

智能系统设计实践

六足机器人避障控制开题报告

谭诗弘，黄育民，曹洪琿

武汉大学电子信息学院

2025 年 9 月 22 日



① 课题背景

② 研究计划

③ 研究内容

④ 计划进度

⑤ 参考文献

① 课题背景

② 研究计划

③ 研究内容

④ 计划进度

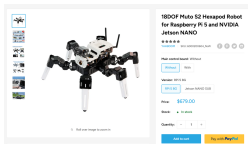
⑤ 参考文献

六足机器人业界现状

近年来，随着人工智能、机器人技术与自动控制理论的发展，仿生机器人逐渐成为研究热点。六足机器人凭借以下优势：

- 结构稳定性高
- 步态灵活多样
- 适应复杂地形能力强

在灾害救援、地质勘探、军事侦察等领域展现出广阔应用前景。与轮式或履带式机器人相比，六足机器人能够在崎岖不平的地形环境下保持稳定行走，这为其在野外环境中的任务执行提供了独特优势。



六足机器人避障的难点与研究动机

六足机器人在复杂环境下的自主避障，面临以下挑战：

- 姿态控制复杂：六足机器人具有多个自由度，在避障过程中需要同时兼顾步态稳定性、能耗优化和绕障效率。
- 视觉与控制耦合困难：视觉传感器获取的环境信息存在延迟、噪声和不确定性，如何与实时步态调整协调仍是难题。
- 环境动态性强：障碍物的形态与分布复杂，导致传统静态路径规划方法难以满足实时避障需求。

研究动机：本课题旨在探索六足机器人多足步态控制并实现避障的方法，提升其在复杂环境下的避障能力与自主性。

① 课题背景

② 研究计划

③ 研究内容

④ 计划进度

⑤ 参考文献

研究计划与时间安排（前期：步态与避障）

本课题基于 Yahboom Muto S2 六足机器人展开研究，前 8 周计划如下：

- 第 1 周：Muto S2 六足机器人组装与调试（舵机校准、供电与通信测试）
- 第 2 周：学习并运行官方示例代码，掌握基础步态调用方式
- 第 3-4 周：自定义步态编写与调试，测试不同步态下的稳定性
- 第 5-6 周：姿态控制机制研究（重心保持、步态切换、抗摆动策略）
- 第 7-8 周：在平地和低矮障碍环境下进行行走与避障实验，记录基线数据

研究计划与时间安排（后期：攀爬与总结）

本课题的第 9–16 周重点在于攀爬功能实现与成果总结：

- 第 9 周：攀爬功能需求分析与可行性评估（关节极限、力学约束、动作安全性）
- 第 10 周：攀爬动作设计（支撑序列、重心迁移方案、步态与姿态组合）
- 第 11 周：攀爬控制程序实现与台架验证（台阶/低矮平台的上爬动作）
- 第 12 周：攀爬功能调试与鲁棒性测试（不同高度/不同表面条件）
- 第 13 周：攀爬与行走动作的衔接优化（攀爬前后步态平滑切换）
- 第 14 周：综合场地测试（行走—避障—攀爬连续流程），记录成功率与失败案例
- 第 15 周：实验数据分析，控制参数与动作序列的最终优化
- 第 16 周：撰写最终报告与答辩准备，演示机器人完整功能

① 课题背景

② 研究计划

③ 研究内容

美化主题

如何更好地做 Beamer

④ 计划进度

⑤ 参考文献

① 课题背景

② 研究计划

③ 研究内容

美化主题

如何更好地做 Beamer

④ 计划进度

⑤ 参考文献

① 课题背景

② 研究计划

③ 研究内容

美化主题

如何更好地做 Beamer

④ 计划进度

⑤ 参考文献

Why Beamer

- L^AT_EX 广泛用于学术界，期刊会议论文模板

Microsoft® Word	L ^A T _E X
文字处理工具	专业排版软件
容易上手，简单直观	容易上手
所见即所得	所见即所想，所想即所得
高级功能不易掌握	进阶难，但一般用不到
处理长文档需要丰富经验	和短文档处理基本无异
花费大量时间调格式	无需担心格式，专心作者内容
公式排版差强人意	尤其擅长公式排版
二进制格式，兼容性差	文本文件，易读、稳定
付费商业许可	自由免费使用

排版举例

无编号公式

$$J(\theta) = \mathbb{E}_{\pi_{\theta}}[G_t] = \sum_{s \in \mathcal{S}} d^{\pi}(s) V^{\pi}(s) = \sum_{s \in \mathcal{S}} d^{\pi}(s) \sum_{a \in \mathcal{A}} \pi_{\theta}(a|s) Q^{\pi}(s, a)$$

多行多列公式¹

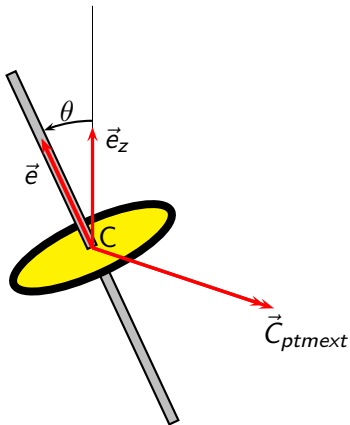
$$\begin{aligned} Q_{\text{target}} &= r + \gamma Q^{\pi}(s', \pi_{\theta}(s') + \epsilon) \\ \epsilon &\sim \text{clip}(\mathcal{N}(0, \sigma), -c, c) \end{aligned} \tag{1}$$

¹如果公式中有文字出现，请用 `\mathrm{\}` 或者 `\text{\}` 包含，不然就会变成 `clip`，在公式里看起来比 `clip` 丑非常多。

编号多行公式

$$\begin{aligned} A = \lim_{n \rightarrow \infty} \Delta x & \left(a^2 + \left(a^2 + 2a\Delta x + (\Delta x)^2 \right) \right. \\ & + \left(a^2 + 2 \cdot 2a\Delta x + 2^2 (\Delta x)^2 \right) \\ & + \left(a^2 + 2 \cdot 3a\Delta x + 3^2 (\Delta x)^2 \right) \\ & + \dots \\ & \left. + \left(a^2 + 2 \cdot (n-1)a\Delta x + (n-1)^2 (\Delta x)^2 \right) \right) \\ & = \frac{1}{3} (b^3 - a^3) \quad (2) \end{aligned}$$

图形与分栏



1	2	3	A	697 Hz
4	5	6	B	770 Hz
7	8	9	C	852 Hz
*	0	#	D	941 Hz
1209 Hz	1366 Hz	1477 Hz	1633 Hz	

\LaTeX 常用命令

命令

<code>\chapter</code> 章	<code>\section</code> 节	<code>\subsection</code> 小节	<code>\paragraph</code> 带题头段落
<code>\centering</code> 居中对齐	<code>\emph</code> 强调	<code>\verb</code> 原样输出	<code>\url</code> 超链接
<code>\footnote</code> 脚注	<code>\item</code> 列表条目	<code>\caption</code> 标题	<code>\includegraphics</code> 插入图片
<code>\label</code> 标号	<code>\cite</code> 引用参考文献	<code>\ref</code> 引用图表公式等	

环境

<code>table</code> 表格	<code>figure</code> 图片	<code>equation</code> 公式
<code>itemize</code> 无编号列表	<code>enumerate</code> 编号列表	<code>description</code> 描述

\LaTeX 环境命令举例

```

1 \begin{itemize}
2   \item A \item B
3   \item C
4   \begin{itemize}
5     \item C-1
6   \end{itemize}
7 \end{itemize}
    
```

- A
- B
- C
 - C-1

LaTeX 环境命令举例

```

1 \begin{itemize}
2   \item A \item B
3   \item C
4   \begin{itemize}
5     \item C-1
6   \end{itemize}
7 \end{itemize}

```

- A
- B
- C
 - C-1

```

1 \begin{enumerate}
2   \item 巨佬 \item 大佬
3   \item 萌新
4   \begin{itemize}
5     \item[n+e] 瑟瑟发抖
6   \end{itemize}
7 \end{enumerate}

```

- ① 巨佬
- ② 大佬
- ③ 萌新
 - n+e 瑟瑟发抖

L^AT_EX 数学公式

```
1 $V = \frac{4}{3}\pi r^3$  
2  
3 \[  
4   V = \frac{4}{3}\pi r^3  
5 \]  
6  
7 \begin{equation}  
8   \label{eq:vsphere}  
9   V = \frac{4}{3}\pi r^3  
10 \end{equation}
```

$$V = \frac{4}{3}\pi r^3$$

$$V = \frac{4}{3}\pi r^3$$

$$V = \frac{4}{3}\pi r^3 \quad (3)$$

- 更多内容请看 [这里](#)

```
\begin{table}[htbp]
  \caption{编号与含义}
  \label{tab:number}
  \centering
  \begin{tabular}{cl}
    \toprule
    编号 & 含义 \\
    \midrule
    1 & 4.0 \\
    2 & 3.7 \\
    \bottomrule
  \end{tabular}
\end{table}
公式~(\ref{eq:vsphere}) 的
编号与含义请参见
表~\ref{tab:number}。
```

表 1: 编号与含义

编号	含义
1	4.0
2	3.7

公式 (3) 的编号与含义请参见表 1。

作图

- 矢量图 eps, ps, pdf
 - METAPOST, pstricks, pgf ...
 - Xfig, Dia, Visio, Inkscape ...
 - Matlab / Excel 等保存为 pdf
- 标量图 png, jpg, tiff ...
 - 提高清晰度, 避免发虚
 - 应尽量避免使用



图 1: 这个校徽是标量图, 找不到矢量图捏

① 课题背景

② 研究计划

③ 研究内容

④ 计划进度

⑤ 参考文献

- 一月：完成文献调研
- 二月：复现并评测各种 Beamer 主题美观程度
- 三、四月：美化 THU Beamer 主题
- 五月：论文撰写

① 课题背景

② 研究计划

③ 研究内容

④ 计划进度

⑤ 参考文献

[unk15] unknown.
Thu beamer theme.
2015.

Thanks!