

修炼“分身术” 计算更提速

迄今最高并行度神经形态计算方案出炉

■本报记者 秦志伟

“计算机处理速度是否有上限？”今年4月《科学》和上海交通大学发布了125个最具挑战性的前沿科学问题，其中信息科学领域的首个问题便是它。

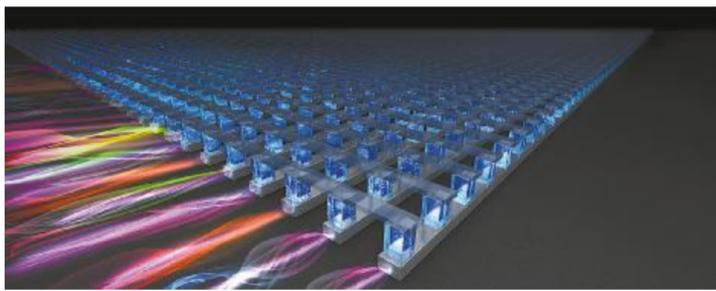
近日，南京大学物理学院教授缪峰等研究人员组成的合作团队为解决这一前沿科学问题提供了新思路。他们利用连续时间的信息加载方式和频分复用技术，首次提出并实验验证了迄今最高并行度的神经形态计算方案。研究成果在线发表于《自然-纳米技术》。

处理器的时钟频率停止了增长

回答“计算机处理速度是否有上限”这一问题之前，首先要了解计算机处理器速度的上限问题。缪峰告诉《中国科学报》，在数字计算机中，处理器速度的上限很大程度上由时钟频率决定，而时钟频率的增加实质上受逻辑状态“0”与“1”翻转速度的限制。

也就是说，计算过程中不同逻辑状态之间的切换速度，从物理机制上决定了信息处理速度的上限。

然而，如果要进一步提高处理器的速度将导致严重的过热问题，这也解释了为什么十多年来，处理器的时钟频率已经停止了增长。由此也导致传统计算机硬件在有着大规模计算需求的物联网、自动驾驶等应用场景中面临巨大挑战。



频分复用神经形态计算方案应用于忆阻器阵列进行大规模并行计算示意图。 缪峰供图

例如，面向未来智能驾驶，基于传统硬件的AI芯片技术的能效比要获得显著提升非常困难。

于是，科学家提出一种思路，即利用并行计算技术，通过提高并行度来提升处理速度的上限。

缪峰表示，常规的多核、多芯片、多板卡并行计算系统均采用“空间换时间”的妥协方式来提高算力，如何利用新的计算硬件和计算方案实现大规模并行计算，从而实现信息处理速度的不断提升，是未来计算领域中的一个备受关注的议题。

迄今最高并行度的神经形态计算方案

《西游记》中孙悟空取一根毫毛一吹，就有好多战斗力不弱的小猴子跑出来帮忙。“那我们在进行信息处理时，能不能靠计算方案的创新，‘仙气一吹’，就能修炼出特别厉害的‘分身术’？”或者说，在探索神经形态计算技术上限的路上，我们能不能打开一个新的维度，让其计算能力突破我们原本以为的边界？”缪峰说。

为此，研究团队从忆阻器交叉阵列入手，基于其可在时间上连续处理信息的特

性，提出在频域上采用频分复用实现并行计算的方式。

缪峰进一步解释道，在该方式中，如果将单一频率的连续信号输入忆阻器阵列进行计算，输出的信号会维持单一频率；如果将多个单频率信号叠加成为一个多频率信号，并输入忆阻器阵列进行计算，输出的信号会具有多个频率。

接下来，研究人员选取一系列正弦波叠加后的信号作为忆阻器交叉阵列的输入信号，该信号的频谱会出现多个离散的峰，每个峰均可被用来加载数据。

于是，该团队提出利用时间上连续的信号作为信息载体，引入频率维度，提出了迄今最高并行度的神经形态计算方案。缪峰介绍，该计算方案具有并行读取和并行计算两种操作模式。

作为验证，研究团队利用两个级联的忆阻器交叉阵列，成功实现对16张字母图片的并行识别。

在缪峰看来，虽然团队利用忆阻器阵列作为硬件展示，但该频分复用计算技术可以广泛应用于相变存储器、磁隧穿结存储器、浮栅器件等其他神经形态计算硬件上，为未来人工智能时代填补海量数据计算需求所面临的算力缺口提供可行的技术途径。

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41565-021-00943-y>

简讯

长三角产业智能论坛举行

本报讯 近日，长三角产业智能论坛在2021世界人工智能大会期间举行。论坛由长三角企业家联盟主办，长三角人工智能产业链联盟和科大讯飞股份有限公司(以下简称科大讯飞)承办。论坛发布了长三角人工智能十大杰出人物、十大示范场景，以及科大讯飞“顺风耳”图聆工业云平台2.0。

据悉，浙江大学计算机科学与技术学院教授潘纲、中国科学技术大学教授张卫明、南京大学教授周志华等10人获长三角人工智能十大杰出人物。长三角人工智能十大示范场景涵盖智慧医疗、城市大脑数字驾驶舱、RPA机器人解决方案等民生服务场景、城市管理宏观场景，以及基础技术场景。

(秦志伟)

深圳出台国内首个数据领域综合性法规

大数据“杀熟”最高可罚5000万元

本报讯(见习记者刁雯蕙)近日，《深圳经济特区数据条例》(以下简称《条例》)公布，将于明年1月1日起实施，是国内数据领域首部基础性、综合性立法。

针对当前一些App过度收集个人信息、强制索要用户授权等行为，《条例》确立以“告知—同意”为前提的个人数据处理规则，即处理个人信息应当在事先充分告知的前提下取得个人同意，数据处理者应当提供撤回同意的途径，不得对撤回同意进行不合理限制或者附加不合理条件。

针对一些App通过“不全面授权不给用”，强迫用户接受协议等行为，《条例》规定，数据处理者不得以自然人不同意处理其个人数据为由，拒绝向其提供相关核心

功能或者服务。但是，该个人数据为提供相关核心功能或者服务所必需的除外。

《条例》规定，数据处理者基于提升产品或者服务质量的目的，对自然人进行用户画像的，应当向其明示用户画像的具体用途和主要规则。自然人有权拒绝对其进行用户画像或者基于用户画像推荐个性化产品或者服务，数据处理者应当以易获取的方式向其提供拒绝的有效途径。

此外，《条例》首次在国内立法中明确，除了为维护未满十四周岁未成年人的合法权益且征得监护人明示同意外，不得向其进行个性化推荐。

为避免“人脸识别”“指纹验证”“声音解锁”“虹膜识别”等生物识别技术数据的

滥用现象，《条例》对处理生物识别数据作出更严格的规定——除了该生物识别数据为处理个人数据目的所必需且不能替代外，应当同时提供处理其他非生物识别数据的替代方案。

针对“大数据杀熟”等竞争乱象，《条例》明确规定，市场主体不得使用非法手段获取其他市场主体数据，不得非法收集其他市场主体数据提供替代性产品或者服务，不得通过数据分析无正当理由对交易条件相同的交易相对人实施差别待遇。违反上述规定拒不改正的，处5万元以上50万元以下罚款，情节严重的，处上一年度营业额百分之五以下罚款，最高不超过5000万元。

那些点亮中国的“超级显微镜”

■本报记者 倪思洁



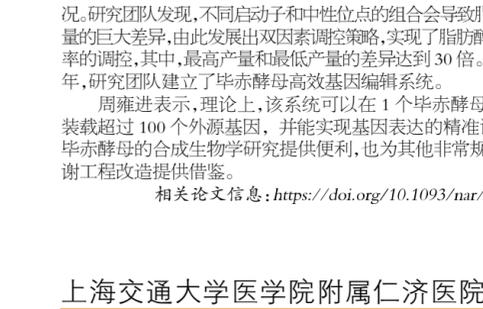
北京高能同步辐射光源。 中科院高能物理研究所供图



上海同步辐射光源。



上海同步辐射光源供图



合肥先进光源效果图。 中国科学技术大学供图

同步辐射光源被誉为“超级显微镜”，可以利用X射线看清物质内部的结构。

作为科技界和工业界不可或缺的重要实验平台，同步辐射光源正在变得更亮，以看到更清晰的物质结构。

记者从日前召开的“高能同步辐射光源高端学术论坛”获悉，在北京、上海、合肥三大综合性国家科学中心，我国科学家正如火如荼地建设先进同步辐射光源，未来将全面覆盖高、中、低能区。

北京高能同步辐射光源：高能区世界最亮 预期2025年建成

在北京怀柔综合性国家科学中心，以“放大镜”为造型的高能同步辐射光源(HEPS，简称高能光源)已显出了大致的模样。

高能光源2019年6月开工，建设周期为6年半，今年6月正式进入设备安装阶段。

高能光源项目总指挥、中科院高能物理研究所研究员潘卫民介绍，高能光源聚焦高能区，建成后将成为我国第一台高能同步辐射光源，也是世界最亮的第四代同步辐射光源之一，与美国先进光子源、欧洲同步辐射装置、日本SPring-8、德国的PETRA-III一起，构成世界五大高能同步辐射光源，将

满足国家战略和工业核心创新能力等相关研究对高能量、高亮度X射线的迫切需求。

“我们必须保证‘后墙不倒’，确保高能光源在2025年12月验收并投入运行。”潘卫民说，2024年4月，HEPS将打出第一束同步光，2025年9月，HEPS开始试运行。

高能光源首批将建设14条光束线和相应的实验站，可提供纳米空间分辨、皮秒时间分辨、毫电子伏能量分辨的同步光，通过对微观结构多维度、实时、原位表征，解析物质结构生成及其演化的全周期全过程。

潘卫民表示，后续高能光源还将规划建设更多光束线站，“高能光源建设高性能光束线站的容量不少于90条。2035年，预期线站总数将达到60条左右，总体上进入世界前列；到2040年，预期线站总数将达到70条左右，总体上处于世界领先地位”。

上海光源：中能第三代光源运行12年用户超3万

在上海张江综合性国家科学中心一个酷似“鹦鹉螺”的建筑里，来自全国各地的科研人员来来往往。其承载的是中能第三代同步辐射光源——上海光源(SSRF)。

1993年我国科学家丁大钊、方守贤、沈

鼎昌建议在中国建造第三代同步辐射光源。2004年12月，SSRF工程正式动工，2009年5月6日正式对用户开放。

“SSRF开放运行12年，用户已经超过了3万人，机时供不应求。”SSRF科学中心主任、中国工程院院士赵振堂说。

截至2020年底，SSRF已经服务了遍布全国571家单位3100余个课题组的31500多名用户，产出了一批重大成果。例如，2020年，助力我国科学家应对新冠疫情的系列蛋白质结构研究取得突破进展。

2016年11月，SSRF线站工程开工建设，新建16条高水平的光束线站并拓展光源性能，以实现第三代同步辐射光源近乎极限的空间、时间和能量分辨能力，全面提升SSRF科技策源能力。“二期工程预期在2022年6月完成所有线站调束，11月完成国家验收并全面对用户开放。”赵振堂说。

面向未来，“SSRF将率先升级为同时具备同步辐射高重频和高稳定性以及自由电子激光高相干性的第五代光源。”赵振堂说。

合肥先进光源：低能区国际先进建设方案已成型

在安徽合肥综合性国家科学中心，一只

“大眼睛”正在筹建之中，它便是合肥先进光源(HALF)。

“HALF的工程目标是国际先进、低能量区第四代同步辐射光源，科学目标是实现复杂体系电子态、化学态、轻元素结构精确测量。”中国科学技术大学国家同步辐射实验室主任封东来说。

对于先进光源装置来说，不同的能区各有所长。“低能区侧重于功能研究，可用于研究化学反应、超导性、磁性、航空发动机燃烧动力学等。中能区侧重于研究结构，可用于观察单晶生长、蛋白质分子结构、航空发动机单晶叶片的结构缺陷等。”封东来说。

目前在我国，随着用户需求的扩大，低能区光束线数量少、性能不足的问题日渐突出。正因如此，HALF将目标瞄准了低能区。

“北京高能光源覆盖高能区，上海光源覆盖中能区，未来我们希望通过建设HALF弥补我国先进光源在低能区的短板，满足能源、化工、环境等领域前沿研究需求。”封东来说。

封东来表示，安徽省、合肥市和中科院共投入了3.56亿元，经过3年预研，已经形成了建设方案。“目前，合肥先进光源的光束线和实验站的初步设计已经完成，首批拟建设10个实验线站，后续还规划了近20条线站，总计约35条线站。”封东来说。

发现·进展

中科院自动化研究所

跨模态通用AI平台“紫东太初”发布

本报讯(记者赵广立)近日，中科院自动化研究所(以下简称自动化所)所长徐波在2021世界人工智能大会上就人工智能的最新进展进行报告，并发布了自动化所研发的跨模态通用人工智能(AI)平台——“紫东太初”。据介绍，“紫东太初”以多模态大模型为核心，基于全栈国产化基础软硬件平台，可支撑全场景AI应用。

多模态预训练模型被广泛认为是从限定领域的弱AI迈向通用AI路径的探索。

会上，徐波展示了自动化所打造的虚拟人“小初”，并演示通用多模态大模型的人机对话，展示了不同模态间的互相转换和生成实例，涵盖视频描述、智能问答、图像检索等多个功能。对该成果的演示证明，通过图—文—音三模态的关联与协同，可以有效地提升机器的理解和生成能力。

据介绍，依托面向超大规模的高效分布式训练框架，自动化所构建了具有业界领先性能的中文预训练模型、语音预训练模型、视觉预训练模型，并开拓性地通过跨模态语义关联实现了视觉—文本—语音三模态统一表示，构建了多模态预训练大模型，赋予跨模态通用AI平台多种核心能力。这也使得“紫东太初”兼具跨模态理解和生成能力。与单模态和图文两模态相比，其采用一个大模型就可以灵活支撑图—文—音全场景AI应用，具有在无监督情况下多任务联合学习并快速迁移到不同领域数据的强大能力。

引入语音模态后的多模态预训练模型，可实现共性图文语义空间表征和利用，并突破性地直接实现三模态的统一表示。研发团队首次使“以图生音”和“以音生图”成为现实，对更广泛、更多样的下游任务提供模型基础支撑，实现AI在视频配音、语音播报、标题摘要、海报创作等更多元场景的应用。

此外，自动化所研发团队还提出了弱关联三模态数据的语义统一表达，可同时支持三种或任两种模态弱关联数据进行预训练，有效降低了多模态数据收集与清洗成本。

中科院大连化学物理研究所

建立毕赤酵母高效基因编辑系统

本报讯(记者卜叶)近日，中科院大连化学物理研究所研究员周雁进团队在毕赤酵母中构建了基因编辑工具，强化了同源重组，从而实现了基因精准编辑，鉴定了染色体基因整合位点并表征了系列不同表达强度的启动子，此外还发展了双因素调控策略，调控了脂肪醇生物合成。相关研究成果发表于《核糖研究》。

甲醇酵母代表菌株毕赤酵母，以甲醇为“食物”，具有高密度发酵的优点，每个细胞就像一个催化工厂，在生产脂肪醇等人类所需化合物方面具有潜在价值。

构建毕赤酵母细胞工厂，往往需要将外源基因植入细胞基因组中，让植入基因实现表达。然而，基因的随机重组大大降低了外源基因的“移植成功率”，同时，外源基因的随机插入，或将导致细胞死亡或功能受损，此外，成功“打入”细胞内部的外源基因，或由于缺乏启动子而不能正常表达，导致“颗粒无收”。

针对上述问题，研究团队强化了毕赤酵母同源重组效率，发现了限制同源重组修复的关键基因RAD52，其高表达能将单基因编辑效率提升至90%。此后，团队发现，敲除MPH1基因可以使多片段重组效率提升135倍。在此基础上，团队还鉴定出46个可用于外源基因整合的中性位点，这些中性位点可以放置外源基因且不影响细胞功能；鉴定并表征了18个常用启动子的表达情况。研究团队发现，不同启动子和中性位点的组合会导致脂肪醇产量的巨大差异，由此发展出双因素调控策略，实现了脂肪醇合成效率的调控，其中，最高产量和最低产量的差异达到30倍。历时3年，研究团队建立了毕赤酵母高效基因编辑系统。

周雁进表示，理论上，该系统可以在1个毕赤酵母中稳定装载超过100个外源基因，并能实现基因表达的精准调控，为毕赤酵母的合成生物学研究提供便利，也为其他非常规酵母代谢工程改造提供借鉴。

相关论文信息：<https://doi.org/10.1093/nar/gkab535>

上海交通大学医学院附属仁济医院等

找到可预测胰腺癌免疫治疗效果标志物

本报讯 近日，上海交通大学医学院附属仁济医院肿瘤科、上海市肿瘤医院(癌基因与相关基因国家重点实验室)教授王理伟团队与仁济医院干细胞研究中心研究员薛婧团队合作，首次发现了肿瘤相关成纤维细胞(CAF)的一种全新亚群，其具有异常糖代谢水平，并筛选出可预测胰腺癌免疫治疗疗效的生物标志物。相关研究成果在线发表于《细胞发现》。

胰腺癌被称为“癌症之王”，恶性程度极高，是预后最差的恶性肿瘤之一。近年来，发病率在国内外均呈明显上升趋势，但目前缺乏有效治疗手段。免疫治疗在其他许多肿瘤治疗中取得了很好的疗效，但在胰腺癌中效果不佳，其机制与目标人群尚不明确。既往研究表明，胰腺癌间质可能是导致胰腺癌对多种药物，特别是免疫治疗不敏感的重要原因，而CAF是胰腺癌间质中最主要的细胞成分，可能是影响免疫治疗疗效的重要因素。

研究人员通过单细胞测序技术解析了胰腺癌临床组织样本中的各种细胞成分，鉴定出一种全新的CAF亚群(命名为meCAF)。进一步分析发现该亚群细胞的糖酵解能力异常升高，并通过交互作用影响肿瘤细胞及T细胞的糖代谢，最终影响胰腺癌免疫治疗疗效。

专家表示，这项研究成果有望更精准地筛选免疫治疗的目标人群，提高胰腺癌免疫治疗疗效，并为解决胰腺癌免疫治疗耐药提供新的靶点及思路。

(黄辛)

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41421-021-00271-4>