量子计算迈向纠错

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/14675.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！

量子计算迈向纠错。美国谷歌公司的物理学家们在向保护量子计算机中微妙信息不被错误抹杀方面迈出了重要的一步。虽然，研究人员还不能弥补所有类型的错误——这是建造一个成熟量子计算机的必要步骤，但该实验演示或为可扩展容错量子计算机的开发铺平了道路。7月14日，相关论文刊登于《自然》。

20多年来，物理学家和工程师一直致力于开发量子计算机，这种计算机有朝一日可能会解决任何传统计算机无法解决的问题，比如破解目前用于保护互联网信息的加密方案。从智能手机到超级计算机，传统计算机在0和1的二进制系统上运行，称为比特。相比之下，量子计算机在量子比特上运算，量子比特可以被设置为0、1，或者同时设置为0和1的任意混合，比如30% 0和70% 1。

然而，量子计算机和经典计算机一样，很容易出现由底层物理系统噪声引起的错误。处理这些错误是一项艰巨的挑战。普通计算机可以通过简单地复制比特，并使用这些副本来验证正确状态进而防止错误。但量子计算机无法做到这一点，因为量子力学禁止将一个量子比特的未知状态复制给其他量子比特。

目前，一种解决办法是在计算机操作中加入一种能在错误出现时发现并纠正这些错误的方法。另一种量子纠错方法使用量子纠错码，通过将多个量子比特当作一个逻辑量子比特，从而在不破坏逻辑量子比特中存储信息的情况下，发现并纠正错误。为了实现量子计算的潜力，逻辑错误率必须保持在很低的水平。

于是，研究人员将数据量子比特与所谓的辅助量子比特交错，并在每个辅助者及其邻居之间建立了一种称为纠缠的量子链路。通过反复测量辅助量子比特，研究人员可以判断相邻的数据量子比特是否相互翻转——而无需直接测量数据量子比特。

谷歌物理学家、该论文通讯作者Julian Kelly和同事，研究了量子处理器悬铃木的量子纠错能力。悬铃木包含一个54超导量子比特的二维阵列。研究人员运行了两种量子纠错码，一种是最多由21个量子比特组成的一维链重复码，用来测试错误抑制能力；另一种是由7个量子比特组成的二维表面码，作为与更大码的设置相容性的原理验证实验。

研究表明，将重复码基于的量子比特数量从5个提高到21个，对逻辑错误的抑制实现了最多100倍的指数增长。这种错误抑制能力在50次纠错实验中均表现稳定。

但Kelly表示，尽管如此，该团队只是在走向完全纠正错误的中途。首先，研究人员没有将翻转的物理量子比特推回到最初状态。

更重要的是，该团队不能同时解决两种可能影响量子比特的错误：比特翻转（交换量子态的0和1部分）和相位翻转（改变了0和1部分在数学上的啮合方式）。在任何给定的实验中，研究人员只能抑制其中一种错误。

英国伦敦帝国理工学院的Peter Knight表示，谷歌的研究正在朝着未来量子计算机所必需的某些东西迈进。因为如果没有这个进步，人们仍然无法确定通向容错的路线图是否可行。但他表示，要真正建立有效的纠错机制将是一个巨大的挑战，这意味着要构建一个拥有更多量子比特的处理器。（来源：中国科学报唐一尘）

相关论文信息：https://doi.org/10.1038/s41586-021-03588-y

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：Julian Kelly 来源：《自然》

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