

通用三维点扩散函数（PSF）工程助力可编程光学系统设计

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/36306.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

通用三维点扩散函数（PSF）工程助力可编程光学系统设计。

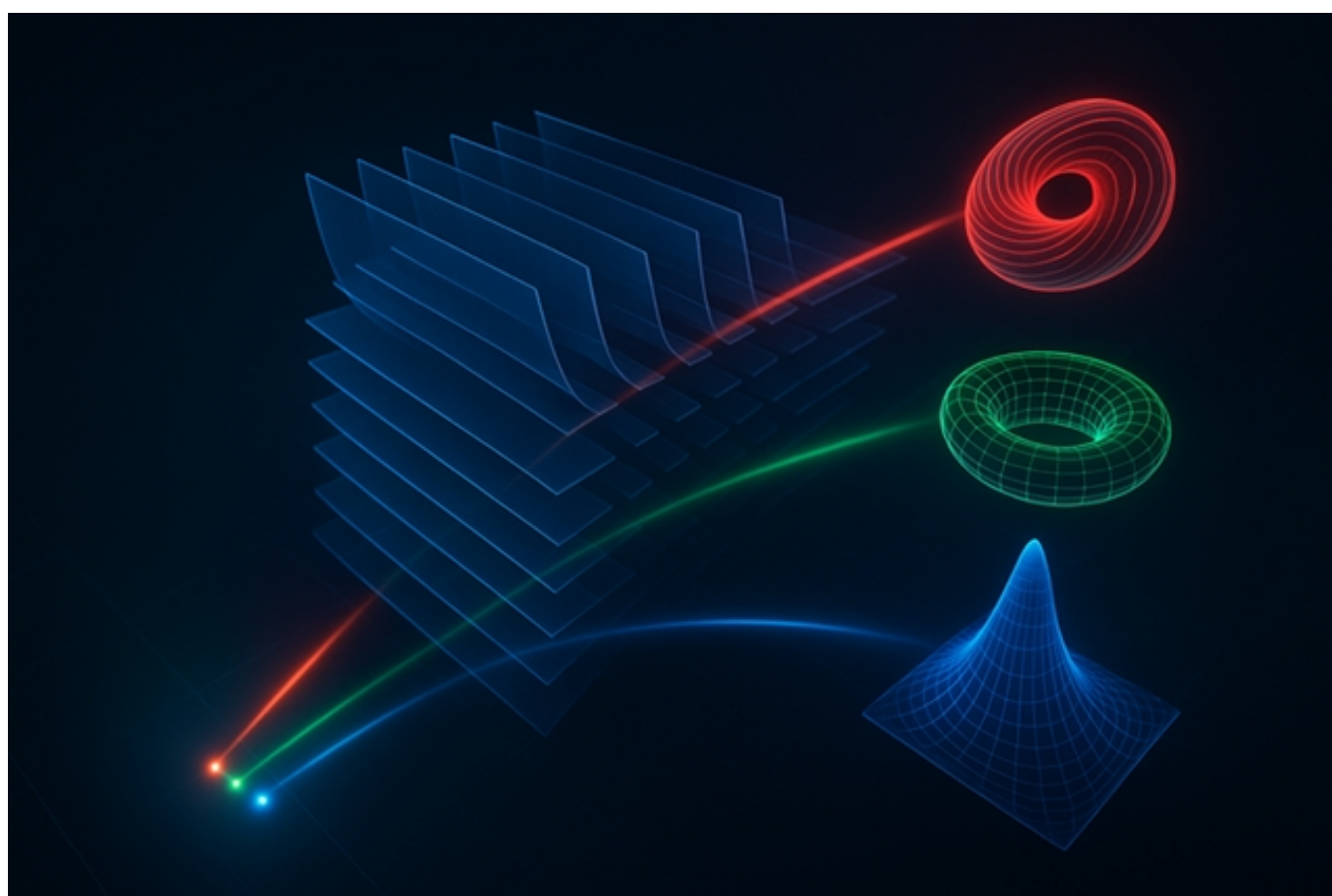


图1：多点光源通过全光衍射处理器生成空间变化的点扩散函数PSF（示意图）

导读

点扩散函数（PSF）工程是现代计算成像与高性能显微技术的核心。传统PSF设计方法受限于固定相位掩膜，难以实现空间上变化的复杂三维结构。近日，美国加州大学洛杉矶分校（UCLA）电气与计算机工程系Aydogan Ozcan教授的研究团队提出了一种通用PSF工程理论框架，基于深度学

优化的无源级联衍射表面（即衍射处理器）可合成任意空间变化的三维PSF结构，并且无需额外的轴向扫描、光谱滤波或数码重建，从而实现快照式三维多光谱成像。该研究成果为未来光学感知、光谱测量，计算成像和信息处理系统开辟了新路径。

相关研究以 Universal point spread function engineering for 3D optical information processing 为题，已发表于国际著名期刊《Light: Science Applications》。

研究背景

PSF定义了成像系统对点光源的响应形式，决定了空间分辨率与系统功能。传统PSF设计方法多基于焦平面相位掩膜，受限于结构简单、不可调控等问题，难以扩展至多维度、宽谱或多光谱任务。近年来，深度学习辅助设计的衍射光学元件展现出在计算成像中的巨大潜力，然而如何在空间非相干光条件下实现任意三维PSF合成仍是一个未解难题。

研究亮点

- 提出一套通用理论框架，在空间非相干照明下利用多层无源衍射表面实现三维空间中随空间位置变化的任意PSF结构的设计；
- 该方法本质上可模拟任意输入输出光强之间的线性变换，使得3D PSF在空间和深度上均灵活可控；
- 研究展示了无需光谱滤波器、机械扫描或后期重建的快照式三维多光谱成像应用的数值验证；
- 该框架不依赖复杂器件结构，具有良好的可扩展性与实际实现潜力。

总结与展望

本研究提出的衍射光学处理器3D PSF设计框架，为实现小型化、可编程、多功能的光学成像系统奠定了理论基础。其在无需扫描或滤波的条件下即可实现高分辨率三维成像，为未来在生物成像、光谱测量，自动驾驶、机器视觉和信息存储等领域的应用带来了巨大可能。该工作展示了深度学习与衍射光学结合在空间光调控方面的前沿能力，具有广阔的应用前景。（来源：LightScience Applications微信公众号）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41377-025-01887-x>

特别声明：本文转载仅仅是出于传播信息的需要，并不意味着代表本网站观点或证实其内容的真实性；如其他媒体、网站或个人从本网站转载使用，须保留本网站注明的“来源”，并自负版权等法律责任；作者如果不希望被转载或者联系转载稿费事宜，请与我们联系。

作者：Aydogan Ozcan 来源：《光：科学与应用》

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](http://iikx.com)转发