

科研团队提出机器人“结构智能”新范式

作者：writer 来源：科学网

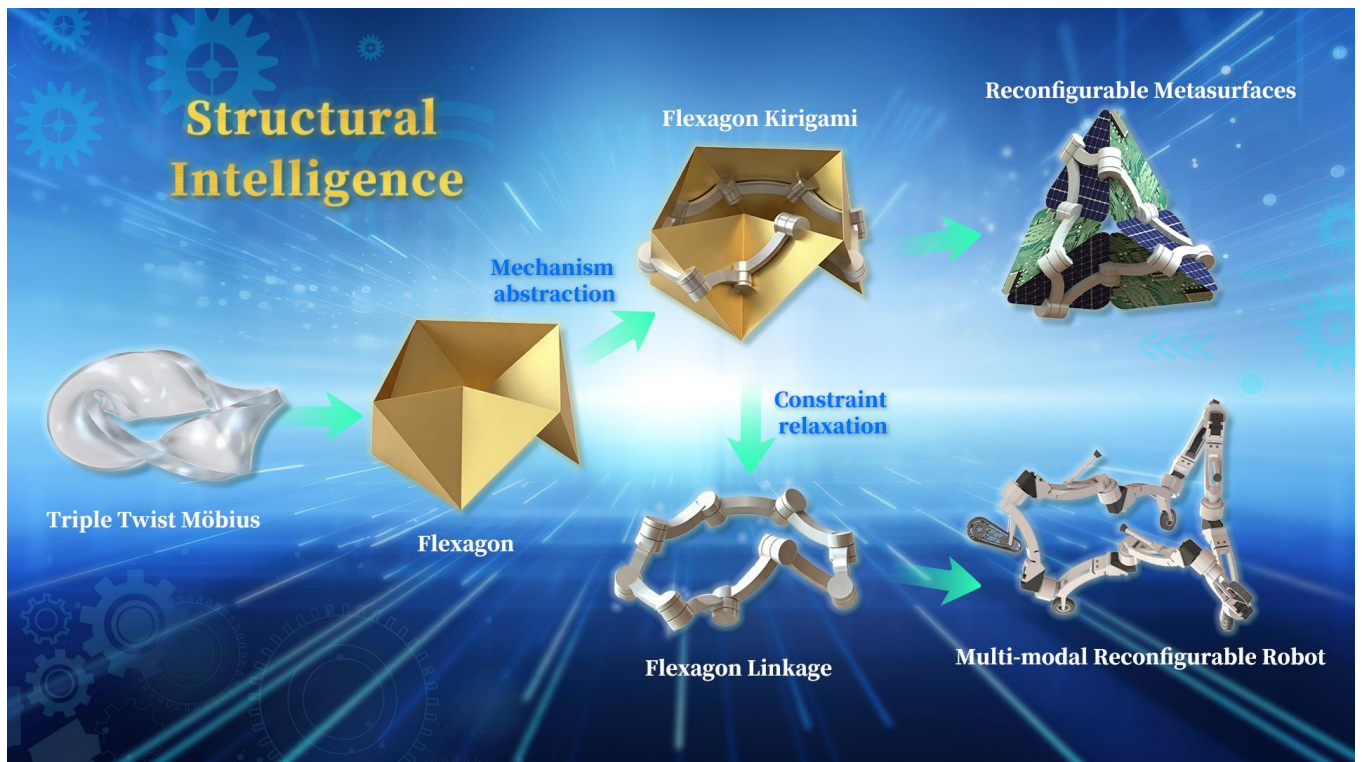
本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/40604.html>

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！

科研团队提出机器人“结构智能”新范式。近日，南方科技大学机械与能源工程系讲席教授戴建生、副教授冯慧娟团队在美国《国家科学院院刊》发表论文称，团队打破了传统人工智能主要依赖算法和算力的局限，将智能直接赋予物理层面的结构，提出了具有前瞻性的结构智能理念，为未来机器人设计、材料科学及仿生学开辟了全新范式。

表面重构是自然界中生物（如变色龙、树蛙）适应复杂环境的常见策略。在工程领域，尽管可重构表面在超材料、空间可展结构及全天候太阳能电池板中展现出巨大潜力，但现有方法通常仅能实现有限的表面状态。

该研究中，研究团队从经典Flexagon折纸的拓扑本质出发，将传统折纸的面转化为连杆、折痕转化为运动关节，创新提出全手性Flexagon智能结构。通过迭代等效分析，揭示了该结构在无限翻转过程的运动学原理，即基于分岔运动诱导的结构循环变构机制。研究人员还刻画了该结构实现无限外翻与表面重构的全过程。



研究示意图。南方科技大学供图

依托上述拓扑理论框架，研究团队以翻转周期与对称阶数为基本变量，衍生出对称性变体、周期性变体、对称-周期混合变体及递归变体四大构型，成功构建了一个庞大且多元的Flexagon机构家族。该家族中的所有智能结构，均具备无限翻转与表面重构的核心能力。

为推动Flexagon智能结构走向工程应用，研究团队提出了一种全新结构转换策略，从几何层面消除翻转过程中的机械干涉，并借助启发式算法穷尽了所有无干涉的结构智能方案。

在此基础上，团队提出空间镶嵌与铰接堆叠技术，成功将多个独立的Flexagon单元无缝组合成大型面板及复杂结构，攻克了传统Flexagon难以集群互联的工程壁垒，成功构建出一系列可编程、可大规模展开的物理网络，实现互联与协同运动，为未来智能结构的开发与应用开辟了广阔空间。

研究团队进一步将单向手性Flexagon结构拓展旋向可互换的双向Flexagon机构。这一创新设计，实现了可达表面状态的指数级跃升，并提出几何级数规律： $p(p-1)g$ （其中 p 为翻转周期， g 为递归生成指数）。该数学规律的发现，打破了传统机构受限于有限状态的认知壁垒，为未来可编程表面的设计确立了全新范式。

该工作实现了从抽象拓扑折纸到刚体运动学的范式转变，不仅为可编程自由度的机械超材料系统设计提供了坚实的理论支撑，更为下一代多模态可重构机器人、空间可展结构及柔性机器人等前沿领域开辟了明确的工程转化路径。（来源：中国科学报 刁雯蕙）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1073/pnas.2603729123>

作者：戴建生等 来源：《国家科学院院刊》

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](https://www.iikx.com)转发