科学家实现基于量子随机行走的哈尔随机酉矩阵

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/17466.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！

科学家实现基于量子随机行走的哈尔随机酉矩阵。近日，上海交通大学物理与天文学院教授金贤敏课题组和意大利佛罗伦萨大学、英国帝国理工学院学者合作，在《物理评论快报》上发表论文，验证了三维光量子芯片上量子随机行走符合哈尔测度，首次在实验上实现基于量子随机行走的哈尔随机酉矩阵。

量子系统的随机运算在量子信息处理中扮演着重要的角色。特别是随着各种关于玻色采样的研究证明了量子计算的优越性，这些研究所需要的哈尔随机酉矩阵越来越受到人们的关注。

哈尔测度不仅是研究随机性的理论工具，也成为一个构建量子协议或算法的实用模块。该论文第一作者、上海交通大学物理与天文学院副研究员唐豪对《中国科学报》说，因此，被广泛应用于玻色采样、量子密码学、量子过程层析成象、纠缠生成、保真度估计等领域。

目前已报道的一些实验方案，有的基于通用量子线路，需使用大量的量子门；有的基于可编程光网络，需要使用光子分束器和干涉仪随模式数目平方级增加。

这些实现方式相对复杂，意大利佛罗伦萨大学教授L. Banchi等受量子控制及开放量子系统理论启发，推导出基于时间连续型量子随机行走，可以更高效地实现哈尔随机酉矩阵，可通过大量的量子随机行走演化结果的期望趋于均匀分布进行检验，但该方案从未被实验验证。唐豪说。

研究人员基于三维光量子芯片实现各种量子行走实验，通过对原理论方案进行改进，提出具体基于波导传输常数随机扰动的量子随机行走理论模型，更加直观看到实验图像，并经过数值推导验证符合哈尔测度。

实验中，通过经典随机数控制飞秒激光直写制备的实验参数，从而在阵列中引入不同强度的波导传输常数的扰动值，并将光子注入这样的大规模三维光波导阵列，进行量子随机行走。实验证明，大约8厘米的演化逐渐符合哈尔测度（范数趋向于零），这和理论模拟结果相一致。对于不加传输常数扰动的纯量子行走，则范数无法减小，体现了量子随机行走构建哈尔随机酉矩阵的特有优势。

这证明了在现有的光量子芯片技术内，通过选择合适的实验参数，可以完全实现符合哈尔测度的随机酉矩阵。金贤敏告诉《中国科学报》，在以后的应用中，每次只需要制备一组特定实验参数的量子随机行走，它就可被认定为哈尔随机酉矩阵，可应用于玻色采样等一系列量子信息处理模块中。因此大规模三维光量子芯片及灵活的随机扰动引入方式，为构建哈尔随机酉矩阵带来了相比以往更加高效的创新实现途径。(来源：中国科学报 陆琦 张双虎 黄辛)

相关论文信息：https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.128.050503

版权声明：凡本网注明来源：中国科学报、科学网、科学新闻杂志的所有作品，网站转载，请在正文上方注明来源和作者，且不得对内容作实质性改动；微信公众号、头条号等新媒体平台，转载请联系授权。邮箱：shouquan@stimes.cn。
作者：金贤敏等 来源：《物理评论快报》

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转发