磁驱微型机器人的控制技术研究

一.成果完成人及所在单位：王佳敏　电气工程与自动化学院　　指导教师：宦智杰

二.成果简介：

主要研究磁驱微型机器人在模拟血管环境中的运动控制，将路径规划与控制算法相结合，实现对微型机器人在血管环境中的精确操控。本研究首先对模拟血流环境下运动的微型机器人进行了受力分析，然后根据血管分布特点对机器人的全局运动进行路径规划，进而结合模糊 PID 控制器来校正机器人的实际运动轨迹偏差，通过仿真验证了该方法的有效性，保证了微型机器人在实际运动中的精确度。这项研究对实现体内微型机器人的精确操控具有重要的指导意义。

三. 主要研究内容及创新点：

主要研究内容

在外加磁场（如图 1）的情况下实现磁性微型机器人的运动控制，根据现有的硬件设备搭建了微型机器人操控的软件系统。本研究对传统算法进行了改进，结合自动控制算法实现了微型机器人在仿生血管环境中的路径规划和运动控制，并分析了微型机器人的受力情况，构建了运动学与动力学模型，设计了系统控制的模糊 PID 控制器，在 MATLAB 中搭建系统仿真模型并进行了仿真实验，通过反馈得到的微型机器人实际运动轨迹与期望轨迹的偏差，进行误差调节和模糊 PID 控制器的抗干扰分析（模块框图如图 2）。

创新点

1、对仿生血管环境进行骨架提取，改进 A*算法使微型机器人在中心骨架上进行路径搜索，与环境边缘时刻保持安全距离。

2、将路径规划算法和模糊 PID 控制算法相结合，确保微型机器人在血管环境中尽可能的沿着期望轨迹运动。

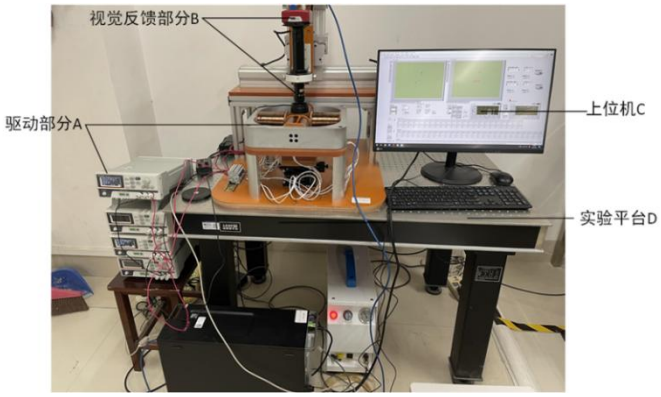


图 1 磁驱系统装置图

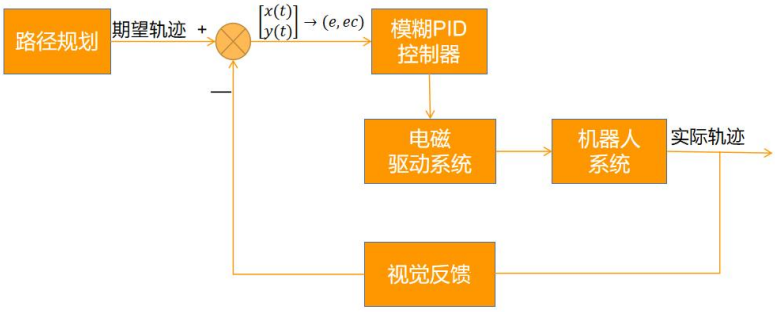


图 2 系统实现框图

四. 主要研究成果及应用情况

(1) Huan Z#, Ma W#, **Wang J#,** *, Wu F. Path planning and optimization for micro-robot in a vessel-mimic environment. Front Neurorobot., 16:923348, 2022. （SCI 收录）

(2) Z. Huan, **J. Wang**, W. Ma and Z. Zhang. Integrated control system construction for electromagnetic system based on Lab VIEW. ISRIMT 2021. (已发表，EI 收录）

(3) **J. Wang**, W. Ma, Z. Liang, G. Yang and Z. Huan*, Navigation and motion control for micro-robot based on fuzzy-PID in blood-vessel mimic environment. CAC 2022 （已录用，EI 收录）

(4) **王佳敏**，宦智杰，自动路径规划系统软件开发，登记号：2022SR0219123，2022.（软件著作权）

联系人：王佳敏　　电　话：15294909708　　Email:1806577138**@qq.com**