

六、预计招收博士生的课题研究方向和研究工作简介

1. 博士论文研究方向： 仿蛙软体跳跃机器人关键技术研究

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

一、选题背景与研究意义

软体机器人因其基体材料的柔顺性和依从性，已经成为机器人研究领域热点。本课题以青蛙为仿生对象，研制仿蛙软体跳跃机器人。从研究青蛙生物体肌骨骼作用机理、复杂环境下跳跃运动特性等入手，获得生物青蛙的生物体特性和运动特性，为课题的整体研究奠定基础。该课题形成的相关理论和技术研究将促进仿生跳跃机器人的进一步发展，为我国软体仿生机器人技术的研究和发展提供理论基础和技术储备。

二、主要研究内容

1、研究青蛙生物体的肌骨骼作用机理、复杂环境下跳跃运动特性，获得生物青蛙的生物体特性和运动特性；

2、针对生物青蛙跳跃运动高爆发性特点，结合新型能源供给方式，设计小型机载燃爆混合气体发生装置，为机器人系统提供足够的能量来源，同时设计机载高能量密度燃爆驱动单元，减轻机器人本体的重量负担并增强其跳跃性能；

3、设计集刚、柔、软于一体的机器人本体结构，提高跳跃机器人的环境适应能力；

4、针对仿生跳跃机器人起跳、腾空和落地和复杂的地形环境，建立机器人多力场动力学模型，实现机器人节律跳跃和特定跳跃反应式行为中的稳定姿态控制与行为规划；

5、研制机器人原理样机，通过实验验证跳跃行为的生物机理、机制，并完善相关设计理论与方法。

3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

该选题主要依托以下两个科研项目

1、国家重点研发计划智能机器人研究专项项目，“仿蛙软体跳跃机器人关键技术研究”，项目批准号：2017YFB1300104，执行年限：2017年12月—2020年11月。项目经费：258万元。

2、国家重点实验室自主课题，“基于爆炸驱动的软体仿青蛙机器人关键技术研究”，项目批准号：SKLRS201703A，执行年限：2017年01月— 2018年12月，项目经费：20万元。

2019年招生计划

六、预计招收博士生的课题研究方向和研究工作简介

1. 博士论文研究方向： 软体仿青蛙游动机器人设计与复杂环境下控制方法研究

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

一、选题背景与研究意义

青蛙在水中借助其带蹼的脚掌和后肢的推进机制，能在水面和水底灵活的游动，研制可适应复杂环境的仿青蛙两栖机器人具有重要的实用价值和现实意义。而软体机器人因其基体材料的柔顺性和依从性，已经成为新的研究热点，本课题基于软体材料进行机器人结构的设计，是实现机器人的小型化和轻量化是该机器人的最大亮点。课题将基于新型软体仿青蛙软体游动机器人，研究软体仿青蛙游动机器人在复杂水环境下的动力学建模与运动控制策略问题，为我国面向复杂环境的仿生机器人技术的研究和发展提供理论基础和技术储备。

二、主要研究内容

1) 仿青蛙软体机器人机构本体设计及优化研究

基于软体材料，设计集刚、柔、软于一体的仿青蛙软体机器人本体结构，并进行机构本体优化研究；

2) 复杂水环境下仿青蛙软体机器人与环境交互作用的动力学建模

分析软体仿青蛙机器人与水环境接触的动力学作用，研究柔性脚蹼在被动刚度特点与主动可控变形在过渡环境中的作用机理；

3) 软体仿青蛙机器人运动规划及运动模式优化研究

仿青蛙游动机器人的运动规划需要协调其肌骨骼系统以实现最优的机构运动，一方面，研究机器人游泳运动在驱动器极限输出能力限制下的最优运动规划问题，另一方面，研究实现机器人游动运动的运动模式设计参数优化问题；

4) 机器人游动运动的姿态调控与运动控制策略研究

针对仿青蛙机器人游动运动的构型及其运动机理，设计基于气体驱动方式的机器人软体关节控制器，研究驱动器的稳定可控输出问题。针对机器人与复杂环境的交互作用所产生的环境干扰力、运动震颤效应和能量消耗问题，建立解析化的能量优化及姿态平稳性约束机制，以环境接触力学参数的在线辨识结果作为控制策略调整的依据，研究具有环境适应能力的自适应最优控制策略；

5) 仿青蛙软体机器人的游动运动实验研究

搭建实验平台，进行仿青蛙软体机器人的游动运动实验研究，验证机器人动力学建模、驱动器设计、最优两栖运动规划以及控制策略的可行性与正确性。

3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

该选题主要依托以下科研项目

1、国家自然科学基金面上项目，“面向复杂环境应用的仿青蛙两栖机器人肌骨骼系统作用机理研究”，项目批准号：51675124，执行年限：2017年1月—2020年12月。项目经费：62万元。