

---

# 嵌入“智能”的自适应显微镜

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/25915.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！*

嵌入“智能”的自适应显微镜。显微镜是生物化学、生理学和神经科学等广泛科学研究领域的重要工具，而自适应光学器件因其校正光波前畸变的作用在显微镜中使用。尽管在很大程度上提高了显微镜的成像质量，这种器件很难控制，因为样品结构和波前畸变在成像之前是未知的。传统的器件控制方法通常需要额外的波前传感器，从而加重了光学系统的复杂性和造价。过去提出的无传感器的方法通常需要迭代校正过程，从而导致样品的光损伤。到目前为止，还没有一种可以轻松实施并广泛运用于不同显微镜的统一方法。

在《Light: Science Applications》第12期的封面文章中，来自牛津大学的一组研究人员研发了一种基于机器学习的自适应光学控制（MLAO）方法，将自适应光学融入显微镜成像过程中，大大提高了成像质量。该项目由Schmidt AI in science fellow

胡琦博士领导，并由来自牛津大学工程科学系的 Martin Booth 教授监督。与传统的 AO 方法相比，这种新方法所需的样本曝光量更少，并且对一系列具有挑战性的成像任务更具稳定性，其应用包括应对高噪声水平、随机样本运动和成像中的闪烁事件的成像。该方法在双光子、三光子和宽视场三维结构照明超分辨率显微镜中得到了演示。与之前基于机器学习的方法不同，该方法中嵌入了物理理解，并提出了一种定制的卷积神经网络 (CNN) 架构，该架构比常用的其他 CNN 结构小几个数量级，并在架构中嵌入了成像过程的物理特性。作者在论文中表示，这意味着 CNN 内部结构不再需要被视为‘黑匣子’，而可以提供关于方法的运行方式以及如何从图片中提取像差信息的物理见解。

## 1. MLAO在不同显微镜里的广泛适用性

与以前需要特定光学设计或局限于某些显微镜的方法不同，该方法被证实可以适用于不同的显微镜。尽管针对不同的成像系统需要生成不同的训练数据集来模拟其物理模型，但是相同的MLAO框架是可以被通用的。当算法针对不同的成像任务进行训练时，CNN 架构也保持不变。论文中分别使用二光子、三光子和宽视场三维结构照明超分辨显微镜进行了演示，表明该方法通用性强、适用范围广。

## 2. MLAO具有更高效的算法并需要更少的样本曝光量

在文中，MLAO 与传统使用的方法进行了对比。统计结果表明，在大多数情况下，MLAO 方法需要更少的样本曝光量就达到了更好的效果，从而优于传统方法。仅在少数情况下，MLAO 方法的性能与传统方法相当。MLAO 比起传统方法也更加稳定可靠。

## 3. MLAO强大稳定，能应对各种高挑战性的成像任务

MLAO 方法还被证实可以使用在高挑战性的成像任务中，在例如有随机样本运动的实时成像任务和功能性动态成像任务中，传统方法通常会失败，MLAO却能成功提升成像效果。MLAO 还被证实在面对例如不同的成像采样速度、噪声水平和失焦结构等变化时，仍旧能工作的稳定可靠。

#### 4. MLAO有别于黑匣子算法，能提供物理见解

##### MLAO 算法中使用的 CNN

架构是专门为其应用而设计的，结构中含有显微镜成像的物理意义。通过将 CNN 中的权重与物理属性联系起来，不仅可以检查 MLAO 算法的性能，还可以了解其优缺点。这一独特的功能也为未来的方法设计提供了见解。

凭借其通用性和有效性，MLAO 方法在显微成像应用中具有巨大潜力，并且可以有益于包括生物化学、生理学、眼科和神经科学在内的广泛科学研究领域。

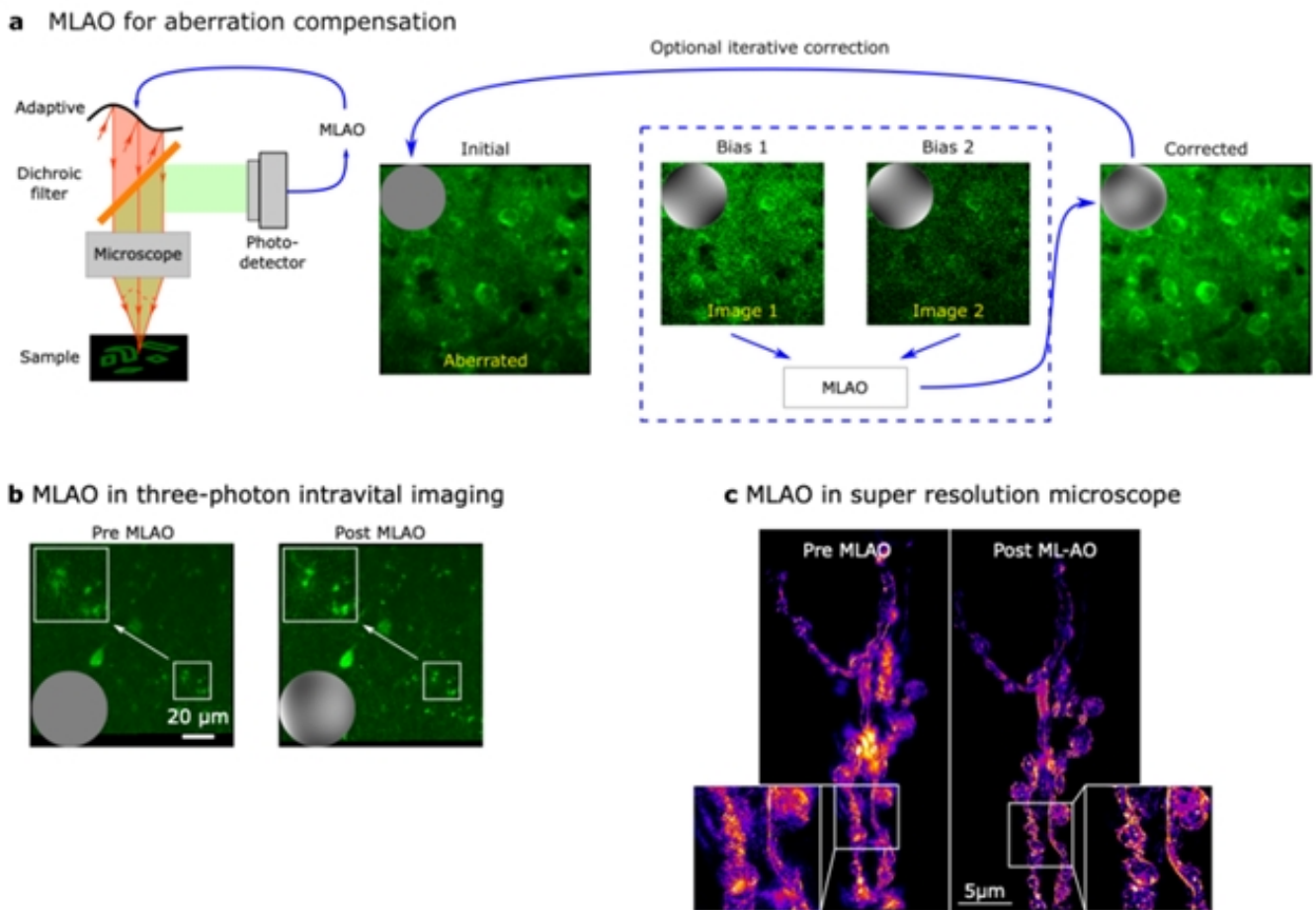


图 1 MLAO 方法在显微成像应用中的演示。(a) MLAO 嵌入显微镜控制中，通过调制照明光来提高成像质量。右侧显示了一个 MLAO 的工作周期的示例。运用 MLAO 处理两个样本图片后，成像质量大大提高，标记为校正后的图像比标记为初始的图像更亮、更清晰。(b) MLAO 用于小鼠大脑的三光子活体深层组织成像。使用 MLAO 后，细胞更亮、更清晰也更容易被辨识。(c) MLAO 用于果蝇幼虫神经肌肉接头的超分辨率成像。MLAO 后，图像更加清晰，解析了更多精细特征，并去除了六边形伪影。

---

该文章发表在国际顶尖学术期刊《Light: Science Applications》，题为Universal adaptive optics for microscopy through embedded neural network control。（来源：LightScienceApplications微信公众号）

相关论文信息：<https://www.nature.com/articles/s41377-023-01297-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：Martin Booth 来源：《光：科学与应用》

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

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