

机器学习证明量子计算具有指数级优势

“近年来，许多人期望通过现有的量子计算机作为新型的机器学习算法，来给出分析物理实验的量子优势。该研究给出了一个量子机器学习算法的物理实现，证明其相比于任何经典算法的量子优势，并实际于现有量子计算机示范此量子优势。”

上述评论是莱顿大学莱顿高级计算机科学研究副教授德兰·杜尼科（Vedran）（Dunjko）发表在 Science 上的评论，他提及的研究是来自加州理工学院与谷歌量子人工智能、微软等团队的合作成果。

该研究首次在数个基本的学习问题上，呈现量子计算机拥有比经典计算机更强大的学习能力，并证明了其指数级量子优势。同时，在 Google Sycamore 量子处理器上，展示了这些量子优势在带有噪音的量子机器上仍存在。

6月9日，相关论文以《从实验中学习的量子优势》（Quantum advantage in learning from experiments）为题发表在 Science 上。

有望应用于发现新的多体物理性质、了解未知分子结构等领域

该研究结果明确地展现了量子机器可比任何经典机器，都更加有效地学习物理世界的运作法则，通过这项最基本的学习问题（构建一个未知多体系统的模型）中所获得的数学技术，研究人员证明了量子学习机器在许多其他的学习问题（主成分分析、学习物理演化）也都具有指数级的加速。

其中，在 Google Sycamore 量子处理器上使用多达 40 个量子位的原

理验证实验中，该团队在最著名的经典下限上，实现了所需实验数量的几乎 4 个数量级的减少。

该论文第一作者兼共同通讯作者、加州理工学院计算与数学科学系博士生黄信元表示：“我们考虑了一个最基本的学习问题，给定一个未知的多体物理系统，透过实验去建构这个系统的模型，可使用该模型来预测这个未知系统的各种性质。”

虽然该研究仍处于基础的研究阶段，但该成果展示了量子人工智能技术如何帮助科学家更有效地通过实验学习物理系统的性质。“随着量子科技的进步，我相信这项成果会为量子机器学习带来新的方向。有望应用于发现新的多体物理性质、了解未知分子的结构、设计更好的药物、催化剂、材料、电池等。”黄信元说。

每个电子可看作一个量子位元，在该实验中，黄信元考虑到一个多电子系统，电子之间有一些经典的关联（如果某一个电子朝上，那另一电子必

定朝下等）。而他们希望可以透过最少次的实验去建构这个系统的模型，来预测电子之间的关联。

该团队通过数学证明学习问题对于经典学习机器需要指数大的实验，但是对于一个量子学习机器则非常简单。“其中最重要的概念是，量子机器可储存资讯于量子记忆体中，并对于这些量子资讯进行量子计算。这使得我们更清晰地看到多电子系统中，不同电子之间的经典关联。”黄信元表示。

实际上，该团队最想确认的问题在于，量子计算机是否可以拥有更强大的学习能力。虽然以往研究在该方面进行了大量探索，但是结果仍然非常不明朗。一开始，有学者猜测量子计算机可以在很多的机器学习问题上（如推荐系统、分类问题、主成分分析等）获得指数级的加速，并提出了各种量子演算法。

但是过去几年，从华盛顿大学理论计算机科学系博士生 Ewin Tang 开始的一系列进展，一些学者发现在

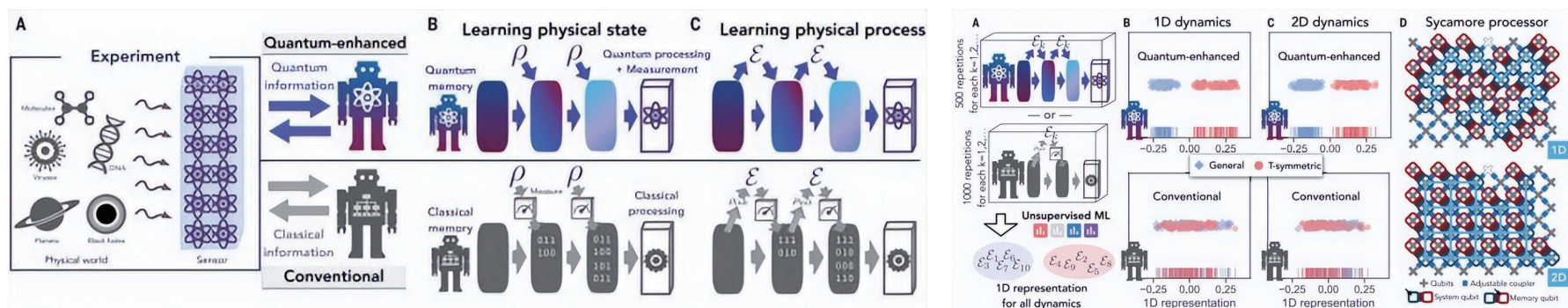
很多的问题上，可设计更好的经典机器学习算法。而相较于这些更好的经典演算法，许多已知的量子演算法并不具有指数级加速。

除此之外，DeepMind 的开源量子化学 AI 模型 DM21 等近期的技术进展，一再展现了经典机器学习算法在量子多体物理问题（如分子结构、基态性质等）的有效性。

这不禁让人们开始怀疑，量子计算机在学习能力上，包括古典问题、如分类猫与狗，量子问题、如预测分子结构等方面，会不会无法得到非常显著的优势？黄信元表示：“这次研究，我们期望可以更加了解量子机器是否能拥有比经典机器（包括现有的电脑以及人脑等）更强大的学习能力。而我们给出的数学证明及完成的物理实验，证实了量子机器的确拥有更强大的学习能力。”

未来的人工智能将基于量子计算

黄信元大学时期的主要研究方向



量子增强实验和常规实验的图示。

学习物理动力学的量子优势。

轻质、超强韧的三维微构复合碳微点阵超材料

长期以来，制备高强度却又具有优异变形承载能力的轻质材料被认为是结构材料研究的一项“圣杯”，但这些材料力学特性之间通常是相互排斥的。

近日，香港城市大学陆洋与合作者的最新研究发现了一种低成本、易操作的方法，可以将常见的光固化3D打印聚合物结构转化为轻质、高韧且生物兼容的复合碳材料结构。除了传统结构件之外，这种方法也可用于便捷创建具有高度可调机械性能的轻质复杂3D微点阵超材料，展现出广阔的应用前景，例如精细的冠状动脉支架和医学支架等。2022年9月1日，相关研究成果以《Lightweight, ultra-tough, 3D-architected hybrid carbon microlattices》为题，发表在 Cell Press 综合性材料期刊 Matter 上。

该论文的第一作者为香港城市大学机械工程系博士后 James Utama Surjadi 博士。通讯作者为香港城市大学机械工程系陆洋教授。合作者包括城大机械工程系王钻开教授和生物医学工程系 Raymond H.W.Lam 教授及其研究小组。

近年来，微点阵超材料的研发日益兴起，将轻质结构设计的优势与其组成材料的固有特性相结合。由于其复杂的几何形状和精细的多级架构，制造这些微点阵需要基于精密的3D打印技术，但目前可用于直接高精度

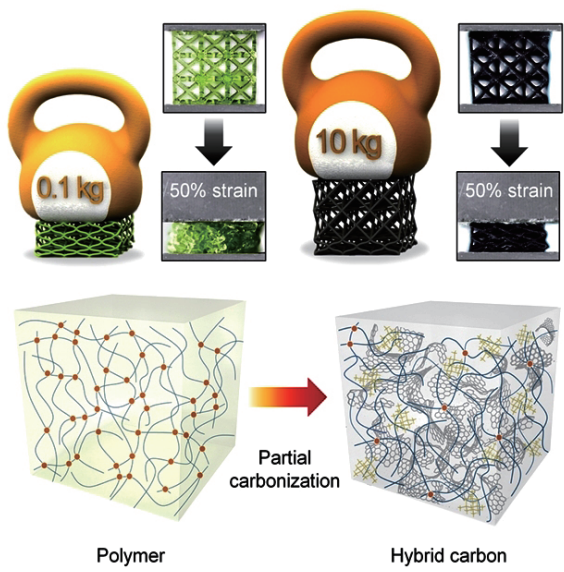
3D打印的材料选择范围仍然相对有限，通常仍基于光固化树脂/聚合物。然而，相比金属和陶瓷，3D打印得到的光固化聚合物普遍缺乏优异的机械强度或韧性，直到最近有研究报道利用热解（pyrolysis）的方式，可

强度和可变形性，将聚合物转化为与金属合金相当的超强韧三维结构，强度提高了100倍，塑性也提高了一倍以上。这一发现完全打破了对热解材料的普遍看法，对轻质、强韧且易于使用的超构材料的开发产生深远的影响。

除了其卓越的机械性能外，研究小组还发现这些“复合碳”微点阵与初始态光固化聚合物相比显示出更优秀的生物相容性：通过细胞毒性和细胞行为监测实验，复合碳微点阵上培养的细胞比在聚合物微点阵上培养的细胞表现出更好的活力、更大的扩散面积和距离。这意味着，部分碳化的复合碳点阵材料的优势可能超越机械性能的优势，拥有应用于其他多功能领域的潜力。

“我们预计这种方法也可能适用于其他类型的功能聚合物，并且这些复合热解碳超材料的几何灵活性允许它们的机械性能针对特定的结构和功能应用进行定制。例如生物医学支架、微型无人机、柔性能量收集和储存设备等等，这提供了一种低成本、简单且可扩展的途径，可用于便捷制造任何几何形状的轻质高强韧机械超材料。”陆洋说。

该研究得到了香港城市大学香港高等研究院（HKIAS）、深圳科创委和国家自然科学基金（NSFC）的支持。（科学网）



“复合碳”微点阵材料的微观结构和超强韧性展示。

将这些3D打印后的聚合物转化为纯碳材料的架构。然而，这个过程损失掉了原来聚合物几乎所有的韧性，产生了一种高强、高刚度但却很脆的材料，如同玻璃碳，限制了其广泛的结构材料应用。

香港城市大学的研究团队发现了一种“神奇”的热解条件。通过仔细控制加热速率、温度、持续时间和气体环境，只需一步即可大幅度地提高3D打印光固化聚合物微点阵的刚度、

内制造出超强且热稳定的部件。”

在最新研究中，研究团队对一种商用钛合金进行简单的热处理后，获得了超过1600兆帕的抗拉强度，是迄今为止所有3D打印金属的最高比强度，为制造出拥有独特微观结构和优良性能且可广泛应用于多个领域的结构材料铺平了道路。

过去十年，3D打印技术由于拥有几乎可以制造出任何几何零件的能力，引领了金属制造的新时代。钛合金目前是航空航天领域使用的主要3D打印金属材料，但大多数借助3D打印技术制成的商用钛合金无法获得

令人满意的性能，因此，无法应用于某些领域或使用效果差强人意，特别是它们在室温和高温下的强度不足。

研究人员说：“最新研究为商用合金的沉淀强化提供了一种全新的方法，可用来生产拥有复杂形状的真实部件，可应用于承重领域，迄今没有任何钛合金应用于这一领域。此外，他们通过3D打印加上简单的热处理即做到了这一点，这也意味着，与其他拥有类似强度的材料相比，最新技术的工艺成本大大降低。”（中国科技网）

Optomec公司利用增材制造技术改进航空发动机叶片维修效果

据美国《航空周刊》网站9月15日报道，从事增材制造的专业公司Optomec和机器人系统公司Acme用大约两年的时间，共同开发出了工业界首个用于维修航空发动机钛合金压气机叶片的自动化工作单元。

该维修系统主要设计用于修复在发动机使用过程中被磨损的钛合金压气机叶片尖部，同时也可以修复镍基合金叶片尖部和叶片前缘的损伤。该自动化工作单元由三个工位组成，可以进行叶片尖端研磨、三维增材激光熔

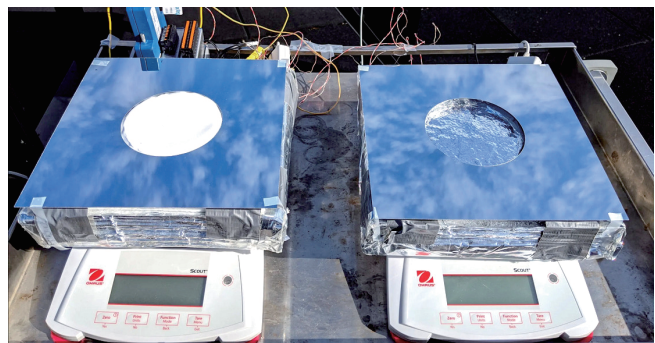
覆和熔覆后处理，包括一个自动托盘装载/卸载站，一个托盘翻转站和一个机器人物料处理系统，还可以配备其他功能，如自动坐标测量机和清洁站。

Optomec公司指出，与传统的修复钛合金叶片方法（如数控机床和TIG焊接）相比，自动化工作单元具有多种优势。该系统完成叶片精加工的速度大约是数控加工或手工精加工的三到四倍，与手工方法相比，维修的质量更加稳定，成本可降低70%。

同时，该系统还可以解决手工焊接和精加工劳动力短缺的问题。Acme公司则表示，通过利用高效和可重复的机器人精加工技术，能够使发动机维修中心提高整体部件质量，并降低单位成本。

Optomec公司还表示，该自动化工作单元每年能修复85000个钛合金压气机叶片，其技术已得到多国民航监管机构认证，并已实现商业化。（天津）

MIT新系统可在不使用电力的情况下让物品冷却



世界上一些最热的国家最需要冷却系统，但那里往往缺乏为这种设置提供动力所需的基础设施。现在，一个新的系统可以在这方面有所帮助——因为它可以在不使用电力的情况下提供多种冷却效果。

顶层则是一种气凝胶，主要由包含在聚乙烯空腔中的气囊组成。水蒸气和反射的红外线都能通过气凝胶分别提供蒸发和辐射冷却。它也可以提供与环境温度相比高达19华氏度（10.5摄氏度）的冷却，另外其采用的是由三层不同材料组成的面板形式。

该面板可以放置在需要保持凉爽的物品上方/周围，如装有食品或药品等易腐物品的盒子。根据MIT的说法，该技术可以将非常潮湿的条件下安全地储存食品的时间增加约40%或在更干燥的条件下将安全储存的时间增加两倍。另外，它还可以用来冷却空调中使用的水，在这些设备消耗更少电力的同时保持同样的效果。据了解，该系统的底层是一种类似镜子的材料，它

可以反射进入的太阳光。这使太阳光线中的红外辐射不会加热被覆盖的物品。中间则是一个多孔的水凝胶，主要由水组成。当液态水被加热时，它会蒸发成水蒸气并上升到顶层。

也就是说，气凝胶也是一个绝缘层，它能使环境的热量无法到达下面的物品。此外，像底层一样，它也有很强的太阳反射作用。然而遗憾的是，目前它的生产成本相当高——进一步的研究将集中在降低气凝胶的生产成本的方法上。

该系统使用的其他材料则都是容易获得且相对便宜的。维护工作只需要向水凝胶中添加更多的水，据说在非常干燥、炎热的环境中只需要每四天添加一次或在更潮湿的地区每月做一次。（抗科）

能够建造房屋的无人机

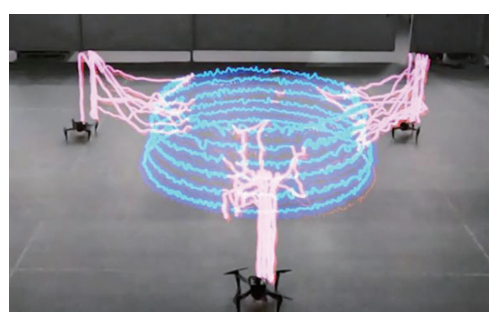
英国伦敦帝国理工学院的科学家展示了一组受动物启发的飞行机器人，可以在飞行中建造3D打印结构。相关研究9月21日发表于《自然》，它表明未来的飞行机器人可以在偏远或难以抵达的地点提供房屋或重要基础设施的建造支持。

人们已开发出地面机器人用于现场建造，因为它们比人类建筑人员更安全、生产力更高。但这些机器人受限于可操作的最大高度，而且大型系统需要插入电源，这降低了这类机器人的机动性。相反，自然中的建筑师——比如黄蜂、白蚁和家燕——则高度灵活，适应飞行辅助建造巢穴。

受这些自然建筑师启发，伦敦帝国理工学院的Mirko Kovac和同发设计了一种新型制造方法，使用一组无系留空中机器人，在人类监管下集群自行建造3D结构。他们开发了BuildDrone（建造无人机）放置材料，ScanDrone（扫描无人机）评估结构质量。

这些机器人使用泡沫和水泥材料建造了概念验证的圆柱体，分别高2.05米和0.18米。这些结构的建造精度很高，达到5毫米，这在英国建筑要求中是可接受的。

研究者认为，随着进一步开发，未来的空中机器人可以帮助在难以抵达的区域建造结构，例如危险地区、极高处或有自然灾害风险的偏远地区。（冯丽妃）



通过部署大量BuildDrone和多次往返，可以建造更大的构造。如模拟所示，底部直径2.5米的抛物线剖面打印需部署3个飞行机器人完成。