

## 科技新闻

## ·卓越亮点·

## 用DNA搭建三棱柱可感知神经递质活跃区

多巴胺是大脑中至关重要的神经递质——它既调控着奖赏感知、运动协调和学习记忆等日常生理功能,浓度异常还与帕金森病、抑郁症、精神分裂症等神经疾病的发生密切相关。实时追踪细胞膜外多巴胺的动态变化,是揭开神经信号传递机制、理解疾病成因的关键。2025年8月5日,华东师范大学化学与分子工程学院刘蒙蒙团队开发出一种基于DNA三棱柱的新型荧光探针,实现了单细胞水平多巴胺释放的精准成像。

此前,基于荧光探针的多巴胺检测虽有高灵敏度、非侵入性等优势,但常因探针被细胞“吞入”(内吞)、难以标记细胞间隙,无法精准监测细胞膜表面的多巴胺变化。而此次团队设计的DNA三棱柱探针,恰好解决了这两大难题。

该探针的核心是由10条DNA链通过碱基互补配对搭建的“三棱柱”结构——它既有DNA分子的高稳定性,又能像“乐高”一样精准编程。团队在探针表面修饰了胆固醇分子,这种分子能与细胞膜高度亲和,将探针牢牢锚定在细胞膜上,避免被细胞内吞;同时,探针的一条侧棱上搭载了“多巴胺适配体”(一种能特异性结合多巴胺的DNA片段),还配套了荧光基团和淬灭基团:没有多巴胺时,适配体与淬灭链结合,荧光被“压制”;当多巴胺出现,它会优先与适配体

结合,使淬灭链脱落,荧光恢复——通过荧光亮度,就能“读”出多巴胺的浓度。

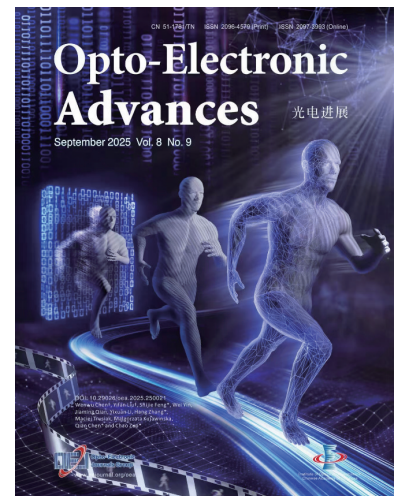
更重要的是,该探针还能同时锚定2个细胞形成“细胞簇”,意外发现细胞间隙的多巴胺浓度显著高于细胞本体区域——这提示神经细胞间的连接部位,可能是神经递质传递的“活跃区”,为理解神经突触传递机制提供了新视角。

(来源于中国科技期刊卓越行动计划入选期刊:《分析化学》, 2025,8(53))

## AI赋能超高速结构光三维成像

自胶片摄影时代以来,捕捉和记录高速动态过程便是光学成像领域的重要课题。随着电荷耦合器件和互补金属氧化物半导体等固态成像技术的快速发展,高速成像受到了越来越多的关注。高时间分辨率的成像手段能够“冻结”快速运动,精确捕捉物体的瞬态变化,在航空航天、工业制造等领域展现出了巨大潜力。

2025年8月4日,南京理工大学陈钱、左超等团队报道了一种新型结构光三维成像方法——基于双频角度复用的条纹投影轮廓术(DFAMFPP)。它把原本需要多次投影/采集的时序信息“压进”一张长曝光的叠加图里,再结合物理先验的深度神经网络把这张“合成帧”分解回连续时刻的相位图,从而把3D重建速度做到了相机原生帧率的16倍。团队实测在仅625 Hz相机下,仍可完成10000 Hz的三维成像,并成功



AI助力三维成像突破硬件限制

(图片来源:《Opto-Electronic Advances》)

捕捉到高速运行的涡扇叶片动态,这一思路等于绕开了“投影—采集——对应”的硬件锁死关系。

投影端按不同角度投射由“粗+细”2套条纹组成的双频图案,场景在运动时会把每一刻的形变编码到条纹相位里;相机只需1次长曝光得到一幅“多时刻叠加”的条纹图。之后,网络先在空间与频域联合提取特征,把叠加条纹拆成一串不同时刻的“子帧”,再利用数论约束的相位展开与物理驱动的条纹分析得到高精度绝对相位,从而恢复每一刻的三维形貌。

与传统结构光需高刷投影仪和高速相机同步不同,DFAMFPP把提速的负担转移到了“可学习的解码”上,实现“软件定义帧率提升”。研究人员强调,该法在高速、较大景深下仍保持较高精度,并在复杂动态场景中验证了鲁棒性。

(来源于中国科技期刊卓越行动计划入选期刊:《Opto-Electronic Advances》,2025,8(9))