



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 11 月刊

2025 年 11 月 30 日

本期导读

焦点要闻

- 清华信息青年学者沙龙第十一期暨信息国家研究中心青年创新基金 2025 年度交流活动举行

科研动态

- 方璐课题组在光子深度学习领域取得进展
- 谢震、张学工课题组提出结构特征提取增强的 RNA 语言模型 ERNIE-RNA

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 105 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 106 期）举办



◆ 焦点要闻

清华信息青年学者沙龙第十一期暨信息国家研究中心青年创新基金 2025 年度交流活动举行

11 月 20 日，由清华大学北京信息科学与技术国家研究中心和信息科学技术学院共同主办的清华信息青年学者沙龙第十一期暨信息国家研究中心青年创新基金 2025 年度交流活动在信息科学技术大楼（FIT 楼）举行。活动分为特邀报告、分组报告和成果展示交流三个环节。信息国家研究中心党总支书记丁贵广教授和副主任陈文华教授分别主持会议。50 余位师生参加了活动。



青年创新基金 2025 年度交流活动

IEEE/IAPR/CCF Fellow、中国科学院自动化研究所徐常胜研究员做题为“青年教师科研创新与成长路径”的特邀报告。徐常胜从诺贝尔奖得主杨振宁先生和杰弗里·辛顿的科研经历展开，以多媒体内容分析的发展等为例，分享了本人长期从事科研工作的经验和体会，提出了在科研方向选择上需要深度聚焦和长期坚持，同时要拥抱新的技术浪潮、准确把握和利用技术发展趋势；在科研项目选择上要保持战略定力，深耕核心领域，有节奏、有选择地进行项目申报；在人才培养中要注重个性化创新和体系化协同，形成团队良性发展格局。

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核心专家、计算机系张悠慧研究员做题为“‘通用’类脑计算芯片与基础软件研究——通用计算机系统思想设计的启示”的特邀报告。张悠慧介绍了类脑系统发展历程、面临的挑战，以及本团队研究工作情况，分享了通用计算系统的方法论对类脑研究的重要启示。

分组报告在 1 区 312 和 315 会议室进行。13 位信息国家研究中心青年创新基金项目承担者就研究工作进展、创新亮点成果、后续计划和成果展望等进行了汇报答辩。成果展示交流在 1 区 312 会议室举行，30 个基金项目以 POSTER 的形式进行了展示介绍和交流讨论。

北京信息科学与技术国家研究中心坚持支持优秀青年教师发展，加大力量搭建青年人才的成长平台，2015 年以来所设立的青年创新基金已支持了 140 余位青年教师的自主科研工作。清华信息青年学者沙龙是信息国家研究中心和信息学院共同主办的特色活动，旨在助力我校信息领域青年学者交流，帮助青年学者快速成长。本次沙龙活动结束后，相关成果将继续在 FIT 楼一层大厅展示，欢迎广大师生前来看展、交流。

◆ 科研动态

方璐课题组在光子深度学习领域取得进展

清华大学信息国家研究中心首席科学家、电子工程系方璐教授课题组提出了光子深度学习架构与芯片，突破了深层光计算的误差累积难题，首次实现了百层亿级参数的深度光子神经网络。

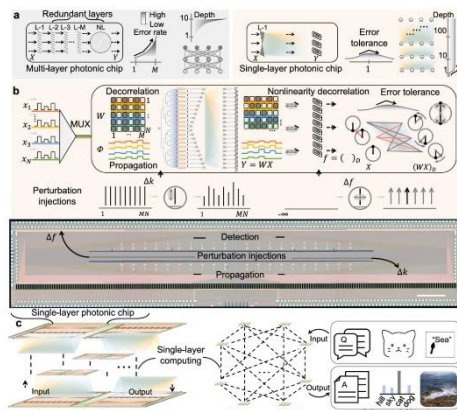
人工智能发展对算力的需求，呈现远超摩尔定律增长的趋势。光计算以光子为信息载体，以光的受控传播实现计算，在算力和能效上具备突出的优势。然而，光计算长期面临数值误差在深层传播中快速放大的困境，难以支撑大规模深层计算。

本研究刻画了片上光子神经网络的传播冗余特性，构建了可量化的误差传播模型，提出了可极联的单层光计算（SLiM）架构。团队基于光传播的带宽优势提出空间光谱耦合的计算芯片架构，将片上单路光信息通量扩容至 256 通道，单路光计算带宽达 THz；构建片内主动注入扰动计算结构，打破光路固有波长关联制约，仅需单层传播即可实现信息通量内任意规模、任意维度矩阵计算；针对深度级联难题，提出层间探测扰动非线性激活机制，从物理层面切断误差递增链条。任意矩阵映射能力与深度级联机制有机融合，进一步支持卷积核变换、注意力算子等计算单元的自由构建。借此，深度光子神经网络中的物理传播层和非线性层被压缩为单次光传播与探测激活，保持光计算速度规模优势的同时有效抑制模型误差累积。

基于 SLiM 架构及芯片，团队构建了 100 层的光子深度网络，实现了 ImageNet-1000 完整数据集分类，准确率为 85.2%；进一步实现了 384 层与 640 层的 Transformer 光子大模型，参数规模为 0.345B 与 0.192B，支撑文本生成与图像生成。

本工作突破了误差累积这一长期困扰深度光计算的核心瓶颈，提出了可在物理层面抑制深度误差传播的光计算机机制，并实现了可扩展至百层的深度光子神经网络新架构，探索了光计算领域层数扩展的有效路径，有望为未来人工智能大模型、复杂智能任务提供光子算力支撑。相关研究以“Hundred-layer photonic deep learning”为题发表于 Nature Communications。清华大学电子工程系博士后周天凯和博士生姜一洲为该工作的共同第一作者，方璐教授为通讯作者。该研究得到科技部重大项目、基金委杰青项目、中国科协青托项目的支持。

谢震、张学工课题组提出结构特征提取增强的 RNA 语言模型 ERNIE-RNA



光子深度学习计算架构与芯片

近日，清华大学信息国家研究中心、自动化系谢震、张学工课题组，与原微软科学智能研究院、北京中关村学院秦涛团队在一项最新研究中，提出了一种针对 RNA 序列的语言模型，ERNIE-RNA（基于碱基配对约束的增强型 RNA 语义表征方法）。该模型增强了 RNA 序列结构信息的高维语义特征提取，在 RNA 二级结构预测、RNA-蛋白质结合位点预测、剪切位点预测等下游任务中表现优异。相关研究成果以“ERNIE-RNA：融合结构增强表示的 RNA 语言模型”（ERNIE-RNA: an RNA language model with structure-enhanced representations）为题，于 11 月 18 日发表于《自然·通讯》（Nature Communications）期刊。



RNA 是生物体内常见的重要大分子，通常通过碱基互补配对折叠成特定的空间结构以发挥功能。它不仅作为遗传信息的载体，在生物进化中发挥了关键作用，同时也是众多复杂生命过程中的核心调控元件。随着高通量测序技术的迅速发展，研究人员开始尝试从海量 RNA 序列中挖掘高维、稠密的语义特征，以揭示其结构与功能机制，并陆续提出了一系列 RNA 语言模型。然而，这些方法多为直接迁移自然语言处理领域的技术，缺乏对 RNA 序列内在生物学特征的深度建模。少数工作引入了共进化信息或预先预测的二级结构数据以辅助模型构建，但这类方法往往存在信息噪声引入、泛化能力不足等问题。因此，如何设计一种简洁高效、能够充分体现 RNA 内在结构特征的建模方式，仍然是人工智能科学领域亟待解决的核心挑战。

针对这一问题，研究团队提出了一种融合 RNA 结构先验信息的语言模型建构方法，即通过引入 RNA 碱基互补配对的结构先验信息，将其编码到模型的自注意力矩阵中，使注意力机制能够显式地体现序列的空间结构意义，从而在语义特征的学习过程中更好地保留 RNA 的内在结构约束。在该机制下，第一层特征处理单元的注意力偏置项由根据碱基配对规则在一维序列上计算得到的位置对矩阵替代，而从第二层起，各层的偏置项则由前一层的注意力图动态更新，实现结构信息在层间的迭代传递。这一设计使模型在训练早期即注入结构先验，并在层级迭代中不断优化注意力模式，最终形成精准且具备较强泛化能力的 RNA 结构表示。

基于 ERNIE-RNA 提取的高维稠密序列表示及注意力图等语义特征，研究人员在 RNA 二级结构预测任务中取得了当前的最佳性能，与多种传统热力学方法及深度学习方法相比表现出更优的泛化能力。此外，在 RNA 三维接触预测、RNA-蛋白质结合位点预测等一系列与结构和功能相关的下游任务中，ERNIE-RNA 同样展现出优秀的性能，验证了其所提取语义特征的高度通用性。该研究不仅为 RNA 结构与功能解析提供了有效工具，也为未来 RNA 生物学研究开辟了新的技术路径。值得强调的是，该研究提出的结构增强型注意力机制验证了在语言模型架构中融合

领域特定先验知识的有效性,这一策略对于提升生物分子序列分析的表现具有普适价值,未来有望推广至蛋白质、DNA 以及更复杂的分子体系的预训练语言模型中,从而增强人工智能在生命科学领域的应用。

清华大学信息国家研究中心、自动化系谢震副教授、张学工教授,原微软智能科学研究院、北京中关村学院秦涛教授为论文的通讯作者。清华大学自动化系硕士研究生尹伟杰、博士研究生张昭煜、博士研究生张硕,原微软智能科学研究院、北京中关村学院何亮研究员为论文的共同第一作者。清华大学自动化系江瑞教授、硕士生张芮扬,北京合生基因科技有限公司、北京同仁医院刘淦博士,合生北因(青岛)有限公司王景仪参与了该项目研究。

◆ 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 105 期)举办

11 月 6 日晚,北京信息科学与技术国家研究中心系列交叉论坛(第 105 期)通过线上会议和直播的形式举办,本次论坛邀请了北京航空航天大学人工智能学院蓝天杰出教授,工信部“空天宽频段探测与智能感知”重点实验室主任,中国光学工程学会常务理事赵慧洁作题为“智能时代的三维视觉测量:挑战与机遇”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 80 余人通过腾讯会议在线参加论坛,累计约 31 万人次通过上直播、新浪、百度、视频号等直播平台在线观看。



赵慧洁作报告

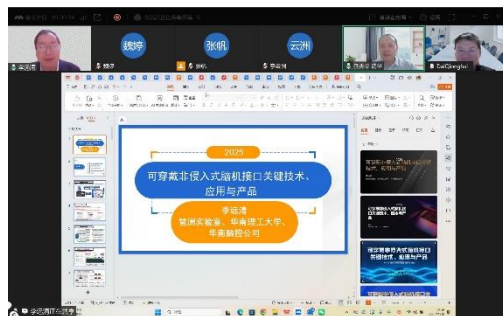
在智能制造与具身智能蓬勃发展的背景下,三维视觉测量作为信息获取的核心环节愈发关键。然而,传统三维测量系统在面对复杂材质或结构的被测物时,若不喷涂亚光粉易出现数据空洞,而手持式测量系统又存在耗时久、精度有限等问题。因此,针对这些特殊表面的通用的免喷涂测量方法是三维测量领域亟待解决的难题。报告中,首先介绍了新型并行单像素成像技术,可实现通用三维视觉信息获取,为复杂表面免喷涂测量难题提供解决方案。同时,报告强调建立视觉测量坐标溯源标准的紧迫性,以推动行业规范化发展。此外,赵慧洁还展望了在具身智能、现代制造业数字化转型中亟待突破的学科交叉技术,为智能产业发展注入新动能。

问答环节,赵慧洁就三维测量如何在效率、精度与时间成本间实现最优平衡,及人形机器人使用三维测量的途径有哪些等问题进行充分解读。



北京信息科学与技术国家研究中心系列交叉论坛（第 106 期）举办

11 月 21 日晚，北京信息科学与技术国家研究中心系列交叉论坛（第 106 期）通过线上会议和直播的形式举办，本次论坛邀请了华南理工大学教授、人工智能与数字经济广东省实验室（广州）常务副主任李远清作题为“可穿戴非侵入式脑机接口关键技术、应用与产品”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 70 余人通过腾讯会议在线参加论坛，累计约 29 万人次通过上直播、新浪、百度、视频号等直播平台在线观看。



李远清作报告

目标检测性能提升与多维控制实现，是脑机接口研究的两大核心，更是其走向临床的关键瓶颈。报告开篇便针对性提出解决方案，介绍了多种多模态脑机交互方法，为突破技术难题提供了全新思路。李远清详细展示了系列定制化解决方案：为高位截瘫患者打造的一体化环境控制系统，助力其自主掌控生活；针对中风患者的上肢康复系统，为功能恢复提供精准助力；面向意识障碍患者的检测诊断与康复预测系统，为病情评估与治疗提供科学支撑。此外，面向心理健康领域的情绪调节、专注力训练及正念冥想系统，也拓展了脑机接口的应用边界。最后，李远清分享基于上述脑机接口系统的产业化及应用情况，介绍了其团队研发的脑机 AI 鼠标、脑机 AI 轮椅、脑机 AI 智慧病房、专注力训练产品等系列成果。彰显了脑机接口技术赋能医疗健康的巨大潜力。

问答环节，李远清就非侵入式脑机接口技术的精准度，多模态脑机接口优势和未来应用等问题进行充分解读。

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：李琳

审核：王钰言

签发：丁贵广

联系电话：62792099

E-mail: bnrict@tsinghua.edu.cn