

“小柯”秀

一个会写科学新闻的机器人

《光: 科学与应用》

平面光学非线性总角动量相加的光结构

意大利布雷西亚大学的 Domenico de Ceglia 团队研究了平面光学非线性总角动量相加的光结构。相关研究成果近日发表于《光: 科学与应用》。利用平面光学器件塑造光的结构, 已在推动人们对光及光物质相互作用的基本理解方面取得重大进步, 并广泛应用于图像处理、显微成像、光通信、量子信息处理及微粒操纵等领域。然而, 超越线性光学体制的结构光的边界仍是一大挑战。非线性光学的相互作用, 如非线性平面光学中的波混频, 为解锁新的自由度和功能提供了一个强大平台, 以产生和检测结构光。在该研究中, 研究团队证明了三次谐波光的非平凡结构是通过在非线性、各向同性的平面光学元件中添加总角动量投影而实现的。研究团队认为总角动量投影和螺旋度是分析实验结果最关键的性质。在数值模拟的支持下, 研究提出的理论方法提供了在各种泵浦条件下, 包括矢量和非旁轴泵浦光下, 非线性波混频光结构的定量预测。研究结果表明, 非线性波混频利用总角动量投影可以成为产生和检测精确控制的结构光的有力策略。

相关论文信息: <https://doi.org/10.1038/s41377-025-02004-8>

《科学进展》

全球地下储热量大幅增加

德国莱比锡大学的彭剑(音)团队发现, 全球地下观测到的储热量大幅增加。相关研究成果近日发表于《科学进展》。气候系统不同组成部分内储热的变化改变了与人类社会和生态系统相关的物理和生物地球化学现象。在这些过程中, 永久冻土融化、土壤碳储存和地表能量交换均取决于大陆地下持续的热量增加。然而, 还没有足够的数据对 2000 年以后全球范围内的地面蓄热进行估计。研究团队利用卫星平台的遥感观测扩大地热数据库, 解决了这一问题。基于卫星数据的估算显示, 在过去 60 年间, 全球热量增益介于 16.4±3.4 至 21.78±0.62 泽焦耳之间。全球地热储量最近 10 年 0.16±0.15 至 0.624±0.032 泽焦耳的正向加速增长趋势, 这与地球热库存其他组成部分的变化规律相一致。已规划实施的卫星任务将确保未来对地球热库存中陆地组成部分的持续监测。

相关论文信息: <https://doi.org/10.1126/sciadv.adw9958>

《分子细胞生物学报》

Fam3C 改变三阴性乳腺癌的高尔基体形态和功能

美国南卡罗来纳医科大学的 Philip H Howe 团队提出, Fam3C 可改变三阴性乳腺癌的高尔基体形态和功能。相关研究成果近日发表于《分子细胞生物学报》。Fam3C 也被称为白细胞介素样 EMT 诱导剂 (ILE1), 是上皮细胞-间质转化 (EMT) 和乳腺癌干细胞表型的公认调节剂。多种肿瘤细胞模型和原位动物模型实验已证实 Fam3C 在肿瘤进展和转移中的作用。研究团队建立了 Fam3C 对三阴性乳腺癌患者的影响及自发乳腺癌肿瘤进展的基因工程小鼠模型。虽然 Fam3C 是一种已知的分泌蛋白, 但研究组发现它在高尔基体中保留是通过在其信号肽和前肽被加工和去除之前将其信号肽锚定在膜上。Fam3C 保留在高尔基体中, 影响细胞器的整体形态及其生物学功能, 包括蛋白质分泌和侵袭电位的改变。

扩大对 EMT 背后的生物学机制的理解, 将有助于开发专门针对三阴性乳腺癌中转移潜力增加的细胞的治疗方法。相关论文信息: <https://doi.org/10.1093/jmcb/mjaf042>

《自然-细胞生物学》

DNA 断裂因子 B 可使癌细胞再生

美国加州大学圣迭戈分校的 Matthew J. Hangauer 团队提出了 DNA 断裂因子 B 通过抑制干扰素使癌细胞再生。相关研究成果近日发表于《自然-细胞生物学》。针对基因的癌症治疗可以提供深层的反应, 但经常遭受获得性耐药。由于肿瘤的持续进化及多种耐药机制共同发生, 治疗耐药性肿瘤变得更加复杂。与其在耐药性出现后进行治疗, 不如通过抑制引发耐药性的适应性过程来预防, 但人们对该方法还知之甚少。研究团队发现, 在肿瘤基因靶向治疗中存活下来的残留癌细胞持续存在, 并因药物应激诱导的内在 I 型干扰素信号而生长受阻。为避免生长停滞, 持久性细胞利用凋亡机制来转录抑制干扰素刺激基因 (ISG)。从机制上讲, 这些细胞亚致命性地与凋亡的胱天蛋白酶结合, 激活 DNA 内切酶 DNA 片段化因子 B, 从而诱导 DNA 损伤、诱变和应激反应因子激活转录因子 3 (ATF3)。ATF3 充分限制了激活蛋白 1 介导的 ISG 表达, 从而允许持久性细胞再生。缺乏 DNA 断裂因子 B 或 ATF3 的持久性细胞表现出高的 ISG 表达, 因而无法再生。因此, 亚致命性凋亡应激看似矛盾地促进了药物治疗后残留癌细胞的再生。相关研究信息: <https://doi.org/10.1038/s41556-025-01810-x>

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

首个1000 亿颗恒星模型问世

本报讯 通过将人工智能 (AI) 与先进的数值模拟技术结合在一起, 科学家开发出第一个能够追踪 1000 亿颗银河系恒星在 1 万年中的演化过程的模型。与之前最复杂的模型相比, 新模型的恒星数量增加了 100 倍, 生成速度也快了 100 倍。该成果 11 月 15 日在 2025 年全球超级计算大会 (SC25) 上发布, 标志着天体物理学、高性能计算及 AI 辅助建模领域的重大突破。同样的技术也可应用于大规模地球系统研究, 包括气候与天气研究。多年来, 天体物理学家一直致力于构建足够精细的银河系模拟系统, 以追踪每一颗恒星。这类模型能够让研究人员直接对比星系演化、结构及恒星形成理论与观测数据。然而, 准确模拟一个星系需要在巨大的时空范围内计算引力、流体行为、化学元素形成及超新星活动, 技术难度极高。此前, 科学家还无法在保持单个恒星细节的

同时, 对银河系这样庞大的星系进行建模。目前最先进的模拟仅能呈现相当于 10 亿个太阳质量的系统, 远低于银河系 1000 多亿颗恒星的规模。

因此, 这些模型中最小的“粒子”通常代表约 100 颗恒星, 这导致单个恒星的行为平均化, 限制了模拟小尺度过程的准确性。其核心挑战与计算步长相关——为捕捉超新星演化等快速事件, 模拟必须以极小的时间增量推进。

而缩短时间步长意味着计算量的大幅增加。即便用当前最先进的物理模型逐个模拟银河系每颗恒星的情况, 完成 100 万年的演化过程也需要约 315 小时。照此速度, 模拟 10 亿年的活动需要 36 年多。而简单增加超级计算机的数量亦不可行, 因为这会带来能耗过高和效率下降的问题。

为了克服这些障碍, 日本理化学研究所跨学科理论与数学科学中心的 Keiya Hirashima 团队, 联合日本东京大学与西班牙巴塞罗那大学, 设计了一种将深度学习替代模型与标准物理模

■ 科学此刻 ■ 狼也会使用工具了吗

《生态与进化》11 月 17 日报道了可能代表野狼会使用工具的第一个实例。2023 年, 在加拿大不列颠哥伦比亚省中部海岸, 一个原住民保护项目的成员注意到一些奇怪的事情——他们放置的蟹笼总是反复损坏。起初, 人们怀疑是熊所为, 但令人困惑的是, 那些藏在深水区、落潮也不会露出来的蟹笼也未能幸免。

不久后, 一台远程摄像机拍到一只母狼从水中钻出, 嘴里叼着浮标, 熟练地拉扯连接蟹笼的绳索, 在将蟹笼拖出水面后吃掉了笼子里美味的诱饵。澳大利亚中央昆士兰大学的比较心理学家 Bradley Smith 说, 该研究在野狼中记录到了通常只有灵长类动物、大象和乌鸦才具备的认知复杂性。不过, 这种行为是否算“使用工具”, 最终取决于如何定义这个术语。

论文作者、加拿大维多利亚大学的生物学家 Paul Paquet 表示, 人们知道狼很聪明。毕竟, 它们是一种高度社会化的物种, 会合作狩猎。除了展现出灵巧性外, 狼“劫持”蟹笼的行为还暗示其智力水平很高。因为录像中这只狼的行为目标明确且高效, 表明它清楚水下有食物, 并知道如何获取。加拿大 Heiltsuk 原住民综合资源管理部的 Duqvaaisla William Housty 说, 狼的嗅觉十分灵

敏, 它可能嗅到了蟹笼里诱人的鲱鱼和海狮肉诱饵的气味。

目前, 研究人员尚不清楚这只狼究竟是如何学会拖拽蟹笼的。美国纽约州立大学的生态保护学家 Kyle Artele 认为, 有可能是狼通过不断尝试逐渐掌握的, 起初它瞄准的是暴露在外的蟹笼, 然后通过反复试验, 逐渐学会拉出深水区的蟹笼。

Housty 则给出另一种可能——该地区的狼水性极佳, 常在岛屿间穿梭, 可能通过观察原住民乘船收笼而学会了拖取它们。

在 Paquet 看来, 无论这些狼是如何学会拖蟹笼的, 都需要非凡的问题解决能力、规划能力和记忆力。不过, 这是否算“使用工具”? 如果按照狭义的定义, 答案是否定的。尽管狼确实有意使用了外部物体以达成特定目标, 但它并未满足使用

超加工食品将年轻人推向糖尿病

“研究表明, 即便适度增加 UPF 摄入量, 也会损害有肥胖风险的年轻人的血糖调节能力。饮食是可改变的早期代谢疾病驱动因素, 也是年轻人预防策略的紧迫目标。”美国南加州大学的 Vaia Lida Chatzi 说。成年早期是身体发育成熟并形成可能持续数十年的生活习惯的关键时期。在该阶段, 用水果、蔬菜和全谷物等天然食品代替 UPF, 可降低未来患 II 型糖尿病的风险。Chatzi 说: “年轻人处于塑造长期健康的关键时期。通过关注年轻人, 我们有机会在糖尿病前期和其他风险因素成为终身病症之前进行早期干预。”

该研究对 85 名 17~22 岁的年轻人进行了为期 4 年的跟踪调查。参与者在每次随访时列出他们最近一个工作日及周末吃过的所有食物。研究人员将这些食物分为两类: UPF (如糖

■ 自然要览

(选自 *Nature* 杂志, 2025 年 11 月 13 日出版)

跨抽象层级对齐机器和人类的视觉表征

深度神经网络已在广泛应用中取得成功, 包括作为人类行为模型和视觉任务中的神经表征。然而, 神经网络训练和人类学习存在根本差异, 神经网络通常不能像人类那样稳健泛化, 这引发了人们对其底层表征相似性的质疑。需要确定的是, 现代学习系统想要表现出更符合人类的行为, 还欠缺什么? 研究组强调了视觉模型和人类之间的一个关键差异——尽管人类概念知识是从精细到粗粒度来层级化组织的, 但模型表征并不能准确捕获所有这些抽象层级。为解决这种偏差, 研究组首先训练一个教师模型来模仿人类的判断, 再通过微调将其表征中与人类对齐的结构迁移至最先进的预训练视觉基础模型, 从而优化其表征。这些人类对齐模型在广泛的相似性任务中更准确地逼近人类行为和不确定性, 包括跨越多层次语义抽象的人类判断数据集。它们在各



一只野狼熟练地在水中拉出蟹笼, 并吃掉里面的诱饵。

图片来源: KYLE ARTELE

工具的第二个标准, 即对物体进行改造或重新定位。比如, 乌鸦会制作带钩的树枝来“钓”虫子。其他一些“使用工具”的定义则更为宽泛, 甚至将狗啃咬木棍的行为也包括在内。即便狼的行为并非典型的使用工具, Artele 仍认为这代表了一种复杂的智力表现。研究人员怀疑, 狼偷蟹笼的能力可能与它们所处的独特生存环境有关。这在 Heiltsuk 原住民区, 狼很少遭到猎杀或伤害, 这使它们对人类不那么惧怕, 从而能在海滩等开阔地带探索新行为。而要验证这一猜想, 需要对该地区的狼群进行长期、细致的研究。相关项目已在开展中。

相关论文信息: <https://doi.org/10.1002/ecs3.72348>

果、汽水、麦片、包装食品、调味酸奶和餐厅食物) 和非超加工食物, 并计算了每个人每天摄入总热量中的 UPF 占比。研究人员还在参与者饮用含糖饮料前后采集了血液样本, 以评估身体在血糖升高时分泌胰岛素的效率。结果显示, 在基线与随访期间, UPF 摄入量每增加 10%, 患前驱糖尿病的风险就会增加 64%、血糖调节受损增加 56%。研究开始时纳入更多 UPF 的参与者, 在随访时就更有可能表现出胰岛素升高, 这是胰岛素抵抗的早期指标。研究人员指出, 更详细的食品跟踪研究可以帮助确定哪些特定的 UPF 对年轻人最有害。他们还将探索这些食物中的营养成分如何影响胰岛素功能和血糖控制。 (赵婉婷)

相关论文信息: <https://doi.org/10.1186/s12986-025-01036-6>

法国开发无人机热点定位工具监测火灾复燃

据新华社电 法国国家科学研究中心与科西嘉大学的研究人员开发出一种通过无人机对热点定位的工具, 可用于监测火灾复燃。法国国家科学研究中心近日发布公报说, 仅在 2025 年, 欧盟境内就有近 40 万公顷森林被烧毁, 而气候变化又加剧了火灾风险。余烬区域在消防员控制住火势后, 仍有复燃可能。为此, 研究人员开发出这款名为 Argos 的工具, 通过对无人机热成像的处理, 可以计算热点的全球定位系统 (GPS) 位置, 并直接传送给在现场作业的人员。这样一来, 它们就能被精确地显示在卫星地图上, 或集成进应用程序。科西嘉岛消防与救援部门已开始使用该工具。一名科西嘉岛消防员说: “这一工具满足了现场的真实需求。火势稳定后, 为防止复燃, 消防员对热点的巡查可能需要数天, 覆盖广大区域, 并占用大量人力与后勤资源。基于无人机的 Argos 让我们的行动更精准、更省时。”

据介绍, 该工具还可用于搜寻在山区失踪人员或被雪掩埋者。 (罗毓)

相关论文信息: <https://doi.org/10.1186/s12986-025-01036-6>

■ 自然要览

(选自 *Nature* 杂志, 2025 年 11 月 13 日出版)

二维聚芳酰胺制备分子不渗透性聚合物

所有聚合物都因缠结聚合物链的自由体积而表现出气体渗透性。相比之下, 包括石墨烯在内的二维 (2D) 材料密堆可表现出分子不渗透性。溶液合成的 2D 聚合物通过缩聚反应表现出分子不渗透性是一个长期目标。研究组展示了自支撑、自旋涂覆的 2D 聚芳酰胺纳米膜, 其氮气渗透率低于 3.1×10⁻⁹ Barrer, 比每种已知聚合物附近 4 个数级, 对其他测试气体 (氮气、氩气、氧气、甲烷和六氟化硫) 亦是如此。在纳米膜涂层微孔的加压过程中, 光学干涉技术可实现对机械敏感边缘开合状态的测量, 并形成稳定期超过 3 年的鼓泡结构。这一发现使 2D 聚合物谐振器具有高频振率 (约 8 MHz) 和高达 537 的品质因数, 类似于石墨烯。60 纳米气敏钙钛矿涂层使晶格退化率大增, 氧气渗透率为 3.3×10⁻⁸ Barrer。分子不渗透性聚合物有望实现下一代屏障, 具有合成可加工性、化学适应性, 并以最少的材料来最大化分子排斥率, 最终实现可持续发展目标。相关论文信息: <https://doi.org/10.1038/s41586-025-09674-9>

多模态机器人平台助力多元电催化剂发现

目前, 科学家已在计算预测和材料合成自动化方面取得了开创性进展。然而, 大多数材料实验仍局限于使用单模态主动学习方法, 依赖



新型 AI 增强模型可对银河系中每一颗恒星进行建模。

图片来源: Shutterstock

模式识别范畴, 成为科学发现的可靠工具, 将助力我们追溯构成生命的元素在银河系中的起源过程。” (王方)

相关论文信息: <https://doi.org/10.1145/3712285.3759866>

看别人跳舞, 你在想什么

本报讯 一项研究发现, 不同舞蹈风格会通过相关的动作、美学和情感, 以不同方式激活大脑。这些发现为搞清与观看和表演舞蹈相关的复杂神经活动带来了新见解。研究人员于 11 月 19 日在《自然-通讯》发表了这项成果。

通过分析观看舞蹈时的神经活动, 我们得以窥见大脑如何将视觉信息与音乐和情感线索进行整合。过去的神经影像学研究发现观看舞蹈视频或现场演出时最活跃的脑区, 但关于大脑如何处理这些信息的详细机制研究并不多。

在这项研究中, 日本东京大学的高木优和同事扫描了 14 名参与者 (7 名初学者与 7 名专业舞者) 观看约 5 小时舞蹈影片时的大脑。这些片段包含 30 多名舞者演绎的编舞, 配合 60 多段不同的音乐, 涵盖 10 个舞种, 包括嘻哈、霹雳舞、街舞、芭蕾、爵士舞等。

研究人员随后将用大量舞蹈视频数据训练的深度学习生成式人工智能模型, 应用于参与者的脑大数据, 进而评估了参与者大脑活动对舞蹈的响应。他们发现若干个特征, 如动作、音乐、美学和情感的结合, 可以预测参与者在脑中如何映射舞蹈。建模结果还表明, 参与这项研究的专业舞者对每种舞蹈风格有更独特、个性化的大脑映射, 尤其是对舞蹈动作。这项研究为人类大脑如何感知和创造舞蹈, 以及大脑如何因舞蹈训练而改变提供了新的见解。 (赵熙熙)

相关论文信息: <https://doi.org/10.1038/s41467-025-65039-w>

法国开发无人机热点定位工具监测火灾复燃

据新华社电 法国国家科学研究中心与科西嘉大学的研究人员开发出一种通过无人机对热点定位的工具, 可用于监测火灾复燃。法国国家科学研究中心近日发布公报说, 仅在 2025 年, 欧盟境内就有近 40 万公顷森林被烧毁, 而气候变化又加剧了火灾风险。余烬区域在消防员控制住火势后, 仍有复燃可能。为此, 研究人员开发出这款名为 Argos 的工具, 通过对无人机热成像的处理, 可以计算热点的全球定位系统 (GPS) 位置, 并直接传送给在现场作业的人员。这样一来, 它们就能被精确地显示在卫星地图上, 或集成进应用程序。科西嘉岛消防与救援部门已开始使用该工具。一名科西嘉岛消防员说: “这一工具满足了现场的真实需求。火势稳定后, 为防止复燃, 消防员对热点的巡查可能需要数天, 覆盖广大区域, 并占用大量人力与后勤资源。基于无人机的 Argos 让我们的行动更精准、更省时。”

据介绍, 该工具还可用于搜寻在山区失踪人员或被雪掩埋者。 (罗毓)

相关论文信息: <https://doi.org/10.1186/s12986-025-01036-6>

■ 自然要览

(选自 *Nature* 杂志, 2025 年 11 月 13 日出版)

跨抽象层级对齐机器和人类的视觉表征

深度神经网络已在广泛应用中取得成功, 包括作为人类行为模型和视觉任务中的神经表征。然而, 神经网络训练和人类学习存在根本差异, 神经网络通常不能像人类那样稳健泛化, 这引发了人们对其底层表征相似性的质疑。需要确定的是, 现代学习系统想要表现出更符合人类的行为, 还欠缺什么? 研究组强调了视觉模型和人类之间的一个关键差异——尽管人类概念知识是从精细到粗粒度来层级化组织的, 但模型表征并不能准确捕获所有这些抽象层级。为解决这种偏差, 研究组首先训练一个教师模型来模仿人类的判断, 再通过微调将其表征中与人类对齐的结构迁移至最先进的预训练视觉基础模型, 从而优化其表征。这些人类对齐模型在广泛的相似性任务中更准确地逼近人类行为和不确定性, 包括跨越多层次语义抽象的人类判断数据集。它们在各

单-数据流。人工智能解释实验复杂性的潜力在很大程度上未得到开发。真实世界实验科学家助驾 (CRESt) 是一个将大型多模态模型 (包括化学成分、文本嵌入和微观结构图像) 与知识辅助贝叶斯优化和机器人自动化集于一体的平台。研究组介绍, CRESt 采用基于知识嵌入的搜索空间缩减和自适应探索开发策略加速材料设计、高通量合成和表征以及电化学性能优化。CRESt 可通过摄像头进行监控, 并生成视觉语言模型驱动的假设, 以诊断和纠正实验异常。CRESt 被应用于甲酸盐电化学氧化, 在 3 个月内分析了 900 多种催化剂化学性质, 进行了 3500 次电化学测试, 最终在八元化学空间 (Pd-Pt-Cu-Au-Ir-Ce-Nb-Cr) 中确定了一种最先进的催化剂, 其成本效益提高了 9.3 倍。相关论文信息: <https://doi.org/10.1038/s41586-025-09640-5>

(未玖编译)