



北京信息科学与技术国家研究中心

Beijing National Research Center for Information Science and Technology

简 报

办公室编印

2025 年 3 月刊

2025 年 3 月 31 日

本期导读

科研动态

- 光电交叉群体研究成果入选“中国科学十大进展”
- IEEE Trans Instrum Meas | 一种在极低标签率下用于故障诊断的新型综合半监督学习方法
- 超感知与人机融合张涛研究团队获 2024 年度自动化学会技术发明一等奖

交流合作

- 北京信息科学与技术国家研究中心系列交叉论坛（第九十二期）举办
- 北京信息科学与技术国家研究中心系列交叉论坛（第九十三期）举办

重点成果介绍

- 基于忆阻器类脑计算芯片的自适应脑机接口
- 一种软硬件协同的粗粒度指令预取机制
- 一套基于人工智能的骨科加速康复解决方案

综合报道

- “芳兰雅韵绽芳华”——三八妇女节蝴蝶兰种植活动

◆ 科研动态

光电交叉群体研究成果入选“中国科学十大进展”

3月27日，国家自然科学基金委员会在2025中关村论坛年会开幕式上发布了2024年度“中国科学十大进展”。清华大学作为主要完成单位的“实现大规模光计算芯片的智能推理与训练”成果入选。

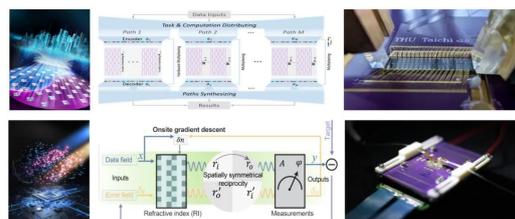
智能光计算作为近年来新兴的计算模态，具备高速、低功耗等特性，在后摩尔时代展现出有望超越硅基电子计算的潜力，解决人工智能领域的算力与功耗难题。然而，其计算任务往往局限于简单的字符分类、图像处理等，究其原因，痛点是光的计算优势被困在了不适合的电架构中，计算规模受限，无法支撑复杂大规模智能计算。

针对这一难题，电子工程系教授方璐课题组、自动化系教授戴琼海课题组，在北京信息科学与技术国家研究中心光电智能技术交叉创新群体承担的国家2030重大项目支持下，构建了智能光计算的通用传播模型，摒弃了传统电子深度计算范式，另辟蹊径，首创了分布式广度光计算架构，研制了国际首款大规模通用智能光计算芯片“太极-I”，它首次将光计算从原理验证推向了大规模实验应用，以每焦耳160万亿次运算的系统级能效，为大规模复杂任务的“推理”带来了曙光。该研究成果于2024年4月发表于《科学》(Science)期刊。

相较于模型推理，模型训练更需要大规模算力。针对大规模神经网络训练难题，方璐、戴琼海团队又提出了全前向智能光计算训练架构，研制了通用光训练芯片“太极-II”，支撑智能系统的高效精准光训练。

“太极-II”突破了计算精度与效率的矛盾，实现了多种不同光学系统的原位光训练。在大规模学习领域，将神经网络的训练速度提升了1个数量级，代表性智能任务的准确率提升40%；在复杂场景智能成像领域，实现了千赫兹帧率的抗散射与非视域成像，效率提升2个数量级；在拓扑光子学领域，在不依赖模型先验下可自动搜索非厄米奇异点为高效精准解析复杂拓扑系统提供了新思路。该研究成果于2024年8月在线发表于《自然》(Nature)期刊。

“太极-I”和“太极-II”分别实现了大规模智能光计算推理与训练，构成了智能计算的完整生命周期。在原理样片的基础上，研究团队正积极地向智能光芯片产业化迈进，在多种智能系统上进行应用部署。可以预见，智能光计算平台将逐步登上AI算力舞台，破除人工智能算力困局，以更低的资源消耗和更小的

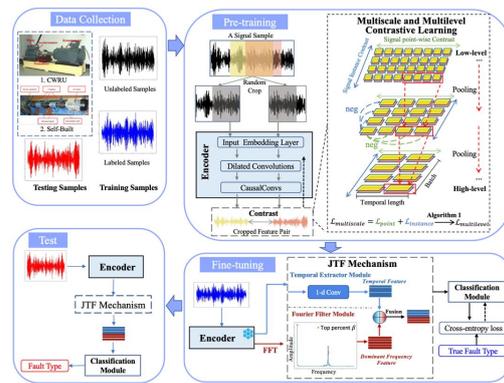


“太极”系列智能光计算芯片

边际成本，为人工智能大模型、通用人工智能、复杂智能系统的高速高效计算开辟新路径。

IEEE Trans Instrum Meas | 一种在极低标签率下用于故障诊断的新型综合半监督学习方法

3月7日，清华大学信息国家研究中心超感知与人机融合交叉创新群体核心专家、自动化系教授张涛的研究团队在 IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement 发表了题为“A Novel Comprehensive Semi-supervised Learning Method for Fault Diagnosis Under Extremely Low Label Rate”的文章。研究团队提出了一种新颖的基于多尺度对比（MSC）和多层次对比（MLC）的对比学习策略，并设计了一种联合时频域（JTF）机制从时域和频域两方面增强深度表征的泛化性。在非平稳的机械振动信号数据上的一系列极低标注率的实验结果表明，模型能够在实际应用中仅有极其有限的标记数据的情况下实现精准的故障诊断，进一步推动了智能诊断算法在实际工业场景中的广泛应用。



MMCL 的模型架构

超感知与人机融合张涛研究团队获 2024 年度自动化学会技术发明一等奖

超感知与人机融合交叉创新群体核心专家、自动化系教授张涛的研究团队获 2024 年度自动化学会技术发明一等奖，项目名称为“复杂多域环境下异构自主无人系统智能感知与导航控制技术”。

研究团队针对复杂多域通信受限环境下快速精准智能感知、水陆空天跨域自主高效导航与控制、异构自主无人系统高速高稳机构综合与技术集成等难题开展研究，发明了一种快速鲁棒的三维点云描述与配准方法和一种稀疏路径下的分布式协同定位方法，提出了一种高精度三维建图与定位算法（千平方米级），解决了复杂多域环境下异构自主无人系统智能感知难题；发明了一种基于强化学习的复杂场景密集异构无人系统间自主避碰技术、一种基于混合体系架构的多机器人协同规划技术和一种分层无人机群的 3D 不规则地形表面覆盖技术，提出了一种空间机械臂无碰撞轨迹规划、粘附抓捕协调控制和转位主从控制方法，解决了复杂多域环境下异构自主无人系统智能感知与导航控制难题和空间大质量目标捕获/操作难题；发明了一种多域环境全方位高速高稳机构综合技术和一种多传感器融合与



多机协同的机构设计方法，解决了复杂多域环境下异构自主无人系统机构综合与技术集成难题。

◆ 交流合作

北京信息科学与技术国家研究中心系列交叉论坛（第九十二期）举办

3月13日晚，北京信息科学与技术国家研究中心系列交叉论坛（第九十二期）通过线上会议和直播的形式举办，本次论坛邀请了世界华人眼科医师协会会长，温州医科大学附属眼视光医院国家眼部疾病临床医学研究中心首席科学家、温州医科大学眼健康与疾病高等研究院院长、温州医科大学眼科创新与转化研究院院长、温州医科大学临床大数据研究院院长张康教授作题为“人工智能赋能医疗创新及新药开发”的报告。论坛由清华大学信息学院院长、信息国家研究中心主任戴琼海院士和信息学院副院长任天令教授共同主持。信息国家研究中心党政联席会成员、群体负责人以及校内外师生等100余人通过腾讯会议在线参加论坛，累计约24.3万人次通过上直播、新浪、百度等直播平台在线观看。

药物开发面临周期长、成本高、成功率低的困境。AI技术将带来革命性动力，深度赋能药物开发全链条，推动其向高效化、精准化加速演进。张康指出，在药物发现阶段，AI通过多模态数据整合与复杂系统建模，显著提升靶点识别与分子设计的效率。基于多组学网络与知识图谱，能够高效发现新的疾病治疗靶点。在分子生成领域，深度学习模型（如化学语言模型与图神经网络）通过自动化设计满足多目标约束（药效、ADMET属性及合成可行性）的化合物，突破了传统试错模式的局限性。在临床开发环节，AI通过挖掘真实世界数据与优化试验设计，显著降低研发风险。数字孪生技术通过构建患者虚拟模型，实现临床试验的智能化模拟与动态优化。AI支持的高通量作用机制解析能够通过细胞表型特征预测药物分子机制，为老药新用提供新范式。AI正从工具演变为生物医药创新的核心引擎，通过“靶点-分子-临床”智能闭环，推动个体化精准治疗与复杂疾病疗法的突破性进展。

问答环节，张康针对用AI支撑药物研发的安全性，AI生成的数据质量，使用AI技术生成眼底照片的物理分辨和眼底压力的影响等方面进行了深入解读。

北京信息科学与技术国家研究中心系列交叉论坛（第九十三期）举办

3月27日晚，北京信息科学与技术国家研究中心系列交叉论坛（第九十三期）通过线上会议和直播的形式举办，本次论坛邀请了澳门城市大学数据科学学院教授、博导，浙江大学信电学院兼任教授张宏纲作题为“网络大模型NetGPT研究进展”的报告。论坛由清华大学信息学院院长、信息国家研究中心主任戴琼海院士和信息学院副院长任天令教授共同主持。信息国家研究中心党政联席会成

员、群体负责人以及校内外师生等 100 余人通过腾讯会议在线参加论坛，累计约 24.3 万人次通过上直播、新浪、百度等直播平台在线观看。

近年来，大语言模型（LLM）技术备受学术界和工业界关注，大语言模型与通信网络的融合也逐渐成为全球信息技术领域极为关注的前沿技术方向之一。面向未来海量、无所不在的具身智能体，针对服务具身智能体的通信网络（6G）与大语言模型（LLM）相互融合并协同发展趋势，张宏纲基于网络内生智能（AI-Native）思想和

机制，阐述构建网络大模型 NetGPT 的相关方法、已有研究进展及具体实践。同时，他围绕构建网络大模型 NetGPT 这一挑战性目标，介绍了潜在的相关核心技术、关键算法和候选模型，以及复杂网络环境下如何高效实现网络大模型 NetGPT 的部署、训练与推理。

问答环节，张宏纲对于在卫星网络中部署大模型的可能应用以及模型切分等方面进行了深入解读。



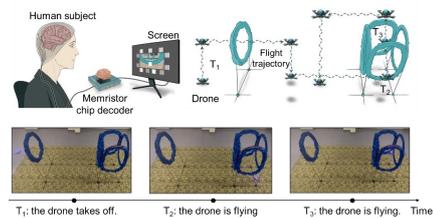
张宏纲作报告

◆ 重点成果介绍

基于忆阻器类脑计算芯片的自适应脑机接口

近日，清华大学集成电路学院与天津大学脑机海河实验室团队在新型脑机接口领域取得研究突破，相关成果以“基于忆阻器自适应神经形态解码器的脑机接口”（A memristor-based adaptive neuromorphic decoder for brain-computer interfaces）为题发表在《自然电子学》

（Nature Electronics）上。该研究提出了一种基于忆阻器类脑计算芯片的新型脑机接口解决方案，实现了生物大脑与神经形态忆阻器类脑芯片的首次紧密交互与协同演进，为人机混合智能开辟了新途径。利用忆阻器的高能效存算一体与电导原位更新的特点，基于类脑芯片的自适应脑电解码在硬件效率和解码准确率上均取得了突破性进展，不仅适用于各类脑机接口系统，还可拓展至神经调控、运动康复、虚拟现实等应用领域。

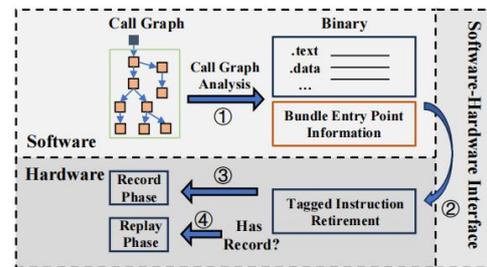


基于忆阻器芯片脑电解码的实时脑控无人机飞行

该研究得到了科技部科技创新—2030“脑科学与类脑研究”重大项目、国家杰出青年科学基金、国家优秀青年科学基金、香港研究资助局主题研究计划、香港大学基础研究种子基金、天津市脑机交互与人机共融海河实验室、天津大学先进医用材料与医疗器械全国重点实验室、北京集成电路高精尖创新中心、北京信息科学与技术国家研究中心、科学探索奖等支持。

一种软硬件协同的粗粒度指令预取机制

3月30日，清华大学信息国家研究中心处理器体系结构交叉创新群体的博士生张廷基参加了在荷兰举行的计算机体系结构领域顶会 ASPLOS 2025，并在会上发表了题为《Hierarchical Prefetching: A Software-Hardware Instruction Prefetcher for Server Applications》的研究论文。针对服务器应用场景中日趋显著的前端瓶颈问题，提出了一种软硬件协同的粗粒度指令预取机制。该方案采用软件算法在程序链接阶段全局识别潜在的指令簇并添加标记，随后由硬件预取器在执行时在功能粒度对指令进行记录和重放预取。在仅引入微小硬件开销的情况下，本方案相比其他硬件预取方法实现了显著的性能提升。交叉创新群体负责人是计算机系陈文光老师，该博士生的导师为计算机系张悠慧老师。



Hierarchical Prefetching 的概述图

一套基于人工智能的骨科加速康复解决方案

近日，超感知与人机融合交叉创新群体核心专家、自动化系教授张涛的研究团队开发了一套基于人工智能的骨科加速康复解决方案，应用于骨科手术患者的术后康复阶段，能够在患者术后居家康复时提供科学、个性化的指导，帮助患者更高效、规范地完成康复训练，减少复诊需求，有效缩短康复周期。通过数据实时监测与反馈，它帮助患者正确执行康复运动，从而加速功能恢复、减少误操作风险。

系统主要包括移动康复远程管理系统、功能康复监测与指导传感模块及患者移动监测与管理终端。提出基于大语言模型智能化问诊服务，具备病历自动生成，病情摘要助手和患者随身助手等功能，建立包含医患对话、医学书籍文献、知识图谱的骨科专用数据库，设计病历生成-知识检索-回复生成-结构化输出的多 Agent 协同框架，采用模型微调和检索生成增强技术增强骨科医学知识，有效解决大模型在垂直领域应用中的知识匮乏、幻觉和知识不可溯源问题。

产品已经成功试点 9 家医院，服务超过 3200 例患者，产品上线中国头部互联网医院微医、联影-医信通等。该方案旨在通过数字化、智能化手段提升骨科手术患者的康复效率，减轻医疗资源负担，并促进康复治疗的标准化和规模化。

◆ 综合报道

“芳兰雅韵绽芳华”——三八妇女节蝴蝶兰种植活动

为庆祝第 115 个“三八”国际妇女节，弘扬女性力量、倡导绿色生活，为丰富信息国研中心女教工业余文化生活，3 月 7 日中午在 FIT 楼 3 层举办“芳兰雅韵绽芳华”兰花种植主题活动。活动吸引了近 40 名女教职工参与，通过亲手种植兰花、学习养护知识，感受自然之美与节日温情。

花艺老师现场系统讲解了蝴蝶兰的养护技巧。介绍了蝴蝶兰花形奇特，花色艳丽，花期长久，有“兰中皇后”之美誉。同时老师从蝴蝶兰的生长习性讲起，深入浅出地介绍了浇水、施肥、光照、温度等日常养护要点。在种植环节，老师亲自示范，详细讲解了如何将蝴蝶兰花植入花盆，怎样调配合适的植料，以及种植后的注意事项。参与者们聚精会神地聆听，不时提出自己的疑问，现场互动热烈。



活动合影

种植活动过程中体验环节将活动推向高潮。大家纷纷动手，小心翼翼地拿起蝴蝶兰花及素陶花盆及装饰辅材。参与者首先挑选心仪品种，随后在花艺老师指导下完成选盆、配土、定植等步骤。大家巧妙搭配苔藓创作出兼具美感与个性的盆栽作品。每一个动作都充满了对这份春日礼物的珍视。现场欢声笑语不断，女同胞们相互交流经验，分享种植心得，在轻松愉快的氛围中，一盆盆生机盎然的蝴蝶兰盆栽在大家手中诞生。她们看着自己亲手种植的成果，脸上洋溢着满足与喜悦。

此次蝴蝶兰花种植活动，不仅让女教职工在繁忙的工作和生活中寻得片刻宁静，掌握了蝴蝶兰种植养护技能，更在节日里感受到了关怀与温暖。通过亲手种植蝴蝶兰，大家种下的不仅是一株植物，更是对美好生活的向往与期待。未来，国研中心将继续举办更多丰富多彩的活动，为广大女性提供更多学习与交流的机会，助力她们绽放出更加绚烂的人生光彩。



报：清华大学党政领导、信息国家研究中心建设运行管理委员会成员、信息国家研究中心学术委员会成员、信息学院党政联席会成员、信息国家研究中心党政联席会成员

送：相关院系、部处负责人

发：信息国家研究中心各部门负责人

编辑：丁亚娜

审核：王钰言

签发：丁贵广

联系电话：62783081

E-mail: bnrist@tsinghua.edu.cn