

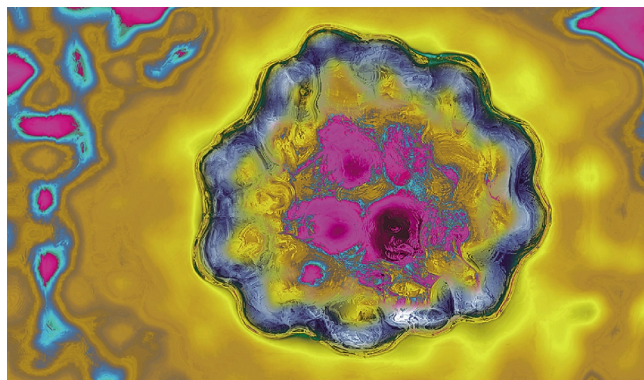
量子计算机首次编码一个完整基因组

本报讯 具有里程碑意义的人类基因组解码工作在 21 世纪初完成后, DNA 测序技术迎来了爆炸式增长, 而传统计算机已难以应对海量数据和激增的算力需求。这也推动了替代解决方案的发展。

如今, 量子计算距离实现这一目标又近了一步。科学家宣布, 他们首次将一个完整的基因组——丁型肝炎病毒基因组编码到量子计算机上, 从原理上证明了这类机器未来有望助力基因组学研究。相关研究结果近日公布于 arXiv。

“这是至关重要的一步。”意大利国际高等研究院的 Guglielmo Mazzola 表示, “想要处理基因组, 首先必须把数据载入进去。”但他提醒, 在量子计算机能够处理更大的基因组或真正对这些数据开展分析前, 很难判断它是否会超越其他先进的技术。“量子计算能否真正带来好处, 目前仍不清楚。”

与传统计算机以 0 和 1 的二进制编码信息不同, 量子计算机依靠量子比特运行, 后者可以被设定为 0、1, 或同时处于 0 和 1 的叠加态。理论上, 这种并行状态让量子计算机能够处理传统计算机无法解决的问题。原则上, 量子计算机可以将多种可能的答案表示为量子比特上的波状态, 从而提升某些问题的优化速度。随着这些状态的演化,



丁型肝炎病毒基因组成功载入量子计算机。

图片来源: James Cavallini

它们会像水面的涟漪一样相互干涉, 出现更优解的可能性更大, 出现较差解的可能性更小。

这种方法为研究人类及其他生物体内海量的遗传变异带来希望。尽管遗传学家一直依赖以单一线性序列为代表的参考基因组, 但他们正越来越多地转向泛基因组, 后者被视为个性化医疗和理解病原体演化的关键, 但它们在计算上很复杂。构建和分析泛基因组需要在海量、交错的序列组合“迷宫”中寻找路径, 而这正是量子计算机擅长的。

量子生物计划 (Q4Bio) 是由惠康飞跃资助的一个 5000 万美元的项目。惠康飞跃是源自英国慈善机构惠康基金会的一个高风险生物医学资助机构, 旨在推动此类与健康相关的量子计算应用。共有 12 个团队经历了一场“饥饿游戏”般的竞争, 通过展示在各自领域

的量子优势, 换取奖励和后续融资。

由英国牛津大学的 Sergii Strelchuk 与惠康桑格研究所的研究人员开展的量子泛基因组项目, 是进入 Q4Bio 决赛的 6 个项目之一。Strelchuk 团队开发的算法, 能够高效地压缩 DNA 序列并将其编码为量子态。

团队最初打算用感染细菌的 Φ X174 病毒进行测试。该病毒于 1977 年成为首个完成 DNA 完全测序的生物体。但 Φ X174 的 5386 个碱基需要一台拥有 387 个量子比特的量子计算机。而研究人员使用的 IBM 处理器只有 156 个量子比特。

团队于是转向丁型肝炎病毒, 它仅有约 1700 个 RNA 碱基, 是已知最小的人类病毒基因组。研究人员最终用 117 个量子比特成功编码了丁型肝炎病毒的遗传信息。

“我们才刚刚起步。”惠康桑格研究

所首席信息官 James McCafferty 表示, 他们目前正在商议如何处理这些编码数据。团队希望开发一个在线界面, 供研究人员未来上传、处理和分析序列使用。

美国弗吉尼亚大学的 Stefan Bekiranov 称赞了这一技术成就, 但认为量子基因组学短期内不会快速发展。Strelchuk 则持乐观态度, 认为未来几年, 随着基因组数据压缩与编码方法的进步, 加上更大、更稳定的量子计算机的出现, 这项研究必将进一步深入。

Strelchuk 补充说, 尽管将量子计算机应用于拥有 31 亿个碱基对的人类基因组仍是一个遥远的目标, 但研究人员可以先聚焦更短、在医学上重要且高度变异的 DNA 区域。

Q4Bio 的其他项目团队对此同样乐观。美国芝加哥大学的 Fred Chong 负责一个关于癌症生物标志物的项目, 他开发了一个量子-经典混合算法, 用于在海量癌症样本数据集中挖掘可用来预测疾病的模式。尽管因量子比特数量有限, 该方法目前在量子计算机上仍无法超越经典方法, 但 Chong 认为, “我们预计未来两三年内将具备这一能力”。 (王方)

相关论文信息:

<https://doi.org/10.48550/arXiv.2604.06106>

几分钟剧烈运动降低 8 种疾病风险

本报讯 近日发表于《欧洲心脏杂志》的一项研究表明, 每天只需进行 15 到 20 分钟的剧烈运动, 便可显著降低患关节炎、心脏病和痴呆症等多种主要疾病的风险。

为探索这种关联, 一个国际研究团队分析了近 9.6 万人的数据, 将他们的整体活动水平与剧烈运动进行了比较, 进而追踪了参与者患 8 种主要疾病的风险。结果发现, 即便是追公交车这样的短暂高强度运动, 也会降低患病与死亡的风险。这种保护作用对关节炎等炎症性疾病、心脏病和中风等严重心血管疾病以及痴呆症尤为显著。

论文共同通讯作者、中南大学湘雅公共卫生学院教授沈敏学指出, 体

育活动能够降低慢性病和过早死亡的风险, 且越来越多的证据表明, 剧烈运动在单位时间内比中等强度的运动带来的健康益处更大。然而, 关于剧烈运动相对于整体活动水平的重要性仍存在疑问。

所有参与者均来自“英国生物银行”的研究, 他们佩戴了一周的腕式加速度计, 后者捕捉了详细的运动模式, 包括那些人们可能不记得或未报告的短暂剧烈运动。利用这些数据, 研究人员计算出他们的活动总量, 以及那些足以令人呼吸困难的活动量。

随后, 研究团队将这些测量结果与参与者在接下来的 7 年内死亡或患 8 种严重疾病的风险进行了比较, 包括重大

心血管疾病、心律失常、2 型糖尿病、免疫介导的炎症性疾病、肝病、慢性呼吸系统疾病、慢性肾病和痴呆症。

结果显示, 剧烈运动占比较大的人, 在这些疾病中面临的风险要低得多。与不进行剧烈运动的人相比, 高强度活动水平最高的人患痴呆症的风险降低了 63%, 患 2 型糖尿病的风险降低了 60%, 死亡风险降低了 46%。值得注意的是, 即使剧烈运动总时长相对较少, 这些健康益处依然存在。

研究还发现, 运动强度对某些疾病的影响更大。对关节炎和银屑病等炎症性疾病, 运动强度似乎是降低患病风险的关键因素。相比之下, 对糖尿病和慢性肝病等疾病, 运动时长与强

度都很重要。

研究人员指出, 进行一些剧烈运动能够带来显著的健康益处。你不一定去健身房, 只要在生活中做一些有点喘不过气来的短暂活动, 比如快速爬楼梯、疾走或陪孩子玩耍, 就能产生实实在在的效果。即使每周仅进行 15 到 20 分钟此类高强度活动, 也足以带来健康益处。

然而, 剧烈活动可能并不适合所有人, 尤其是老年人或患有某些疾病的人。对他们而言, 虽然任何运动都是有益的, 但选择哪种因人而异。 (王铎)

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehag168>