

目前世界上最快的超级计算机,求解特定数学问题约需10的42次方年,“九章四号”只需要25微秒

中国量子计算再破纪录 独家揭秘“九章四号”

目前世界上最快的超级计算机,求解特定数学问题约需10的42次方年。由中国科学家最新研制成功的“九章四号”量子计算原型机只需要25微秒,比超算快超过亿亿亿亿倍。

什么是量子计算机?它和我们日常用的电脑有什么区别?“九章四号”为何那么强?这次成果意味着啥?新华社记者独家采访科研团队,带来权威解读。

■本版文/图:新华社

问:啥叫量子计算机?

答:量子计算机是一类遵循量子力学规律进行高速数学和逻辑运算、存储及处理量子信息的物理装置。与经典计算的普通比特不同,量子计算机用的量子比特不是只有“0”或“1”,而是可以同时处于“0”和“1”的叠加态。借助叠加态与纠缠态,量子计算能够在同一时间并行处理大量计算路径,在特定问题上实现指数级加速。

目前主流量子比特技术路线包括超导、离子阱、光量子和中性原子等。“九章四号”是光量子计算原型机,使用光子来编码量子比特,通过对光子的量子操控及测量来实现量子计算,是“九章”(2020年)、“九章二号”(2021年)、“九章三号”(2023年)量子计算原型机的再升级版。

问:1024个量子压缩态、8176模式、3050个光子是啥意思?

答:“1024个量子压缩态”可以通俗地理解为这台量子计算机运行时的“高能燃料”。在光量子计算中,压缩态光子具有极其特殊的量子特性,是构建复杂量子纠缠的基础。

“8176模式”指的是光子在计算网络中可以穿梭的“路径”或

“维度”的总数。你可以把这想象成一个有着8176个出口的超级三维立体迷宫,光子在里面进行极复杂的干涉游走。

“3050个光子”就是3000多个量子比特。此前,“九章三号”探测和操纵255个光子,“九章四号”提升了10倍多,意味着系统能够代表和处理的计算状态空间呈指数级增长,标志着人类操控微观量子世界的规模有了数量级的跨越。

问:“九章四号”最大的技术突破在哪?

答:光量子计算走向更大规模一直被一个叫“光子损耗”的“拦路虎”阻挡:随着光学网络越来越大、越来越复杂,光子在里面极其容易跑丢,从而大幅削弱计算能力。

此次最大的技术突破在于团队首创的“可编程时空混合编码”架构。过去如果要扩大规模,只能通过增加光学器件,导致设备庞大且损耗极高。“九章四号”让光子在时间和空间两个维度上同时发生干涉,极大提升了整个网络的连通性,又兼顾控制了物理器件的规模,进而获得了对高达3050个光子的操纵和探测能力,带来算力的指数级提升。

问:这次成果意味着啥?

答:目前“九章”系列是极为强大的专用量子模拟机,它只擅长解决“高斯玻色取样”这样特定的数学问题。这个数学问题短期内可用于图像识别、图论计算等,长远还能生成玻色纠错码,是未来打造高稳定通用量子计算机的关键。

“九章四号”在规模与低损耗的双重领先优势为构建“万亿量子模式的三维簇态”和未来的“容错光量子计算硬件”提供了可能,为未来的通用量子计算机奠定了坚实基础。

实现通用量子计算机,需要操纵上百万个量子比特,同时也要具备纠错能力。这些都需要在现有量子计算原型机基础上不断迭代,慢慢实现。

中国科学家成功研制“九章四号”量子计算原型机

记者5月13日从中国科学技术大学获悉,该校潘建伟、陆朝阳、张强、刘乃乐等组成的研究团队,联合济南量子技术研究院、山西大学、清华大学、上海人工智能实验室、崂山实验室、国家并行计算机工程技术研究中心等单位,成功研制出1024个量子压缩态输入、8176模式的可编程量子计算原型机“九章四号”,首次操纵和探测高达3050个光子的量子态,再度刷新光量子信息技术世界纪录,求解高斯玻色取样问题比目前全球最快的超级计算机快10的54次方倍。国际知名学术期刊《自然》13日发表了该成果。

量子计算机是遵循量子力学规律进行高速数学和逻辑运算、存储及处理量子信息的物理装置,具有远超经典计算机的并行计算能力。目前主流量子计算技术路线包括超导、离子阱、光量子和中性原子等。作为光量子计算原型机,“九章”系列使用光子来编码量子比特,通过对光子的量子操控及测量来实现量子计算,自2020年成功构建以来,历经“九章二号”“九章三号”等升级迭代,实现“量子优越性”,多次刷新世界纪录。

然而,由于编码线路日益庞大复杂,不可避免的光子损耗一直严重制约着光量子计算的能力。中国科大教授陆朝阳告诉记者,此次研究团队研发了高效率的光参量振荡器光源和时空混合编码干涉仪,将1024个高效率压缩态光场集成到一个时空混合编码的8176模式线路中,实现了连接度的立方级扩展,进而获得了对高达3050个光子的操纵和探测能力,远超255个光子的“九章三号”。

数千光子的操控规模带来算力的指数级提升。“九章四号”在执行高斯玻色取样任务中,生成一个样本仅需25微秒,而使用目前世界上最强大的超级计算机和最好的经典算法,需要超过10的42次方年的时间,量子优势比达到10的54次方量级。

记者了解到,“九章四号”成果代表了低损耗光量子处理器在规模和复杂度上的重大飞跃,进一步巩固了我国在光量子计算领域的世界领先地位,为构建“万亿量子模式的三维簇态”和未来的“容错光量子计算硬件”提供了更多可能性。



■“九章四号”量子计算原型机局部。

