

《设计与建造 II》课程项目任务书

项目题目——仿生多足爬行机器人

1. 机器的用途及功能要求

仿生多足爬行机器人是一种串并联复合特种机器人,各支撑腿与躯干构成并联机构,各摆动腿与躯干构成串联机构。按照一定的步态规划,支撑腿与摆动腿交替变化可以使仿生多足爬行机器人实现某种稳定的运动。仿生多足爬行机器人具有丰富的步态和冗余的肢体结构,相比传统的轮式、履式移动机器人,可利用离散的地面支撑实现非接触式障碍规避、障碍跨越以及不平整地面运动,对复杂地形和不可预知环境变化具有极强的适应性。仿生多足爬行机器人在未来的矿产采掘,星际探测,抢险救灾和军事侦查等领域表现出越来越强的优势。

理想的仿生多足爬行机器人应具备步态规划丰富多样、能够在复杂地面行走和实现一定人机交互技术等功能要求,下面给出几种典型的仿生多足爬行机器人。例如,德国 Festo 公司新近推出 BionicWheelBot,具有行走模式和翻滚模式,如图 1(a)所示;深圳幻尔科技有限公司设计的 Spiderbot 仿蜘蛛六足机器人不仅可以实现直行、旋转等多种步态,还具备视觉和语音交互等模块,如图 1(b)所示。



(a) BionicWheelBot



(b) Spiderbot

图 1, 两种典型的仿生多足爬行机器人

通过研究多足生物的腿部生理结构,在实验中通常用三个电机模拟生物腿的髋关节、膝关节和足关节。但为了简化控制和节省电机,设计者也常常将膝关节和足关节设计成一个单自由度机构。机械腿的设计丰富多样,多为连杆机构。连杆机构腿结构简单,刚度好,动作可靠,因而应用广泛。图 2 所示的是几种常见机械腿的机构简图。

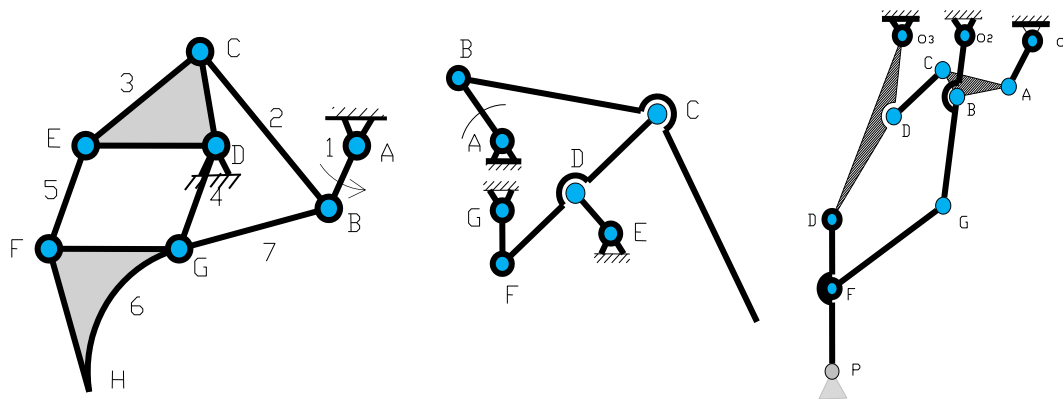


图 2 几种常见机械腿的机构简图

2. 设计要求和原始数据

以团队为单位，团队成员分工合作，设计一款仿生多足爬行机器人。课程结束时各团队携带设计成果参加爬行竞赛，完成答辩和报告。

- (1) 建议机械腿的数量 4~8 个；
- (2) 机械腿须含有髋关节自由度，膝关节和足关节设计成一个单自由度平面机构；
- (3) 在机械腿完全展开的情况下，样机在三个方向的尺寸不超过 50cm×50cm×15cm；
- (4) 样机至少可以实现两种步态的运动；
- (5) 优先使用 3D 打印技术，也可使用激光加工等先进制造技术。

3. 设计内容

- (1) 设计机械腿机构，进行运动学分析（位移、速度、加速度）；
- (2) 进行机器人样机结构设计，确定各零件尺寸；
- (3) 确定各关节电机、控制板等主要零件的安装方式，绘制三维模型；
- (4) 制作仿生多足爬行机器人样机；
- (5) 编写控制程序并调试；
- (6) 进行爬行性能竞赛（待定）。

4. 提交的设计结果

- (1) 仿生多足爬行机器人三维图（包括装配体和全部零件）；
- (2) 仿生多足爬行机器人的装配图和主要零部件的零件图；
- (3) 主要控制程序；
- (4) 设计计算说明书（总报告），内容包括：
 - * 设计题目和设计原始数据；
 - * 机械腿机构简图及自由度计算；
 - * 机械腿机构的运动学模型、计算过程和计算结果；
 - * 控制系统接线图。

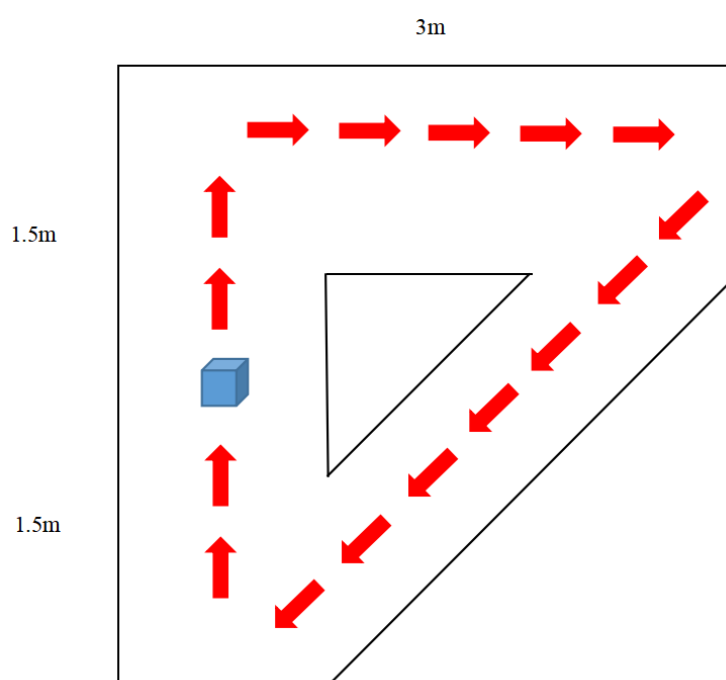


图 3 赛道示意图

5. 评价指标及标准（待定）

各团队携带仿生多足爬行机器人样机通过如图 3 所示的赛道,按照既定路线让样机沿着爬行赛道爬行一周,并以某种方式顺利通过途中的 10cm×10cm×10cm 障碍物。

- (1) 样机的制作成本;
- (2) 爬行的速度和稳定性;
- (3) 能否实现转弯步态、翻滚步态等复杂步态(加分项);

6. 参考文献

- [1] 张策. 机械原理与机械设计(上下册,第3版)[M]. 北京:机械工业出版社,2018.
- [2] 闻邦椿. 机械设计手册(第6版)[M]. 北京:机械工业出版社,2018.
- [3] 罗庆生,罗霄. 仿生四足机器人技术[M]. 北京:北京理工大学出版社,2016.
- [4] Pablo González de Santos, Elena Garcia, Joaquin Estremera. 四足运动——四足机器人控制技术[M]. 北京:中国水利水电出版社,2018.
- [5] Shin-Min Song, Kenneth J. Waldron. 行走的机器——六足机器人[M]. 北京:中国水利水电出版社,2018.
- [6] 张春林,赵自强. 仿生机械学[M]. 北京:机械工业出版社,2018.