



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

2022 年 10 月刊

2022 年 10 月 31 日

本期导读

- 北京信息科学与技术国家研究中心系列交叉论坛（第四十九期）举办
- 北京信息科学与技术国家研究中心系列交叉论坛（第五十期）举办
- 李梢教授当选英国皇家生物学会会士
- 人工智能与脑智能（AI+BI）论坛举办
- 清华大学成像与智能技术实验室研制元成像芯片突破光学像差难题

◆ 焦点要闻

北京信息科学与技术国家研究中心系列交叉论坛（第四十九期）举办

10 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（第四十九期）通过线上会议和直播的形式举办，本次论坛邀请了中国工程院院士、浙江大学教授、计算机应用专家潘云鹤作题为“AI 趋向：知识的登台与升级”的报告。



潘云鹤作学术报告

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主持论坛。信息国家研究中心扩大会成员、团队负责人以及校内外师生 1100 余人通过腾讯会议在线参加论坛，累计约 37 万人次通过 IT 大咖说、新浪、百度等直播平台在线观看。

潘云鹤在报告中指出，基于深度神经网络的机器学习技术推动了新一代人工智能快速发展，在图像和视频等多媒体大数据智能相关的识别领域取得了显著进步。知识将以一种全新的姿态登上新一轮 AI 理论研究和创新应用的广阔舞台，驱动人工智能实现下一阶段的深入发展。视觉知识、多重知识表达、视觉理解等



技术和方法与深度神经网络以及知识图谱结合，将生成数据和知识双轮驱动的人工智能大潮。

在提问交流环节，潘云鹤同与会人员就在大数据知识工程方向应把握的要点，是否可借助语言大规模知识图谱构建视觉知识图谱，人类大脑的视觉知识如何表达，以及如何提取、表征视觉知识等问题进行了深入交流与探讨。

北京信息科学与技术国家研究中心系列交叉论坛（第五十期）举办

10 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（第五十期）通过线上会议和直播的形式举办，本次论坛邀请香港科学技术大学（广州）人工智能学域主任、讲座教授熊辉作题为《人工智能算法中的人和社会本质》（Human and Social Nature in AI Algorithms）的报告。



熊辉作学术报告

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。信息国家研究中心扩大会成员、团队负责人以及校内外师生 270 余人通过腾讯会议在线参加论坛，累计约 22 万人次通过 IT 大咖说、新浪、百度等直播平台在线观看。

算法受到自然界和人类生活的启发，是科技的一部分。由于计算机已被广泛用于解决人类的日常问题，算法在快速发展，对人类和自然界的算法思考也变得普遍。那么，算法的基本原理、性质与中国文化之间究竟有何联系？报告中，熊辉结合《易经》中的“不易”“简易”以及“变易”思想对算法在促进人类社会、创新中的作用进行了解读，阐述了算法的基本原理、性质与我们熟知的课堂知识、日常经验和中国文化之间的联系。

在提问交流环节，熊辉同与会人员就如何理解算法与 AI 的关系，人力资源管理领域利用算法或 AI 进行决策是否存在负面效应，以及未来哪些职业会被 AI 替代等问题进行了深入交流与探讨。

◆ 科学研究

李梢教授当选英国皇家生物学会会士

10 月 1 日，英国皇家生物学会（Royal Society of Biology）发来贺信，祝贺清华大学自动化系、信息国家研究中心李梢教授当选英国皇家生物学会会士（Fellow of the Royal Society of Biology, FRSB）。这是李梢继 2022 年 7



月入选英国皇家化学学会会士后获得的又一荣誉。英国皇家生物学会致力于推动与生命科学相关的教育及学术活动、业界发展及生物科技研发与政策发展，是全球具有重大影响力的生物学组织之一。

李梢，清华大学自动化系长聘教授、北京信息科学与技术国家研究中心精准中医团队负责人、生命科学学院兼职教授、北京市中医药交叉研究所所长。从事生物信息学、人工智能与中医药现代化研究，在建立中医药网络药理学理论与关键技术，促进胃癌极早期防治、中药精准研发等方面作出系统的创造性贡献。为英国皇家化学学会会士、世界中医药学会联合会网络药理学专委会会长、中国生物工程学会生物医药大数据专委会主委。主持国家自然科学基金重点项目、重大研究计划重点与集成项目、国际合作项目等 20 余项 英国皇家生物学会发来的贺信课题，发表论文约 200 篇，被引用 8900 余次，领衔制定网络药理学首个国际标准，主编首部《网络药理学》中英文专著；授权发明专利 22 项，发明的胃癌极早期细胞标志物、中医智能系统、中药新药等已成功转化，发明的关键技术已在 30 余项中药和标志物研发中转化实施。成果入选 2021 中医药十大学术进展、2019 中国生物信息学十大应用、2014 世界中医药十大新闻，连续三年入选全球前 2% 顶尖科学家终身科学影响力榜单，获中医药国际贡献奖一等奖、李时珍医药创新奖、中国全面小康十大杰出贡献人物等奖励，合作成果获国家科技进步二等奖、国家教学成果二等奖。



◆ 交流合作

人工智能与脑智能（AI+BI）论坛举办

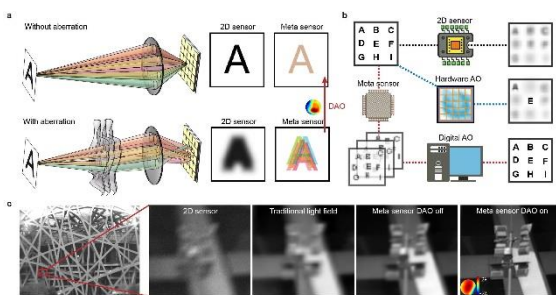
10 月 19 日至 21 日，由信息国家研究中心人工智能重点实验室主办的“人工智能与脑智能（AI+BI）论坛”成功举办。论坛围绕人工智能与脑智能领域的发展现状、面临挑战与未来思考展开报告与讨论。邀请了来自清华大学、北京大学、中国人民大学、华中科技大学等多所高校的人工智能与脑智能领域的多位专家作了精彩的报告，涉及神经计算建模、类脑智能应用、脑机接口、数据分析方法、机器视觉等多个主题。会议采取线上线下相结合的方式，分别在清华大学、三才堂写字楼、哈尔滨工业大学等多地线下或线上参会，吸引了超百人同时参与。人工智能重点实验室多位老师（朱军、胡晓林、苏航、陈键飞等）主持了论坛。张钹院士全程参与，并与参会师生开展了热烈讨论。

◆ 重点成果介绍

清华大学成像与智能技术实验室研制元成像芯片突破光学像差难题

完美光学成像是人类感知世界的终极目标之一，却从根本上受制于镜面加工误差与复杂环境扰动所引起的光学像差。《科学》杂志也将“能否制造完美的光学透镜”列为 21 世纪 125 个科学前沿问题之一。

近日，清华大学成像与智能技术实验室提出了一种集成化的元成像芯片架构(Meta-imaging sensor)，为解决这一百年难题开辟了一条新路径。区别于构建完美透镜，研究团队另辟蹊径，研制了一种超级传感器，记录成像过程而非图像本身，通过实现对非相干复杂光场的超精细感知与融合



元成像芯片成像原理与大范围像差矫正效果
(来源: Nature)

合，即使经过不完美的光学透镜与复杂的成像环境，依然能够实现完美的三维光学成像。团队攻克了超精细光场感知与超精细光场融合两大核心技术，以分布式感知突破空间带宽积瓶颈，以自组织融合实现多维多尺度高分辨重建，借此能够用对光线的数字调制来替代传统光学系统中的物理模拟调制，并将其精度提升至光学衍射极限。这一技术解决了长期以来的光学像差瓶颈，有望成为下一代通用像传感器架构，而无需改变现有的光学成像系统，带来颠覆性的变化，将应用于天文观测，生物成像，医疗诊断，移动终端，工业检测，安防监控等领域。

传统光学系统主要为人眼所设计，保持着“所见即所得”的设计理念，聚焦于在光学端实现完美成像。近百年来，光学科学家与工程师不断提出新的光学设计方法，为不同成像系统定制复杂的多级镜面、非球面与自由曲面镜头，来减小像差提升成像性能。但由于加工工艺的限制与复杂环境的扰动，难以制造出完美的成像系统。例如由于大范围面平整度的加工误差，难以制造超大口径的镜片实现超远距离高分辨率成像；地基天文望远镜，受到动态变化的大气湍流扰动，实际成像分辨率远低于光学衍射极限，限制了人类探索宇宙的能力，往往需要花费昂贵的代价发射太空望远镜绕过大气层。

为了解决这一难题，自适应光学技术应运而生，人们通过波前传感器实时感知环境像差扰动，并反馈给一面可变形的反射镜阵列，动态矫正对应的光学像差，以此保持完美的成像过程，基于此人们发现了星系中心的巨大黑洞并获得了诺奖，广泛应用于天文学与生命科学领域。然而由于像差在空间分布非均一的特性，该技术仅能实现极小视场的高分辨成像，而难以实现大视场多区域的同时矫正，并



且由于需要非常精细的复杂系统往往成本十分高昂。

早在 2021 年，戴琼海院士领导的成像与智能实验技术实验室研究团队发表于《细胞》杂志上的工作，首次提出了数字自适应光学的概念，为解决空间非一致的光学像差提供了新思路。在最新的研究成果中，研究团队将所有技术集成在单个成像芯片上，使之能广泛应用于几乎所有的成像场景，而不需要对现有成像系统做额外的改造，并建立了波动光学范畴下的数字自适应光学架构。通过对复杂光场的高维超精细感知与融合，在具备极大的灵活性的同时，又能保持前所未有的成像精度。这一优势使得在数字端对复杂光场的操控能够完全媲美物理世界的模拟调制，就好像人们真正能够在数字世界搬移每一条光线一样，将感知与矫正的过程完全解耦开来，从而能够同时实现不同区域的高性能像差矫正。

传统相机镜头的成本和尺寸都会随着有效像素数的增加而迅速增长，这也是为什么高分辨率手机成像镜头即使使用了非常复杂的工艺也很难变薄，高端单反镜头特别昂贵的原因。因为它们通常需要多个精密设计与加工的多级镜片来校正空间不一致的光学像差，而如果想进一步推进到有效的十亿像素成像对传统光学设计来说几乎是一场灾难。元成像芯片从底层传感器端为这些问题提供了可扩展的分布式解决方案，使得我们能够使用非常简易的光学系统实现高性能成像。在普通的单透镜系统上即可通过数字自适应光学实现了十亿像素高分辨率成像，将光学系统的成本与尺寸降低了三个数量级以上。

除了成像系统存在的系统像差以外，成像环境中的扰动也会导致空间折射率的非均匀分布，从而引起复杂多变的环境像差。其中最为典型的是大气湍流对地基天文望远镜的影响，从根本上限制了人类地基的光学观测分辨率，迫使人们不得不花费高昂的代价发射太空望远镜，比如价值百亿美元的韦伯望远镜。硬件自适应光学技术虽然可以缓解这一问题并已经被广泛使用，但它设计复杂，成本高昂，并且有效视野直径通常都小于 40 角秒。数字自适应光学技术仅仅需要将传统成像传感器替换为元成像芯片，就能为大口径地基天文望远镜提供了全视场动态像差矫正的能力。研究团队在中国国家天文台兴隆观测站上的清华-NAOC 80 厘米口径望远镜上进行了测试，元成像芯片显著提升了天文成像的分辨率与信噪比，将自适应光学矫正视场直径从 40 角秒提升到了 1000 角秒。

元成像芯片还可以同时获取深度信息，比传统光场成像方法在横向和轴向都具有更高的定位精度，为自动驾驶与工业检测提供了一种低成本的解决方案。而在未来，课题组将进一步深入研究元成像架构，充分发挥元成像在不同领域的优越性，建立新一代通用像感器架构，从而带来三维感知性能的颠覆性提升，或可广泛用于天文观测、工业检测、移动终端、安防监控、医疗诊断等领域。

上述成果于 2022 年 10 月 19 日以“集成化成像芯片实现像差矫正的三维摄



影”(An integrated imaging sensor for aberration-corrected 3D photography) 为题以长文(Article)的形式发表在《自然》(Nature)杂志上。

清华大学自动化系、信息国家研究中心戴琼海院士，电子系、信息国家研究中心方璐副教授为该论文共同通讯作者；自动化系、信息国家研究中心吴嘉敏助理教授，清华-伯克利博士研究生郭钰铎、自动化系博士后邓超担任共同一作；自动化系乔晖助理教授、以及清华-伯克利博士研究生张安科、清华大学自动化系卢志、清华大学自动化系谢佳辰三位博士研究生共同参与了该工作。该工作受到了国家自然科学基金委与国家科技部的资助。

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：丁贵广

联系电话：62792099

E-mail: bnrlist@tsinghua.edu.cn