任田野:AI的发展使传统的学习和评价方式面临新挑战。对于课后作业、考试和博士学位论文,我们需要进一步思考,怎样判断学生是否真正理解所做的工作。AI已经能够参与一些计算、解题和写作任务,因此,教育应更加重视学生独立思考、提出好问题、判断研究方向和创造新思想的能力。

前不久,多所大学的数学家在美国哈佛大学举行了一场关于AI时代数学博士培养的研讨会。会议报告建议,博士学位论文仍应具有原创性学术贡献,同时不能主要依据论文文本判断学生是否达到毕业要求,还应通过持续的研究进展考核和严格答辩,考察学生对自己研究工作的理解,以及独立开展研究的能力。

我建议学生积极拥抱AI,把扎实的数学基础训练与前沿探索结合起来,尽早接触真正的研究问题。学生使用AI应当帮助自己增进理解,同时保留亲自推导、长期思考和严格论证的训练。

清华大学丘成桐数学科学中心副教授徐文强:年轻学子最需要守住三样东西。一是永远保持对未知的好奇心,这是所有创新的源头。二是不放弃独立思考,不能完全依赖AI给出的结论;工具输出的内容要经过消化沉淀,转化为真正属于自己的认知。三是保持开放的交流心态,多和同行交流、多和前沿工具互动,在碰撞中获得新的灵感。

刘慈欣科幻童话《烧火工》沉浸体验空间全球首发

本报讯(记者江庆龄)近日,《烧火工》沉浸体验空间在上海科技馆举行全球发布会。由刘慈欣科幻童话《烧火工》改编的这一综合性沉浸体验项目于10月1日起正式开放,大空间虚拟现实(VR)体验将在10月15日与公众见面。《烧火工》沉浸体验空间将持续开放至2027年8月底。

《烧火工》是刘慈欣创作的首部独立童话作品,《烧火工》沉浸体验空间则是上海科技馆首次以科幻为大主题进行策划。以此为载体,上海科技馆将科幻作为连接科学与文化的一个重要切口,探索科学传播如何从知识呈现进一步延伸至想象激发、文化体验和公众参与,让科学、艺术与想象力在公共文化空间中形成新的连接。

整个沉浸体验空间由超过600平方米的艺术展、超过500平方米的VR大空间体验区以及文创空间共同构成。

给水稻绘制高清“生命地图”

■本报记者 刁雯雯

一粒水稻种子是如何发芽、抽穗,最后成为人们碗里的粮食的?在这个过程中,水稻内部成千上万的细胞就像一个庞大、精密的超级工厂。过去,科学家很难看清工厂内部的详细运作。近日,一项发表于《细胞》的研究成果有望打破这个盲区。

来自崖州湾国家实验室、华大生命科学研究院、中国科学院遗传与发育生物学研究所等机构的12个科研团队,首次构建了覆盖水稻从种子萌发到开花结实全过程的三维时空细胞图谱,整合了基因组、细胞发育阶段与空间转录组信息,为在个体尺度上理解植物发育奠定了重要基础。

绘制水稻全生命周期时空细胞图谱

水稻的生长发育涉及不同类型细胞的协同作用。过去,研究人员可以分析某个基因的功能,或观察某一组织、某一发育阶段的变化,但在完整生命周期中,数千个基因在何处、何时参与调控生长发育,仍缺少系统性认识。

为打破这一盲区,研究团队以粳稻品种“中花11”为材料,整合了华大集团自

主研发的时空组学技术Stereo-seq、单细胞建库平台DNBclab C4和人工智能(AI)分析,建立覆盖10类器官或组织、61个发育阶段的图谱。研究团队获取了约85万个高质量细胞核数据、超过34万个空间数据单元,注释出119种细胞类型和133个细胞亚型。

这张图谱可以理解是一份带有时间和空间位置的生命信息地图,既呈现了不同细胞类型在组织中的分布,也反映了功能基因表达随发育阶段发生的变化,帮助研究者将分子层面的信息与水稻宏观的生长过程联系起来。

“有了这张高清地图,研究人员就像拥有了‘上帝视角’,可以看到不同细胞是怎么相互配合,最终拼出一张完整的水稻生命地图。”论文共同第一作者、华大生命科学研究院科学家静一表示。

揭示一粒米的内部分工,打造公共大模型

水稻胚乳是人们吃的大米的主要部分,决定了米饭的口感和营养。这项研究指出,

发育中的胚乳内部存在精密的“空间分工”。

研究人员发现,在靠近胚乳背部的地方,富集碳水化合物代谢和淀粉合成相关基因;而在靠近腹部的地方,则更偏向储藏蛋白合成相关基因。进一步的突变实验表明,相关基因的改变能够影响淀粉和蛋白在背腹区域的积累格局。

不仅如此,科研团队还发现,同一个关键调控因子如OsARF1,在不同的细胞空间环境里发挥的功能不尽相同。这些发现将籽粒营养分配的问题细化到具体空间区域,意味着未来科学家想要培育更好吃、更有营养的水稻,不再只是参考整粒种子的平均数据,而是可以拿着这张地图,探索更有针对性的空间分区调控策略,实现“指哪打哪”。

为了让这项成果转化成为可持续使用的公共资源,团队进一步建立了交互式在线图谱平台,支持基因查询、空间表达展示和比较分析,并开发了水稻单细胞基础模型RICE scGPT。该模型相当于为农业科研界打造了一个懂水稻细胞“AI大模型”。利用该研究及公开的水稻单细胞数据训练,可辅助细胞类型注释和不同来源数据集的整合,提高了数据可比性与复用性。

有了这些分析入口,育种专家将如虎添翼。以前想要改良水稻的某个特点,可能会因为直接改变全局基因而影响多个性状;现在借助图谱和模型,有望进行定向优化,大大减少“顾此失彼”的不利连锁反应。论文共同通讯作者、基因组多组解析技术全国重点实验室主任徐讯指出,该图谱还将结合基因功能、种质材料和田间表现进一步验证,最终应用于农业生产。

这项成果的背后是一场跨越26年的科研接力。早在2000年,中国工程院院士袁隆平就与华大集团等机构签署合作协议,拉开了水稻基因组研究的序幕。2002年,水稻籼稻基因组工作框架图发表于《科学》。

如今,研究的观察尺度从遗传序列进一步延伸至细胞、空间位置和发育过程。水稻全生命周期时空细胞图谱及相关数据库、模型的发布,为研究者独立挖掘基因功能提供了一种全新思路。“一系列新的发现作为农作物品质改良和育种创新提供了更扎实的科学依据。”论文共同通讯作者、崖州湾国家实验室副主任陈凡表示。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1016/j.cell.2026.09.23>

发现·进展

中国科学院成都生物研究所

发现树蛙蹼足大小暗藏的演化秘密



黑蹼树蛙。

中国科学院成都生物研究所供图

本报讯(记者杨晨)近日,中国科学院成都生物研究所研究员李家堂团队通过大规模形态比对与基因组重测序分析,揭示了树蛙蹼足形态演化与背后的基因组适应机制,为理解其如何沿垂直生态位分化提供了新证据。相关成果发表于《创新—生命》。

广义树蛙属物种广泛分布于东亚、南亚至东南亚地区,栖息环境多样。有趣的是,随着栖息高度的变化,它们的蹼足,也就是常说的“脚蹼”,呈现出规律性变化。越是栖息于高处的物种,蹼住往越发达,能帮助它们进行攀爬与滑翔;而栖息于低处的物种,蹼足面积则较小。这种蹼足大小的差异究竟是自然选择留下的印记,还是偶然的演化噪声?

为回答这一问题,研究团队对来自草甸、灌丛、树冠3个不同生态位的630只树蛙进行了蹼足形态的精准测量,同时构建了涵盖29个物种、161个个体的全基因组单核苷酸多态性(SNP)数据集,结合系统发育基因组学、基因流分析与选择信号检测等手段,揭示了树蛙沿垂直生态位分化的演化机制。

研究发现,形态与生态位的对应关系十分明确。蹼足发育程度与物种所处的垂直生态位显著相关,即树冠型>灌丛型>草甸型。3个生态位类群间存在清晰的形态聚类。树冠型和草甸型物种的蹼面积大小数据呈现完全分离的形态差异。通过追溯祖先形态,团队发现广义树蛙属在向中国华南地区扩散的过程中,呈现出蹼面积逐渐变小的演化趋势。

基因流结果显示,不同生态位之间的基因流非常有限,且主要发生于相邻的生态位间(如灌丛—草甸);而不相邻的生态位间(如树冠—草甸),几乎检测不到共享单倍型,也极少发生基因渗入。这意味着,垂直生态位间存在强大的生态屏障,阻碍了类群间的基因流动,使它们各自维持着独特的遗传组成,避免了被“同质化”。

研究团队通过选择性清除分析,在树冠型与草甸型类群间鉴定出760个受到选择的候选基因,这些基因显著富集于骨骼发育相关通路和细胞骨架组织相关通路。这恰好与树冠型类群攀爬和滑翔行为所需的肢体与肌肉的改造增强相吻合。与此同时,长期平衡选择保留了基因的古老多态性,维持了与上皮细胞发育可塑性以及肌肉结构相关基因的功能性等位变异。此外,转座子可能参与了这些基因的表达调控。

这项研究表明,正向选择与平衡选择在不同功能基因上的“一推一拉”,共同驱动了广义树蛙属物种蹼足形态的演化;相邻生态位间有限的基因流,则加速了生态位间的异质化。二者合力促成了这些树蛙沿垂直生态位梯度的适应性分化。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.59717/j.xinn-life.2026.100243>

暨南大学等

揭示一种蛋白抗抑郁新机制

本报讯(记者朱汉斌)近日,暨南大学基础医学与公共卫生学院副教授林嵩、教授陈国兵团队联合相关团队,揭示了外侧缰核(LHb)ULK1蛋白在抑郁样行为调控中的重要作用。相关成果在线发表于《脑》。此前,团队已揭示ULK1在对抗阿尔茨海默病诱导认知衰退中的核心保护功能。

自噬是细胞维持稳态的重要“自我清理”系统,ULK1是启动自噬与线粒体自噬的分子开关。研究团队通过整合临床样本分析与动物实验开展了系统性研究。结果显示,抑郁症患者及抑郁模型小鼠血清中ULK1水平均发生改变,提示其可能参与抑郁症的病理进程。

研究团队针对多个抑郁相关脑区及多种细胞类型进行特异性筛查后发现,仅LHb谷氨酸能神经元内ULK1缺失,便足以诱发小鼠出现抑郁样行为;而在LHb中过表达ULK1,或局部/全身给予ULK1激动剂,均可有效预防和逆转应激诱导的抑郁样行为。

机制层面,研究发现,LHb谷氨酸能神经元中ULK1下调伴随RYR2上调,导致突触前钙活动增强及谷氨酸释放增加,进而驱动LHb神经元异常过度兴奋,最终与抑郁样行为的发生形成关联。

该研究在脑区与细胞类型层面为ULK1缺失参与抑郁样行为发生提供了可能的因果性证据,为理解抑郁症的分子与环路机制提供了新的切入视角。由于ULK1及其下游分子均可被小分子化合物靶向调控,这一信号轴有望成为抗抑郁干预的潜在新靶点。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1093/brain/awag298>

中国农业科学院上海兽医研究所

纳米“药浴”让蜱虫丧失吸血能力

本报讯(记者李晨 通讯员徐琪明)近日,中国农业科学院上海兽医研究所动物寄生虫与生物媒介控制团队利用纳米载体,把一种能“关掉”蜱虫关键基因的小分子包裹起来,仅需“喷一喷、泡一泡”,即可让蜱虫吸不了血。相关研究成果发表于《昆虫科学》。

蜱虫是叮咬人畜、传播疾病的“吸血鬼”,可引起发热伴血小板减少综合征、莱姆病等。由于蜱虫体表有一层坚硬外壳,外源双链RNA既无法穿透外壳进入蜱体,又容易被降解,直接“药浴”几乎无效。

科研人员找到蜱虫的一个“命门”基因——蜕皮激素受体基因,它控制着蜱虫的蜕皮、吸血和繁殖,关闭后蜱虫就无法生存。利用纳米材料给该基因的双链RNA穿上“保护衣”,既防止降解,又能帮助它穿透蜱虫外壳。其中一种星型阳离子聚合物纳米载体效果最佳,浸泡后蜱虫靶标基因表达显著下降,饱血率和体重均明显下降,杀蜱虫效果显著。

该研究为开发安全高效的生物杀蜱制剂奠定了基础。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1111/1744-7917.70339>