研究人员在仿生软体翻滚机器人运动领域获进展

作者：writer 来源：科学网

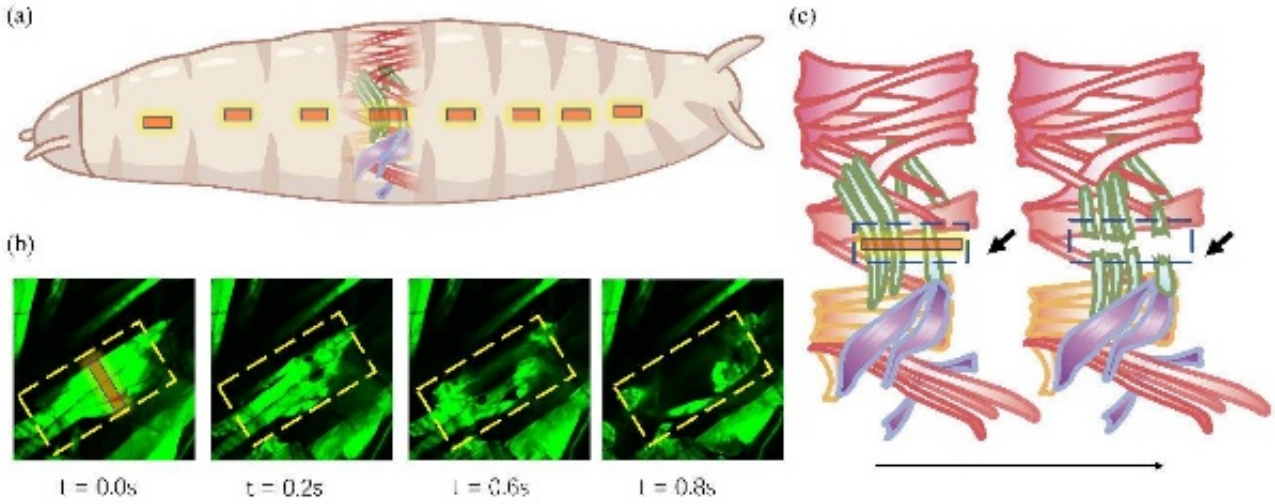
本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/33888.html

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！

研究人员在仿生软体翻滚机器人运动领域获进展
。近日，哈尔滨工业大学深圳校区前沿学部理学院教授仲政、梁旭东团队在仿果蝇幼虫的软体翻滚机器人运动机理领域取得新进展。研究人员通过对果蝇幼虫翻滚运动时的肌肉活性进行成像观察与力学建模，揭示了动物通过内部肌肉依次轴向收缩舒张，即可产生翻滚力矩的原理，并将该原理应用于软体机器人，实现自主翻滚，开辟了新型滚动机构设计之路。该成果发表于《物理评论快报》，并被评为“ 编辑精选 ”。

轮子的发明被誉为人类文明的里程碑，其核心在于将平动转化为滚动的力矩。传统观点认为，滚动必须依赖外力或肢体与环境的反作用力，例如甲虫翻身时的蹬地动作。然而，自然界中一些动物却展现了截然不同的智慧，它们通过改变身体内部结构实现自主滚动，例如果蝇幼虫在遇到危险时，能将身体弯曲成C形并持续滚动逃离，这种“ 内力驱动 ”的机制尚未被完全的探索。针对此问题，团队通过对果蝇幼虫翻滚运动时的肌肉活性进行高时空分辨成像，首次探索了其内部肌肉如何产生环向力矩，从而驱动翻滚运动的机理。

研究人员发现，果蝇幼虫在翻滚过程中，身体表面肌肉群沿着身体长轴方向，依次按时针顺序进行收缩－舒张运动。当某一侧肌肉收缩时，身体弯曲成C形；随后相邻肌肉接力收缩，推动弯曲方向动态变化，从而产生持续的滚动力矩，这种机制类似于“ 波浪式传递 ”，能够在体内产生环向驱动力矩。



幼虫肌肉消融实验。研究团队供图

基于此，研究团队构建了一套多尺度力学模型，将肌肉动力学、流体静力骨骼变形与接触摩擦纳入统一框架。模型显示，幼虫体内的流体内压维持了体壁刚度，使肌肉收缩能量高效转化为形变。轴向肌肉按序激活时，体壁非对称应力分布形成滚动力矩，该模型证实了这种顺序伸缩在无外力作用下即可产生环向力矩，成功预测了幼虫在平面、倒置表面甚至空中的滚动行为。通过量化润滑条件下滚动速度与摩擦力的动态平衡，理论与实验观测高度吻合。

基于上述生物和力学模型的启发，团队设计并制造了一款仅由模拟轴向肌肉组织构成的软体机器人，并通过实时控制这些“肌肉”依次缩放形变，成功演示了机器人自主翻滚运动。这一实现不仅验证了力学模型的准确性，也展示了基于内部结构变形驱动的全新滚动机构的工程可行性。

该研究从原理上系统揭示了依靠内部肌肉序列伸缩即可产生翻滚力矩的机制，打破了外力依赖的惯性思维。同时通过软体机器人验证，为设计新型可变形滚动机构提供了全新思路，未来有望在医学机器人、野外探测和灾区救援等复杂环境中实现高效机动。

相关论文信息：https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.134.198401

作者：刁雯蕙 来源：中国科学报

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