

仿生“可长骨”让软体机器人实现水上漂

如何在保证安全性的同时,赋予人形机器人更强的环境适应能力,是机器人技术走向现实应用面临的重要挑战。传统刚性人形机器人依赖金属骨架和关节结构,虽然精度高、负载强,但可靠性、安全性和复杂环境适应能力仍存在明显局限。南方科技大学王宏强团队受人体骨骼刚柔并济、生长可变形特性的启发,提出了一种基于气动膨胀结构的仿生“可长骨”设计,并据此研制出一款多功能软体可变型人形机器人。2026年1月23日,相关研究成果发表于《Science Advances》。

研究团队设计的仿生骨骼结构结合了气动膨胀驱动与多维稳定机制,在保持整体柔性的同时,实现了高达315%的可伸展性。该结构单元重量仅约为350 g,却能够在大幅形变过程中维持良好的承载能力与结构稳定性,为软体机器人“既柔软又能承重”这一长期难题提供了新的解决方案。

基于这一仿生结构,研究人员进一步构建了一款身高1.36 m

的软体人形机器人——GrowHR。整机重量仅为4.5 kg,不足传统刚性人形机器人重量的20%,却具备丰富的运动模式和良好的环境适应能力。与依赖固定骨架的人形机器人不同,GrowHR的“腿骨”能够主动伸缩,使其在不同任务中切换运动形态。

实验显示,GrowHR不仅可以直立行走,还能像蠕虫一样通过躯干伸缩实现低姿态爬行,从而进入狭窄洞穴或复杂空间。在水环境中,GrowHR的整体密度仅为水的5.8%,赋予其显著的浮力优势。实验表明,该机器人不仅能够稳定漂浮和游动,还可在水中承载相当于自身重量16倍的外载荷,展现出优异的水下与水面作业潜力。借助脚蹼与内部质量块调控,GrowHR甚至可以在水面短距离滑行,显著拓展了人形机器人在水上救援、水面巡检与清理等场景中的应用潜力。

更具想象空间的是,由于整体质量极轻,GrowHR还可以借助涵道风扇或无人机实现空中投送,完成上千km范围的远距离部署。这一能力使其在灾害应急、偏远地区作业等场景中具备独特优势。

在安全性方面,软体“可长骨”结构也展现出明显优势。研究人员测试发现,在跌倒或碰撞情况下,GrowHR产生的冲击力仅为同等条件下刚性机器人的约1/1.7。其重量轻到可以被一名6岁儿童举起,显著降低了人机共存环境中的安全风险。

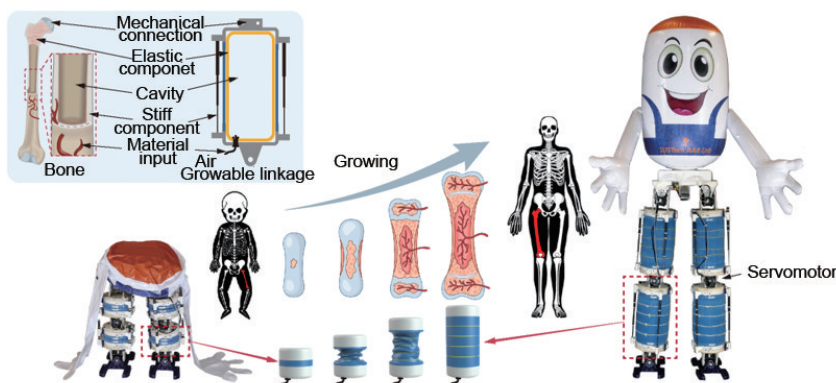
研究团队表示,该工作展示了一种不同于传统刚性骨架的人形机器人发展路径:通过引入仿生可变形骨骼结构,在保证安全性的同时实现多模态运动与复杂环境适应能力,为未来人形机器人走入人类生活提供了新的工程思路。

(综合:《Science Advances》、
南方科技大学官网)

可穿戴系统迎来“织入式”芯片

柔性电子和电子织物被视为下一代可穿戴系统、脑机接口与沉浸式交互技术的重要基础。然而,长期以来,纤维系统仍需依赖外接的刚性块状芯片完成信息处理,这与纤维本身柔软、可拉伸、可编织的形态优势存在根本矛盾,成为制约该领域发展的关键瓶颈。

复旦大学彭慧胜、陈培宁团队突破传统硅基集成电路“平面化”研究范式,提出并实现了一种在弹性高分子纤维内部集成大规模电路的新路径。研究人员通过设计多层旋叠架构,在单根纤维中构建起具备完整信息处理能力的集成电路系统,即“纤维芯片”。其信息处理能力已可与典型商业芯片相当,同时保持高度柔软并



软体人形机器人GrowHR整体概览与仿生骨骼结构对比

(图片来源:《Science Advances》)



柔软的“纤维芯片”在手指上打结照片
(图片来源:复旦大学官网)

适应拉伸、弯曲和扭转等复杂形变。2026年1月22日,相关研究成果发表于《Nature》。

传统芯片制造依赖在平整、刚性的硅片表面构建高密度电路,而纤维体系不仅曲率大、表面起伏明显,还会在使用过程中持续发生形变,几乎不具备常规光刻的“理想条件”。针对这一根本矛盾,研究团队提出了一种“重构芯片形态”的设计思想:不再追求在纤维表面“摊平”电路,而是将多层集成电路沿纤维轴向螺旋式旋叠,最大化利用纤维内部空间,从而在有限直径内实现高集成度。

围绕这一架构,研究团队历时约5年,系统性地建立了可在弹性高分子材料上直接进行高密度光刻的制备路线。其中的关键技术突破包括:一是通过等离子刻蚀对弹性高分子表面进行精细调控,将表面粗糙度降低至1 nm以下,满足商业光刻对平整度的严格要求,光刻精度达到实验室级光刻设备的最高水平;二是在弹性衬底上引入一层致密的聚对二甲苯纳米膜,该膜层既能抵御光刻过程中多种溶剂的侵蚀,又与下方弹性高分子形成“硬-软异质结构”,有效分散纤维在拉伸、

扭转等形变过程中施加在电路层上的应变。

值得关注的是,该制备方法并非实验室“定制工艺”,而是与现有芯片产业中成熟的光刻制造工艺兼容。研究团队通过研制原型装置、设计标准化流程,已初步实现“纤维芯片”的实验室级规模化制备。该芯片可承受1 mm半径弯曲、20%拉伸形变,水洗、卡车碾压后性能依然稳定。

通过将晶体管与电容、电阻等元件高效互连,“纤维芯片”已具备完整的数字与模拟电路运算能力,并可进一步集成有机电化学晶体管以实现神经计算。实验推算显示,在当前实验室级1 μm 光刻精度下,长度1 mm的纤维即可集成数万个晶体管,其信息处理能力可与部分医疗植入式芯片相当;若纤维长度扩展至1 m,集成晶体管数量有望提升至百万级,接近经典计算机中央处理器的集成水平(当前实验已实现约 10^5 个晶体管/cm)。研究团队指出,这种将传感、信号处理与反馈刺激“织入”单根纤维的集成范式,有望突破脑机接口、电子织物与虚拟现实等领域长期依赖外接刚性芯片的结构瓶颈。

(综合:《Nature》、复旦大学官网、
上观新闻)

接近病毒尺度的物体首次呈现量子叠加行为

自1935年物理学家薛定谔提出著名的“猫”思想实验以来,宏观物体能否以及如何处于量子叠加态,始终是物理学界最引人

入胜的谜题之一。由于环境干扰导致的“退相干”效应,物体尺寸越大,维持量子特性的难度便呈几何倍数增长。奥地利维也纳大学Sebastian Pedalino研究团队取得里程碑式进展,首次将尺寸接近病毒的金属纳米团簇置于显著空间分离的叠加态中。2026年1月21日,相关研究成果发表于《Nature》。

该研究将实验边界推进到了前所未有的宏观尺度。研究团队在77K(-196°C)的超高真空环境下,产生了一束由约7000个钠原子组成、直径约8 nm的原子团。在实验装置中,这些原子团并非像传统微粒般沿单一路径运动,而是呈现出波动性,扩散至空间间隔达133 nm的2条路径叠加态上。随后,这些波发生干涉,形成了可被探测的特定干涉图案。研究人员通过由3层激光光栅组成的干涉仪,成功实现了对这一量子过程的引导与检测。

论文第一作者Sebastian Pedalino指出,量子理论从未预言其在超过特定质量或尺寸时会失效。根据综合考量质量、量子态持续时间及状态分离程度的“宏观性”指标计算,该团队实现的叠加态规模是此前纪录的10倍。尽管2023年曾有研究将质量更大的微克级晶体置于叠加态,但其状态分离距离仅为1/20亿 nm,在衡量量子效应宏观程度的综合指标上,维也纳大学的这项成果创下了新高。

德国弗里茨·哈伯研究所物理学家Sandra Eibenberger-Arias对此评价称,这项实验成功将接