

“小柯”秀

一个会写科学新闻的机器人

《物理评论 A》
科学家研究压缩量子波形估计

澳大利亚莫纳什大学的 L. D. Turner 团队研究了压缩量子波形估计。相关研究成果近日发表于《物理评论 A》。

量子波形估计即量子传感器对整个时间序列进行采样，有望彻底改变对微弱和随机信号的感知，例如放电神经元发出的生物磁脉冲。对于具有快速瞬态的长持续时间波形，常规量子采样令人望而却步，因为它需要许多具有不同控制和读出的测量。

研究团队展示了如何通过精心选择量子测量方法，并结合压缩感知数学，在远低于奈奎斯特定理要求的许多测量中实现稀疏信号的量子波形估计。他们利用射频修饰的超冷原子感知合成的类神经磁波形，以压缩理论界限所保证的尽可能少的测量次数进行波形估计。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1103/PhysRevA.111.022625>

《自然-化学》
催化插入二氟化苯
可获得氟化氧烷同分异构体

新加坡国立大学的 Ming Joo Koh 团队报道了催化插入二氟化苯可获得氟化氧烷同分异构体。相关研究成果近日发表于《自然-化学》。

该研究描述了一种铜催化的方法，通过与原位生成的二氟烷基反应诱导碳原子插入氧杂环的骨架膨胀。根据计算得到的分子性质和静电电位图， α 、 α -二氟-氧辛烷产品是氧辛烷、 β -内酯和羰基药效团的潜在替代品。这种方法的有效用通过合成各种药物样分子和生物活性化合物的氟化同分异构体得以凸显。实验和计算研究揭示了铜催化剂在促进反应开环和环化过程中的机理和独特作用。

研究人员表示，对杂环构建进行骨架编辑，通过多样化分子支架扩大可访问的化学空间，为药物发现提供了一种有吸引力的方法。尽管近年来这一领域蓬勃发展，但由于应变诱导的环裂解和除氟挑战，直接将氟引入小环杂环骨架的催化策略仍然很少。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41557-024-01730-7>

更多内容详见科学网小柯机器人频道：
<http://paper.sciencenet.cn/Alnews/>

解开辣椒多样性之谜

(上接第 1 版)

“要把研究做得再精细一些”

研究团队还发现，高频渐渗对辣椒遗传和性状形成有重要意义。这一结论的得出离不开辣椒核心种质的深度重测序。

“辣椒核心种质的选择是一项长期性工作。”王立浩表示，研究团队自 2013 年起便致力于挑选具有多样性、代表性的核心种质资源，入选的种质资源能够代表整个资源库中 78% 左右的种质。

从 2200 多份中筛选出 349 份，耗时约 4 年。随后他们对这些核心种质资源进行了基因组重测序，这为后续研究打下了重要基础。

“当下，我们需要无比精细、准确地鉴定每一个材料的变异情况。而之前的测序成本与技术水平限制了测序深度和精度。”张亢和论文共同第一作者、蔬菜所副研究员于海龙从 349 份核心种质中又挑选出具有产业重要性的骨干材料，完成了 124 份辣椒核心种质的深度重测序，构建了辣椒群体的单体图谱。

回溯整个研究，“精细”一词贯穿始终，在投稿环节更是如此。

这一研究成果最初投稿给《自然-遗传学》。但审稿人以辣椒基因组未能达到从端粒到端粒的极高质量组装水平为由拒稿。虽然论文被拒令人失望，但他们认为审稿人的意见值得采纳，于是继续完善。

2024 年，研究团队转投《自然-植物》。为充分应对审稿人的提问，团队成员在每一个播种季都会安排重要材料播种，随时准备取样、补充实验。“但 2024 年的秋天，因为用地紧张我们没能安排部分重要材料的播种。”张亢说，彼时时间紧迫，辣椒前期生长又特别慢，为解决审稿人提出的问题，他们翻遍了在 -80℃ 的冰箱中保存的所有样品，最终“凑齐”了所需的冻存样品。所幸每次取样流程都十分规范，DNA 质量很高，实验结果符合预期。

“无论是整体研究过程，还是投稿经历，都在提醒我们要把研究做得再精细一些。”程锋如是说。

“这项研究对于突破辣椒栽培种的遗传瓶颈，推动辣椒育种从‘经验驱动’到‘数据驱动’的转型具有重要指导意义。”邹学校指出，这项成果和近年来的系列研究表明，我国辣椒领域的原始创新能力显著增强，标志着我国辣椒科学研究达到世界领先水平。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41477-025-01905-1>

一样的数据，相反的结论

主观选择可能在科学研究中发挥重要作用

本报讯 给一组科学家相同的数据和相同的研究问题，理论上他们应该得出相似的答案。但根据一篇近日发表于《BMC 生物学》的论文，结果并非如此。研究发现，246 名生态学家在分析了相同的数据集后得出了截然不同的结论，有些人甚至得到了完全相反的结果。

这篇论文是“多分析师”项目的最新成果，该项目旨在研究科学家在数据分析过程中的决策如何影响最终的结果。瑞士伯尔尼大学的生态学家 Ian Hussey 说：“我对这项研究感到非常兴奋。”过去的研究主要集中在心理学和其他行为科学领域。“我注意到在其他领域有一种傲慢的态度，认为自己的领域会更加有序。”

澳大利亚墨尔本大学的博士生 Elliot Gould 对生态学领域是否也很规范表示怀疑。生态学家处理的是包含大量自然变化的复杂系统，他们必须就采用哪些统计分析方法作出决策。为了解这些决策对结果的影响，

Gould 和同事招募了 246 名生态学家，组成 174 个团队，基于相同的数据集回答两个不同的研究问题。

第一个研究问题是蓝山雀巢中兄弟姐妹的竞争如何影响雏鸟生长。这些团队从英国牛津郡林地的 452 个蓝山雀巢中获得了相同的数据，但得出的答案五花八门。5 个团队发现雏鸟数量与雏鸟大小没有关系，5 个团队发现结果喜忧参半，64 个团队则认为如果雏鸟有更多的兄弟姐妹，它们的生长速度会更慢，但确定性和影响程度各不相同。

第二个研究问题的结果差异更加显著。Gould 和同事向这些团队提供了澳大利亚 18 个地点的数据，这些地点参与了一个在农田中恢复各种桉树物种的项目，并要求他们确定草覆盖率是否会影响桉树幼苗的栽种成功率 and 存活率。分析这些数据的团队没有达成一致：18 个团队认为更多的草皮覆盖阻碍了桉树的存活，6 个

团队表示这提高了存活率，而 31 个团队则认为草皮的影响不存在。

欧洲商业管理学院的组织心理学家 Eric Uhlmann 表示，这些发现与“多分析师”项目之前的研究结果一致，显示了“研究人员的主观选择在科学项目中的强大作用”。Uhlmann 于 2018 年参与了第一个此类心理学项目。

匈牙利罗兰大学的科学家 Balazs Aczel 表示，仅通过一两个例子是无法知道这个问题是否会影响整个领域的。为找出答案，他正在开展一个项目，让更多分析师每人从 100 篇随机选择的社会学论文中解答一个问题。他表示，类似的结果也出现在神经科学和经济学等多个领域，表明“我们正面临一个非常严重的问题”。

并非所有研究人员都认为这些发现令人担忧。Joe Bak-Coleman 是一名生态学家，现在是德国康斯坦茨大学的计算社会科学家。他表示，

这类研究要求科学家分析他们专业领域之外的数据。然而，专业知识在选择分析方法中起着重要作用。他举例说，熟悉蓝山雀的科学家更清楚应该进行哪些分析。尽管如此，“多分析师”项目的许多研究表明，跨领域的研究人员可以从更好的分析培训中受益。

荷兰乌得勒支大学的元科学家 Anne Scheel 表示，“多分析师”项目的研究结果并不意味着生态学和心理等领域无法得出可靠的结论。这些领域倾向于提出模糊的问题，给研究人员留下很多选择，而“多分析师”研究通常也会提出这样宽泛的问题。但她表示，这个问题可以通过更精确的方法来解决。“一些学科似乎在就难题达成共识方面更成功。”Scheel 说，“我认为这与如何精确定义事物有关。”

(文乐乐)
相关论文信息：
<https://doi.org/10.1186/s12915-024-02101-x>

科学此刻

极端高温
加速衰老

一项研究发现，极端高温天气可能加速了 56 岁及以上人群的生理衰老过程，表明这增加了患老年相关疾病的风险。2 月 26 日，相关研究发表于《科学进展》。

“这是首次将长期高温暴露与人类生理衰老联系起来的大规模研究。”美国南加利福尼亚大学的崔恩英(音)说，“生活在极端高温天数较多地区的老年人比生活在凉爽地区的老年人衰老得更快。”

崔恩英和同事分析了 2006 年—2007 年其他研究人员从 3600 名美国人的血液样本中提取的遗传数据，这些人当时的年龄都在 56 岁及以上。

研究人员利用 3 种表现遗传时钟估算每位参与者的生物年龄，其中包括观察 DNA 上被称为甲基基团的化学标签的模式。这些模式会随着年龄增长而改变，而这种变化与涉及年龄的疾病有关。

研究人员还研究了在采集血液样本之前的 6 年里，参与者居住地几公里范围内的每日气温读数。他们发现，在这 6 年中，一些参与者大约每年有 200 天暴露在日最高气温至少为 32.2 摄氏度的环境中，他们的生理年龄比那些居住在凉爽地区的人平均大 3.5 个月。



法国耶尔的夏天，一位老人正在喝水。

图片来源: Getty

“这表明高温暴露加速了生物老化的速度。”美国哈佛大学的 Austin Argenteiri 说。

此前的一些研究也发现了极端高温暴露与生理衰老之间的联系。但是 Argenteiri 说，表现遗传时钟并不能完全反映衰老过程以及人们患病风险。“更多将极端高温暴露、生理衰老以及对与年龄相关疾病、死亡率或寿命本身的影响联系起来的研究，将有助于我们更好地理解这一问题。”

Argenteiri 表示，研究团队控制了其他因素，如年龄、性别、种族、财富、民族、吸烟状况、饮酒量、肥胖和体育锻炼等，但这项研究并未考虑空

调的使用情况，以及参与者的户外活动时间。这些因素会影响他们暴露于高温的程度。

Argenteiri 表示，进一步的研究应探讨这些结果是否适用于年轻人，或者那些生活在不同国家的人，因为他们可能会采用不同的降温方式。

Argenteiri 说，确定哪些人最有可能因极端高温而加速衰老，可以帮助决策者制定和部署保护措施。

(赵宇彤)
相关论文信息：
<https://doi.org/10.1126/sciadv.adr0616>

这条标志性洋流不会在本世纪崩溃

本报讯 2 月 26 日发表于《自然》的研究显示，即使在全球变暖的极端情况下，大西洋经向翻转环流(AMOC)在本世纪末之前也不会完全停滞，而是有所减弱。这一发现打破了即将发生灾难性崩溃的末日预言。

AMOC 将热带温暖的海水向北输送，从而维持北部的温和气候。但气候变暖与北极融冰产生的冷水正在削弱 AMOC，科学家担心它可能完全停滞。这将使海洋生态系统陷入混乱，并使欧洲气温迅速降低几摄氏度。

一些研究人员认为，AMOC 可能在本世纪内不可逆地“关闭”。但英国气象局的 Jonathan Baker 指出，这种最坏情况出现的可能性较低。

为探究本世纪内 AMOC 完全停滞的可能性，Baker 团队利用 34 个气候模型，模拟了在温室气体一夜之间增加 3 倍的极端气候下 AMOC 如

何变化。此外，他们还模拟了大量淡水以远超当前融冰的速度注入北大西洋的情景。

研究发现，尽管在这两种情景下 AMOC 会显著减弱，但在南大洋风力驱动以及北大西洋深层海水上升流的支持下，AMOC 仍将以弱化状态持续。“南大洋的风继续吹动，将深层海水带到表层，就像一个强大的泵，从而维持了 AMOC 在本世纪的持续运行。”Baker 解释说。

德国波茨坦气候影响研究所的 Niklas Boers 认为，这一发现对担忧 AMOC 即将崩溃的人是一个好消息。“所有最先进的气候模型都显示，由于南大洋诱发的稳定机制，AMOC 在 21 世纪内不会崩溃。”

尽管模型未预见 AMOC 崩溃，但显示二氧化碳浓度增加将导致 AMOC 强度显著下降 20%~81%。

Baker 指出，若 AMOC 减弱约 50%，将对气候产生重大影响——海洋生态系统将会紊乱，北大西洋沿岸海平面将上升，全球降雨模式改变将影响农作物产量。但这种程度的减弱不会导致欧洲快速降温。

相比之下，Boers 强调，一个比当前弱 80% 的 AMOC 将引发灾难性后果。“这实质上已接近停滞状态，将带来欧洲降温、热带季风模式改变等所有我们担心的后果。”

研究人员表示，AMOC 这一“海洋传送带”对全球气候系统具有关键调节作用。虽然完全停滞风险降低，但 AMOC 持续弱化仍将影响全球气候格局产生深远影响，凸显应对气候变化的紧迫性。

(李木子)
相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41586-024-08544-0>

全球科研团队竞逐低成本 AI 模型研发新范式

■新华社记者 彭晔

美国斯坦福大学等机构研究团队近日宣布，在基座大模型基础上，仅耗费数十美元就开发出相对成熟的推理模型。此类尝试意味着企业可以较低成本研发出适合自身的人工智能(AI)应用，AI 普惠性有望增强。同时，其所应用的“测试时扩展”技术或代表一条更可持续的 AI 研发路径。

低成本玩转高级推理

美国斯坦福大学和华盛顿大学研究团队近日宣布研发出名为 s1 的模型，在衡量数学和编码能力的测试中，媲美美国开放人工智能研究中心(OpenAI)的 o1 和中国深度求索公司的 DeepSeek-R1 等。研究团队称，训练租用所需的计算资源等成本只需约几十美元。

s1 的核心创新在于采用了“知识蒸馏”技术和“预算强制”方法。“知识蒸馏”好比把别人酿好的酒进一步提纯。该模型训练数据是基于谷歌相关模型“蒸馏”出的仅有 1000 个样本的小型数据集。“预算强制”则使用了 AI 模型训练新方法——“测试时扩展”的实现方式。“测试时扩

展”又称“深度思考”，核心是在模型测试阶段，通过调整计算资源分配，使模型更深入思考问题，提高推理能力和准确性。

“预算强制”通过强制提前结束或延长模型的思考过程，影响模型的推理深度和最终答案。s1 对阿里云的通义千问开源模型进行微调，通过“预算强制”控制训练后的模型计算量，使用 16 个英伟达 H100 GPU 仅进行 26 分钟训练便达成目标。

美国加利福尼亚大学伯克利分校研究团队最近也开发出一款名为 TinyZero 的精简 AI 模型，该模型通过强化学习，实现了部分相当于 30 亿模型参数的大语言模型的自我思维验证和搜索能力。团队称项目训练成本不到 30 美元。

“二次创造”增强 AI 普惠性

清华大学计算机系长聘副教授刘知远接受记者采访时说，部分海外研究团队使用高性能推理大模型来构建、筛选高质量长思维链数据集，再用这些数据集微调模型，可低成本快速获得高阶推理能力。

相关专家认为，这是 AI 研发的有益尝试，

以“二次创造”方式构建模型增强了 AI 普惠性。但有三点值得注意。

首先，所谓“几十美元的低成本”，并未纳入开发基座大模型的高昂成本。AI 智库“快思慢想研究院”院长田丰告诉记者，几十美元成本只是最后一个环节的算力成本。其次，“二次创造”构建的模型，整体性能尚无法比肩成熟大模型。比如，TinyZero 仅在简单数学任务、编程及数学益智游戏等特定任务中有良好表现，但无法适用于更复杂、多样化的任务场景。最后，开发性能更优越的大模型，仍需强化学习技术。刘知远说，就推动大模型能力边界而言，“知识蒸馏”技术意义不大，未来仍需探索大规模强化学习技术。

AI 模型未来如何进化

在 2025 年美国消费电子展上，美国英伟达公司高管为 AI 的进化勾画了路线图：以智能水平为纵轴，以计算量为横轴，衡量 AI 模型的“规模定律”呈现从“预训练扩展”、到“训练后扩展”，再到“测试时扩展”的演进。

“预训练扩展”堪称“大力出奇效”——训练

数据越多，模型规模越大，投入算力越多，最终得到 AI 模型的能力就越强。而“训练后扩展”涉及强化学习和人类反馈等技术，是预训练模型的“进化”，优化其在特定领域的任务表现。

随着“预训练扩展”和“训练后扩展”边际收益逐渐递减，“测试时扩展”技术兴起。田丰说，“测试时扩展”的核心在于将焦点从训练阶段转移到推理阶段，通过动态控制推理过程中的计算量(如思考步数、迭代次数)来优化结果。这一方法不仅降低了对预训练数据的依赖，还显著提升了模型潜力。

三者在资源分配和应用场景上各有千秋。预训练像是让 AI 模型去学校学习基础知识，而后训练则是让模型掌握特定工作技能，如医疗、法律等专业领域。“测试时扩展”则赋予了模型更强的推理能力。

AI 模型的迭代还存在类似摩尔定律的现象。刘知远说，2023 年以来，大模型能力密度大约每 100 天翻一番，即每过 100 天，只需要一半算力和参数就能实现相同功能。未来应继续推进计算智能进化，不断追求更高能力密度，以更低成本，实现大模型高效发展。