



机械臂与 ROS

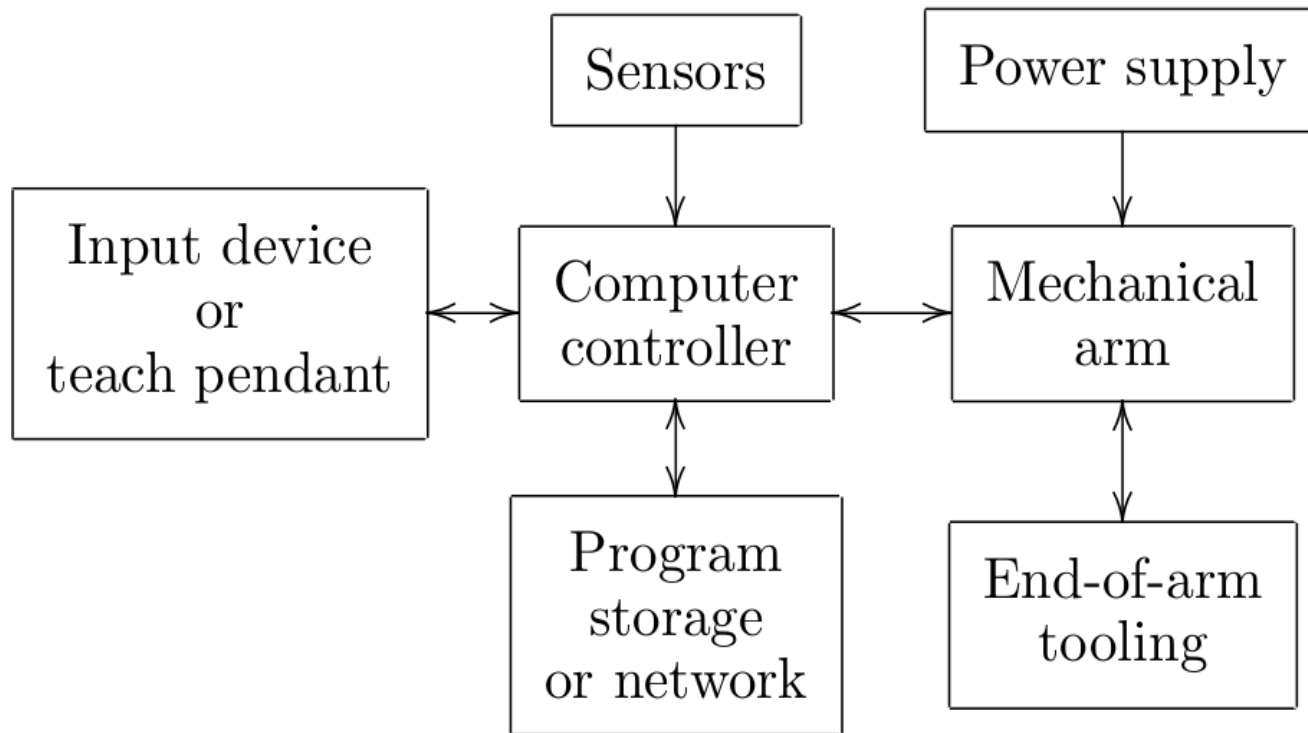
- 以 UR 为例

孙斌

内容

- 以 UR 为例的机械臂系统
- 机械臂的种类
- UR 与 ROS-I

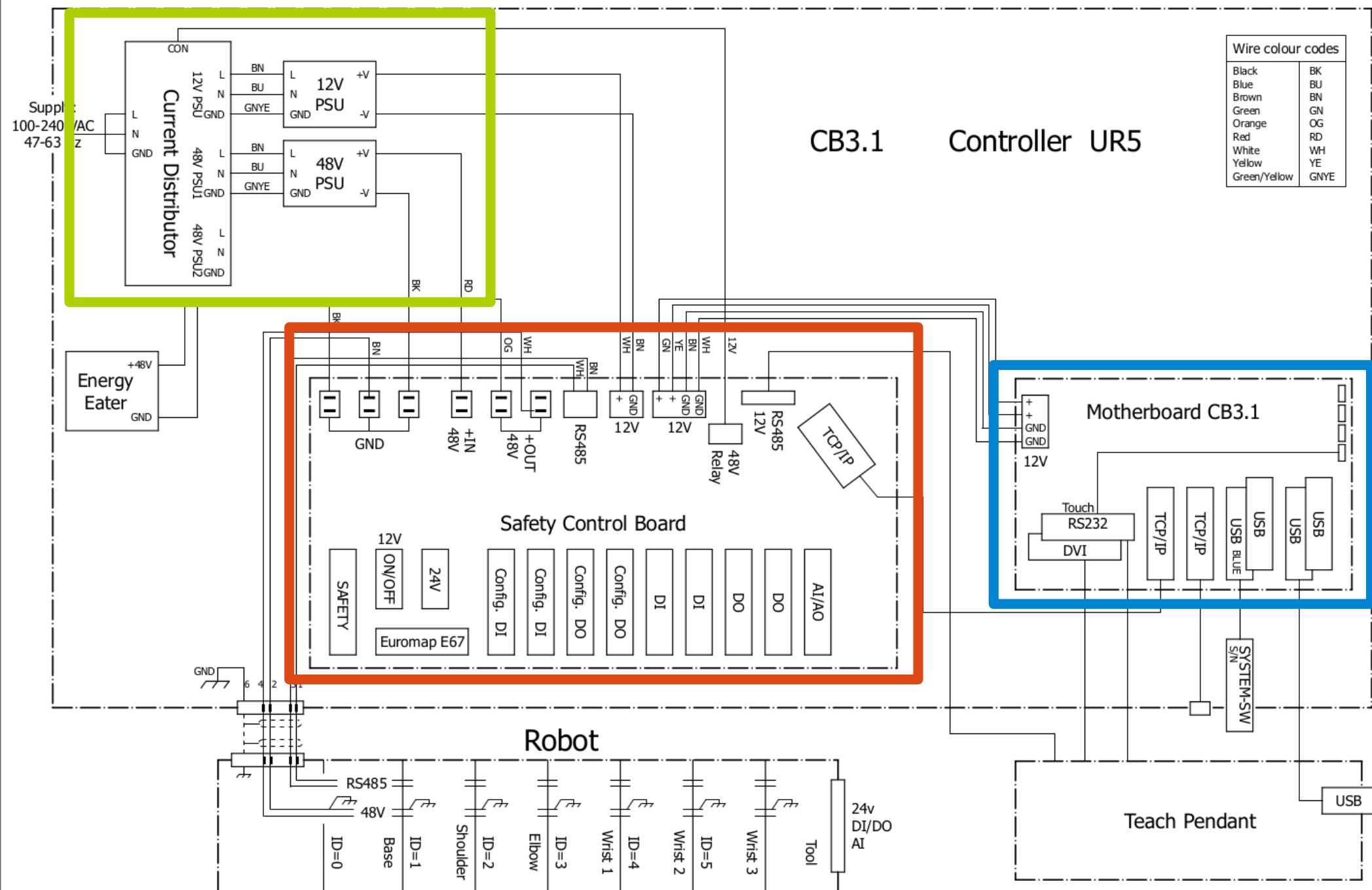
机械臂系统

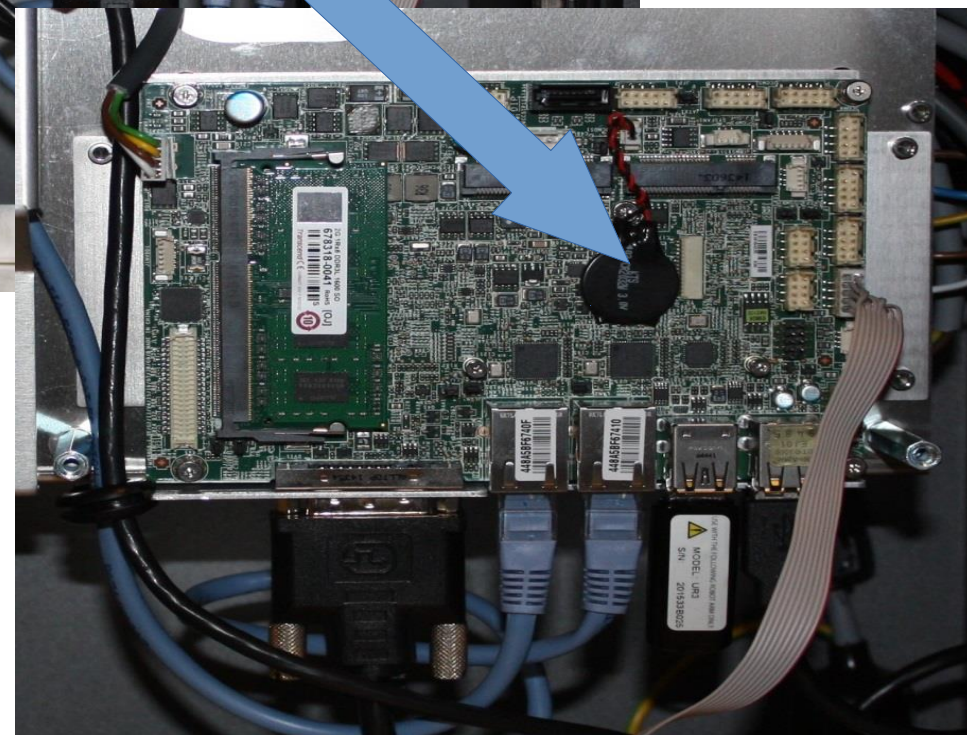
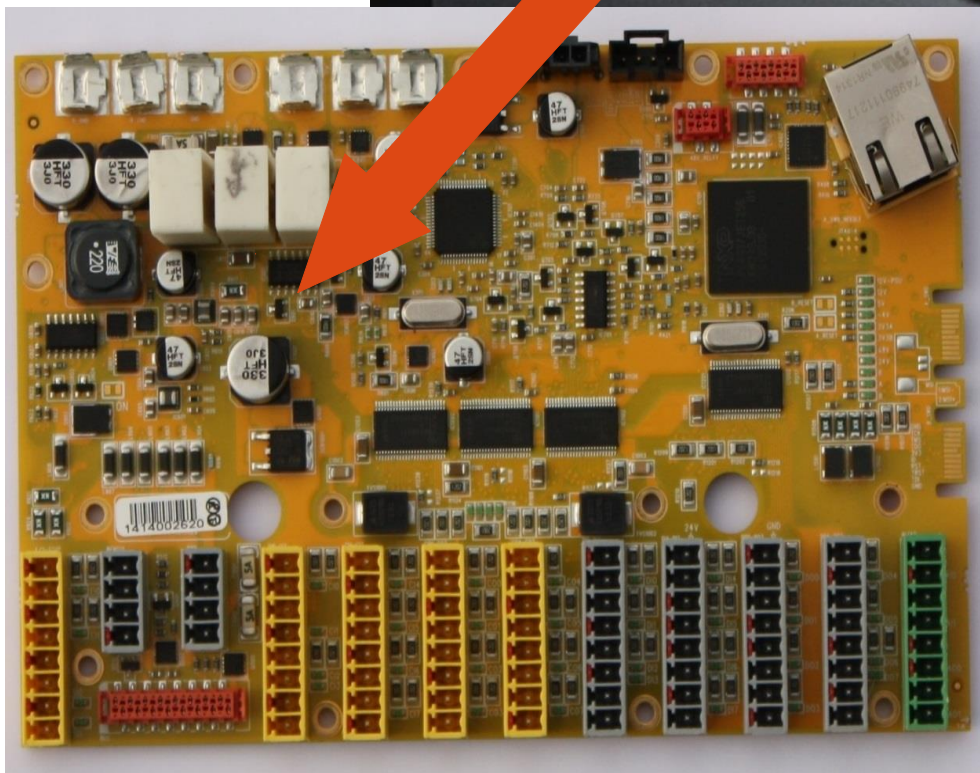
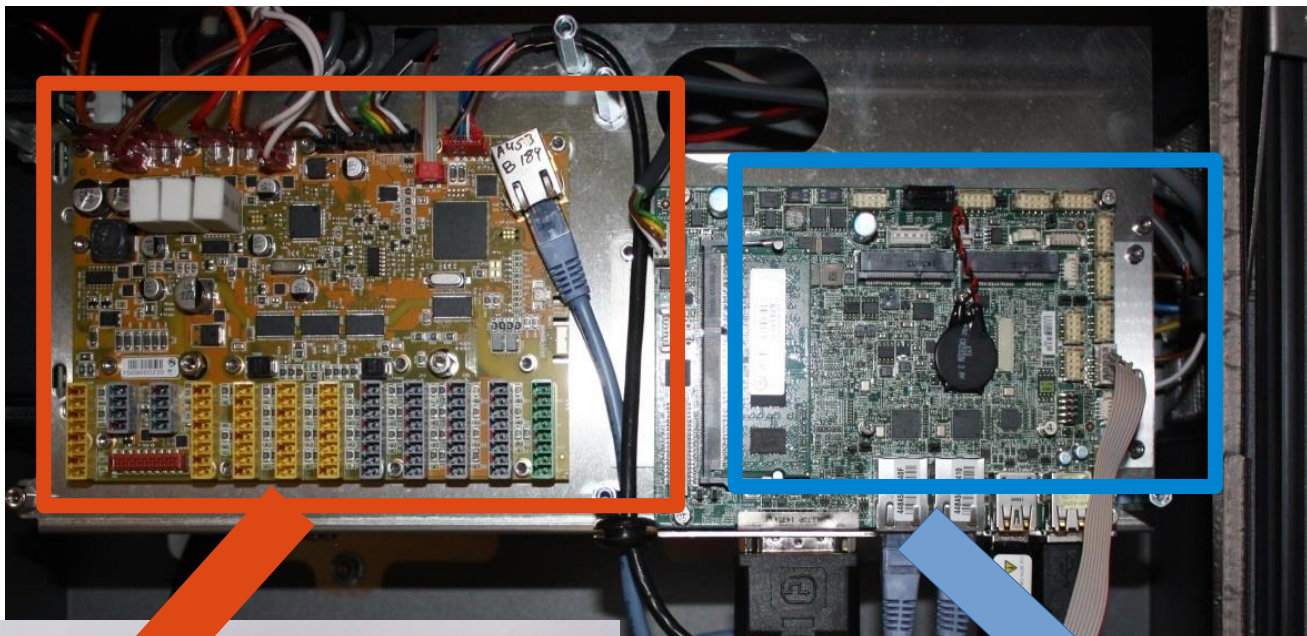


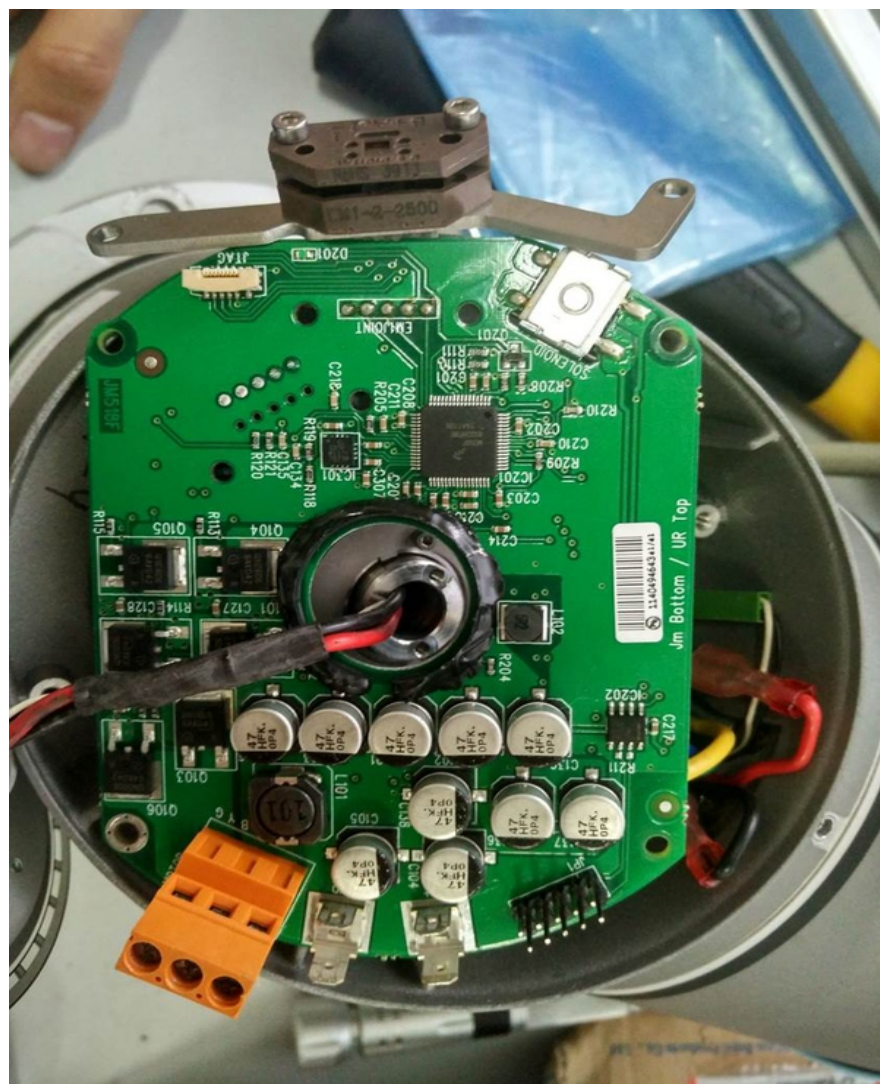
UR 为例



- 总线支持
- MODBUS
- EtherNet/IP
- EtherCAT
- CANopen
-







图片作者：邱强



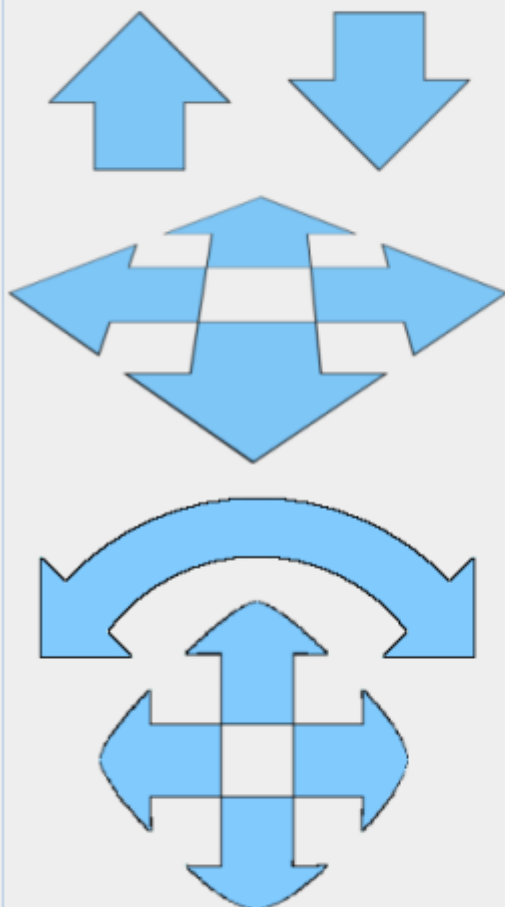
文件

14:06:09

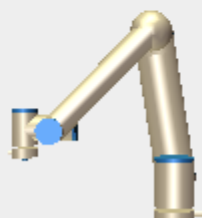
CCCC ?

程序 安装设置 移动 I/O 日志

移动工具



机器人



特征

视角

TCP

X -120.11 mm

Y -431.76 mm

Z -253.93 mm

RX 0.0012

RY -3.1664

RZ -0.0395

回零

移动关节

自由驱动

机座		-91.71 °
肩部		-98.96 °
肘部		-126.22 °
手腕 1		-46.29 °
手腕 2		91.39 °
手腕 3		-1.78 °

模拟

真实机器人

速度 100%

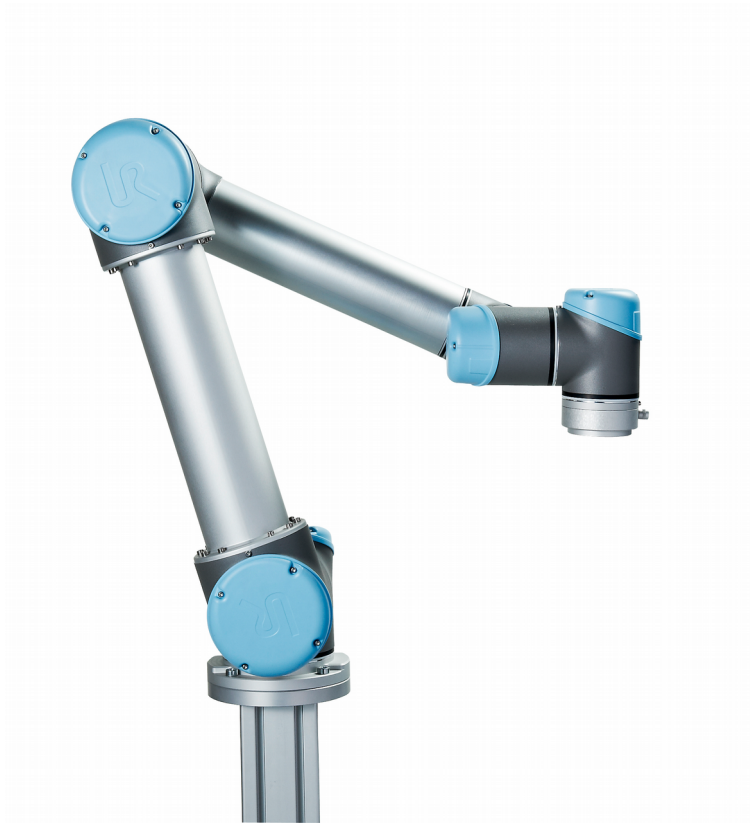
取消

确定

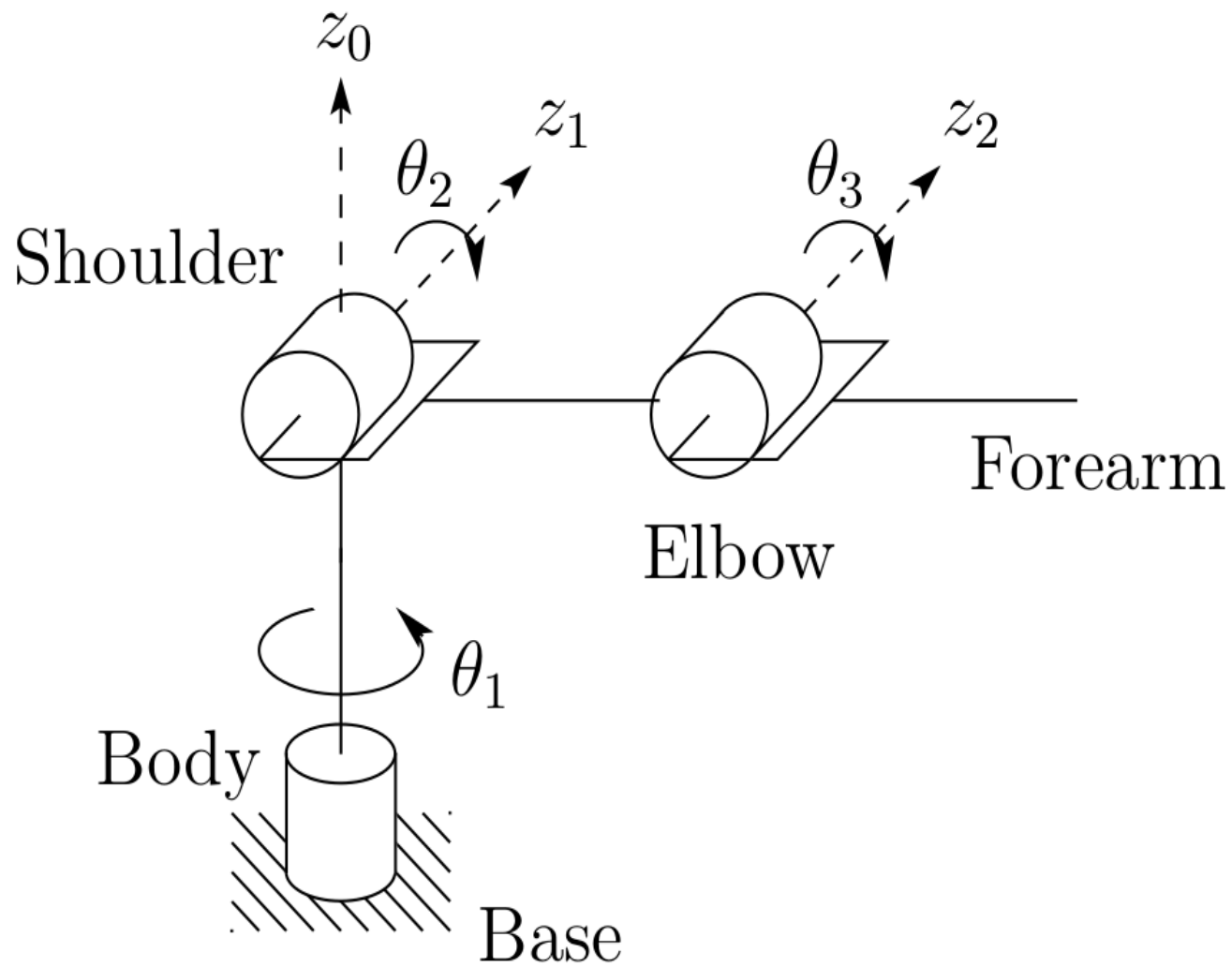
谈一下机械臂的种类

- 关节机械臂 (RRR)
- 球形机械臂 (RRP)
- SCARA 机械臂 (RRP)
 - Selective Compliant Articulated Robot for Assembly
 - 选择顺应性装配机器手臂
- 圆柱形机械臂 (RPP)
- 直角坐标系机械臂 (PPP)
- 并联机械臂

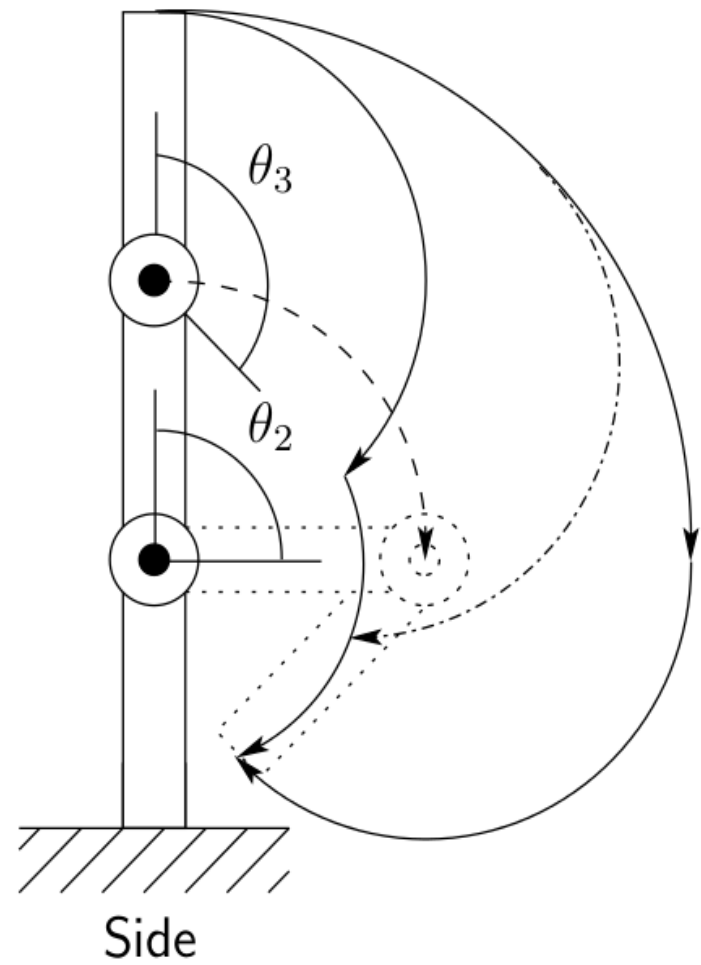
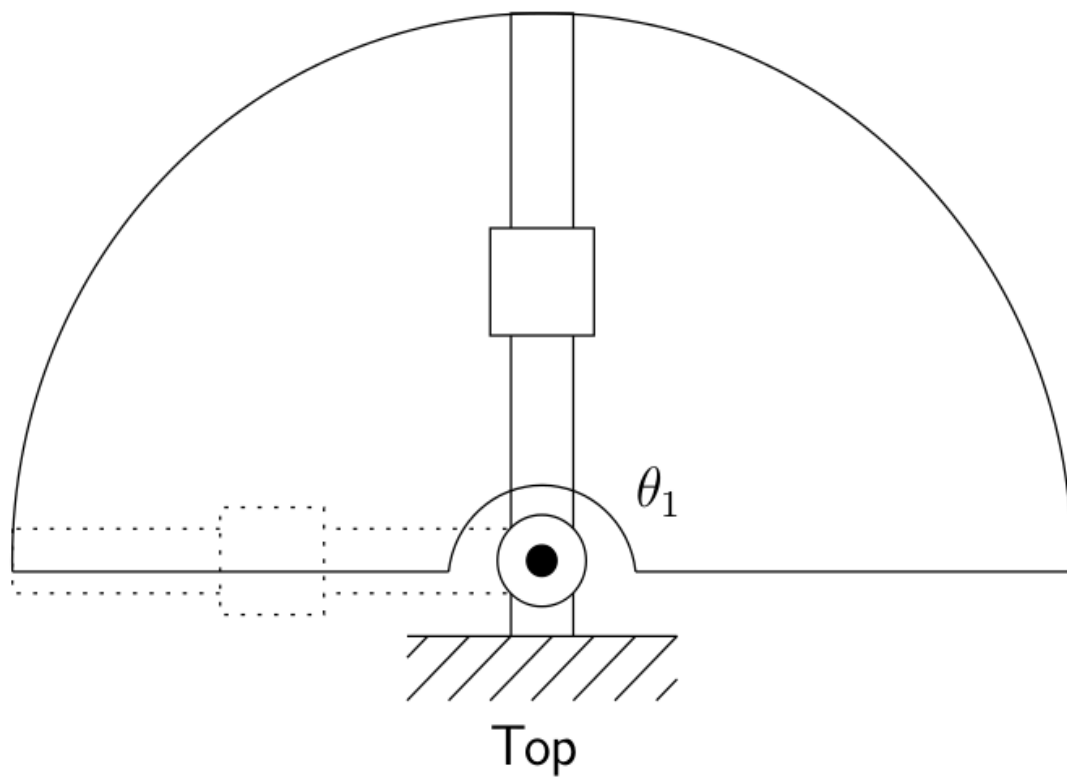
关节机械臂 (RRR)



结构



工作空间

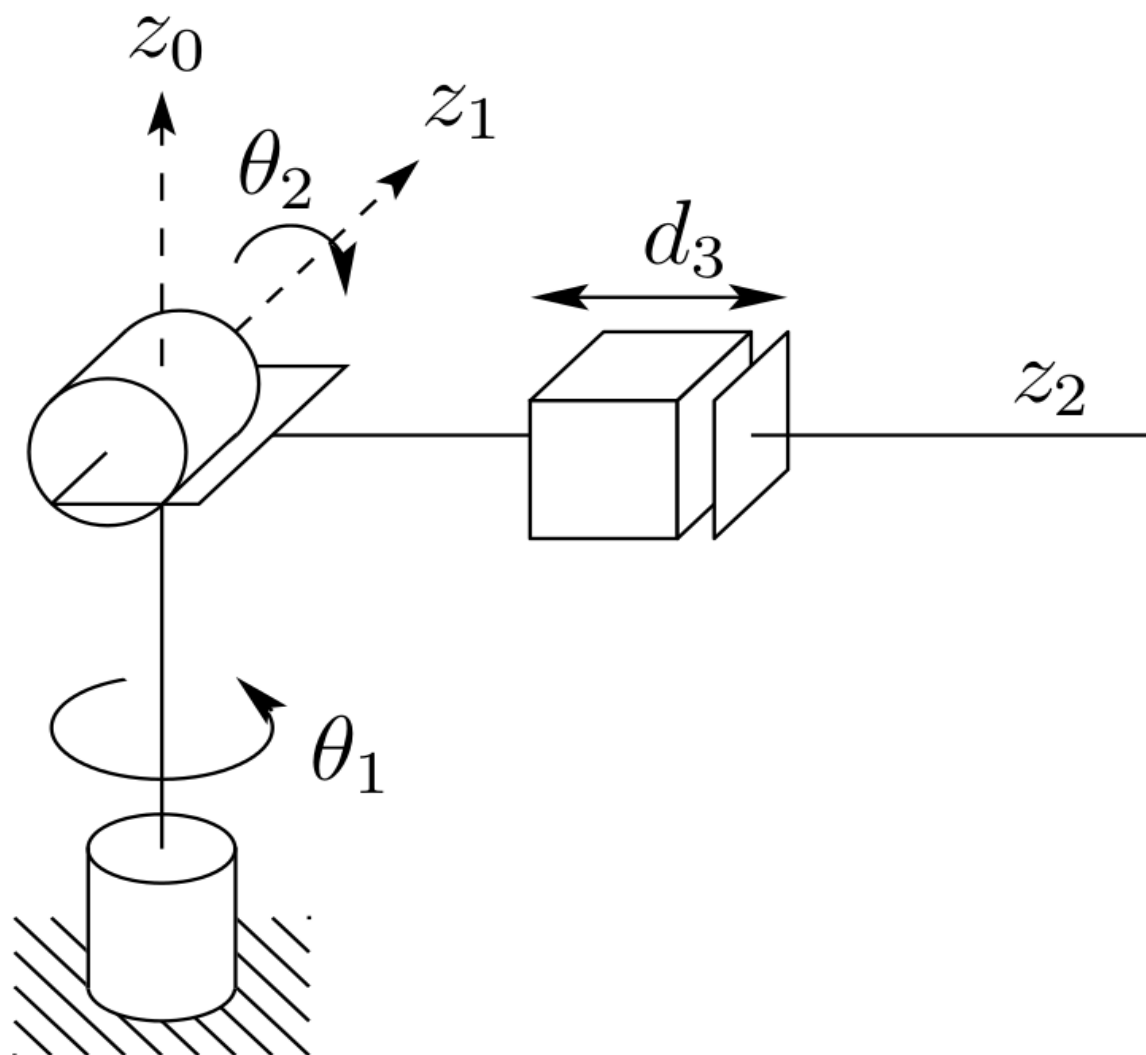


图片来自于 Robot Modeling and Control

球形机械臂 (RRP)

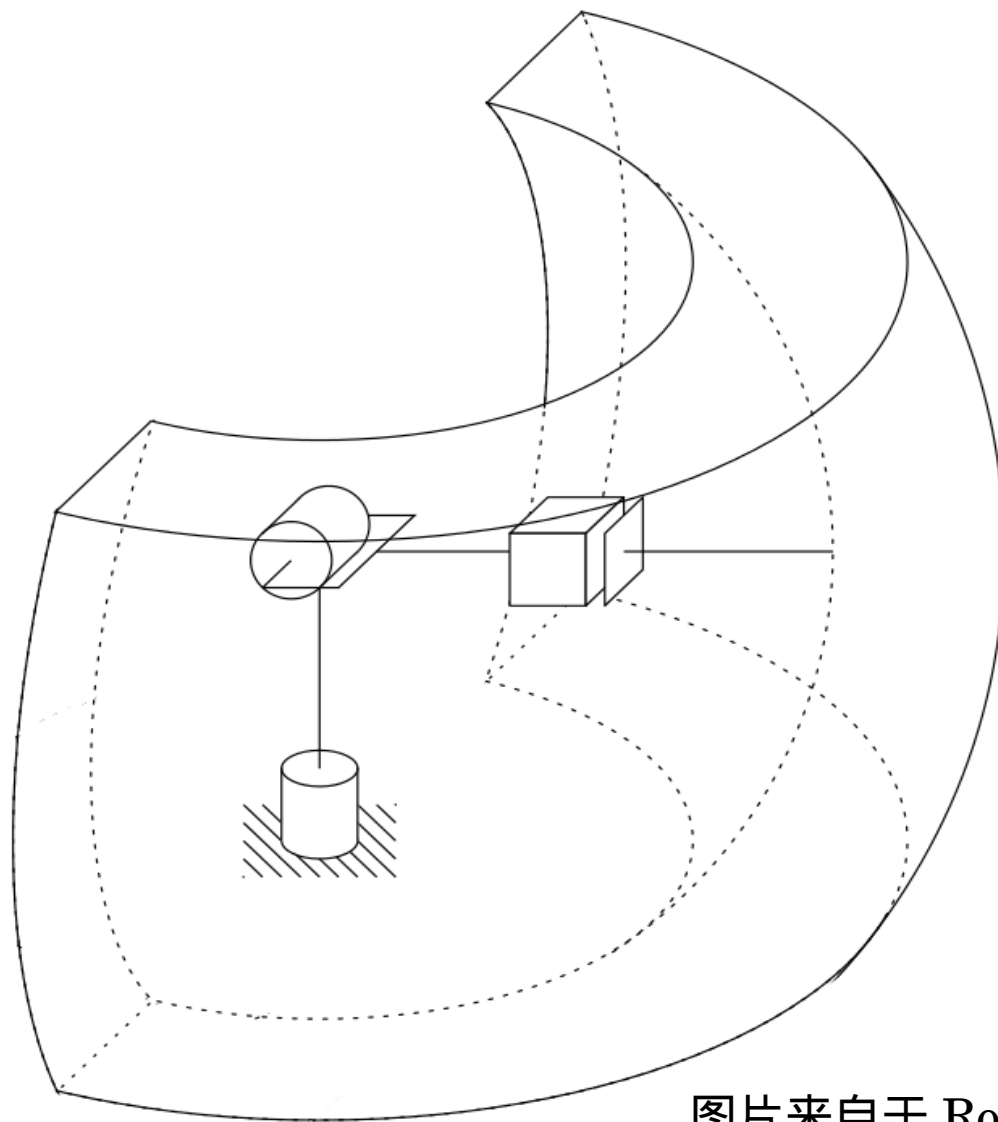


结构



图片来自于 Robot Modeling and Control

工作空间

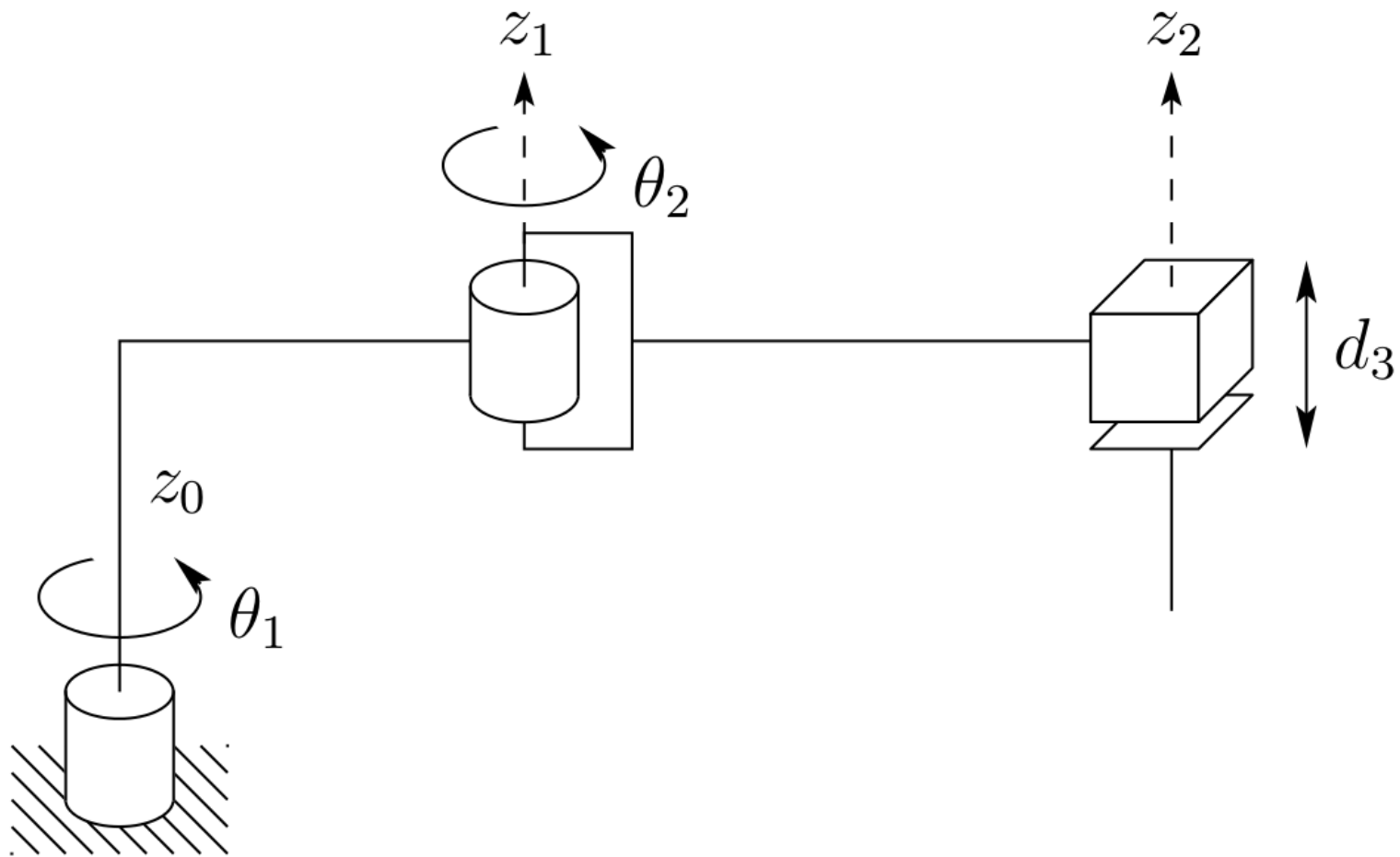


图片来自于 Robot Modeling and Control

SCARA 机械臂 (RRP)

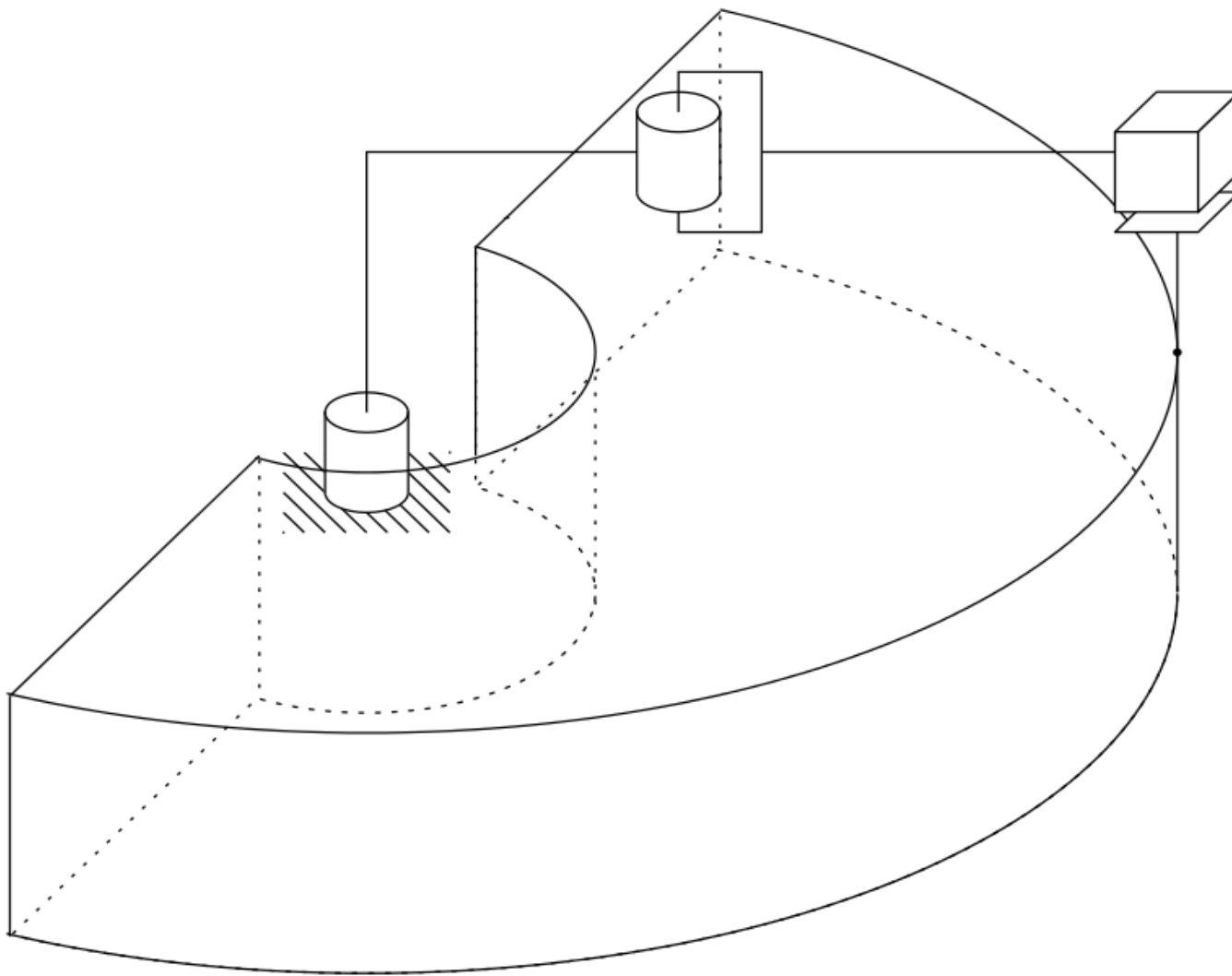


结构



图片来自于 Robot Modeling and Control

workspace



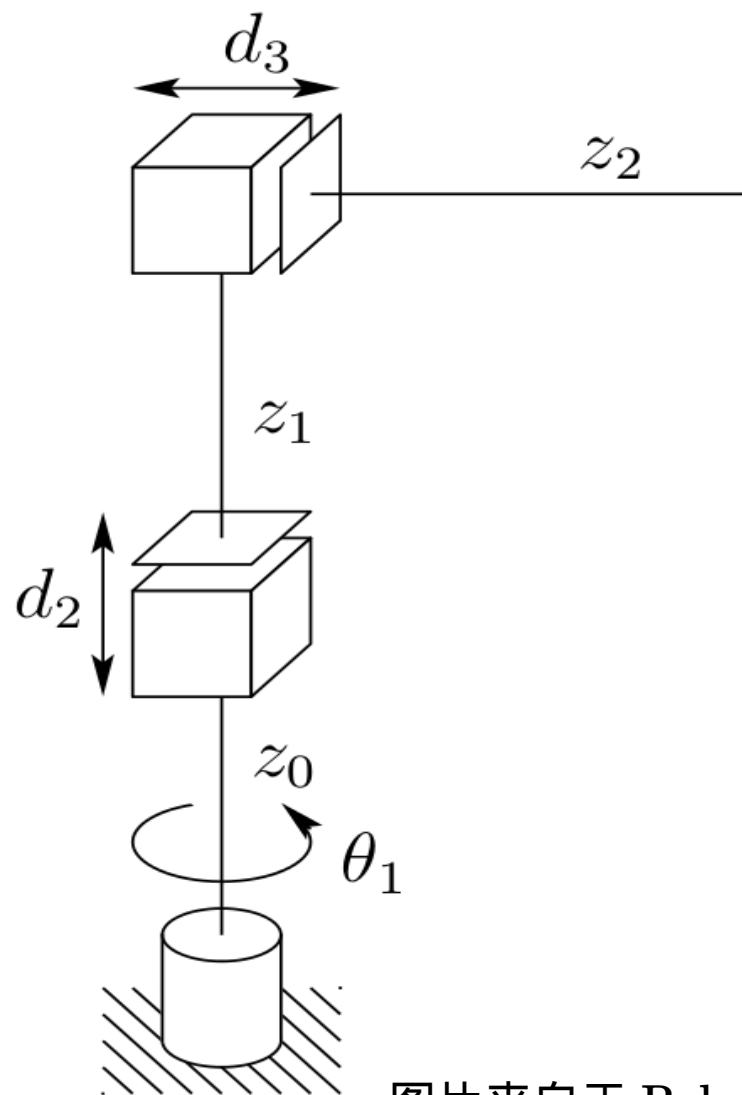
图片来自于 Robot Modeling and Control

圆柱形机械臂（ RPP ）



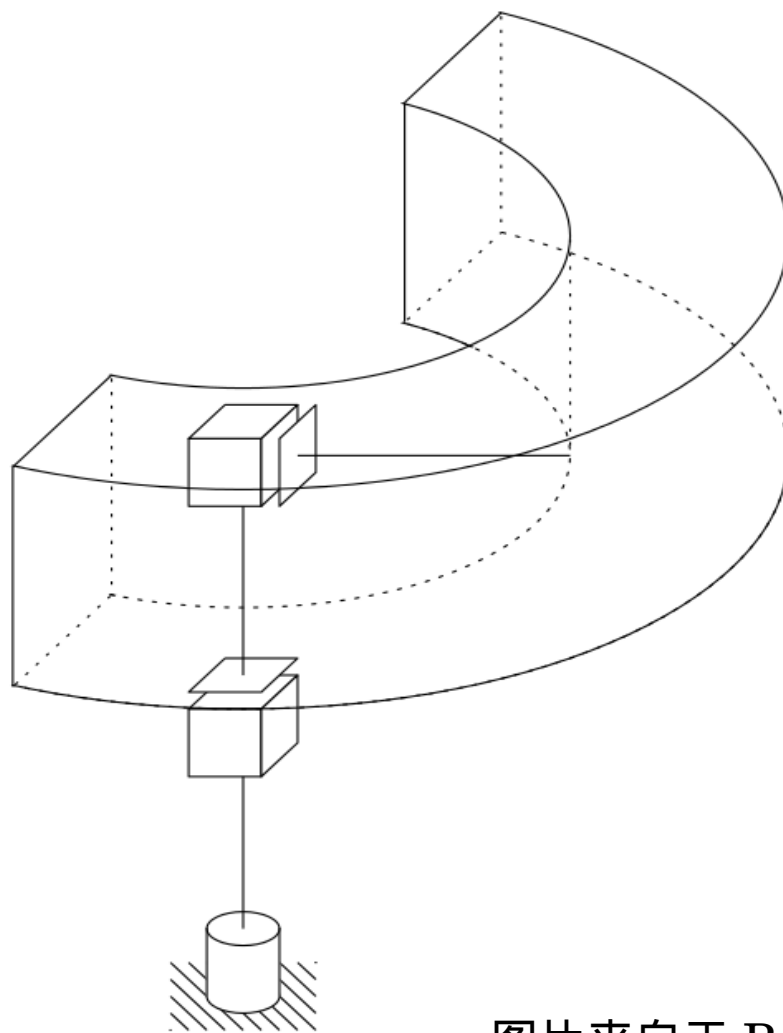
图片来自于 Robot Modeling and Control

结构



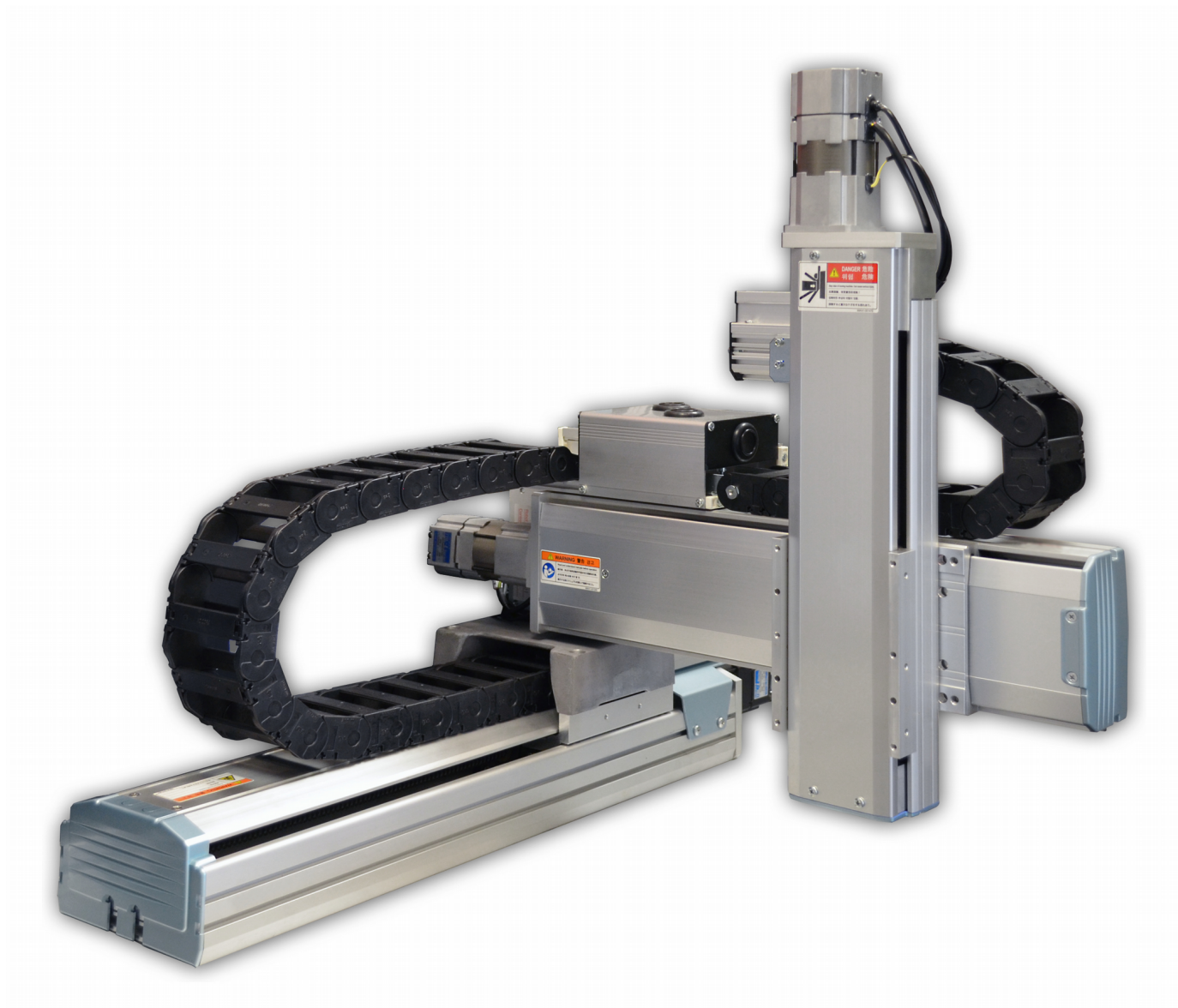
图片来自于 Robot Modeling and Control

工作空间

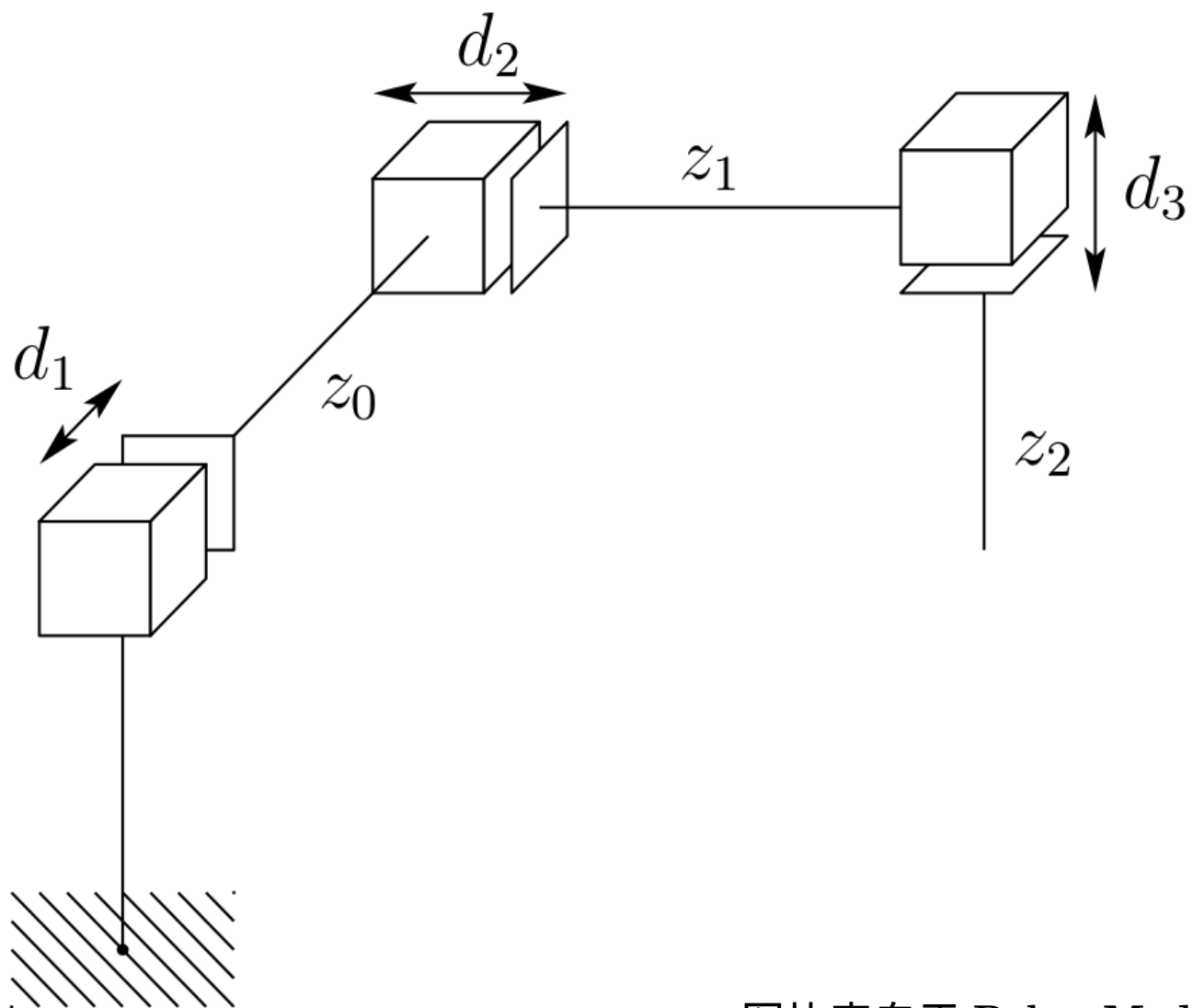


图片来自于 Robot Modeling and Control

直角坐标系机械臂（ PPP ）

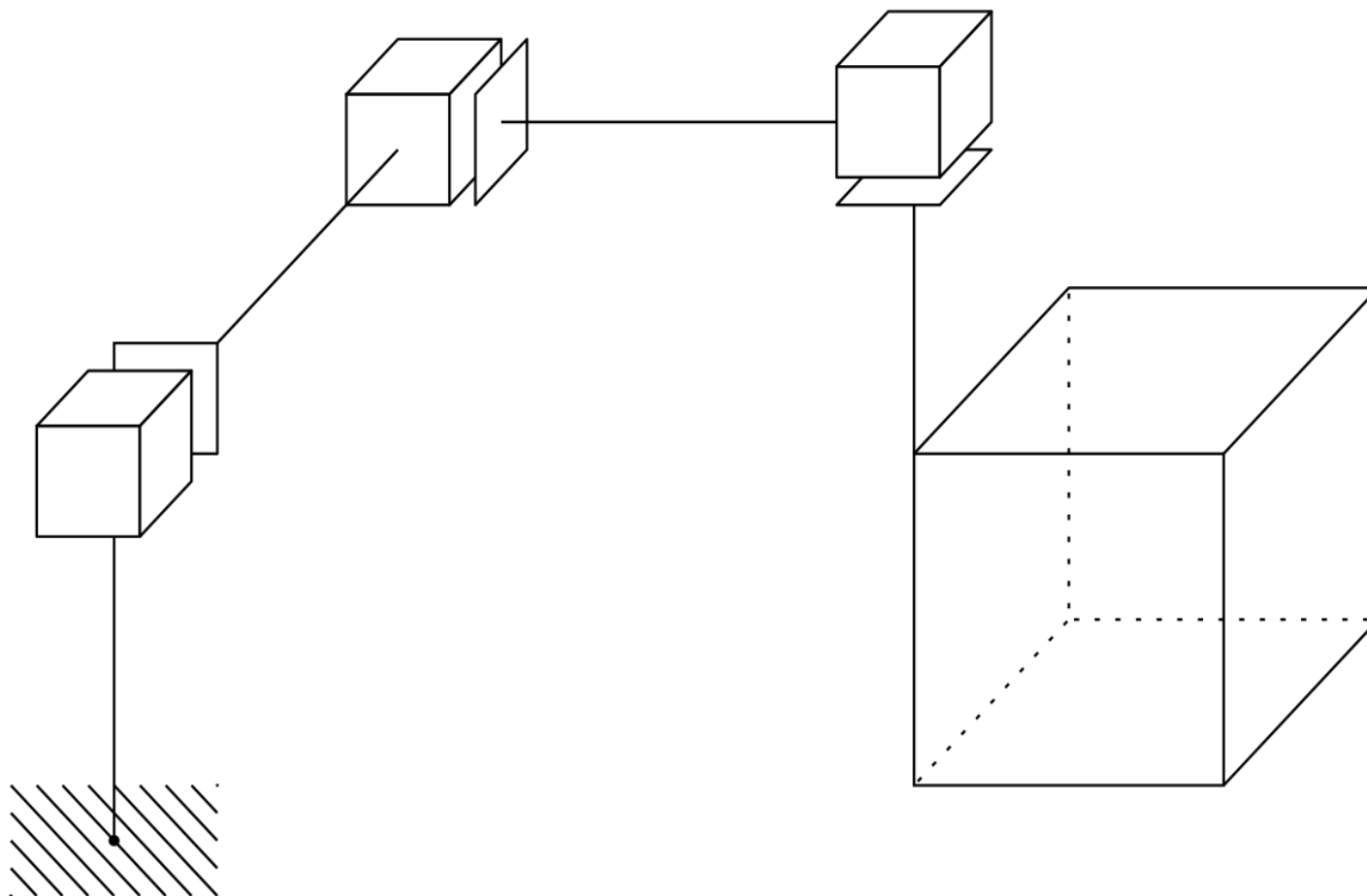


结构



图片来自于 Robot Modeling and Control

工作空间

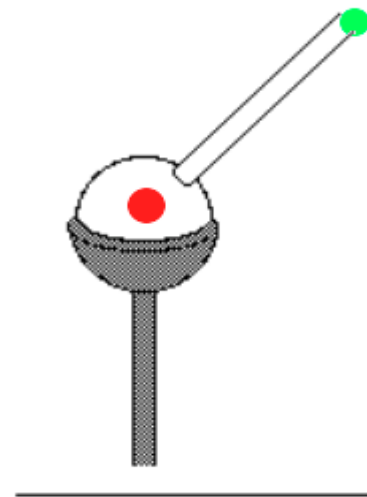
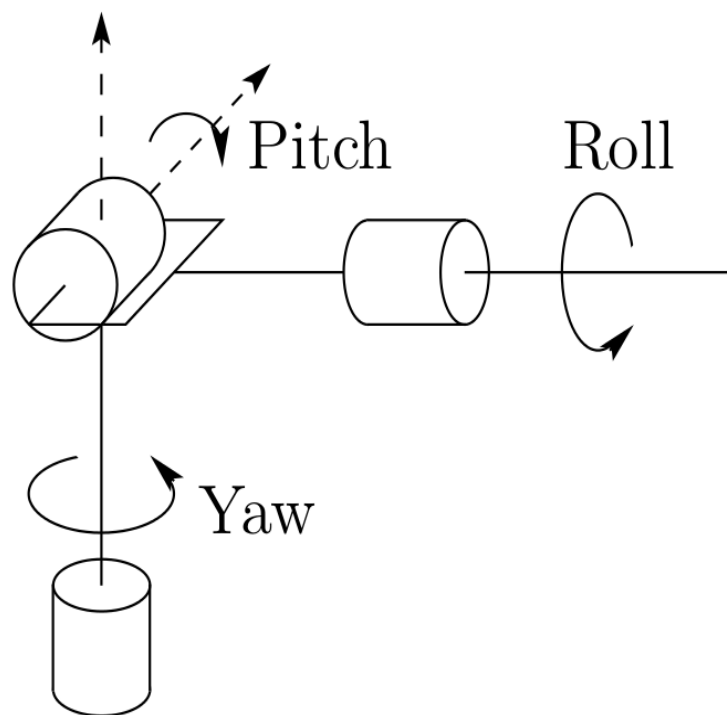


图片来自于 Robot Modeling and Control

并联机器人



腕关节 (spherical wrist)



UR 的不同？

- 柔性 → 与人协同
- 价格 → 亲民
- 开放性 → 与 ROS 更好结合



UR 的状态端口

- 30001 与 30002
 - 客户端可发送脚本代码至服务器服务器自动以 5Hz 的频率返回机器人状态与补充消息到客户端。
- 内容有：
 - 关节位置
 - 电压
 - 温度
 - IO 状态
 -



UR 的实时端口

- 30003
 - 125Hz 的频率发布机器人的状态到客户端
- 发布内容
 - 当前关节位置
 - 目标关节位置
 - 关节速度
 - 关节电流
 - 关节温度
 -



UR 轨迹控制指令

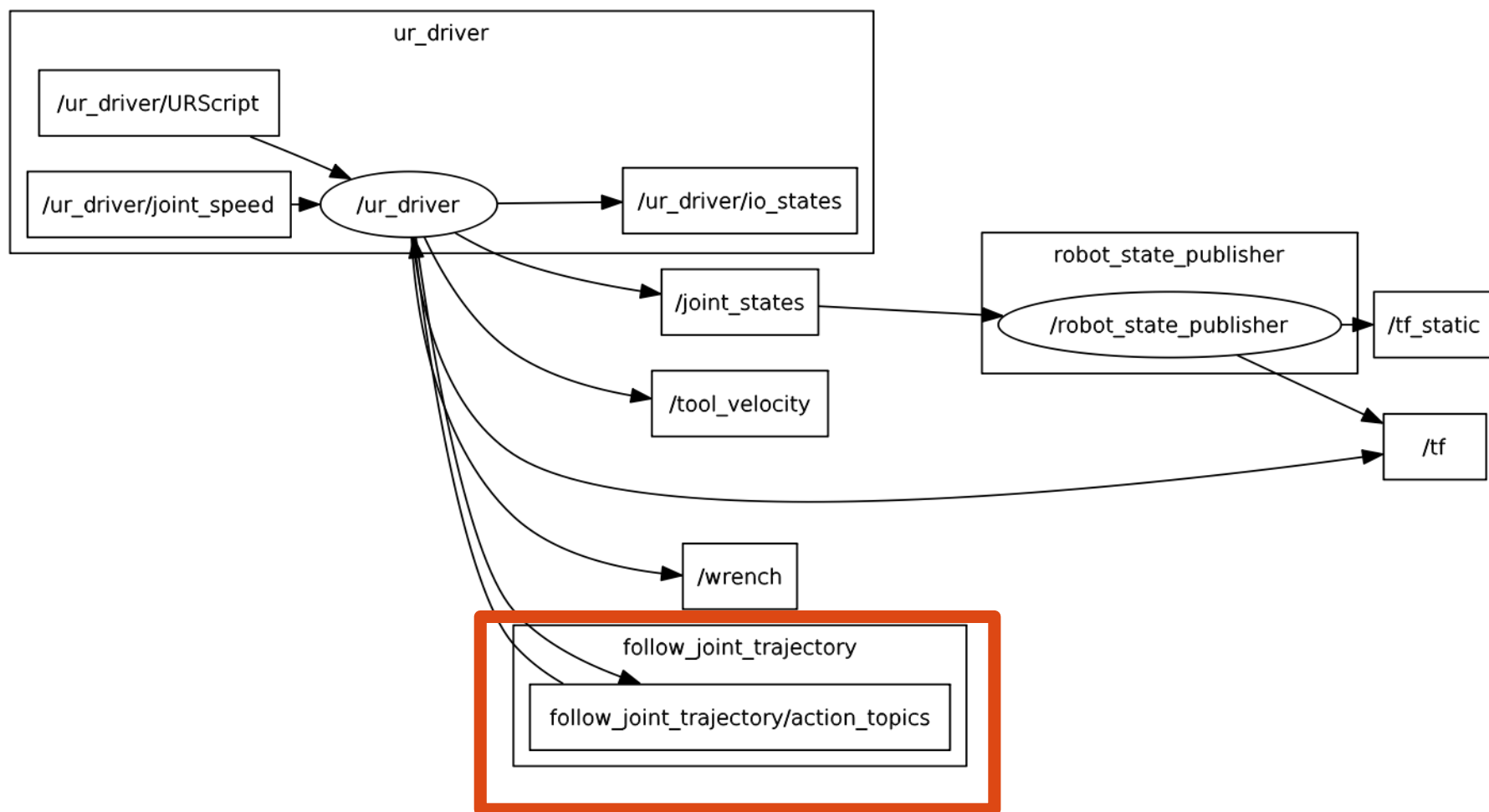
- Move
 - 点到点移动，关节空间 / 笛卡尔空间
- Servo
 - 更强的关节空间控制
 - ‘Servo function [is] used for online control of the robot’
- Speed
 - 关节速度控制
- Force
 - 可以让机器人在末端的一个轴具有柔顺性（装配用）

UR 与 ROS

- universal_robot 来自 ROS-I
 - 自带的 driver 是 python 写的
- ur_modern_driver 来自丹麦科技大学
 - https://github.com/ThomasTimm/ur_modern_driver
- Modbus TCP 连接 30002 与 30001 接受机器人状态消息

当 follow_joint_trajectory 接受到轨迹信息的时候，ROS 节点在轨迹点间进行插补，插补频率为 50Hz，机器人 servoj 指令执行频率为 12.5Hz。通过 4 倍过采样平滑轨迹。

节点图

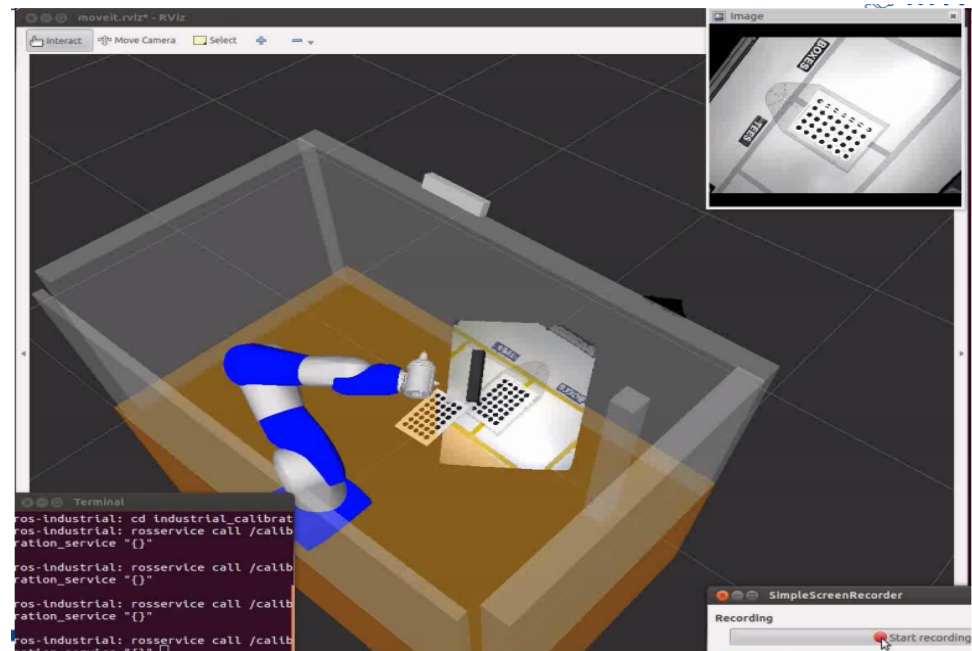


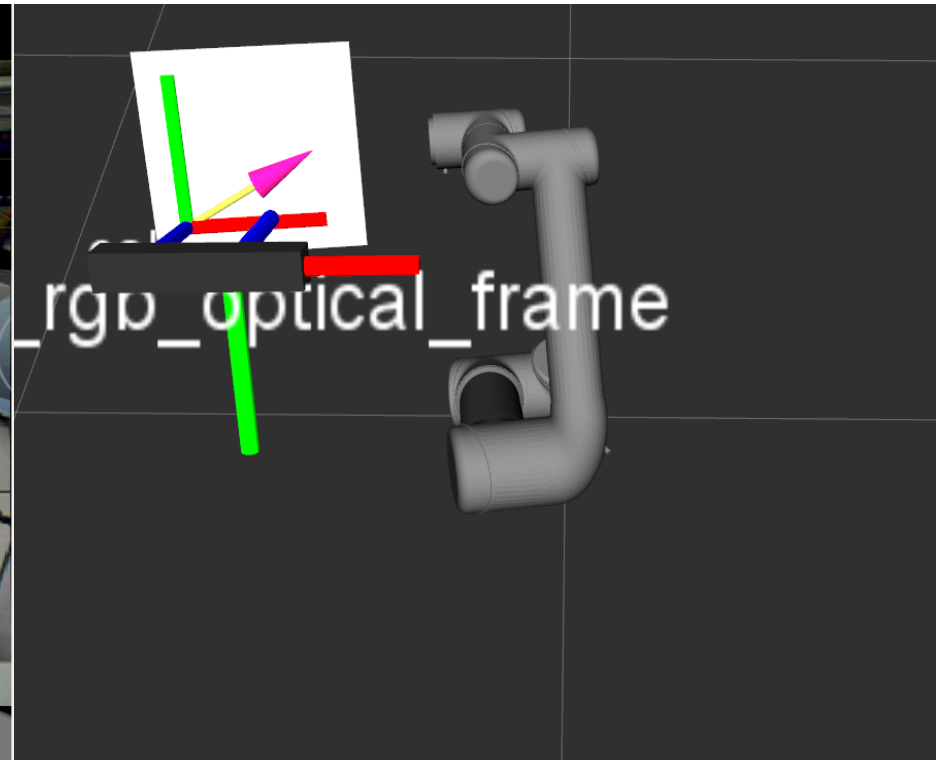
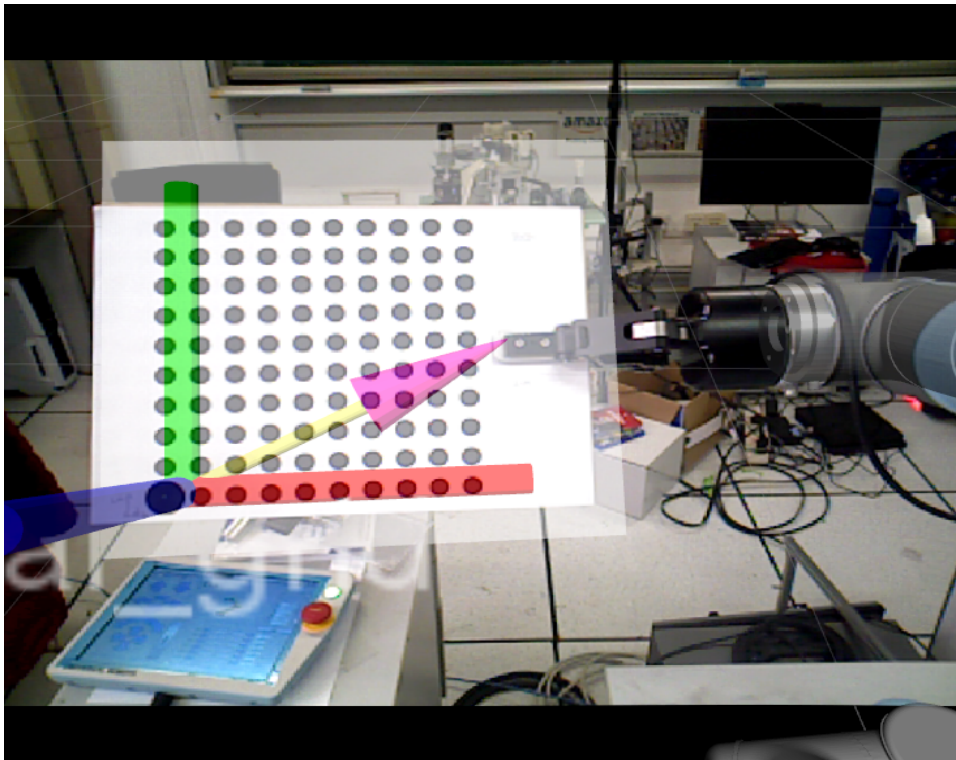
universal_robot 文件结构

 universal_robot	1.1.9
 ur10_moveit_config	1.1.9
 ur3_moveit_config	1.1.9
 ur5_moveit_config	1.1.9
 ur_bringup	1.1.9
 ur_description	1.1.9
 ur_driver	1.1.9
 ur_gazebo	Remove dependenc
 ur_kinematics	Fixup for MoveIt! Kir
 ur_msgs	1.1.9
 .gitignore	Added launch direct
 .travis.yml	Create .travis.yml
 README.md	An additional link be

UR 的手眼标定

- industrial_calibration
 - github.com/ros-industrial/industrial_calibration
- extrinsic calibration 外部参数标定
- 视频





谢谢