

2025年招生计划

1. 博士论文研究方向： 基于光场操纵的微纳机器人技术研究

选题类别： ☒ 基础性研究

☐ 应用性研究

☐ 工程技术攻关研究

☐ 新开辟的研究方向

☐ 已有研究方向的继续

☐ 其他

2. 博士论文的选题背景及意义和主要研究内容简介

微纳机器人在生物医学的诊断、治疗和监测等方面具有极大的应用潜力，可以主要用于靶向药物输送、微创手术、病理检测和诊断、细胞操作和操控、组织工程（组织重建、细胞定位和组织组装等）和生物传感和监测等应用，对于医学治疗、医学研究、提高人民健康水平具有重要意义。与传统的医疗机器人系统相比，微型机器人能够以最小的伤害到达人体更狭窄和脆弱的区域。然而，受限于微型机器人的小规模，微处理器、电源和传感器很难集成在本体上。因此，需要探索微型机器人驱动和反馈的新策略。迄今为止，已经提出了多种驱动微型机器人的方法，如机械臂驱动、流场驱动、化学燃料驱动、电场驱动、光驱动、声波驱动和磁场驱动。此外，可以同时使用多种刺激来实现微型机器人的驱动和精确导航。通过调整外部刺激的控制输入，可以相应地调整机器人的速度、移动方向和几何形状等参数。 其中，光学驱动的方法因其远程和非接触操作、单粒子分辨率和高操作精度等优势而极具吸引力。在基于光场操纵的微纳机器人系统中，最常用的两种技术是光驱动和光镊。光驱动利用光的直线传播特性和特定材料（如光敏聚合物）的响应性，使微纳机器人在光的引导下自主运动。光镊利用高度聚焦的激光束产生的梯度力场，捕获并移动微纳颗粒，甚至是活细胞。在光镊操纵中，主要控制方法有：利用光场的梯度力实现对微纳颗粒的捕获、操控和输运；通过调控光场的角动量实现对微纳颗粒的旋转操控；以及对光场进行编程控制，通过优化光场的强度分布、偏振状态等参数,实现对微纳机器人运动轨迹的精确控制。 基于以上光场操纵的技术,微纳机器人在以下领域展现了广泛的应用。用于医学领域：细胞操作、微创手术、分子操控和检测；用于微流控领域：在微流体系统中实现微粒分离、操控和输送；用于微纳制造领域：在微纳尺度上精确组装各种微结构；用于机器人领域：驱动微纳机器人完成复杂的运动和操作任务等。通过对光场操纵的微纳机器人技术研究，有助于推动纳米医学、机器人学、物理、化学和生物学等研究领域的进步。

3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

1. 基于微纳机器人生物操控与信息检测技术, 国家自然科学基金重点项目 2. 面向类器官批量培养的显微视觉伺服关键技术研究，国家自然科学基金面上项目

2025年招生计划		
1. 博士论文研究方向： 基于表面等离子共振的光学生物传感器研究		
选题类别： <input checked="" type="checkbox"/> 基础性研究 <input type="checkbox"/> 应用性研究 <input type="checkbox"/> 工程技术攻关研究		
<input type="checkbox"/> 新开辟的研究方向 <input type="checkbox"/> 已有研究方向的继续 <input type="checkbox"/> 其他		
2. 博士论文的选题背景及意义和主要研究内容简介		
<p>二维超表面中的表面晶格共振（SLR）在开发具有高质量因子（高Q）和大局部场增强的小型化光学生物传感器方面很有前途。然而，在目标分析物和传感器读数之间建立一对一的对应关系人存在挑战，这对可靠的测试至关重要。经典的超表面生物传感器必须在水环境中操作才能获得高质量的因子，而水溶液除了目标分析物的浓度外，还具有对许多因子敏感的指数。本项目提出一种基于引导表面晶格共振（gSLR）的由金纳米孔阵列（AuNHAs）制成的生物传感器配置。与经典SLR不同，gSLR可以在不连续的环境中产生高Q谐振，在超晶格和衬底中具有很大的指数差异。因此，由AuNHAs制造的生物传感器可以在空气中操作，最大限度地减少环境波动的影响，并且可以通过将探针固定在表面上来实现选择性检测。为了验证该方案的可行性，将引入用于探针固定的石墨烯层来制造和测试葡萄糖生物传感器。验证传感系统的可靠性和特异性。</p>		
3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况		
国家自然科学基金面上项目、生物传感横向课题		