

磁力冲击针机器人



健康与保健

生物医学与基因工程/化工产品

计算机/人工智能/数据处理和信息技术

机器人学

传感器

机遇

磁性小型机器人在生物医学应用中展现出巨大潜力，例如在人体难以触及的区域（如胃肠道和血管）进行无创进入和远程导航。这些机器人通常由外部磁场驱动，产生力和扭矩，使其能够作为执行器完成各种任务。然而，一个关键限制仍然存在：现有的磁性机器人往往无法产生足够的力和扭矩输出，以满足实际生物医学功能的需求，如持久锚定和组织穿透。这种不足在机器人尺寸减小和驱动距离增加时尤为明显，因为输出力和扭矩呈指数级下降。先前通过定制机器人结构来增强机械输出的尝试并未从根本上增加磁相互作用力。其他方法，如利用可变形弹性体或弹簧结构中存储的弹性势能，通常需要额外的能量源来触发，并且多为一次性解决方案，缺乏连续、重复操作的能力。同时，脉冲诱导动能方法（如在空心壳内使用自由移动磁体）可以产生瞬时高力，但需要高频切换和大量能量密度，并且需要宽敞的加速空间，这与小型机器人的有限内部空间不兼容。尽管受高斯枪等现象启发的宏观层面多磁化组件之间的磁碰撞可以产生高力，但由于强磁耦合，它们通常是一次性且不可逆的，无法满足生物医学环境中连续、可重复操作的需求。此外，现有设计通常局限于特定的场发生器，如电磁线圈系统或MRI扫描仪，这些设备涉及庞大的冷却模块和预编程信号，而商用永磁体（如钕铁硼）易碎，在碰撞过程中存在操作风险。因此，迫切需要一种磁性机器人系统，能够在紧凑、无线驱动的设计中提供高强度的可重复冲击力，适用于连续的生物医学应用。

技术

本专利介绍了一种以三磁体系统为核心的磁力冲击装置，旨在实现可逆和可重复的宏观磁碰撞，从而为小型机器人提供高力输出。该装置包括一个冲击部分（包含两个永磁体，通常为球形）和一个外部第三永磁体（通常为立方体）来驱动系统。第三磁体通过电机旋转，产生非均匀磁场以操纵内部磁体。具体而言，第一个磁体可在壳体内自由旋转和平移，而第二个磁体仅旋转不平移。随着外部磁体旋转，它最初会诱导内部磁体同步旋转，形成磁链状态。当达到临界角度时，两个内部磁体之间的磁相互作用从吸引变为排斥，导致第一个磁体从第二个磁体弹开。随后，随着外部磁体继续旋转，第一个磁体被拉回并与壳体碰撞，产生线性方向的冲击动作。这个周期——包括对齐状态、磁链状态、预弹跳状态、弹跳状态和回击状态——是可重复和可逆的，允许连续的冲击力。冲击部分可通过附加针头配置为磁力冲击针机器人（MINRob），利用产生的冲击力进行组织穿透等任务。该系统与遥操作平台集成，使用机械臂定位外部磁体，并通过摄像头进行引导，从而在生物医学环境中实现精确控制。数学建模和有限元分析优化了磁体尺寸和

备注

IDF:1558

IP状态

已申请专利



技术成熟度等级 (TRL) ?

4

发明人

張甲晨教授

項喻暄

查询: kto@cityu.edu.hkProof
Concept

Build Value

距离等参数，以最大化冲击力，冲击力可通过调整外部磁体的旋转频率进行调节。这项创新本质上是通过紧凑形式下的受控碰撞，将磁能转化为可控的机械冲击。

优势

- 与纯磁拉力相比，可产生显著更高的冲击力（例如高达2.92 N），从而实现组织穿透等任务。
- 实现可逆和可重复的碰撞，允许连续操作而无一次性组件。
- 紧凑设计适用于小型机器人，总长度可低至17.5毫米，便于在狭窄空间导航。
- 通过外部永磁体无线驱动，消除了系绳，增强了生物学应用中的机动性。
- 通过控制外部磁体的旋转频率可调节力输出，为不同手术需求提供灵活性。
- 与遥操作系统集成，实现精确远程控制，提高靶向干预的准确性。
- 减少对庞大电磁线圈或MRI扫描仪的依赖，使用便携式永磁体进行驱动。
- 通过设计优化最小化摆动运动，确保稳定的冲击传递。

应用

- 微创手术，包括在难以触及的区域进行组织活检和肿瘤细胞采样。
- 靶向药物递送，通过穿透组织屏障局部给药。
- 治疗深静脉血栓或肠梗阻等疾病，通过机械破坏或锚定实现。
- 胶囊内窥镜增强，在胃肠道内实现基于针头的干预。
- 机器人辅助诊断，如精确针头插入用于成像或液体提取。
- 生物医学研究工具，用于研究组织力学或模拟手术程序。
- 潜在用于心血管干预，如清除血栓或进入血管部位。
- 与现有手术机器人平台集成，增强手术室功能。

