
大自旋规模组合优化问题求解加速研究获进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/41055.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！

大自旋规模组合优化问题求解加速研究获进展。

近期，中国科学院上海光学精密机械研究所团队在空间光子伊辛机（SPIM）求解大规模组合优化方面取得新进展。

组合优化问题广泛存在于人工智能、资源调度、路径优化等领域。0-1背包问题作为典型的NP难问题，是检验算法性能的基准之一，也是量子计算展现优越性的一类问题。当前，量子硬件难以在大规模组合优化问题中发挥作用。

伊辛模型作为量子退火和量子近似优化算法等量子方法的核心模型，为光子计算提供了数学映射方法。空间光子伊辛机（SPIM）凭借光学的并行低功耗特性，在求解大规模伊辛模型方面颇有潜力。然而，此前SPIM在背包问题上的成功演示仅限于小规模实例。将背包问题映射为伊辛哈密顿量时，构造的耦合向量中少数元素绝对值大于其余元素，导致量化时多数小值被压缩为零，信息严重丢失；同时高值元素仅占少数像素，光学信号极弱，难以从噪声中区分。

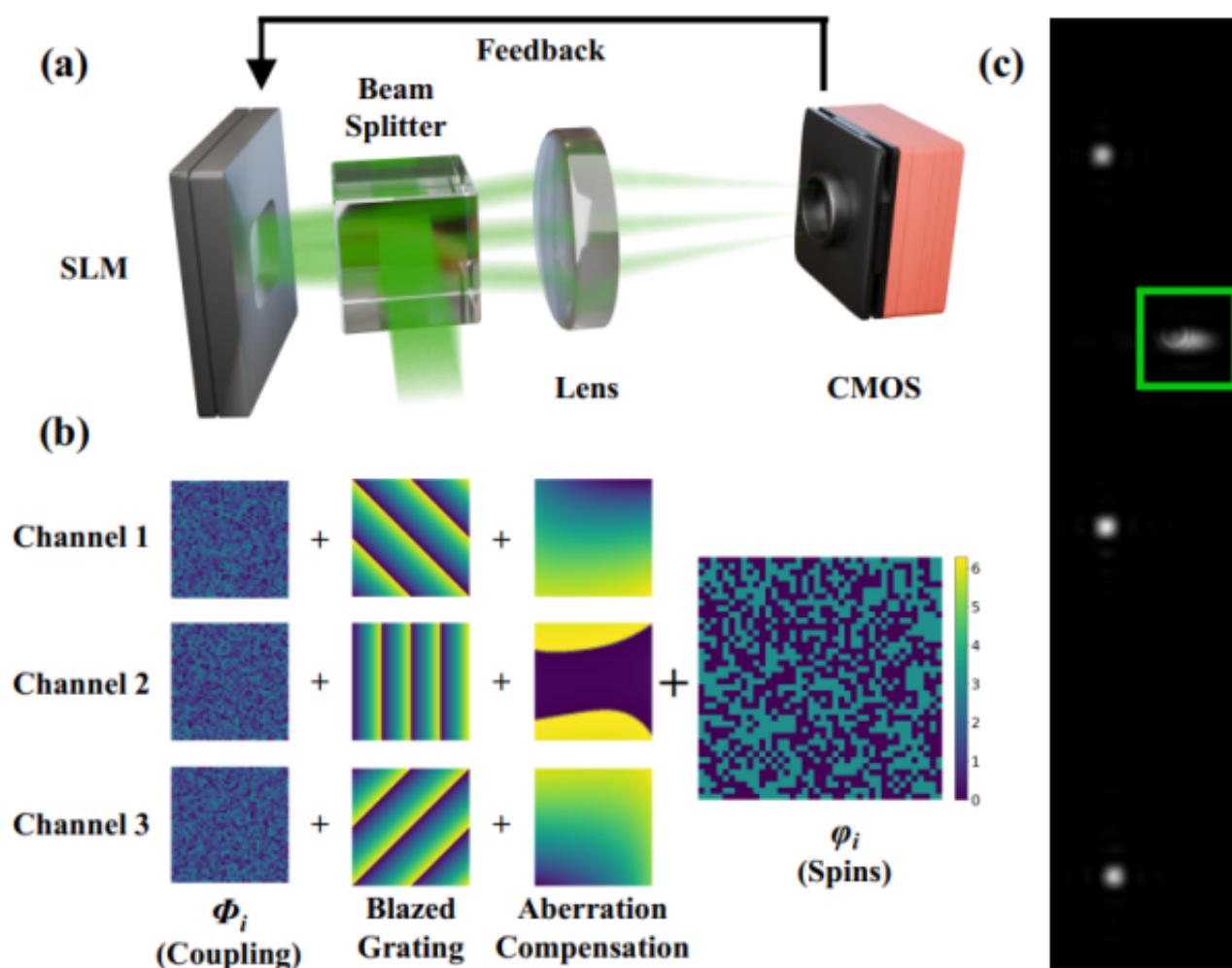
针对上述难题，研究团队提出了哈密顿量校准方案。该方案在光学域中将耦合向量中的异常大值直接置零，恢复明亮可测的衍射信号；通过解析校正公式在电子学域精确重建原始哈密顿量。这一策略规避了SLM量化精度的限制，实现了能量景观的准确还原。

基于三通道空分复用SPIM实验系统，团队在102,400个自旋的大规模背包问题上验证了该方法。实验显示，采用校准方案后，光学退火曲线与数字模拟高度吻合；而原始映射方案则丢失信号，结果完全失真。在100次重复实验中，SPIM获得的可行解平均精度达99.34%，接近电子计算机模拟的99.51%；SPIM单次迭代仅需0.572秒，优于电子计算机的10.798秒。SPIM在搜索中表现出更强探索性，在相同的有限求解次数中可找到总价值更高的优质解。

这项工作突破了SPIM在求解组合优化问题的规模化瓶颈，为具有类似极端耦合结构的组合优化问题提供了通用策略，展现了光电混合架构的实际应用前景。

相关研究成果发表在《光学快报》（Optics Letters）上。

[论文链接](#)



多通道空间光子伊辛机原理示意图

研究团队单位：上海光学精密机械研究所

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