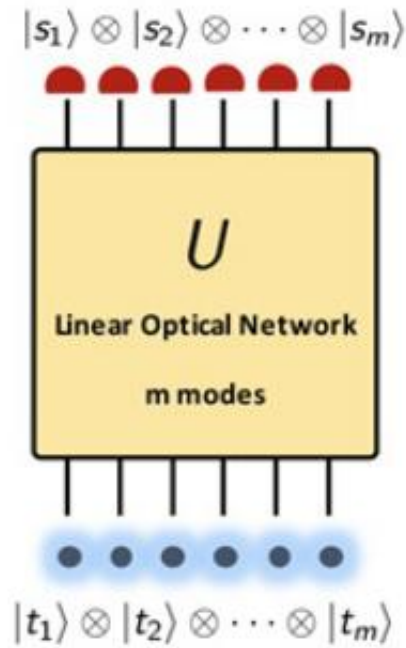

线性光学编码的Yes or No问题可被传统计算机破解

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/6434.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！

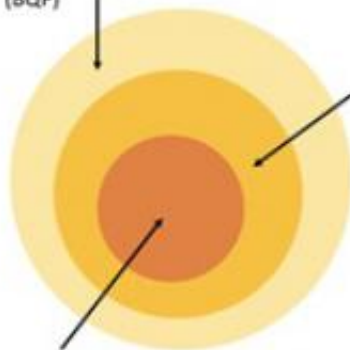


线性光学系统示意图

Hong-Ou-Mandel 实验为其 $m=2$ 的特殊情况

Quantum Computation

- Complexity Class: Bounded-Error Quantum Polynomial Time (BQP)



Probabilistic Classical Computation

- Complexity Class: Bounded-Error Probabilistic Polynomial Time (BPP)

Calculating Boson Amplitudes (in Linear Optics)

- Applicable to products of Fock basis
- Polynomial size optical circuit
- Within polynomial additive error

量子计算（外圈）、概率经典计算（中圈）和线性光学系统中玻色子振幅计算（内圈）三者的复杂性的关系

线性光学编码的Yes or No问题可被传统计算机破解。线性光学系统中光子数目守恒。理想情况下，如果一开始有100个光子，那么不管经过如何复杂的线性光学过程，最后得到的还是100个光子，一个不多一个不少。

光子属于玻色子，一般情况下它们之间没有相互作用，可是它们之间仍然可以产生干涉效应，展示出独特的量子物理特性。一个典型的例子就是Hong-Ou-Mandel实验：输入两个一模一样的光

子，经过一个简单的线性变换，两个光子就好像黏在一起，不愿意分开了。所以，线性光学系统是演示量子力学最好的物理体系之一，它不需要在极端低温环境下运行，只需要较为简单的科学装置。

近年，线性光学系统还促进了计算复杂性理论的研究。2012年，MIT的Scott Aaronson教授(目前任职于德克萨斯大学奥斯汀分校)提出，可以利用基于线性光学的玻色采样方法来实现量子(计算)霸权，也就是说当线性光学系统到达一定规模(一定光子数)，其采样过程将无法由经典计算机有效模拟，而只能由量子计算实现。这个想法在学术界中引发了一场关于量子霸权的竞赛。

这场竞赛美中不足的地方是，玻色采样的计算模型在实际生活中几乎没有任何应用。因此，Aaronson教授在2012年同时提出了一个公开问题：在决定性问题(Decision problem，其输出只能为是或否)上，是否也能由线性光学系统确定量子霸权的分界点?最近，华为量子软件与算法首席科学家、南方科技大学翁文康教授和合作者在《国家科学评论》(National Science Review, NSR)上发表论文，对Aaronson教授提出的公开问题进行了全面解答。

经过不懈的努力，翁文康教授团队推导出线性光学中跃迁概率的极限，约束了利用线性光学器件转移波色子的能力，并配合量子光学理论，开发出一个可以在经典计算机上快速执行的算法，证明由线性光学系统编码的所有振幅相关决定性问题都可以由经典计算方法解决。也就是说，Aaronson教授提出的利用线性光学编码决定性问题这一路线不能达到量子霸权，我们很可能需要比线性光学更为复杂的量子光学体系，才能在决定性问题上达到量子霸权。

作为量子物理和计算机科学的前沿交叉学科，量子信息科学的研究不断产生令人振奋的成果。翁文康教授团队的成果为量子光学的理论架构做出贡献，也提供了解决计算复杂性问题的新视角。我们可以预期，量子信息科学这一交叉领域中会有更多类似成果落地开花。

相关论文信息：<https://doi.org/10.1093/nsr/nwz048>

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