

基于视觉规划的机器人搬运流程

Robot handling process based on path planning via machine vision

张宇阳 何重山 王澍原 许戎汉 张一 王伟豪 尹金涛

ME434 May 26 2021

Outline

基于视觉规划的机器人搬运流程

Robot handling process based on path planning via machine vision

01

问题定义

Problem Def

02

思路与技术

Think & Tech

03

尝试与探索

Trial & Err

04

最终方案

Final Solution

Part 01

问题定义

Problem Definition

- 人形机器人货物搬运场景

机器人将一份货物从拾取区搬运到放置区



• 人形机器人货物搬运场景

机器人将一份货物从拾取区搬运到放置区



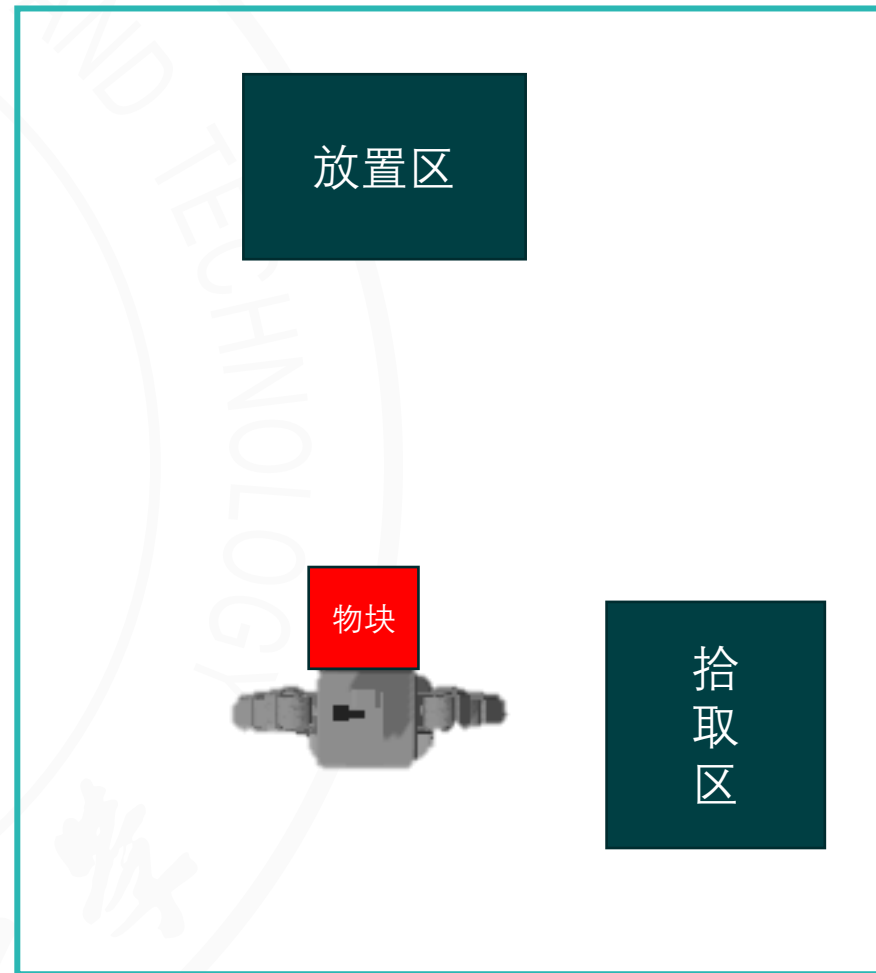
• 人形机器人货物搬运场景

机器人将一份货物从拾取区搬运到放置区



• 人形机器人货物搬运场景

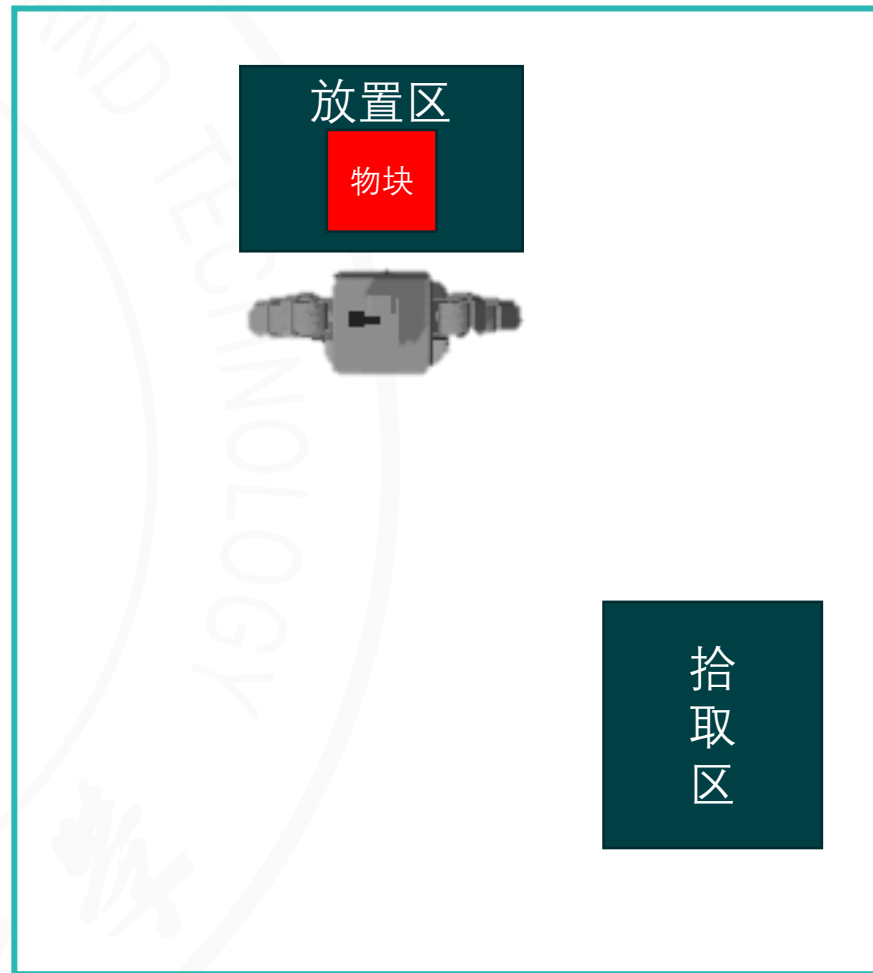
机器人将一份货物从拾取区搬运到放置区



• 人形机器人货物搬运场景

机器人将一份货物从拾取区搬运到放置区

- 如何识别货物以及放置区的具体位置
- 如何规划合理的路径接近物块与放置区
- 行走过程中采用的步态
- 物块对机器人重心的改变



Part 02

思路与技术

Thinking & Technic

- Yanshee机器人套件：红外距离传感器
- 优点：
 - 通信、调用较为简单
- 缺点：
 - 安装位点在抱起物块后会被遮挡、散射角度较大、易受干扰
 - 连接件需要定制，不是标准PogoPin
- 解决方案：
 - 延长I2C总线的导线至机器人头顶



- 基于二维码的目标识别与定位

- 优点:

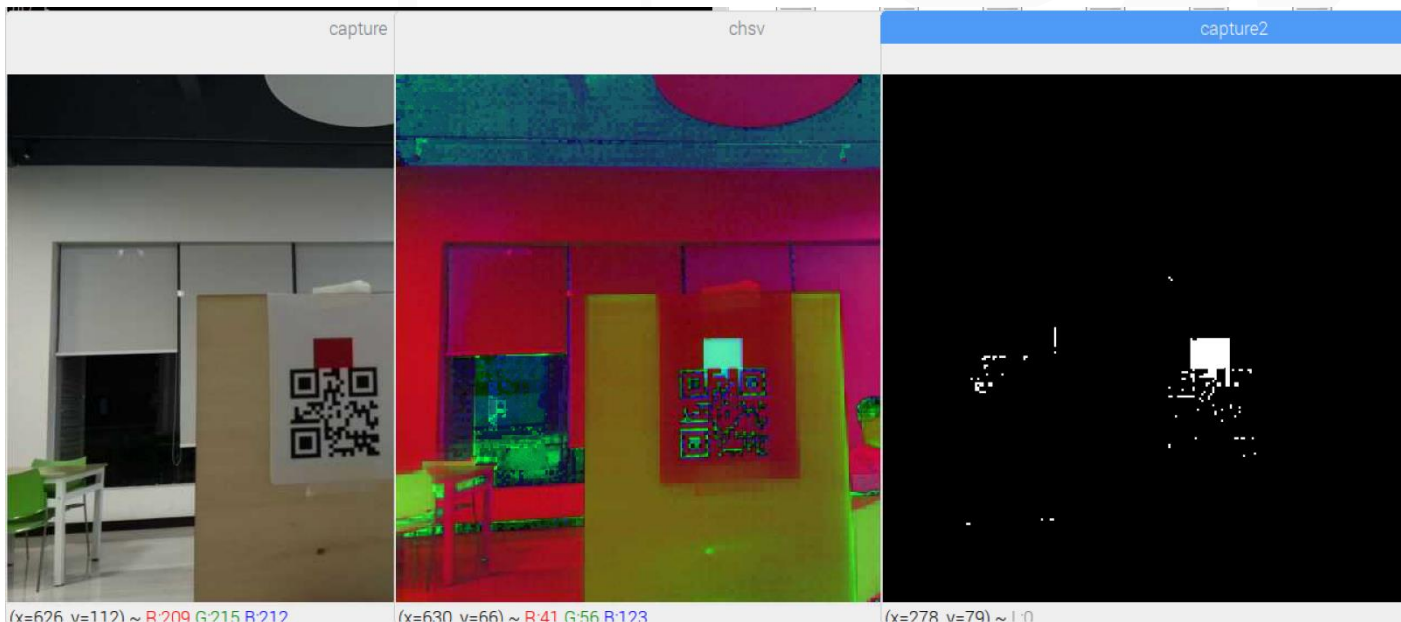
可以获取较为准确的三维相对位置信息

- 缺点:

受限于相机问题，二维码较小时，远距离识别成功率低



- 基于HSV空间颜色识别的目标检测
- 优点：在较远距离也能够识别到色块、水平方向坐标较为准确
- 缺点：可能会被背景干扰影响色块质量、无法获取距离信息

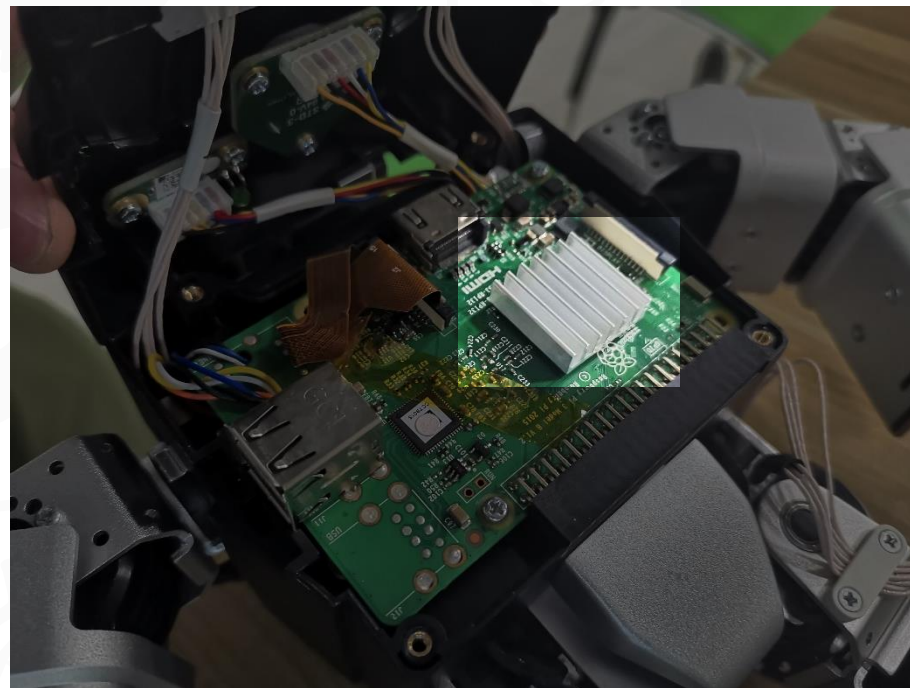
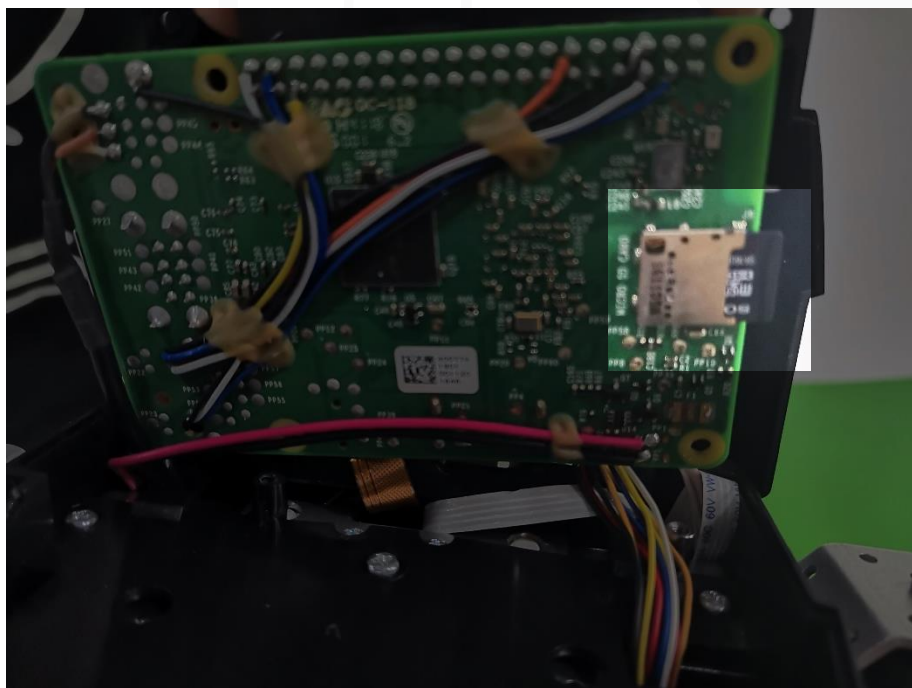


Part 03

尝试与探索

Trial & Error

- YanAPI & Restful API & 固件
 - 机器人预装的固件版本较低，未包含YanAPI，步态控制与控制函数较为原始
 - 我们烧录升级了机器人内置树莓派的系统至最新版本。
 - (加了个小小的散热片以提高性能)



• 场地搭建与机器人改装

• 测试中遇到的问题：

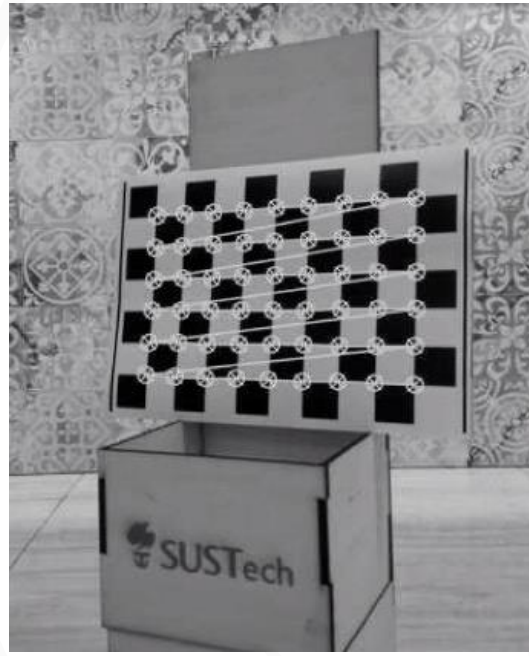
- 视觉环境复杂，机器人识别成功率偏低
- 原有抓手不能较好的抓取物块
- 机器人脚底打滑，转向、横移受影响

• 解决方案：

- 使用木板做背景板，提高对比度
- 设计专用抓手，降低抓取难度
- 机器人贴防滑脚垫，提高行走稳定性



• 单目相机的标定



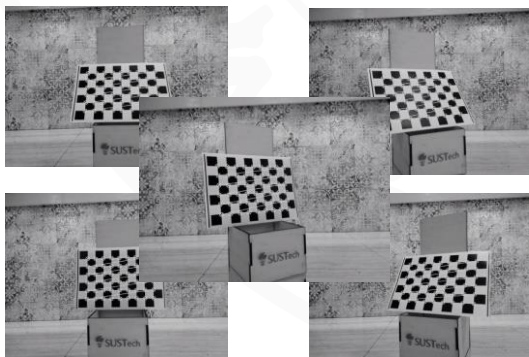
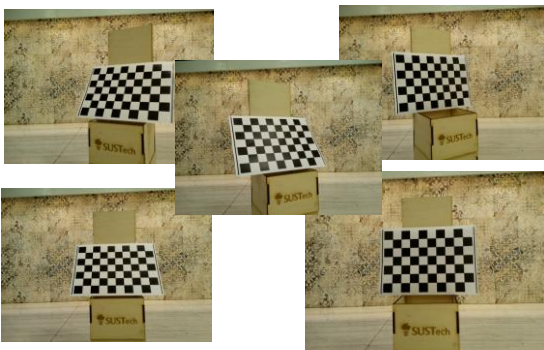
标定步骤（张正友）

1. 提取角点信息 `cv2.findChessboardCorners()`
2. 画出角点 `cv2.drawChessboardCorners()`
3. 相机标定 `cv2.calibrateCamera()`

得到相机的内参矩阵与畸变系数

$$K = \begin{bmatrix} 537.121 & 0 & 324.815 \\ 0 & 544.923 & 172.946 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

畸变系数 $[0.465 \quad -2.714 \quad -0.078 \quad 0.009 \quad 8.654]$



• 二维码的识别与定位



对二维码使用pyzbar开源算法，识别二维码的内容和二维码角点像素坐标。

基于PNP方法的绝对位姿测量（N点透视位姿求解）

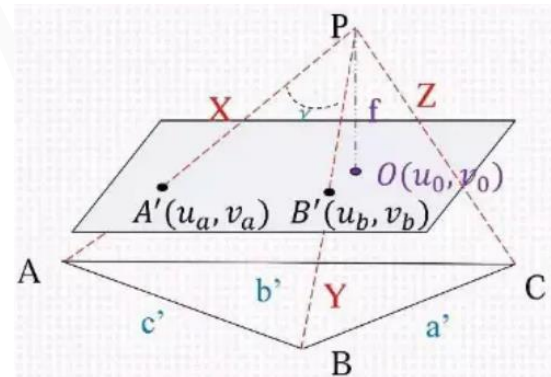
控制点的三维坐标

相机内参矩阵

SolvePnP

控制点的像素坐标

相机畸变系数



```
img_20210520_101813_5794.jpg
[扫描结果] 二维码类别: QRCODE 内容: 01
True
[[ 2.91568798]
 [-0.88204647]
 [ 0.88984953]]
Location
[[-0.81264782]
 [ 0.82963465]
 [ 0.48679841]]
```

旋转矩阵

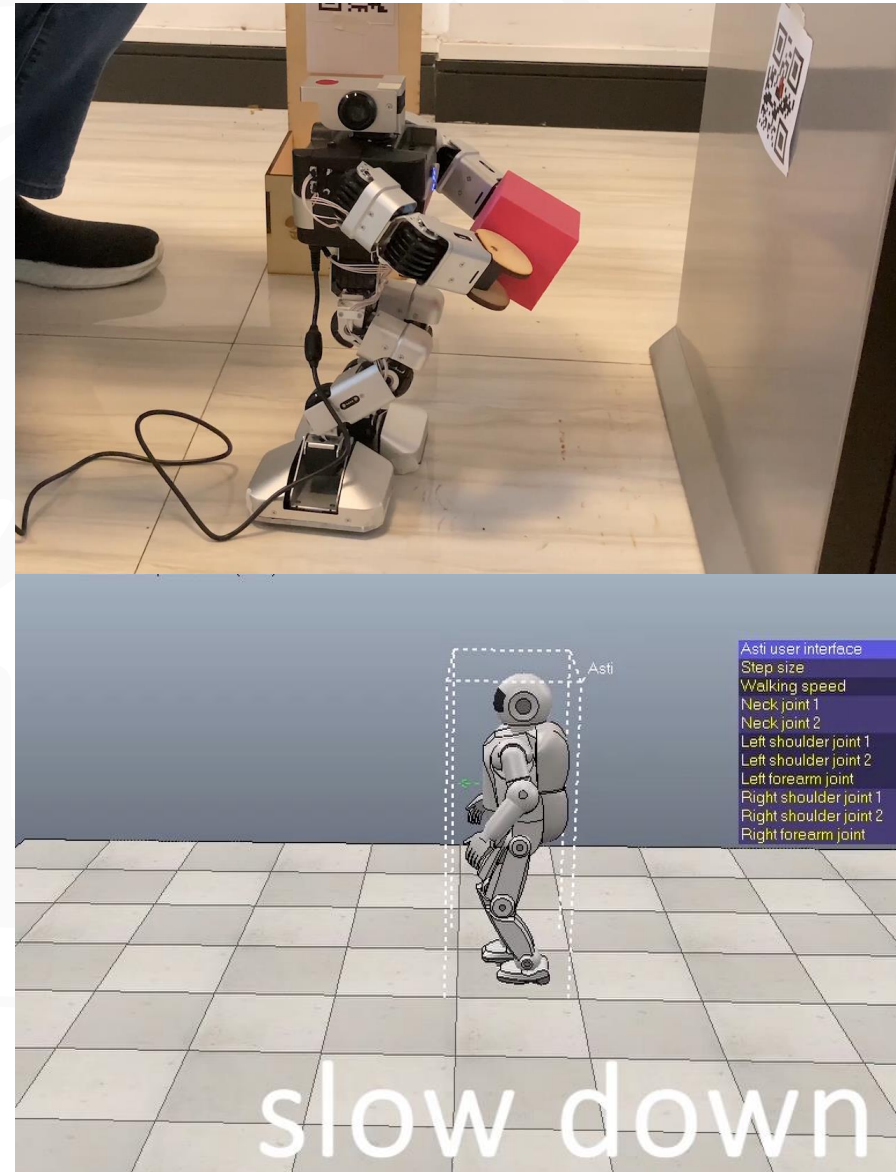
平移矩阵

经过测算XYZ方向上的定位误差在1cm之内，满足引导机器人定位需求。

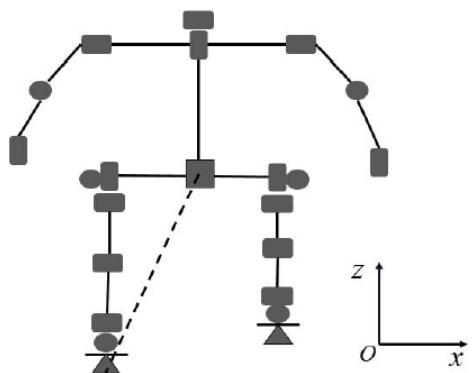
Static Walking

Drawbacks

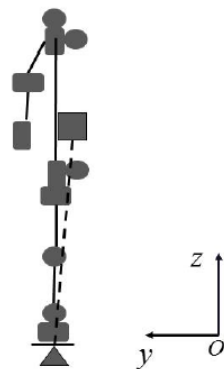
- **Elegant**
- **Center of gravity**
- **High speed**



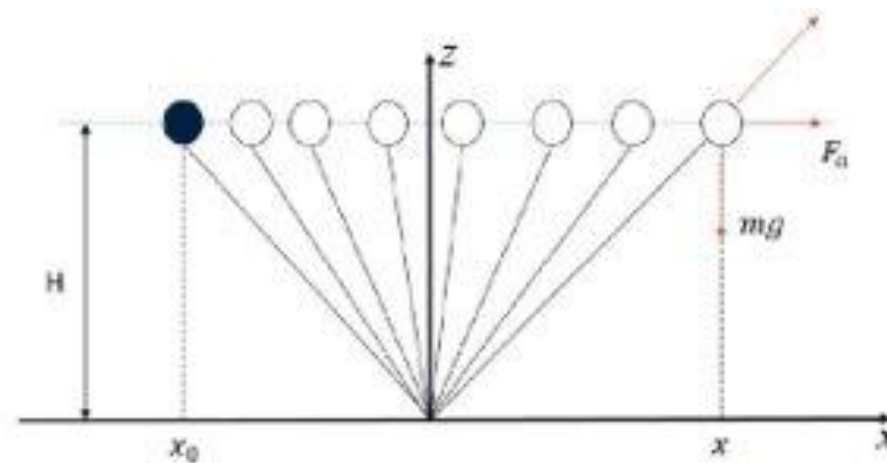
LIPM Model



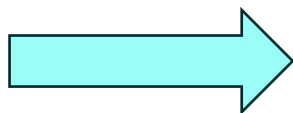
a) 冠状面



b) 矢状面



Trajectory of the COM

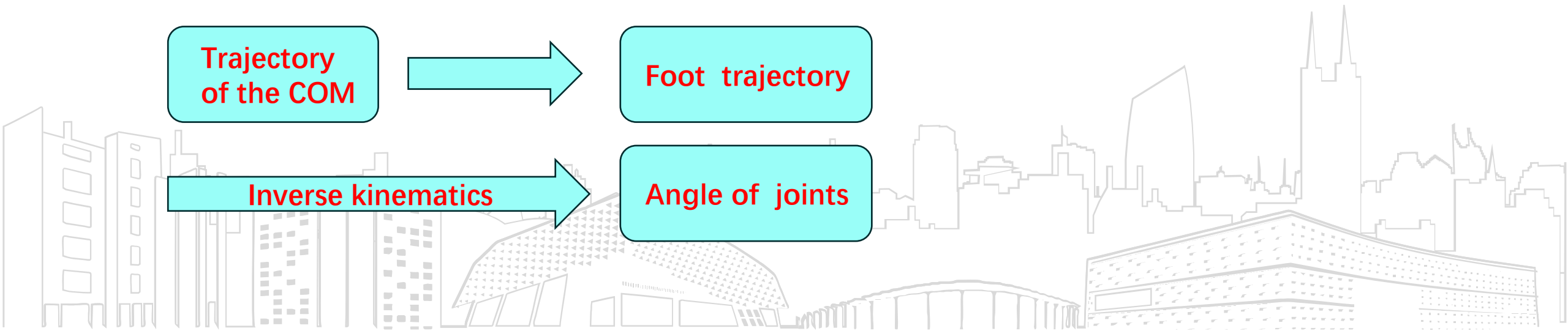


Foot trajectory

Inverse kinematics



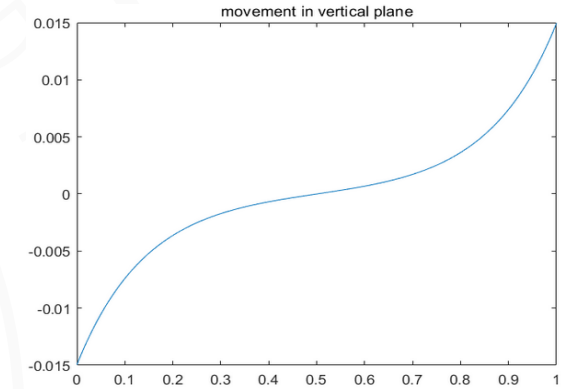
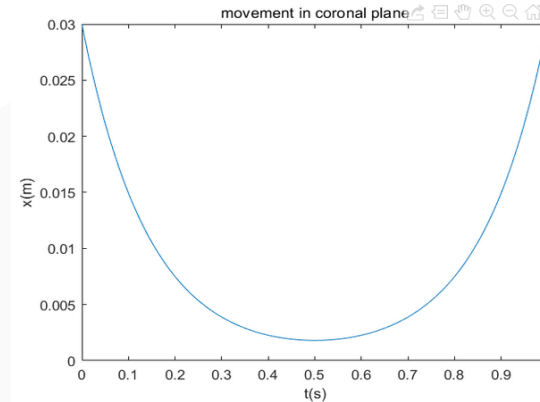
Angle of joints



LIPM Model

- Coronal Plane**

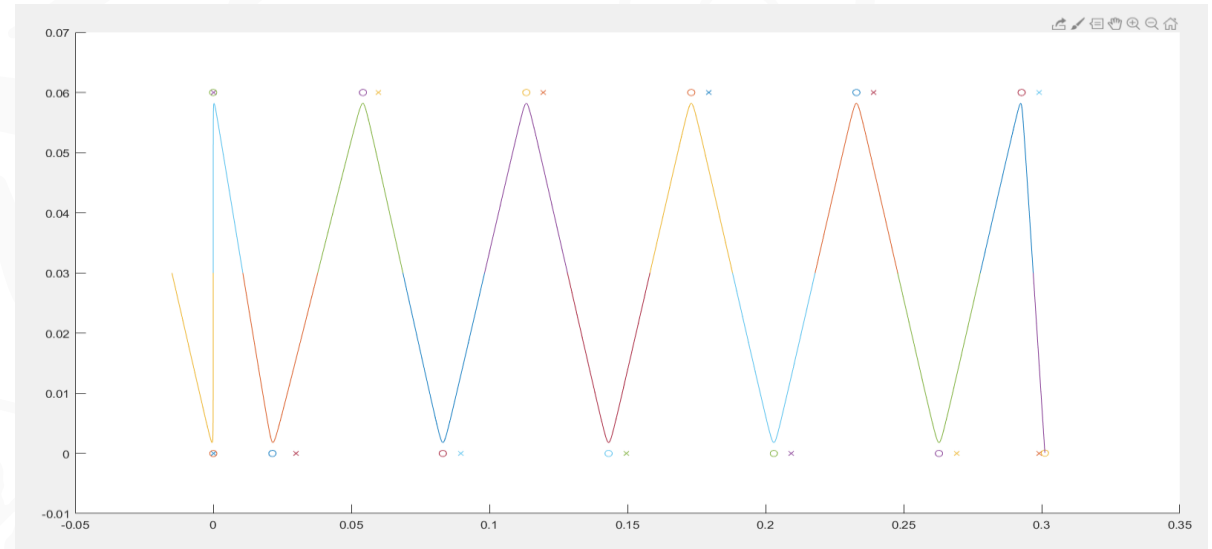
$$v_0 = \frac{wD(1 - \cosh(w \frac{T}{2}))}{2 \sinh(w \frac{T}{2})}$$



- Vertical Plane**

$$v_0 = \frac{wF(1 + \cosh(w \frac{T}{2}))}{4 \sinh(w \frac{T}{2})}$$

$$x(t) = x_0 \cosh(\sqrt{\frac{g}{H}}t) + \frac{v_0}{\sqrt{\frac{g}{H}}} \sinh(\sqrt{\frac{g}{H}}t)$$



Part 04

最终方案

Final Solution

Video

Thanks for our Cooperation

Video

Good luck with UBTECH

项目贡献

Task Allocation

- 张宇阳：基于视觉传感器的颜色识别与参数调节，机器人方向调整；
- 何重山：线性倒立摆模型的构建与仿真，机器人步态设计；
- 王澍原：静态行走的仿真模拟，机器人步态设计，轨迹规划；
- 许戎汉：实验道具制作，机器人动作逻辑规划，实机测试，视频制作；
- 张 一：单目相机的标定，二维码内容识别与定位，机器人整机调试；
- 王伟豪：机器人手部抓取动作设计；
- 尹金涛：构建线性倒立摆模型，机器人步态设计与轨迹规划；

参考文献

REFERENCES

- [1]刘清, 陈明哲. 步行机器人的步态选择与静态平衡[J]. 机器人, 1990, 012(003):24-29.
- [2]杨金. 双足人形机器人步态规划与防推算法研究[D].哈尔滨工业大学,2019.
- [3]Zhang Z . A Flexible New Technique for Camera Calibration[J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2000, 22(11):1330-1334.
- [4]陈林. 基于双足机器人步态规划的研究[D].中国科学院大学深圳先进技术研究院,2020

Q & A

ME434 May26 2021

11810123 张宇阳

11810213 何重山

11810314 王澍原

11810502 许戎汉

11810518 张一

11810715 王伟豪

12032725 尹金涛



扫码播放视频
欢迎一键三连~

