形状可自主演化的柔性表面

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/20119.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！

形状可自主演化的柔性表面。
北京时间2022年9月21日晚23时，杜克大学倪小越教授、美国西北大学John A. Rogers教授、黄永刚教授、清华大学王禾翎副研究员团队合作在Nature期刊上发表了一篇题为A dynamically reprogrammable surface with self-evolving shape morphing的新研究。

该研究成果构筑了在电磁力驱动下可连续快速变形的柔性人工表面，建立了基于力学模型和三维成像反馈控制的反问题求解策略，首次实现了柔性表面准确复刻实时变化的目标形状。论文通讯作者是王禾翎、黄永刚、John A. Rogers、倪小越；第一作者是白云、王禾翎。

光刻、打印等图案化技术能够在物理空间复刻复杂、精细的目标形状，使其具有优越的性能。相比于这些技术能够实现的静态结构，自然界和生物界中更加广泛存在的是形状随时间的连续变化过程，例如水中的波纹、昆虫飞行时精巧的形态，复杂时变形状是众多生物功能实现的关键。人造结构尚不能复刻目标时变形状，因而在时间尺度起关键作用的应用场景中，其功能和性能难以与生命体相比。通过引入可驱动组分，在外界激励作用下，人造柔性物质和结构能够发生形状变化，但复现复杂时变形状的一大挑战是建立反问题求解策略，使结构能够变形为各种不同的目标形状。

近日，杜克大学倪小越教授、美国西北大学John A. Rogers教授、黄永刚教授、清华大学王禾翎副研究员团队构筑了由金属导线网络组成的柔性表面，在静磁场和分布可重编程的电流作用下产生电磁力，驱动柔性表面快速连续复杂变形。将力学模型、实时三维成像、数字反馈控制、优化算法结合，建立了反问题求解策略，指导柔性表面变形准确在时间序列上复刻连续变化的三维目标形状，并能够抵消结构内部缺陷和外部干扰因素对变形的影响。

可重编程的电磁驱动：该柔性表面由蛇形条带网络组成，其中包裹在聚酰亚胺中的金属用于导通电流。柔性表面四周有大量可独立施加电压的端口，用于控制结构内部的电流分布，在静磁场中产生分布可编程的电磁力，实现结构变形。端口电压在数字信号控制下快速改变电流分布，驱动结构变形成为大量不同形状（图1）。

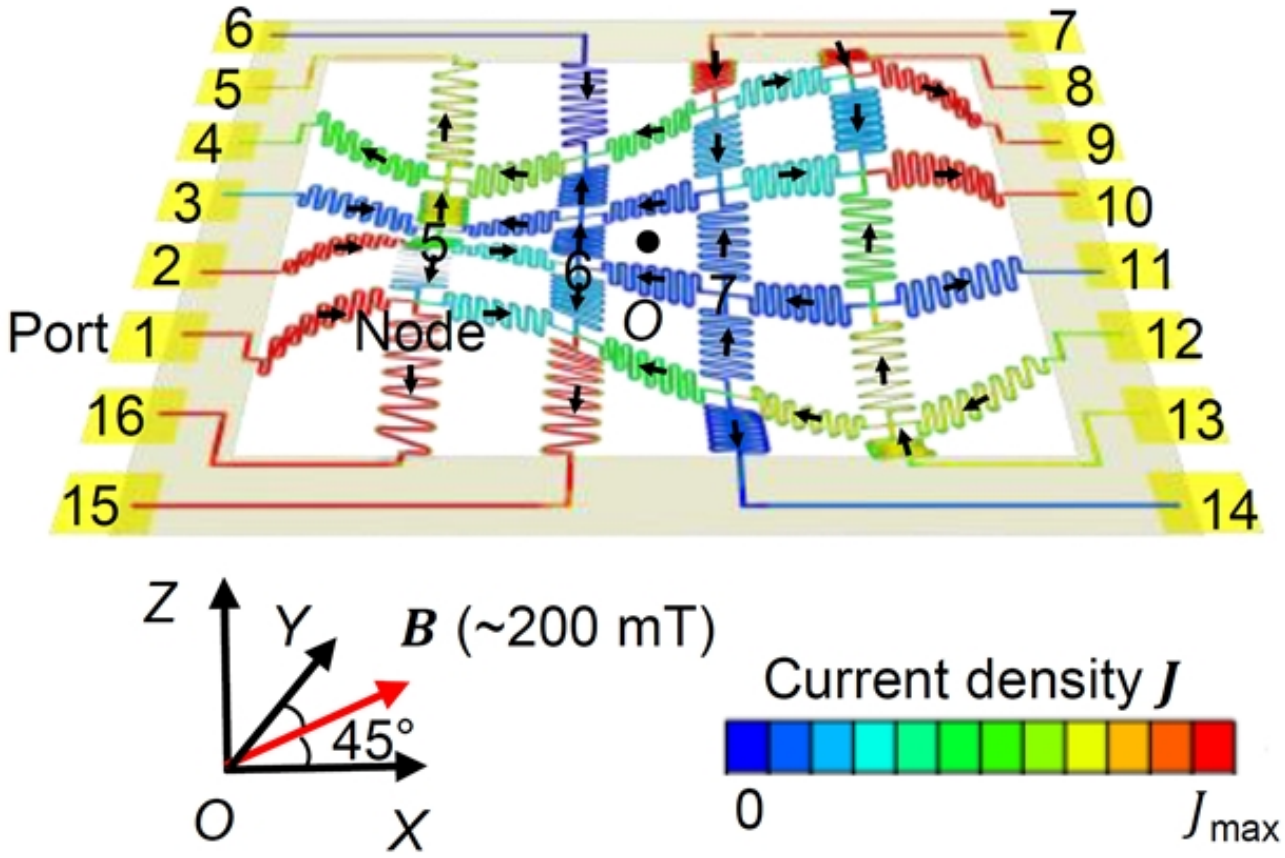


图1：分布式电磁力驱动结构产生复杂变形。

基于模型的反问题求解策略：通过巧妙结构设计，构建具有非常规力学行为的柔性结构，实现变形与端口电压之间的近似线性关系。将该线性化理论模型与优化算法结合，建立反问题求解策略，实现柔性表面变形成为一系列抽象设计或自然存在的时变目标形状，包括气泡生长、运动、分裂、振动过程、水滴落在固体表面散开后聚拢的过程。

基于实验的反问题求解策略：当存在非线性等复杂物理机制、结构自身缺陷、环境扰动等因素时，上述基于模型的反问题求解策略难以奏效。基于实验的策略通过三维成像实时获取结构的当前形状，通过数字电路控制将形状实时反馈给优化算法，后者优化调整端口电压，形成闭环控制，直到结构形状与目标形状之间误差达到极小，实现柔性表面自主演化到目标形状。该方法不需要物理模型，因而适用于非线性系统，并能够克服结构自身缺陷和环境扰动因素的影响。

准实时形状学习：柔性表面的这种自主演化能力使其能够准实时学习实际物体的形状变化，例如人手做出各种动作时手掌的形状变化。

多功能形状演化：除了演化为目标形状，该柔性表面还能够自主演化实现特定功能。在柔性表面上引入反光部件，两束激光照射在柔性表面并反射到一个接收平面。利用类似上述反问题求解策略，柔性表面能够自主演化，实现两束激光在接收平面上汇聚（光学功能），同时保持自身中心高度达到指定目标值（形状功能）。（来源：科学网）

相关论文信息：https://doi.org/10.1038/s41586-022-05061-w

作者：王禾翎等 来源：《自然》

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转发