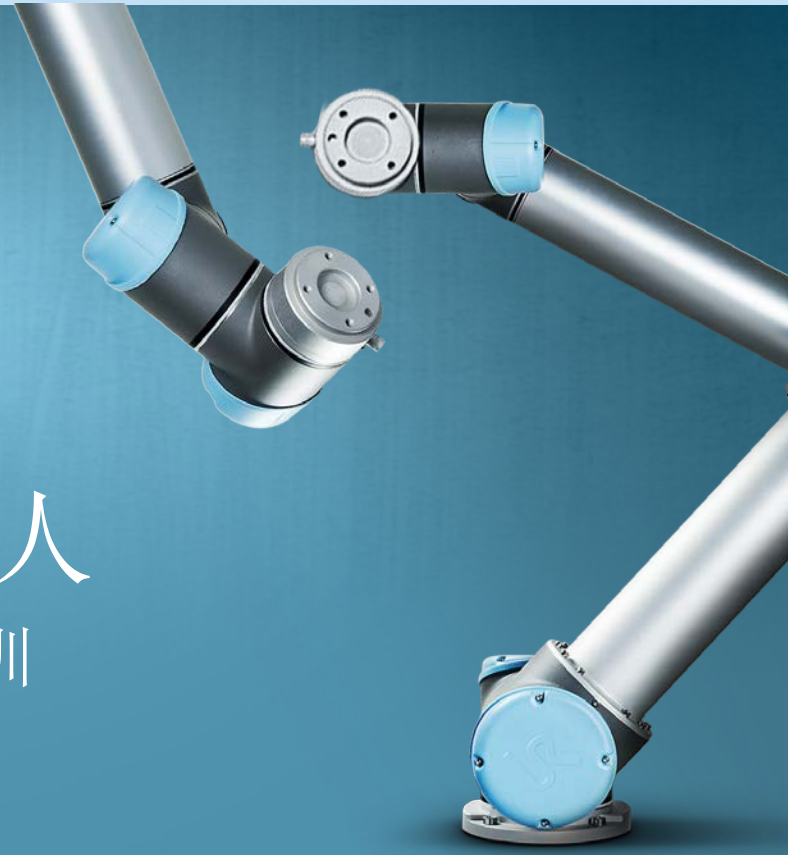
UNIVERSAL ROBOTS



优傲机器人

高级课程培训

UNIVERSAL ROBOTS

欢迎到高级课程培训

- 实用的动手经验
- USB盘和模拟软件
- 培训结束后测试

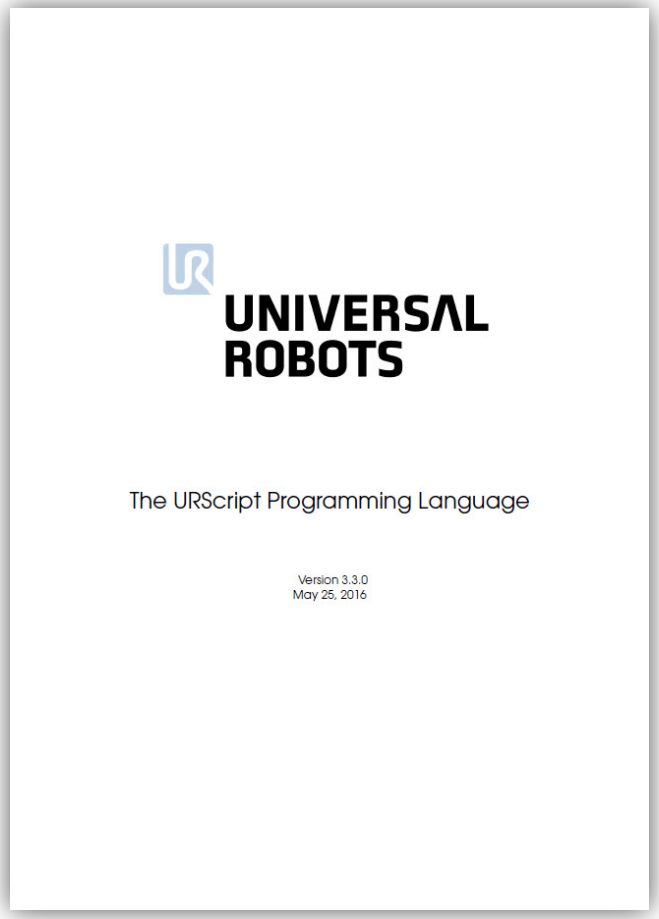
培训老师介绍：

姓名：

职务：

什么是脚本代码?

- 脚本代码
  - 优傲开发的高水平脚本语言
  - 能替代Polyscope GUI建立程序结构
  - 类似于Python 脚本语言
  - 《脚本手册》包含所有脚本代码的定义
  - Polyscope 程序在执行前可以转化为脚本代码

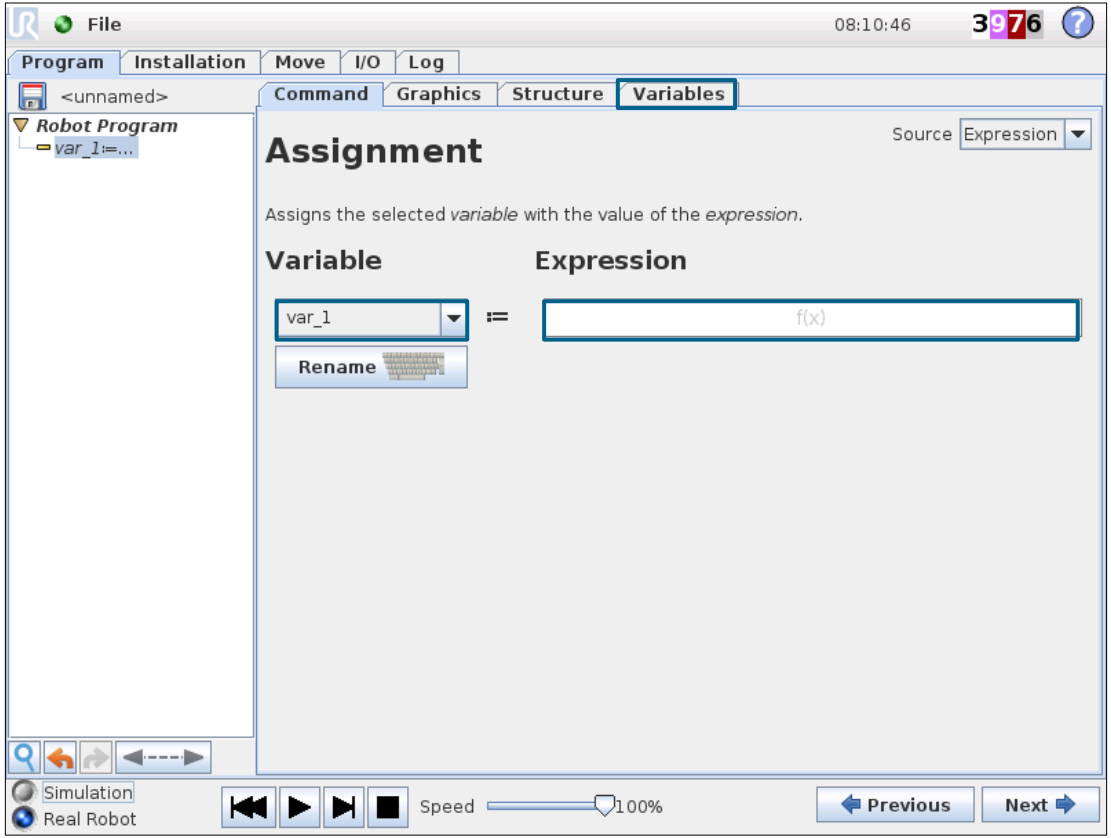


如何用脚本代码

- 用脚本代码有几个方法
  - 赋值
  - 脚本代码——线性
  - 脚本代码——文件
  - 调用功能
  - 客户端界面

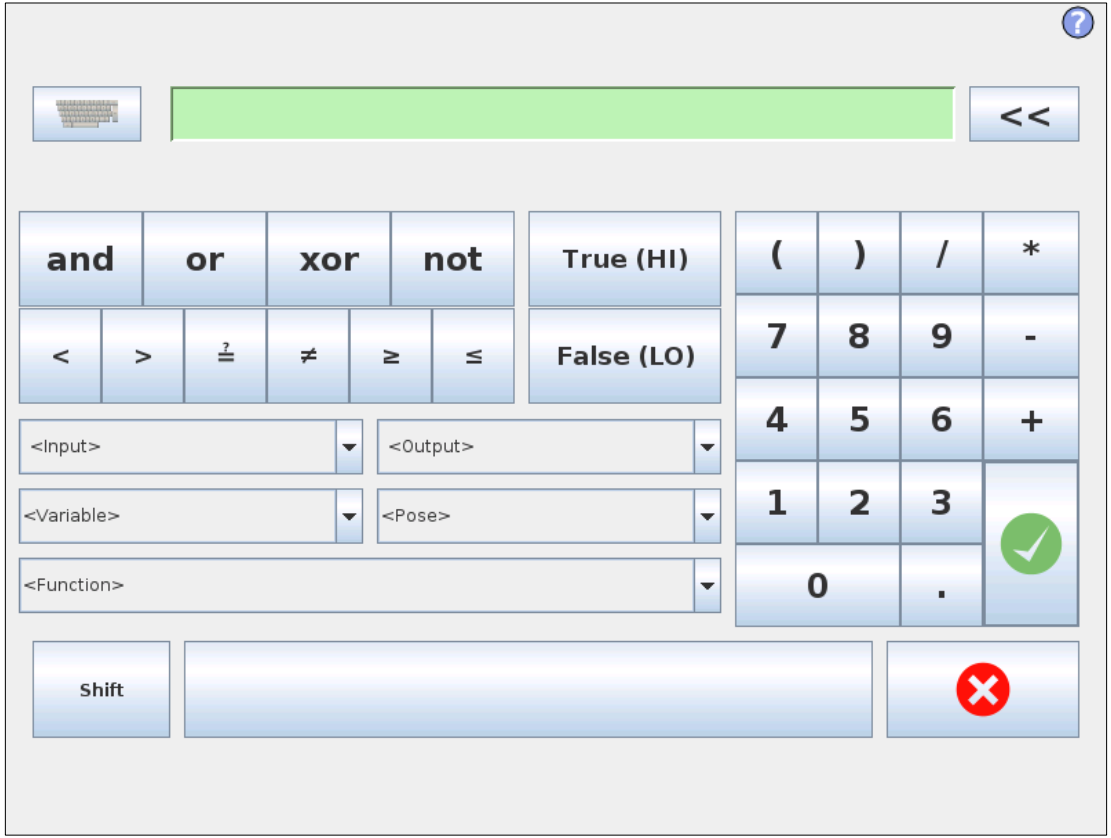
赋值

- 执行脚本指令
- 给一个变量返回值
- 允许返回值在变量窗口可见



表达式编辑器

- 常用脚本指令列表
- 保存全部指令
- 用力（force）指令做一个简单程序

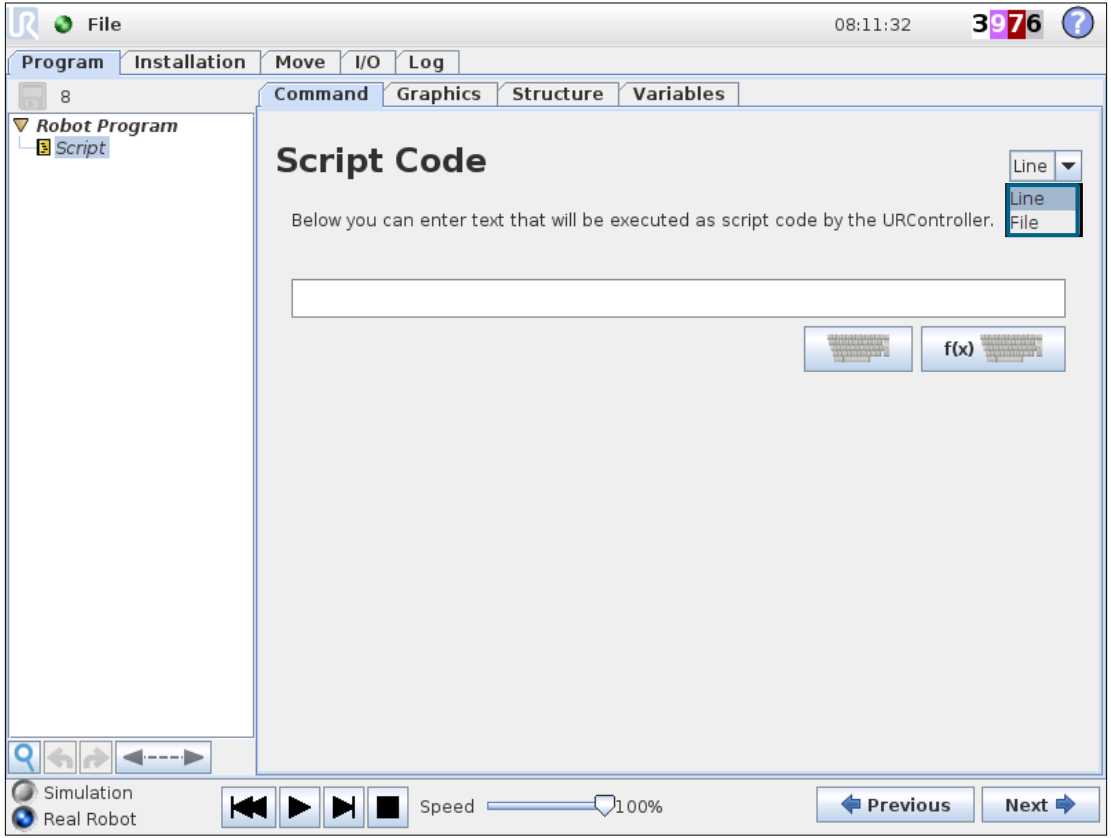



```
Robot Program
    MoveL
        Waypoint_1
        IF force() < 30
            Waypoint_2
```

脚本代码——线性

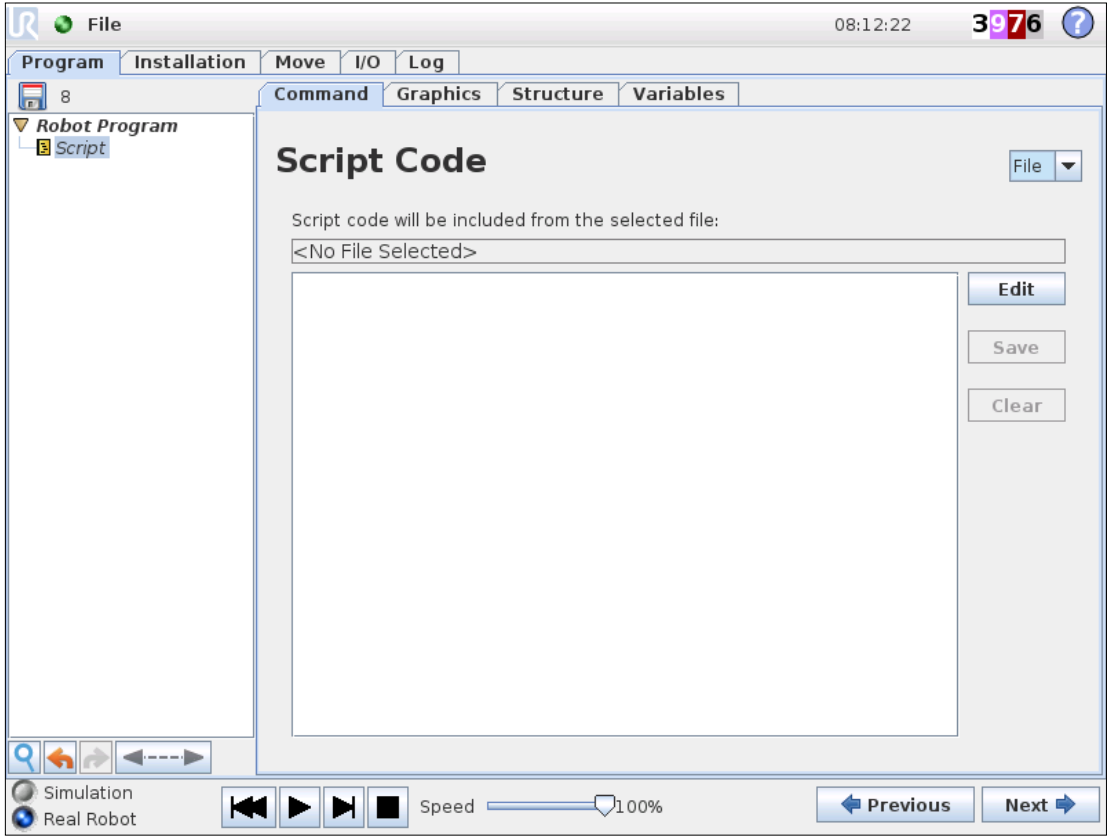
- 执行单独线性的脚本代码
  - 在脚本中定义的变量不显示在变量窗口
  - 在脚本中定义的路点不显示在图形窗口

```
Robot Program
    movel(p[0,-0.4,0.3,0,3.14,0])
    sleep(1)
    movel(p[0.2,-0.4,0.3,0,3.14,0])
```



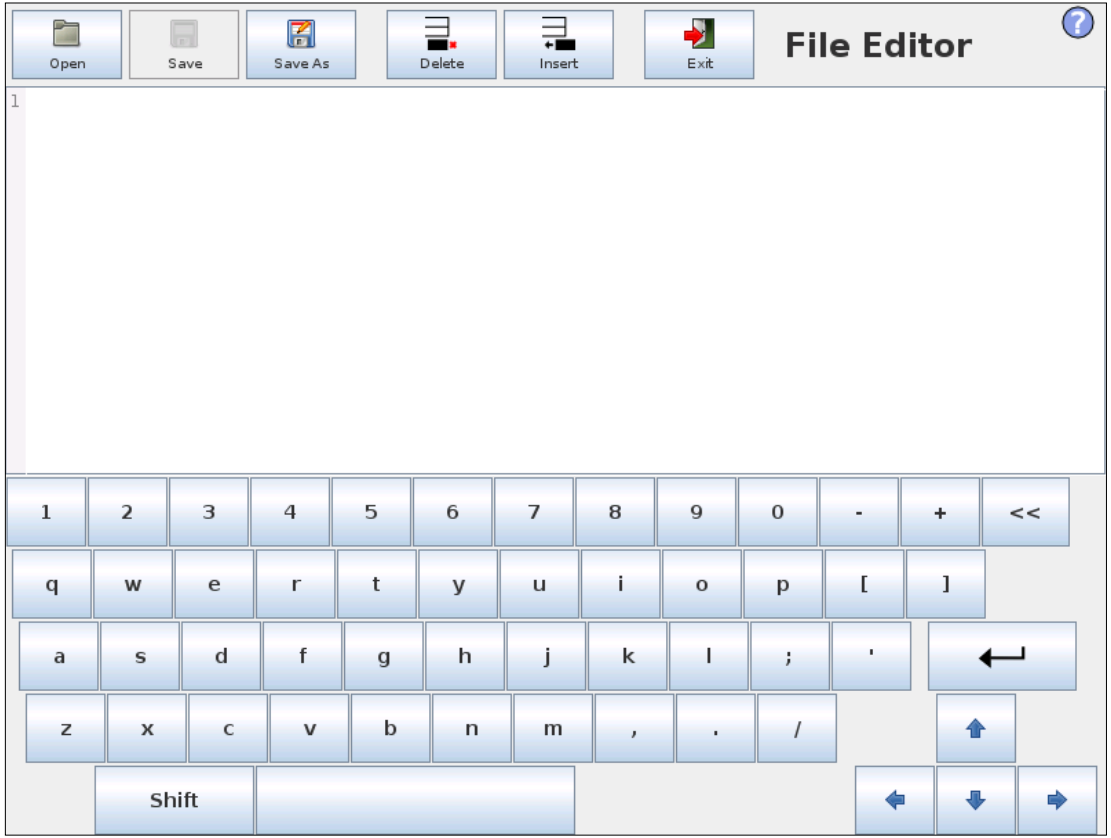
脚本代码——文件

- 导入并运行现存的脚本文件
- 执行多行脚本程序
- 通过以太网的文件传输在今后的培训中包含
- 选择“编辑”按钮



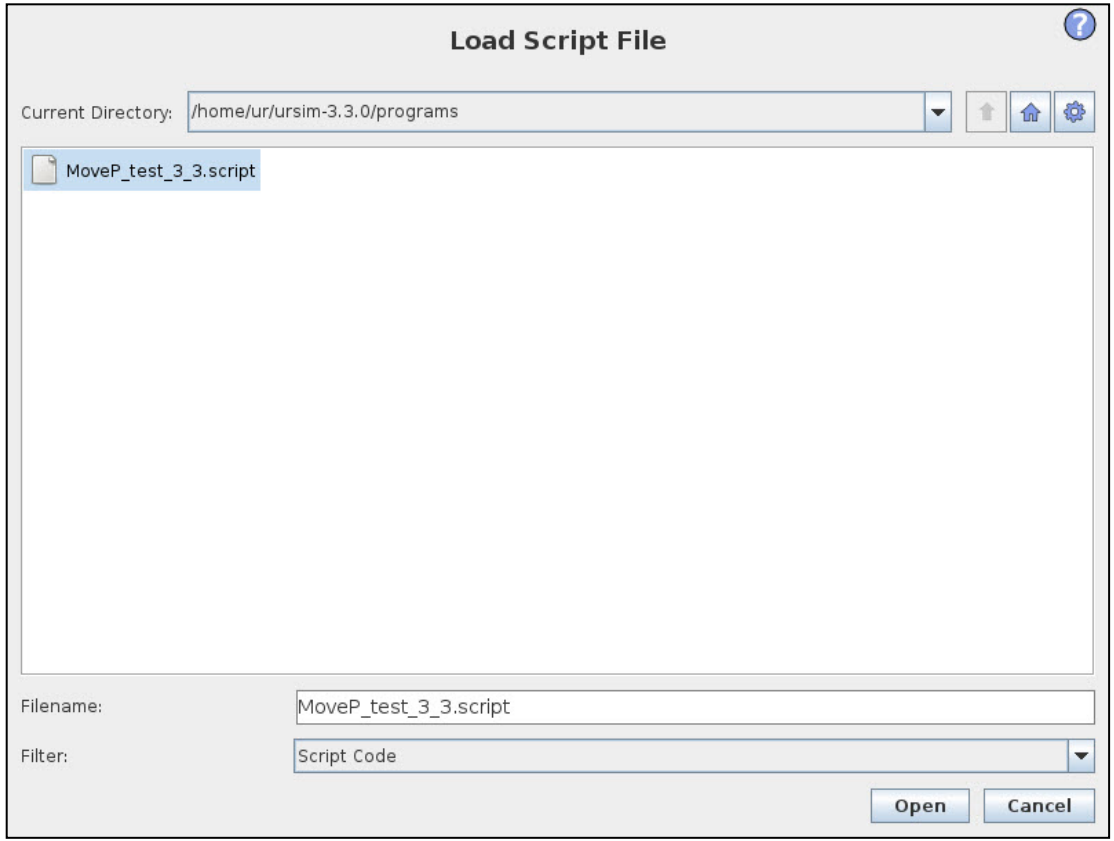
脚本代码——打开文件

- 选择打开文件按钮，打开一个存在的.script文件



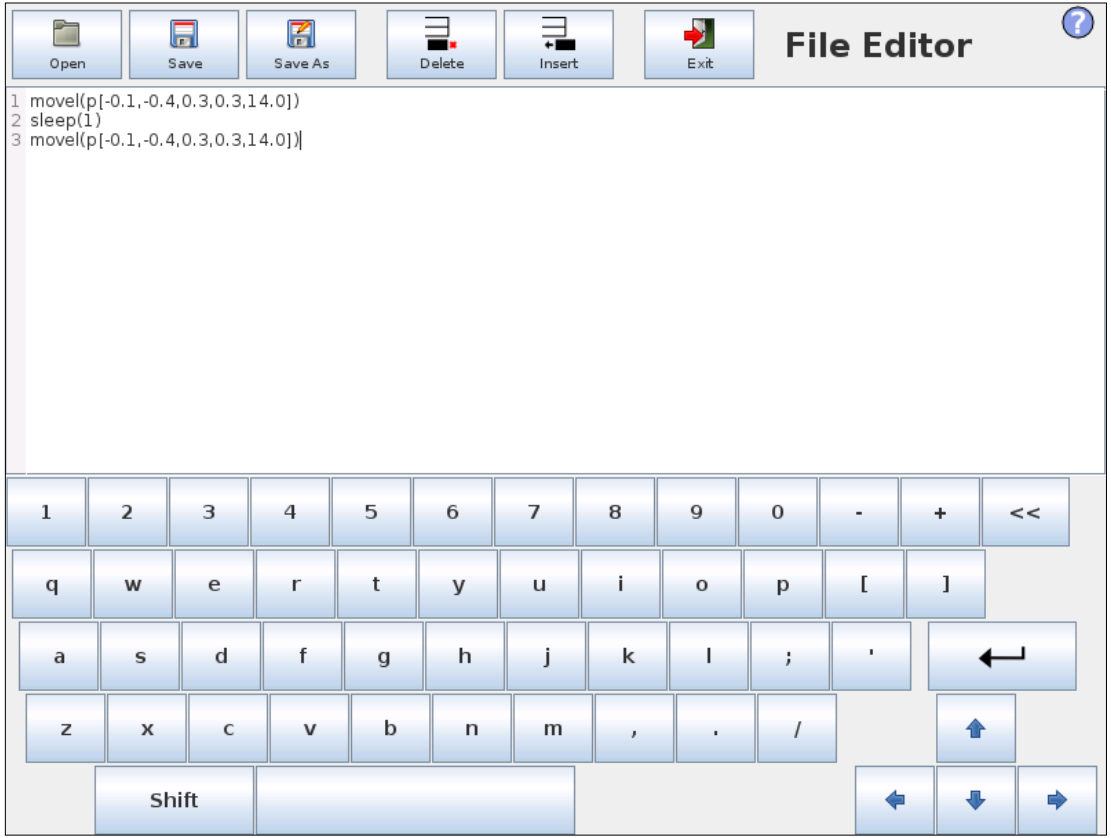
脚本代码——打开文件

- 在筛选器将自动显示所有.script文件
- 在旧版本可能不会自动显示，所以在筛选器中选择所有文件
- 选择右下角打开



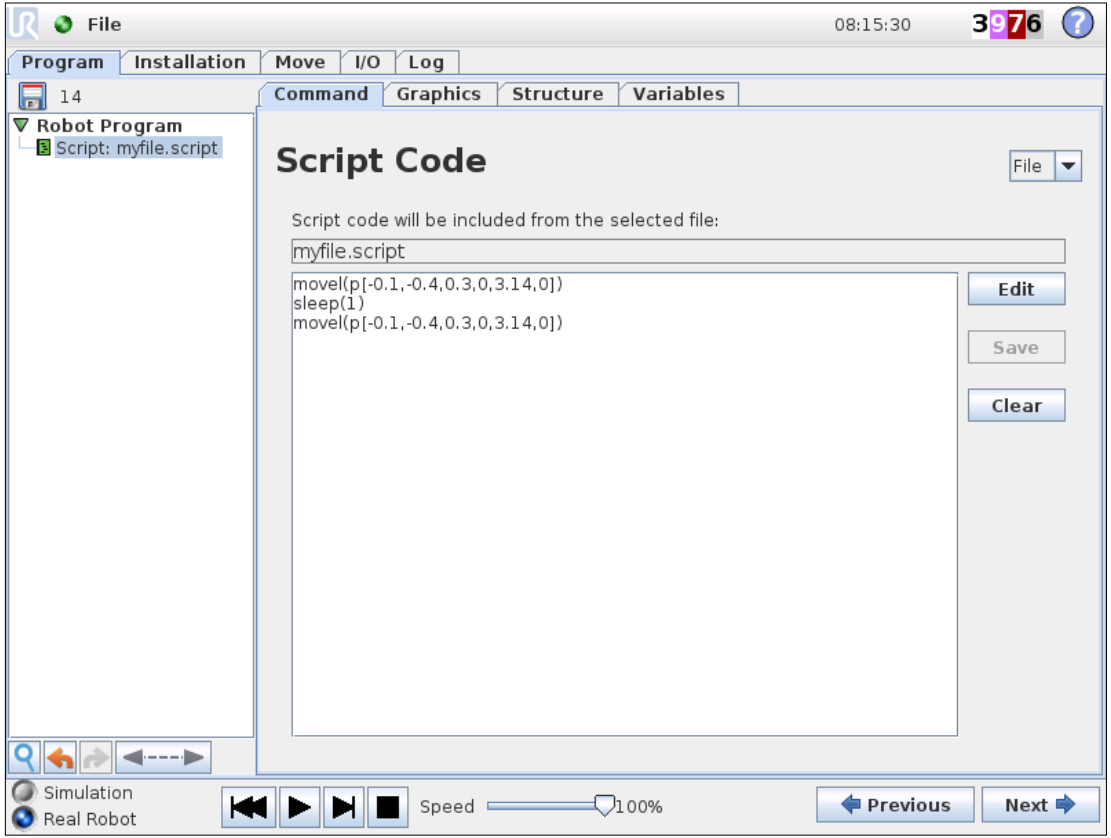
脚本代码——创建新文件文件

- 插入3行
- 每一行写入脚本代码
- 保存和退出



脚本代码——文件

- 运行程序


File
08:15:30
3976
Program
Installation
Move
I/O
Log
14
Command
Graphics
Structure
Variables
Robot Program
Script: myfile.script
Script Code
File
Script code will be included from the selected file:
myfile.script
movel(p[-0.1,-0.4,0.3,0,3.14,0])
sleep(1)
movel(p[-0.1,-0.4,0.3,0,3.14,0])
Edit
Save
Clear
Simulation
Real Robot
Speed
100%
Previous
Next

脚本代码——函数

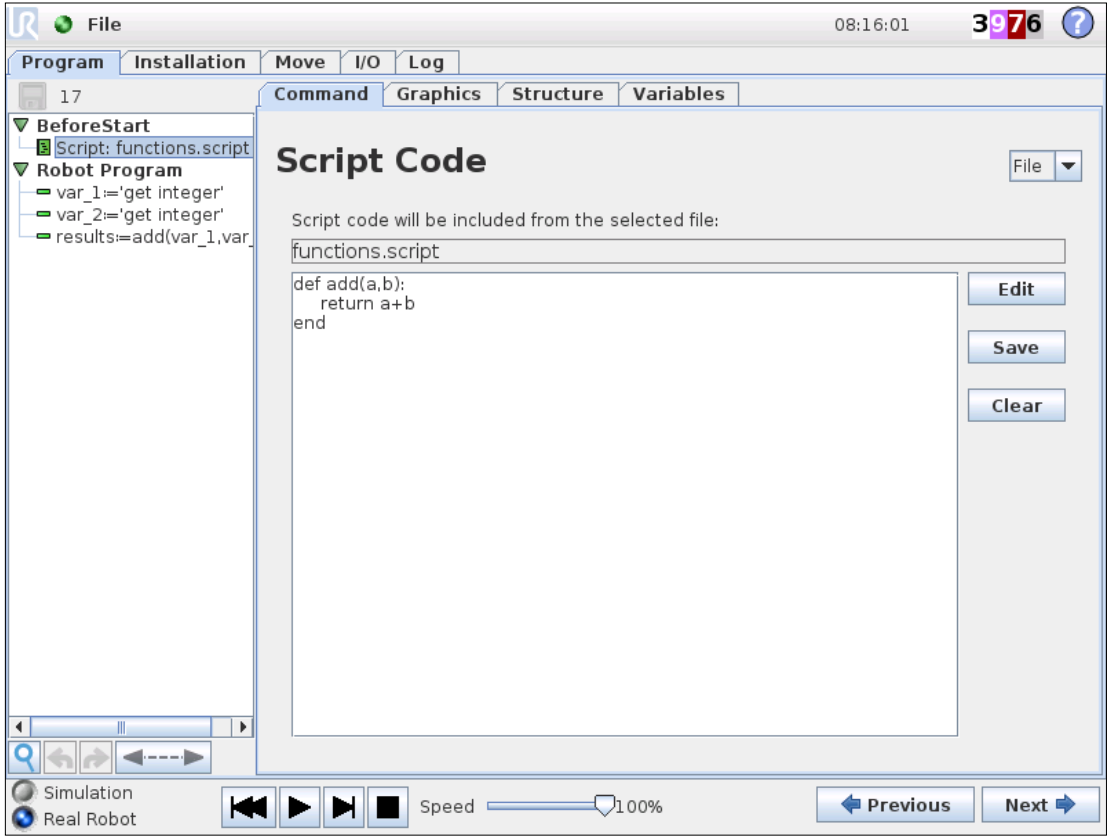
- 在脚本中函数是这样表示
  - def name()
    - script
    - …
  - end

- 函数能带参数和返回值
  - def name(argument)
    - …
    - …
    - return
  - End

- 在程序中同一个函数可以调用多次

脚本代码——函数

- 把两个数相加并返回结果的函数
  - 用函数创建一个脚本文件
    - 给函数一个名字
    - 定义两个参数
    - 插入返回值
- 由操作者输入两个变量
- 用赋值指令表明变量和函数



客户端界面

- 脚本代码可以由外部设备通过以太网直接发送给机器人控制箱
- 在机器人中自动运行3个客户端界面
- 后面解释客户端界面部分内容

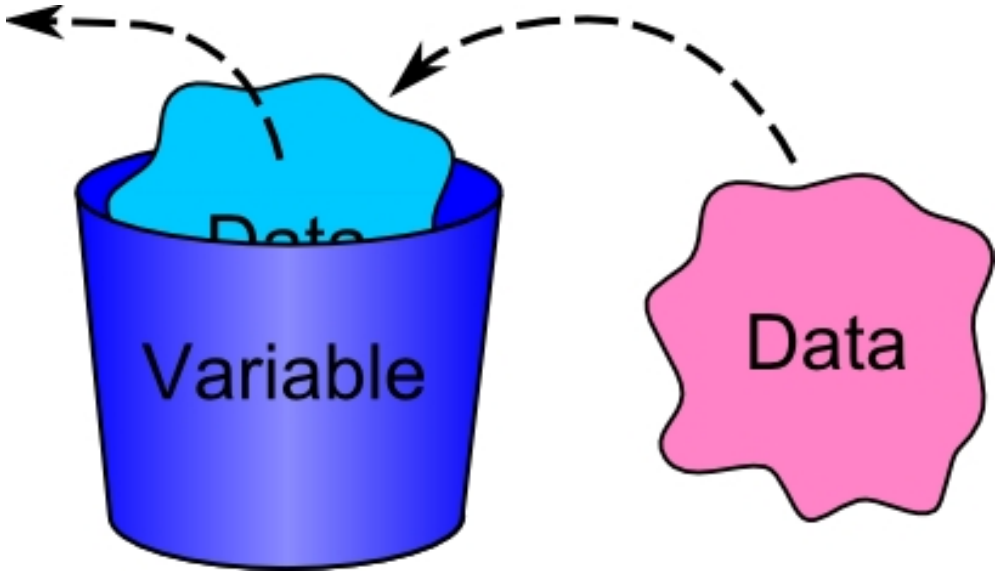
培训练习

- 写一个简单的脚本代码文件
  - 定义一个函数
  - 接收一个参数
  - 执行接收值
  - 返回运行结果
- 在程序中加载这个文件
- 从赋值指令调用函数
- 执行程序
- 查看结果

什么是变量

基本培训总结

- 变量是一个存储位置（容器）
  - 容器内的内容可以改变
- 变量可读写
  - 值能被覆盖
  - 值能被读
  - 变量可以和其他变量或信号状态相比较



变量类型

基本培训总结

变量类型	值
布尔变量（boolean）	true/false
整数变量（integer）	整数 （32 bit）
浮点变量（floating point）	实数 （带小数点）
字符串（string）	文本 （ASCII 码）
位姿变量（pose）	位姿变量p[x,y,z,rx,ry,rz]
数组（list）	变量排列组合

变量类型

基础培训总结

范围	位置
局部	在程序中
全局	在安装设置中

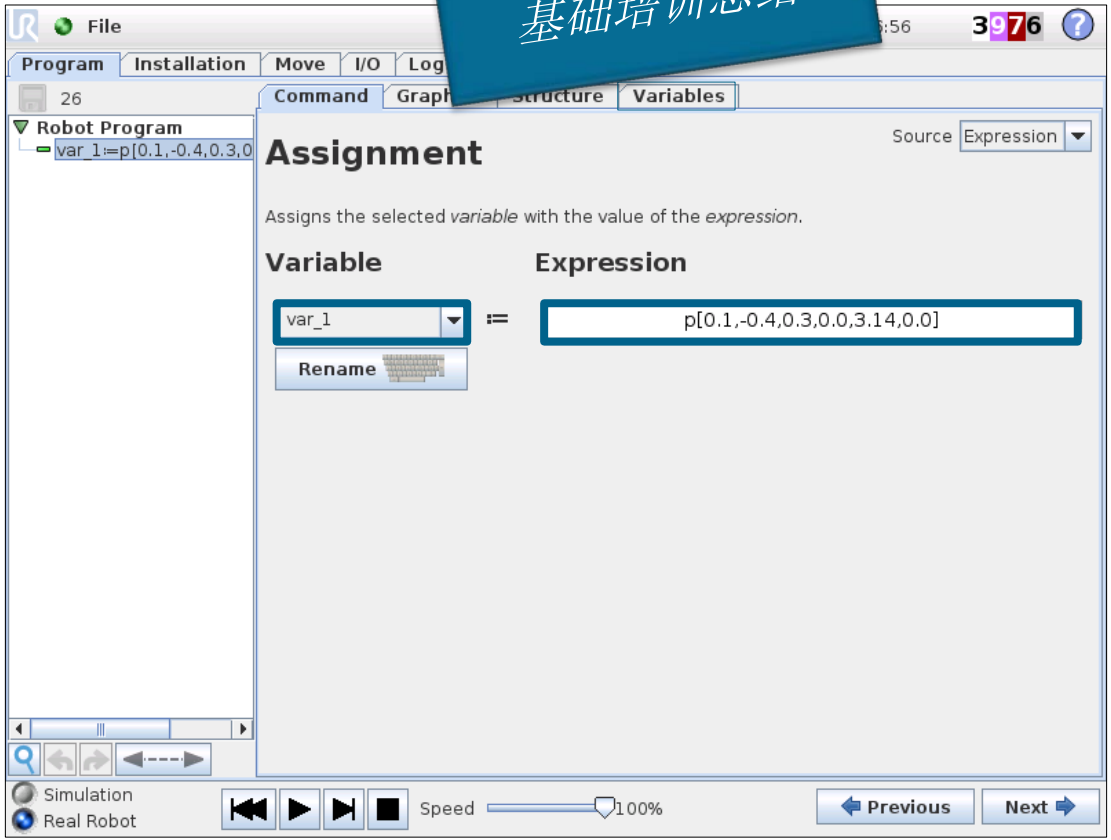
- 局部变量
  - 在程序中定义
  - 在同一个程序中可接近
  - 关机后数值被清除
- 全局变量
  - 在安装设置中定义
  - 用同样安装设置文件的所有程序中可接近
  - 数值保存在CF卡的文件中

如何在程序中插入一个变量

基础培训总结

- 赋值指令
  - 定义变量名字
  - 声明变量类型
  - 给变量赋值

```
Robot Program
    var_1 = True
    Wait 0.5
    var_1 = False
    Wait 0.5
```



位姿变量

- 定义
  - 位姿变量是在笛卡尔坐标系下对路点的位置和方向的矢量描述
  - 包含：
    - 位置矢量 （x,y,z）
    - 选择矢量 （rx,ry,rz）

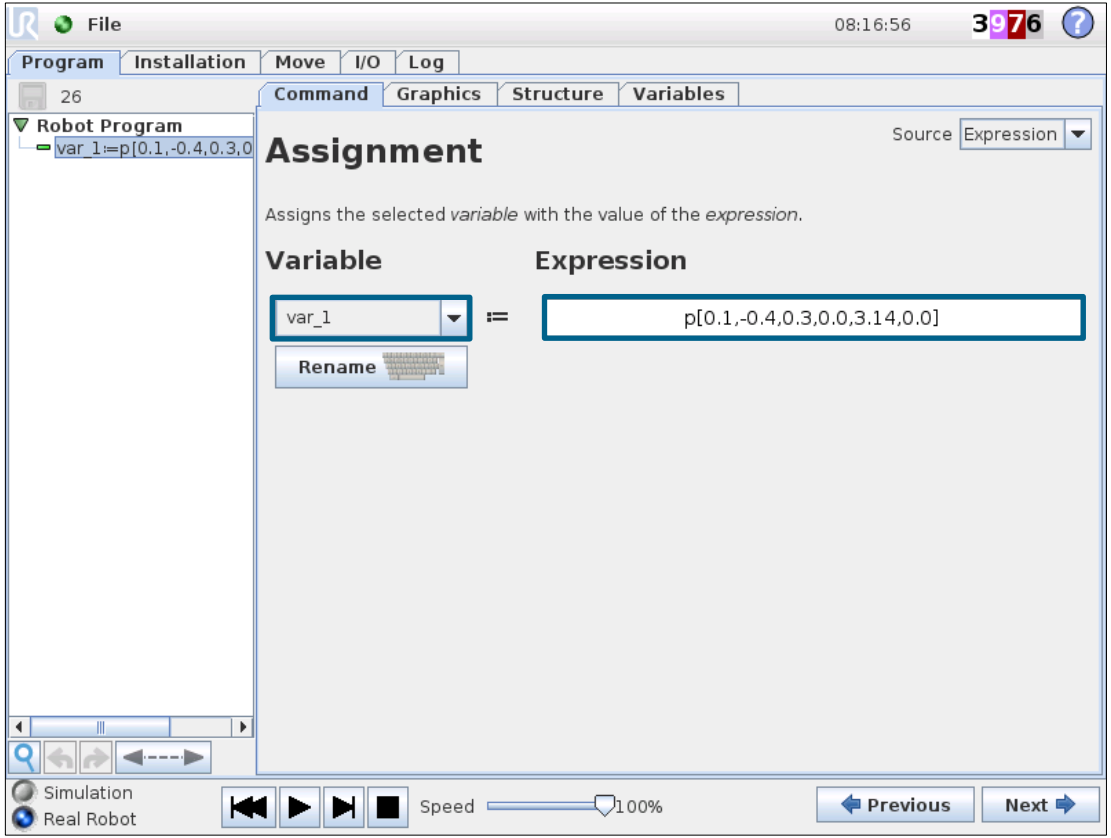
```
pose_var = p[ x , y , z , rx , ry , rz ]
```

变量名字　　TCP 位置　　旋转矢量

  - 单位
    - x,y,z = 米
    - rx,ry,rz = 弧度

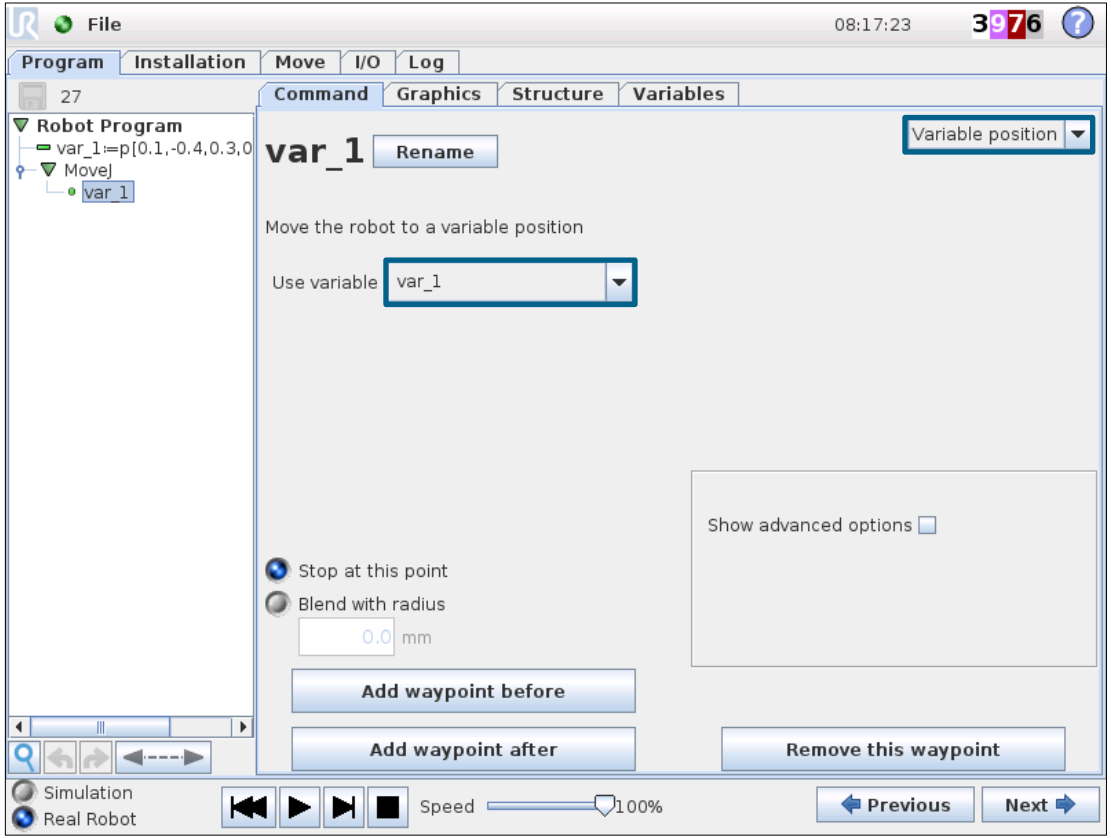
使用位姿变量

- 手动输入位姿坐标
  - 插入赋值指令
  - 定义变量名字
  - 用位姿输入表达式
    例如：
    - x = 100 mm
    - y = -400 mm
    - z = 300 mm
    - rx = 0
    - ry = 3.14
    - rz = 0



使用位姿变量

- 运动到位置点
  - 插入移动指令
  - 选择可变路点
  - 使用变量



- *注意：如果初始点为可变或相对路点，将跳过用“自动”回到初始点的操作*

用于位姿变量的脚本函数

- 一些脚本函数对位姿变量是有效的：

脚本代码	功能
get_actual_tcp_pose()	返回当前得到的TCP位置坐标
get_actual_tcp_speed()	返回当前TCP的速度值
get_inverse_kin()	反向运动方程
get_target_tcp_pose()	返回当前目标TCP位置坐标
get_target_tcp_speed()	返回当前目标TCP位置速度
interpolate_pose(*p_from, p_to, alpha*)	工具位置和方向的线性插补
pose_add(*p_1, p_2*)	p_1和p_2的位置相加
pose_dist(*p_from, p_to*)	返回两点之间的距离
pose_inv(*p_from*)	得到位置点的相反数
pose_sub(*p_to, p_from*)	位置点相减
pose_trans(*p_from, p_to*)	位置点转化

例子： get_actual_tcp_pose()

- 如何读当前位置点并且运动到安全位置
  - 添加 BeforeStart 序列
  - 读当前位置点，保存在变量中
  - 在另一个变量中保存Z—方向值
  - 定义新的位姿变量
    - 除z值外，其他值取当前点相同
    - 设z值到 400 mm.
  - 运动到 *safe_pos* 可变路点
    - 减少速度

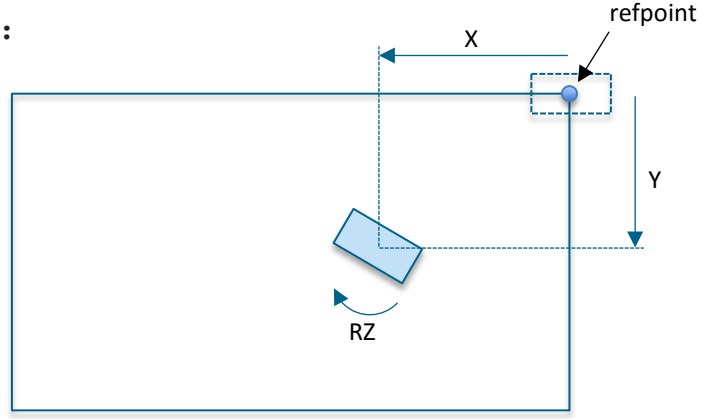
```
BeforeStartSequence
    cp = get_actual_tcp_pose()
    z = cp[2]
    safe_pos = p[cp[0], cp[1], z+0.4, cp[3], cp[4], cp[5]]
    Wait 1
    MoveL
        safe_pos
Robot Program
    Halt
```

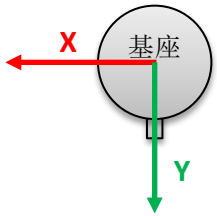
位姿变量指定位置	
p[x,y,z,rx,ry,rz]	**索引号**
x	[0]
y	[1]
z	[2]
rx	[3]
ry	[4]
rz	[5]

例子： pose_add()

- 如何运动机器人从参考点到可变的抓取点
  - 模拟来自视觉系统的数据
  - 例如： 目标点（object）是对参考点 （refpoint）的补偿：
    - x = 250 mm
    - y = 120 mm
    - rz = 31 degrees
  - 定义包含补偿值的位姿变量
  - 用 *pose_add()增加变量到参考点（refpoint）*
    - pose_add() 用基座坐标系作为参考

基座坐标系作为参照坐标系



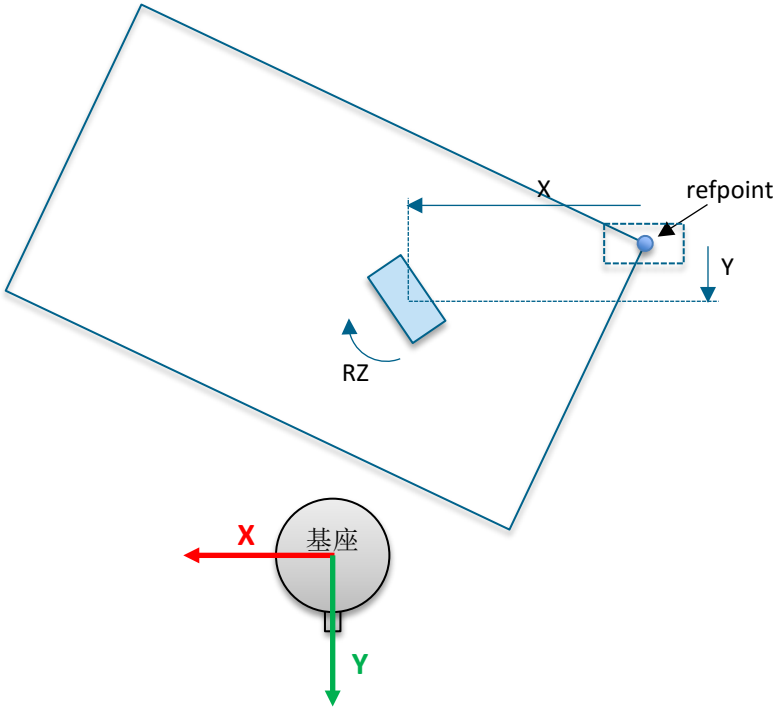



```
Robot Program
   MoveJ
      refpoint
   Wait DI[0] = True
   Calc-folder
      x = 250
      y = 120
      rz = 31
      offset = p[(x/1000),(y/1000),0,0,0,d2r(rz)]
      pick_pos = pose_add(refp, offset)
   MoveL
      pick_pos
```

例子： pose_trans()

- 在真实应用中，一般不太可能视觉坐标系与基座坐标系一致
- 如果我们用 pose_add() 脚本函数，将很难到正确的目标点
- 我们需要转换X和Y到目标坐标系
- 这样就引入 pose_trans() 脚本函数

基座坐标系作为参考坐标系

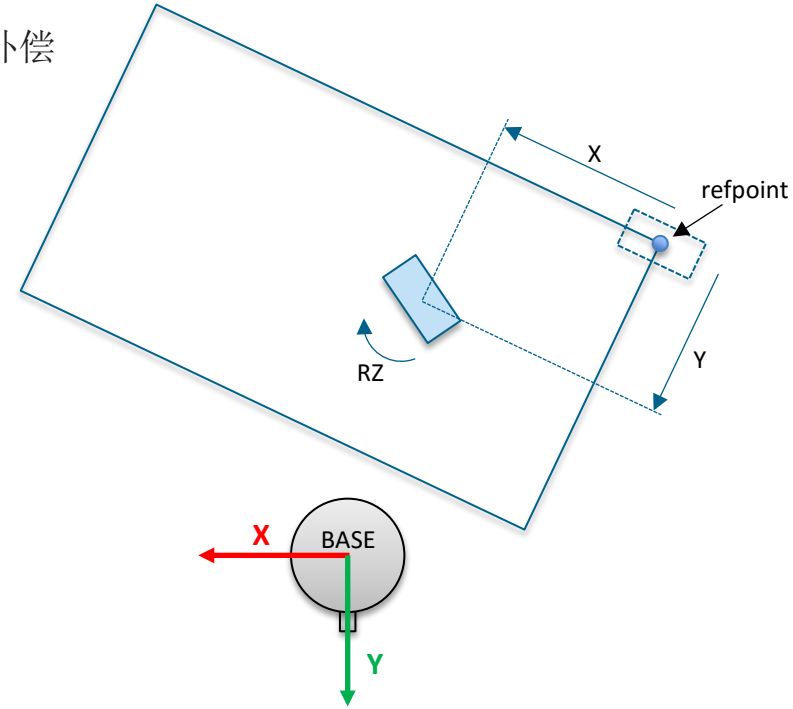


例子： pose_trans()

- 如何运动机器人从参考点到可变的抓取点
  - 来自视觉系统的模拟数据
  - 例如： 目标点（object）是对参考点 （refpoint）的补偿
  - x = 250 mm
    - y = 120 mm
    - rz = 31 degrees
  - 定义包含补偿值的位姿变量
  - 用 *pose_trans()增加变量到参考点（refpoint）*
    - pose_trans() 用第一个点作为参考

```
Robot Program
   MoveJ
      refpoint
   Wait DI[0] = True
   Calc-folder
      x = 250
      y = 120
      rz = 31
      offset = p[(x/1000),(y/1000),0,0,0,d2r(rz)]
      pick_pos = pose_trans(refp, offset)
   MoveL
      pick_pos
```

Refpoint as reference

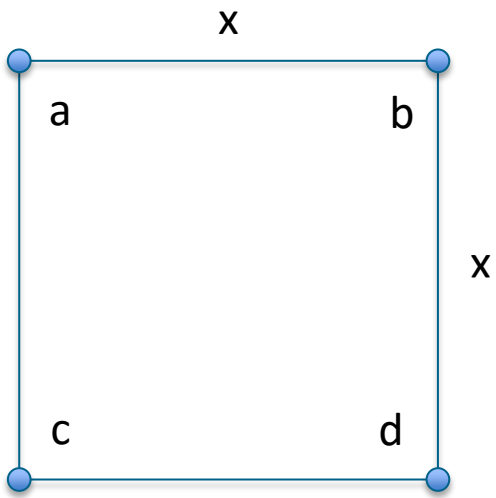


培训练习 1

- 从机器人当前位置开始，画一个边长100mm的正方形

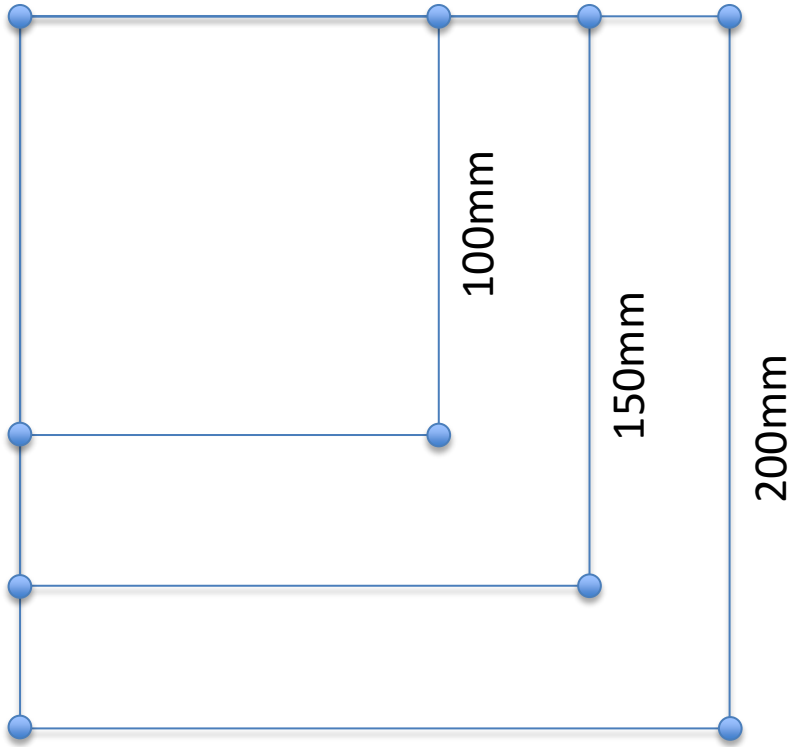
- 使用：
  - get_actual_tcp_pose()
  - pose_trans()
  - MoveL

- 编一个画正方形的程序
- 用变量 x 定义边长



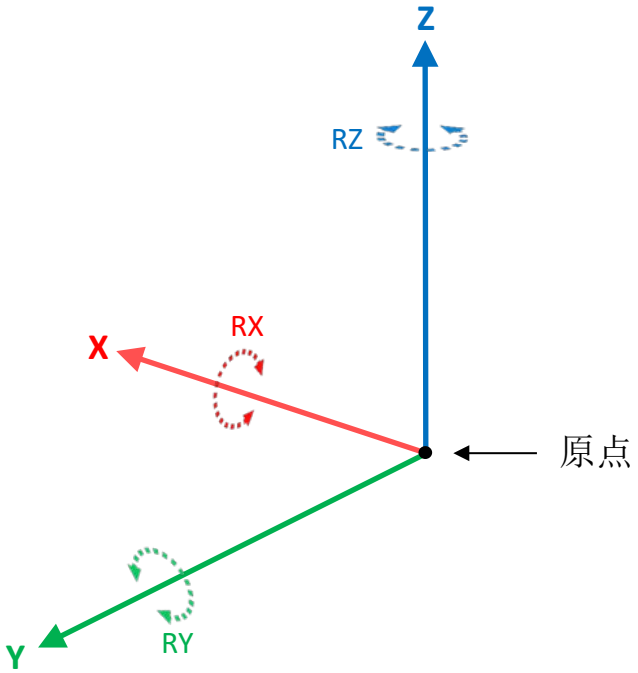
培训练习 2

- 用练习1的程序，用同样的变量
- 画3个正方形
- 每个正方形边长增加50mm



什么是特征?

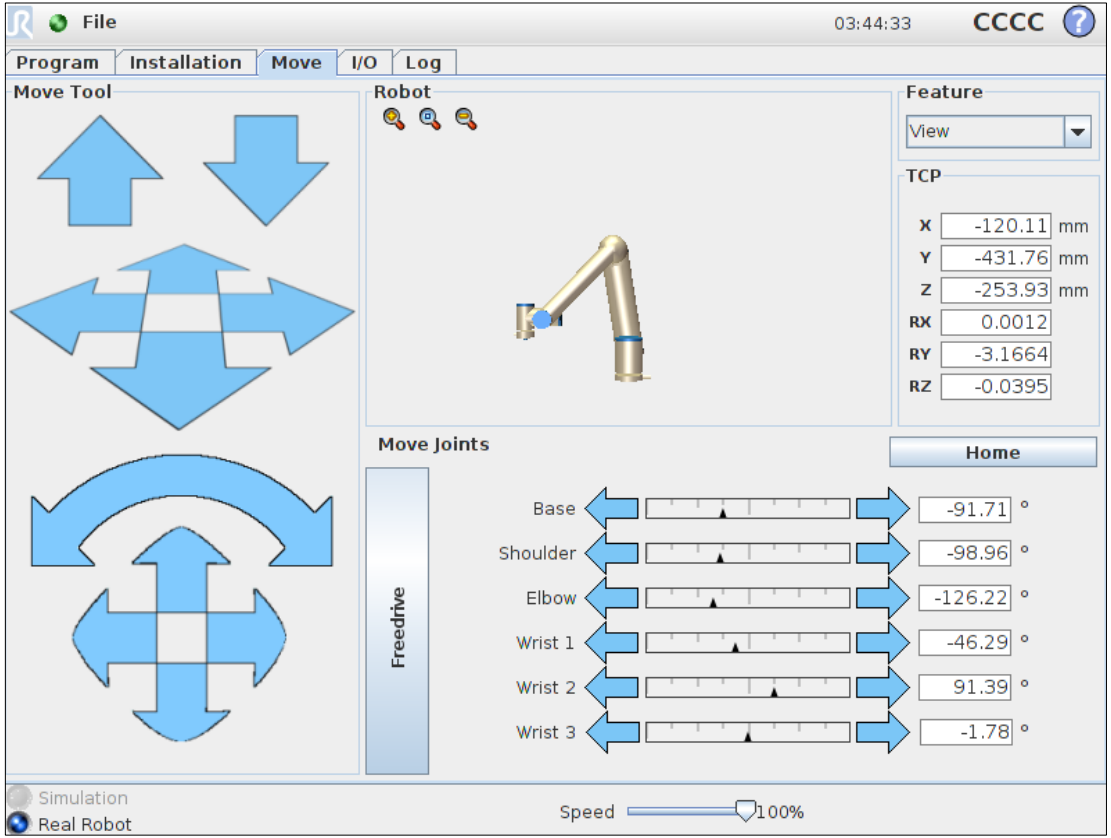
- 特征指的是笛卡尔坐标系
  - 坐标系是以某个固定点为原点定义的坐标平面和轴的方向



  - 特征作为位姿变量保存

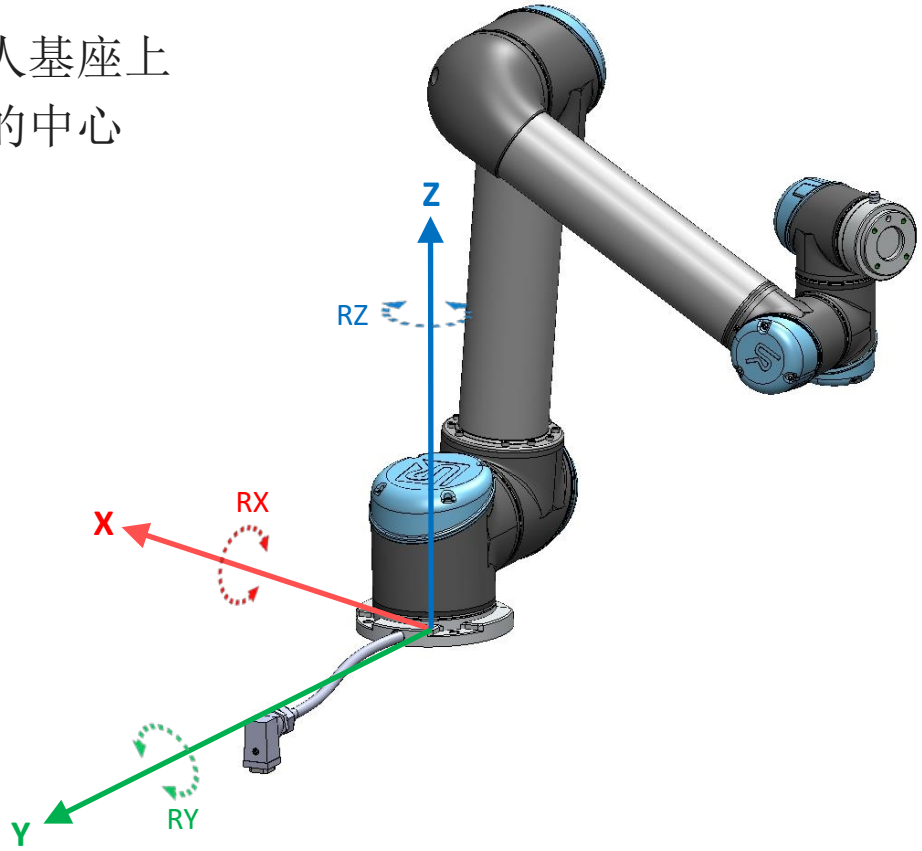
什么是特征？

- 基于某个特征操作机器人
  - 基座
  - 工具
- 工具位置
  - X, Y, Z = TCP位置
    - 单位：mm / inch
  - Rx, Ry, Rz = TCP方向
    - 单位：弧度
  - *注意：方向是旋转矢量，矢量长度是旋转角的度数*



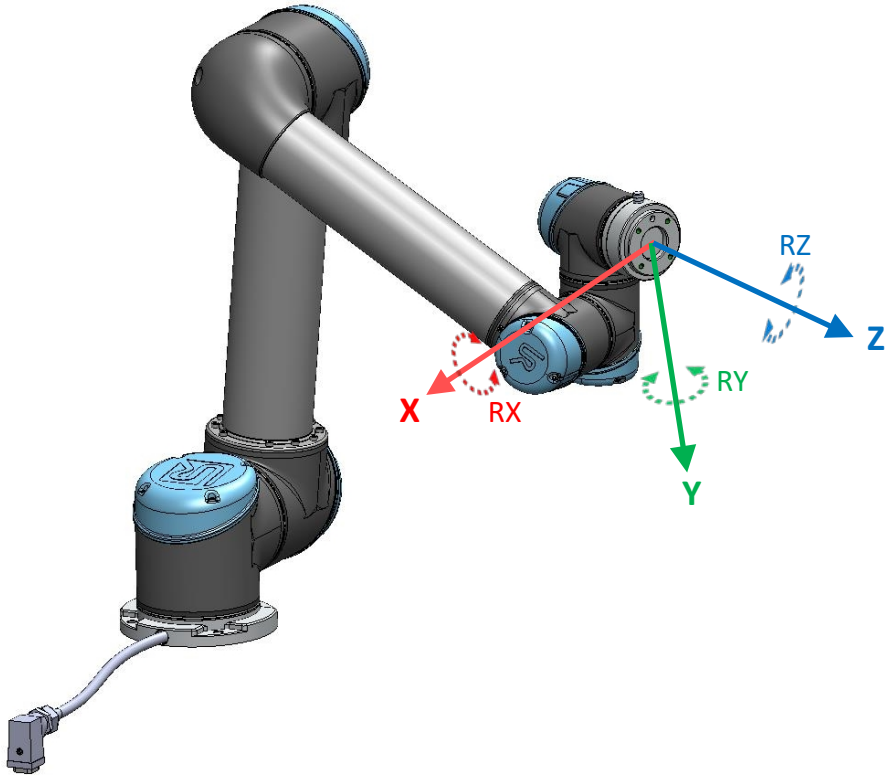
基座特征

- 定义在机器人基座上
- 原点是基座的中心



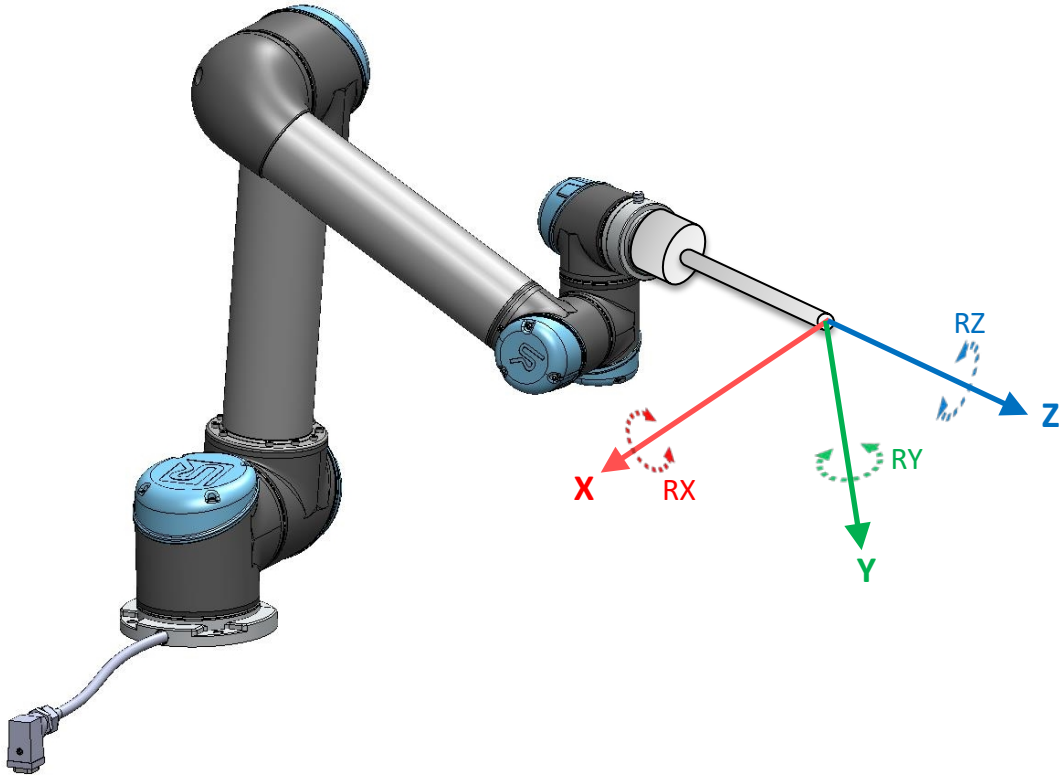
工具特征

- 原点在工具法兰盘中心



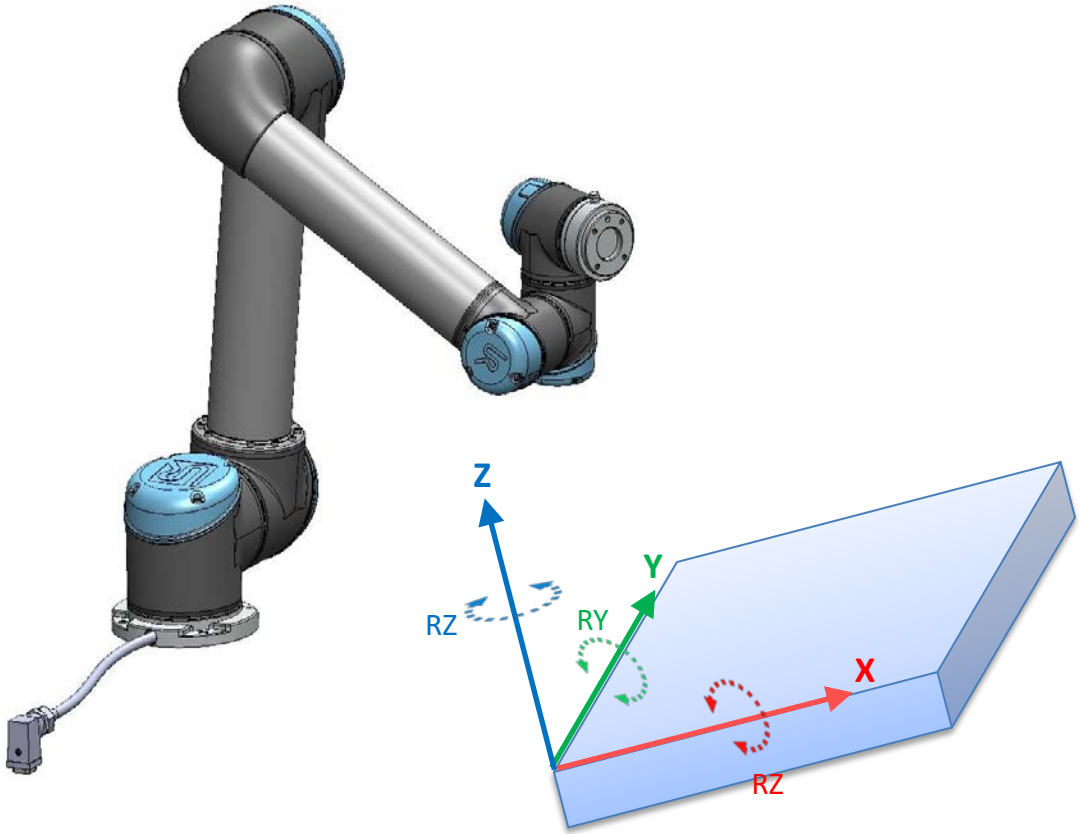
工具特征

- 当TCP被定义，工具坐标系原点为TCP中心



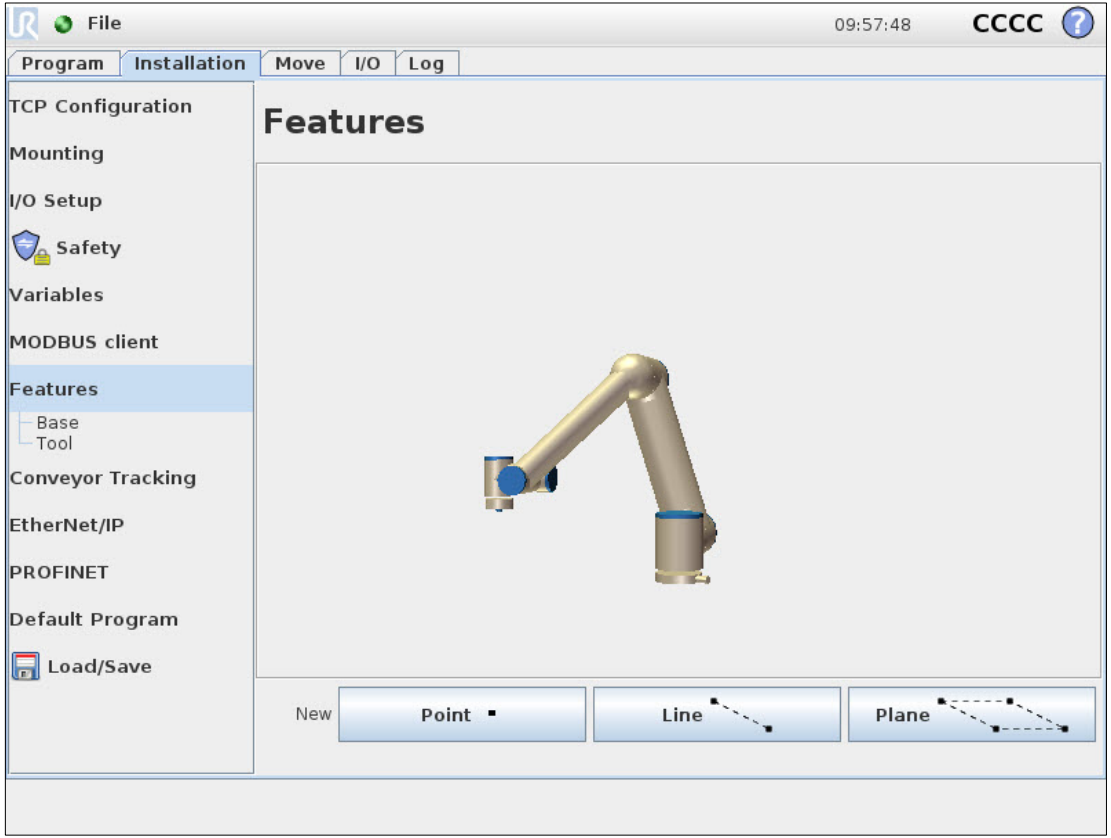
用户定义特征

- 由操作者定义的坐标系



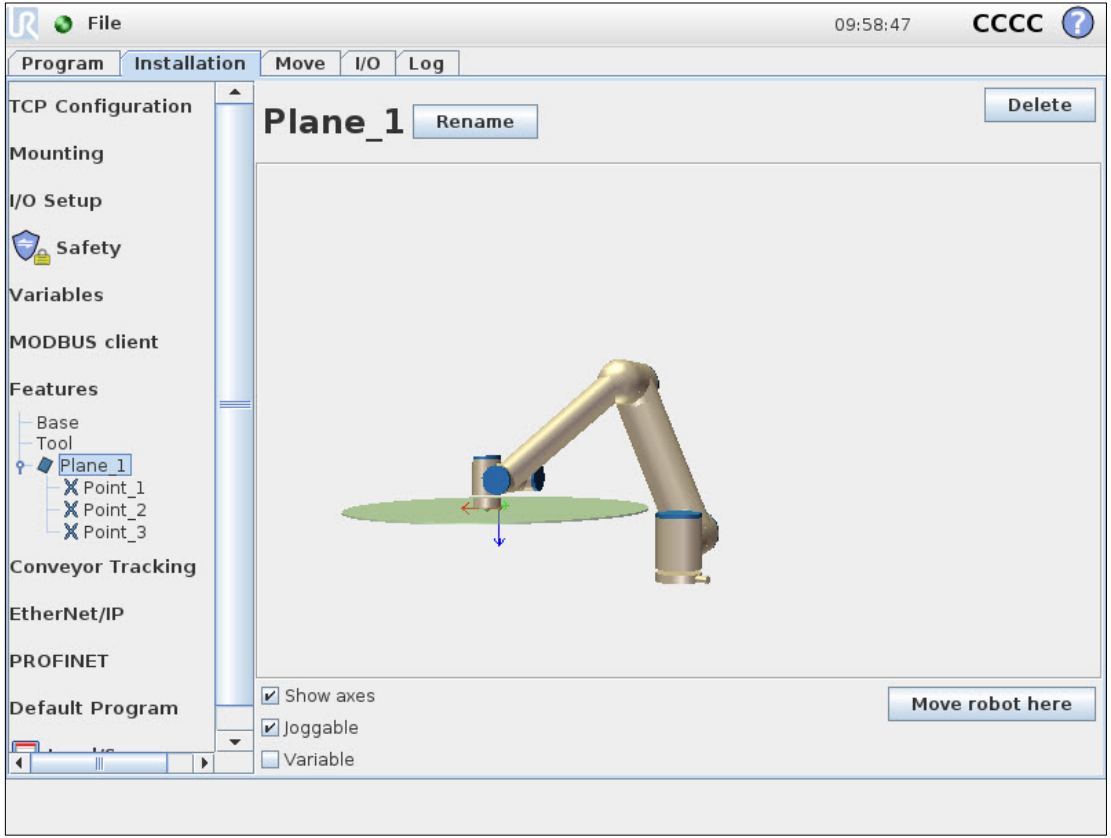
建立特征

- 特征
  - 在 PolyScope 中特征可以定义为一个平面
  - 可以建立多个特征
  - 设置特征为：
    - 点
    - 线
    - 平面
- 加一个新特征
  - 平面



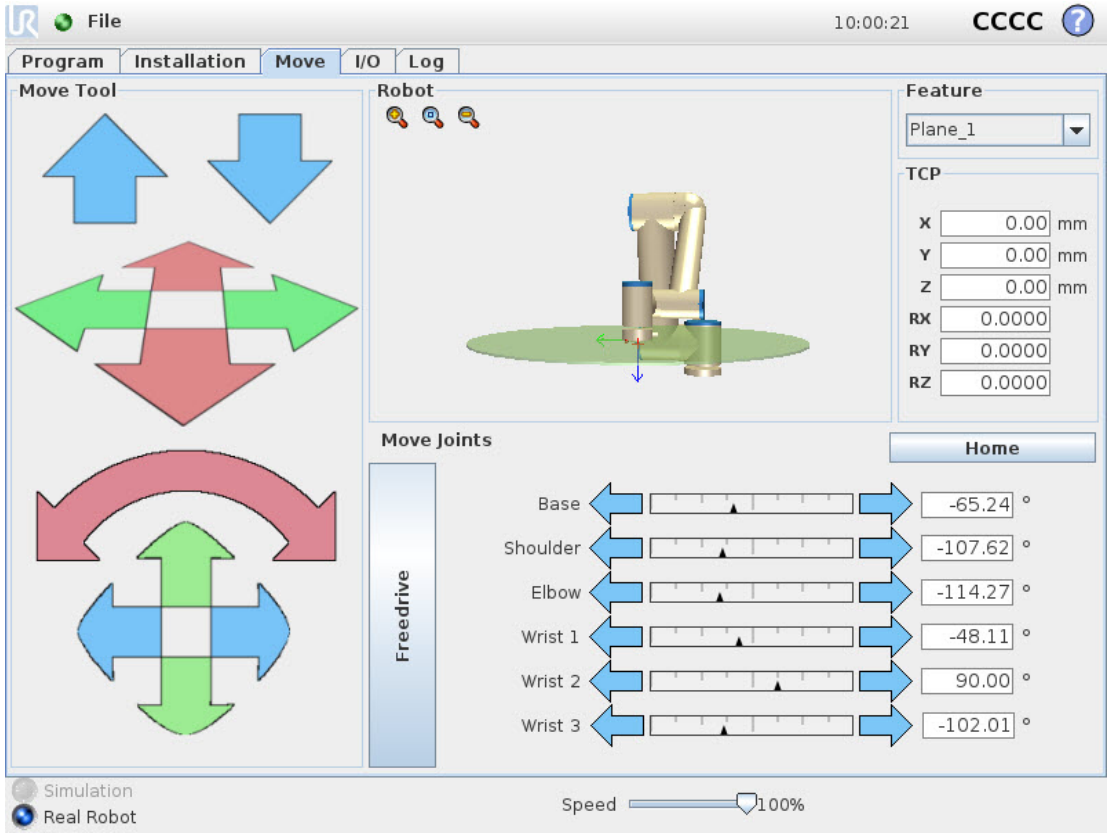
建立特征

- 属性
  - 显示坐标轴（show axes）
    - 显示颜色
  - 可唤醒（joggable）
    - 在移动窗口激活特征
  - 变量（Variable）
    - 为特征创建一个备份
  - 移动机器人到此处
    - TCP位置垂直于特征



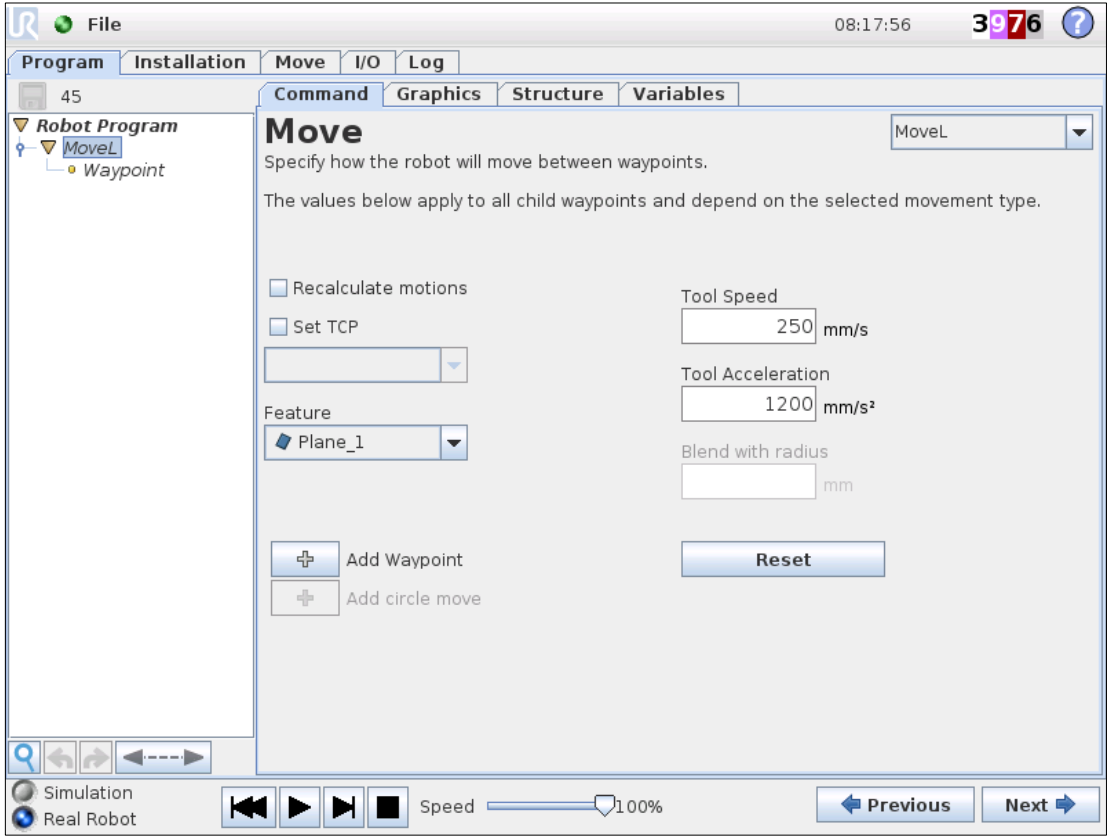
相对特征移动机器人

- 选择特征
  - 用箭头键移动机器人
  - 表达式编辑器



相对特征移动机器人

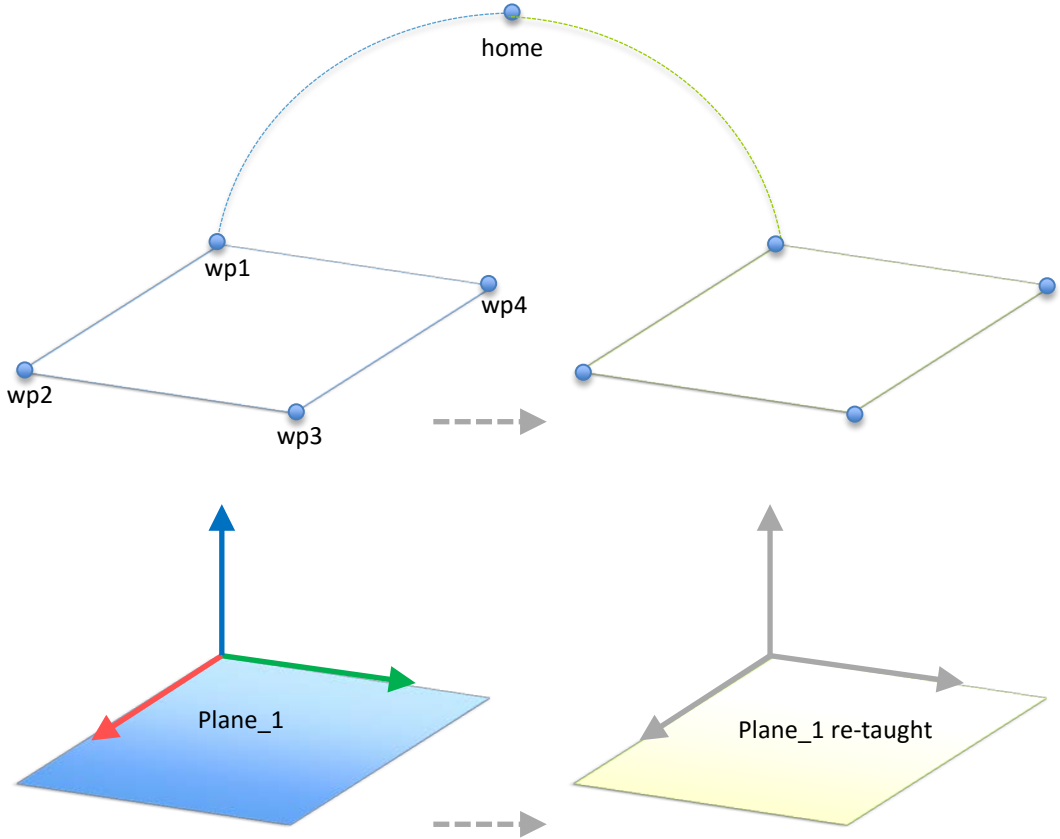
- 移动指令
  - 特征适用于
    - MoveL
    - MoveP
    - MoveC
  - 共享参数
    - 选择用户定义特征



用特征工作

- 创建一个程序
  - 插入 MoveJ
    - 示教 home 位置
  - 插入 MoveL
    - 选择 **Plane_1** 作为特征
    - 示教4个路点
  - 运行程序
  - 重新示教一个特征
    - 检查特征作为变量
    - 检查路点被转移了

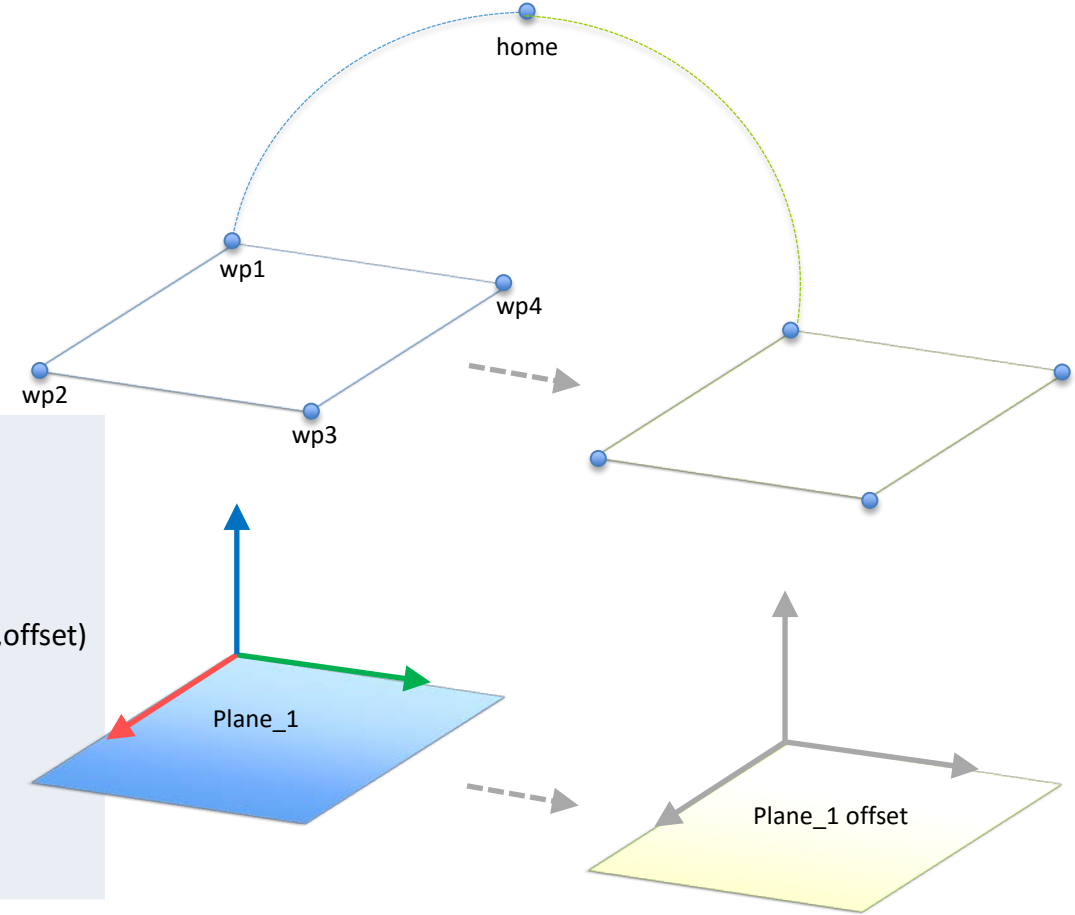
```
Robot Program
  MoveJ
    home
  MoveL
    Waypoint_1
    Waypoint_2
    Waypoint_3
    Waypoint_4
    Waypoint_1
```



用特征工作

- 使用一个简单程序
  - 用脚本代码补偿特征
    - pose_add()
    - pose_trans()
  - 如何做
    - 在Y方向上定义补偿值
    - 在位姿变量中用补偿值
    - 用位姿变量到补偿特征

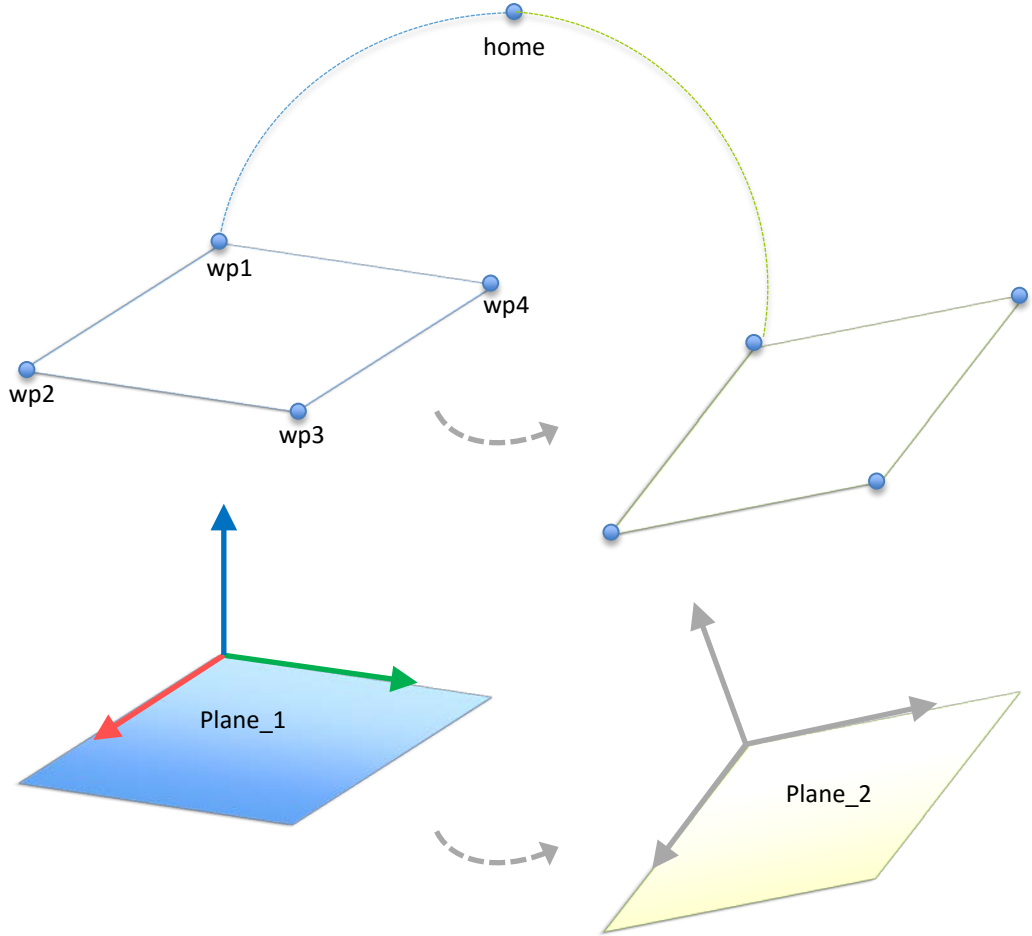
```
Robot Program
    MoveJ
        home
    y = 0.05
    offset = p[0,y,0,0,0,0]
    Plane_1_var = pose_trans(Plane_1_var,offset)
    MoveL
        Waypoint_1
        Waypoint_2
        Waypoint_3
        Waypoint_4
        Waypoint_1
```



用特征工作

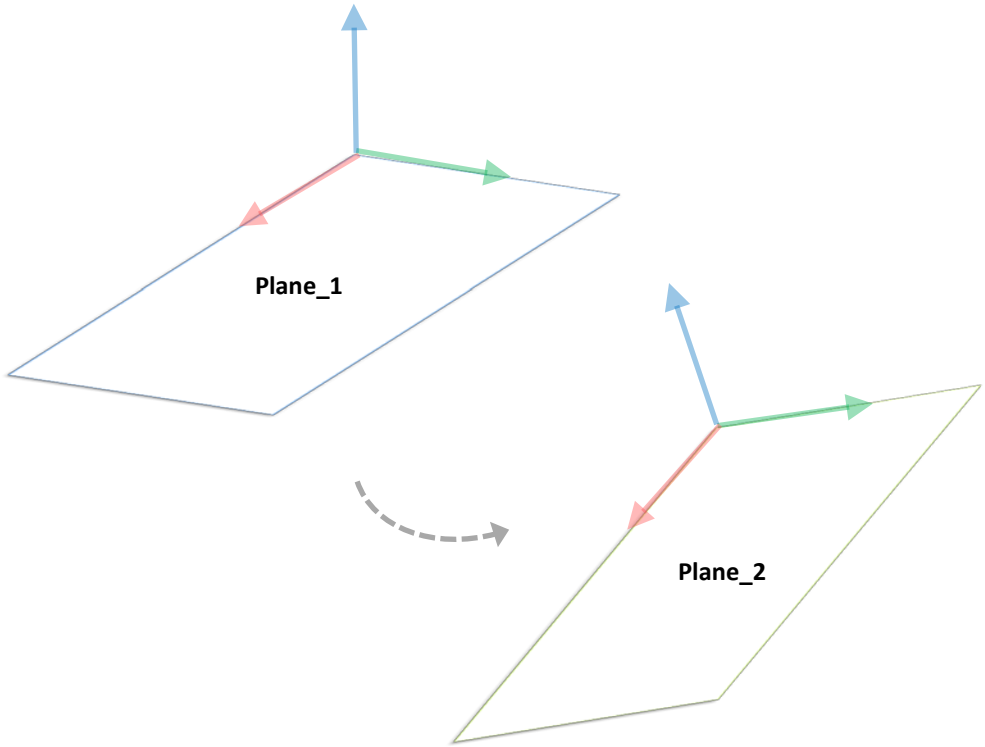
- 使用一个简单程序
  - 创建两个特征
    - Plane_1
    - Plane_2
  - 用两个输入信号切换特征
    - If DI[0] is high, 用Plane_1
    - If DI[1] is high, 用Plane_2

```
Robot Program
   MoveJ
      home
   IF DI[0] = True
      Plane_1_var = Plane_1
   ELSEIF DI[1] = True
      Plane_1_var = Plane_2
   MoveL
      Waypoint_1
      Waypoint_2
      Waypoint_3
      Waypoint_4
      Waypoint_1
```



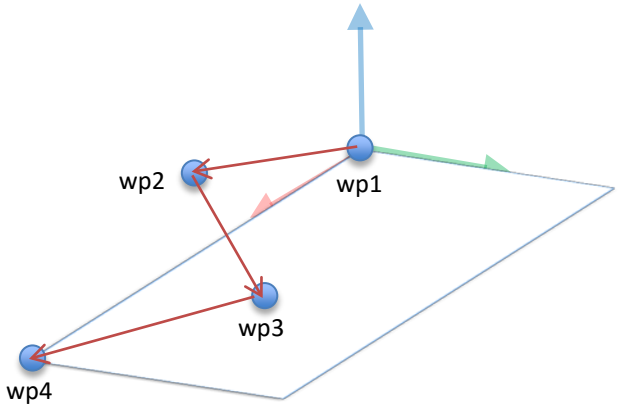
培训练习 1

- 建立两个特征平面
  - Plane_1
  - Plane_2
- 把他们设为变量
- 保存在安装设置文件中



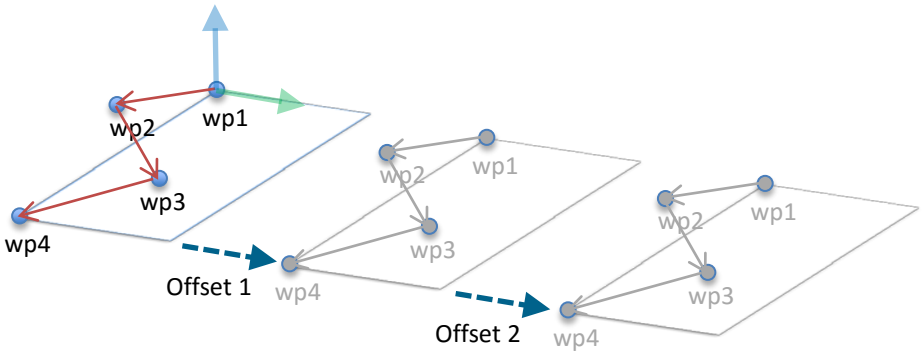
培训练习 2

- 创建一个程序
  - 加一个 MoveL 指令
  - 在 MoveL 指令中设置特征为 Plane_1
  - 用 MoveL 示教4个路点
  - 设置第一个路点为特征 Plane_1 的原点



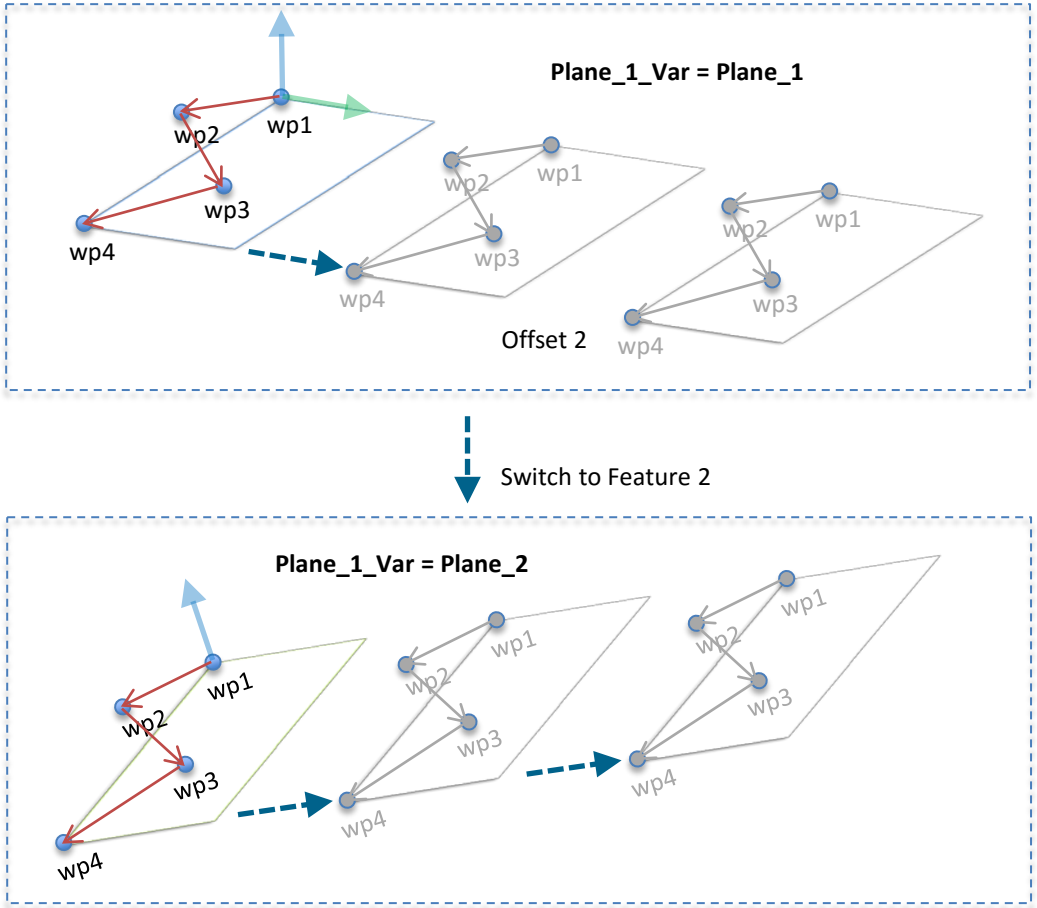
培训练习 3

- 一旦完成 MoveL 程序
  - 在y方向上为 plane_1 补偿100mm
  - 重复 MoveL
  - 在同一个方向上补偿另外100 mm
  - 重复 MoveL



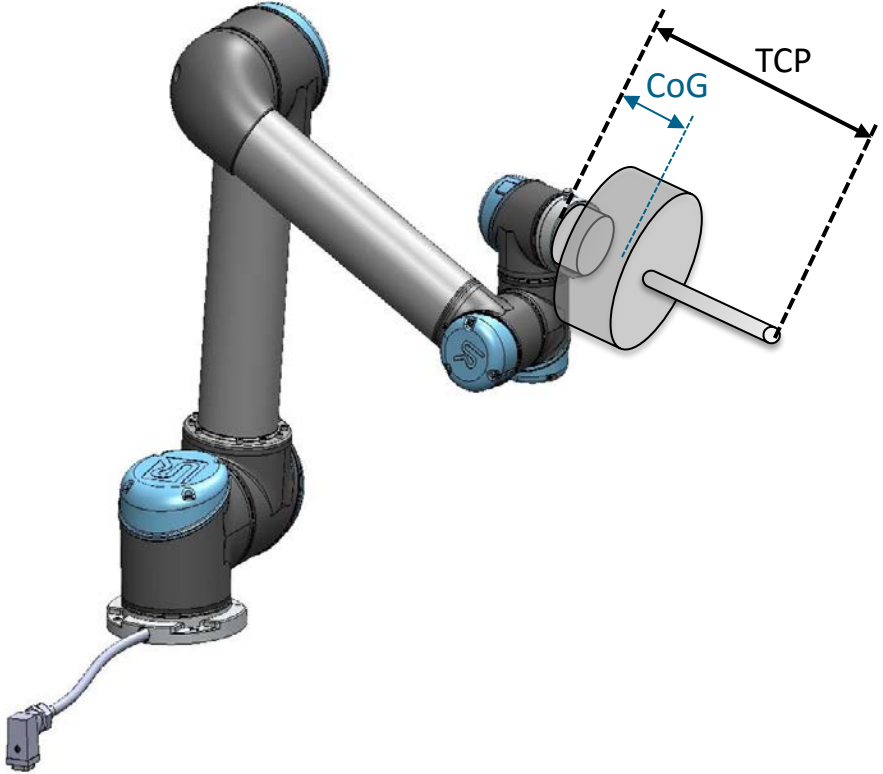
培训练习 4

- 完成第三个 MoveL 程序后
  - 设置 plane_1_var 为第二个特征 (plane_2)
  - 在 plane_2 特征中执行运动



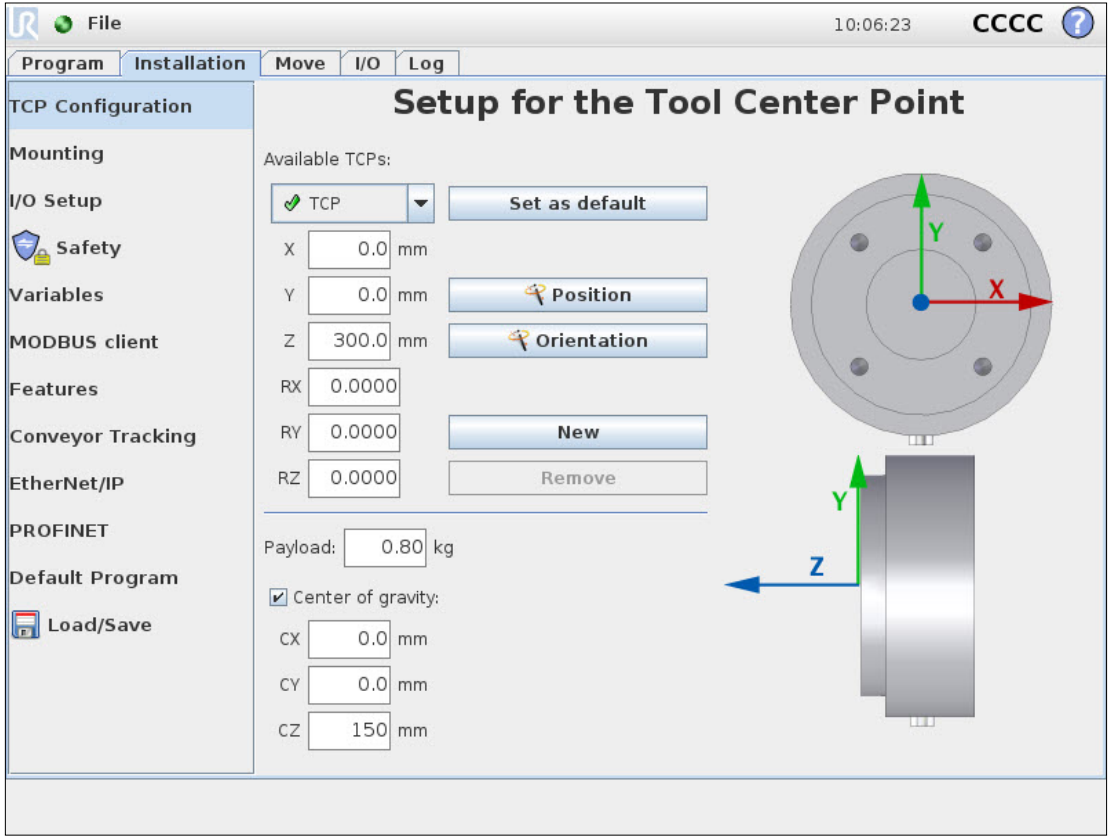
重心 Centre of Gravity (CoG)

- 定义
  - 重心是TCP负载平衡的位置点
- 脚本代码
  - set_payload(*m, CoG*)
    - m = 重量，kg
    - CoG = 重心(CoGx, CoGy, CoGz)，米
- 注意
  - 如果重心没有定义，软件将把TCP做为重心



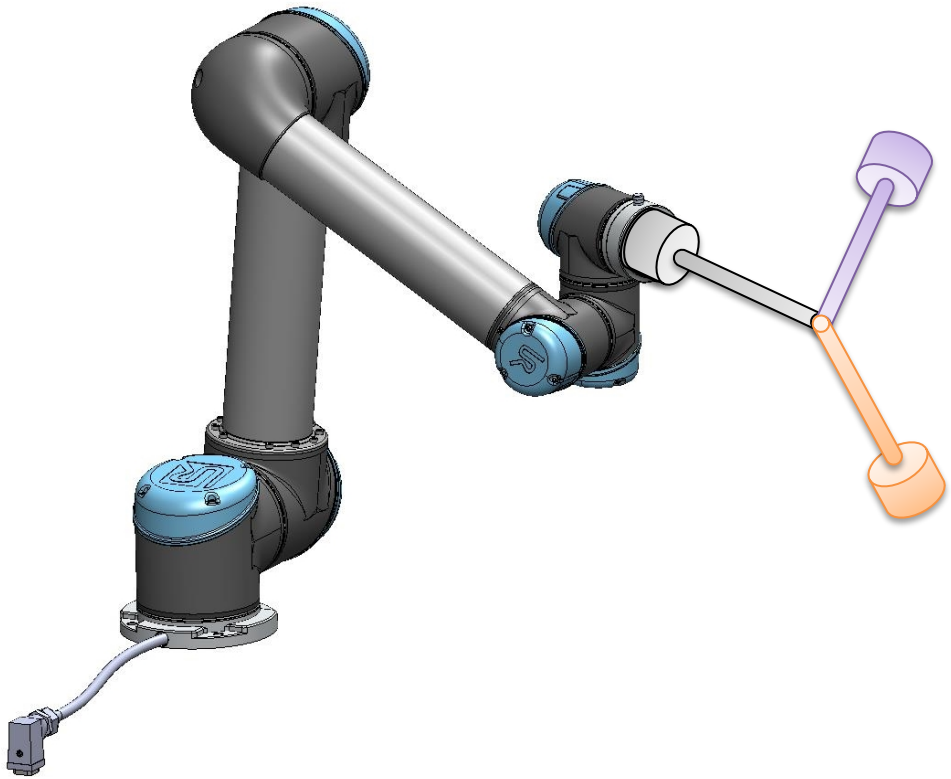
重心 (CoG)

- 图形化用户界面TCP载荷设置
  - 很容易定义重心 CoG
  - 见下一页
- 如果重心在执行时改变，仍然需要脚本代码设置



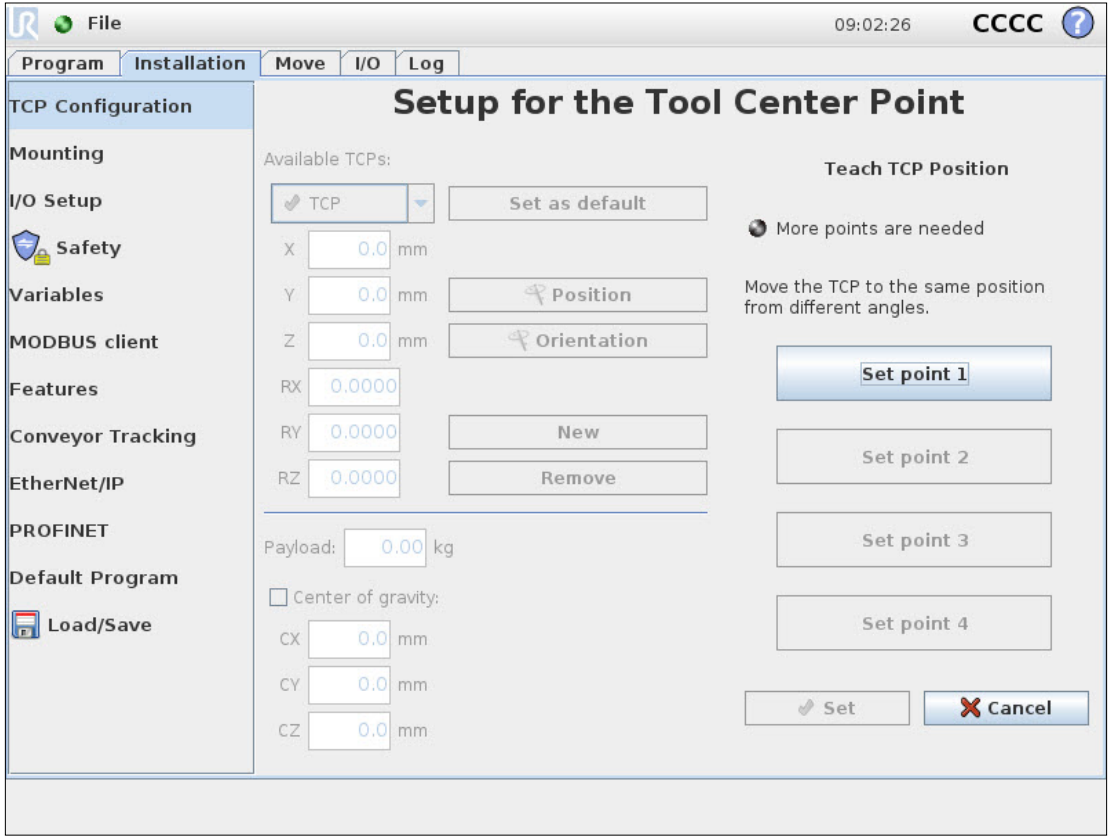
示教TCP位置

- 可以通过运动TCP尖端从3个角度对准同一个固定位置定义
- 这些位置示教后，机器人将计算出TCP x,y,z值
- 增加第四点改善精度



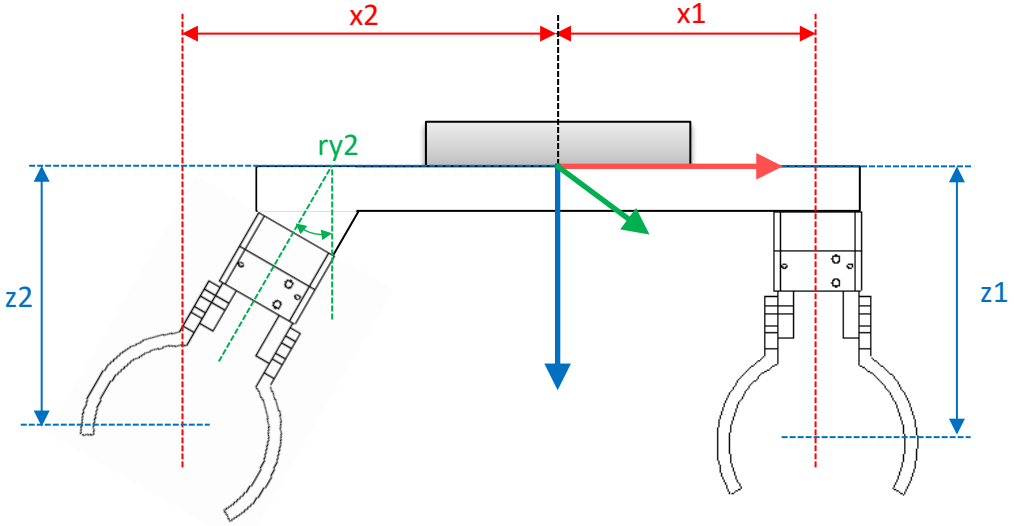
示教TCP位置

- 点“位置”按键示教TCP位置
- 设置3或4点
- 类似LED指示灯将显示TCP计算结果和每一个点的质量



多个 TCP

- 设置 TCP
  - 在安装设置中只能设置一个TCP
  - 脚本代码能设置多个TCP
- 脚本代码
  - set_tcp(*pose*)
  - pose = p[x,y,z,rx,ry,rz]
- 安装设置
  - 设置基座坐标为变量
- 注意：
  - 只有MoveL 和 MoveP 受set_tcp()影响

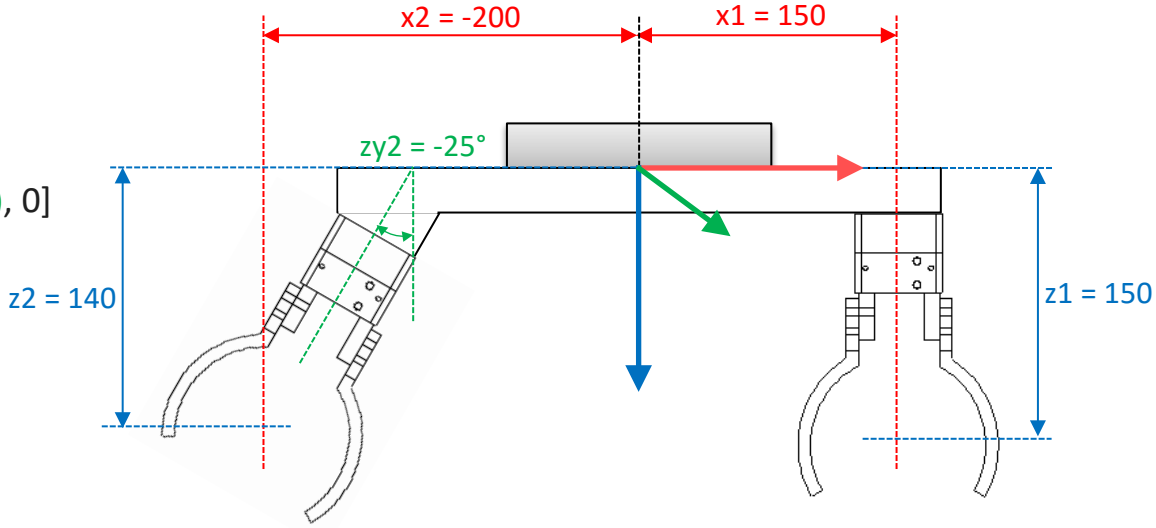


tcp2 = p[x2,0,z2,0,ry2,0]

tcp1 = p[x1,0,z1,0,0,0]

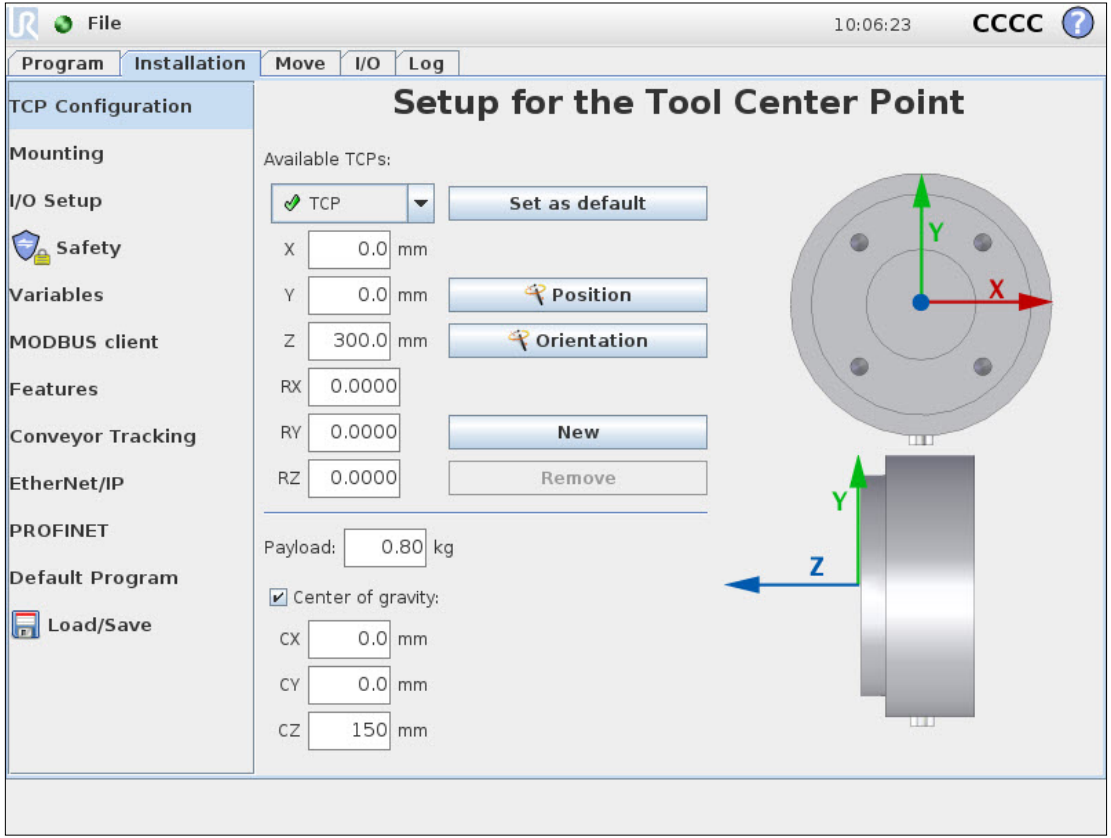
多个 TCP

- 设置 tcp1
  - x1 = 150 mm.
  - z1 = 150 mm.
  - tcp1 = p[0.15, 0, 0.15, 0, 0, 0]
- 设置 tcp2
  - x2 = -200 mm.
  - z2 = 140 mm.
  - ry2 = -25 °
  - tcp2 = p[-0.2, 0, 0.14, 0, d2r(-25), 0]



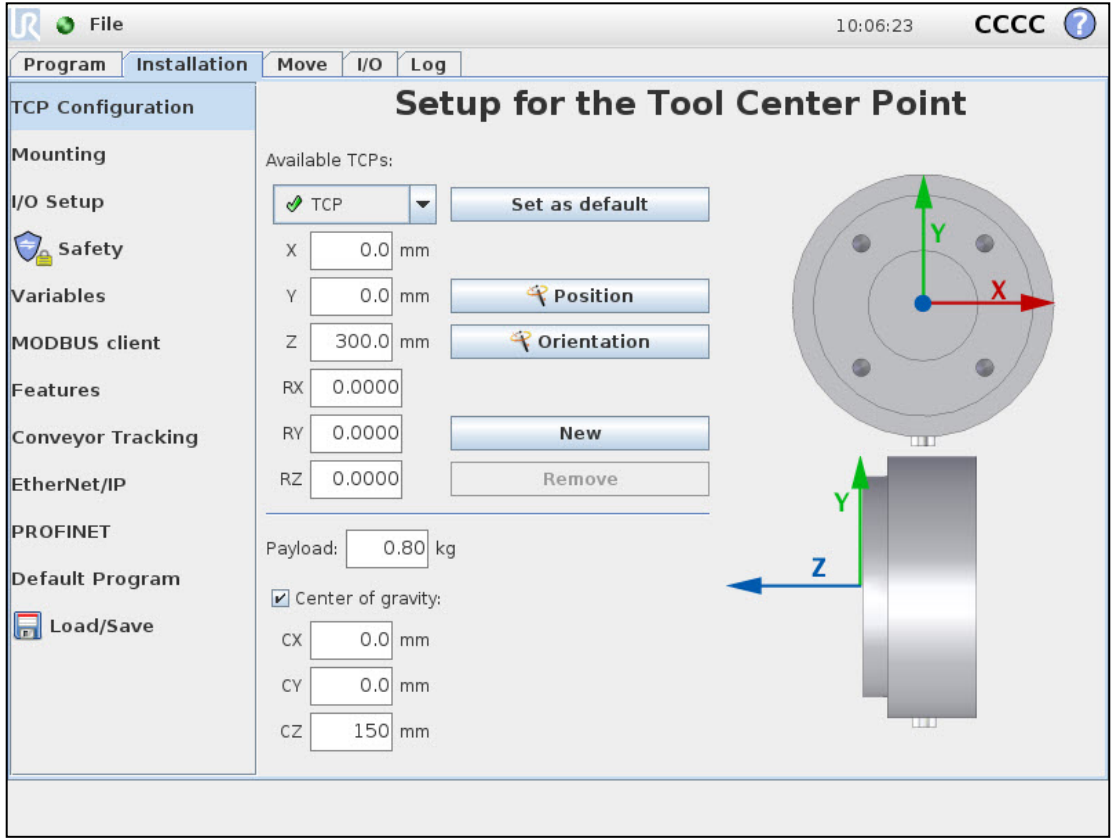
设置 TCP

- 设置 TCP_1 作为默认 TCP
- TCP_1
  - x1 = 150 mm.
  - z1 = 150 mm.



设置 TCP

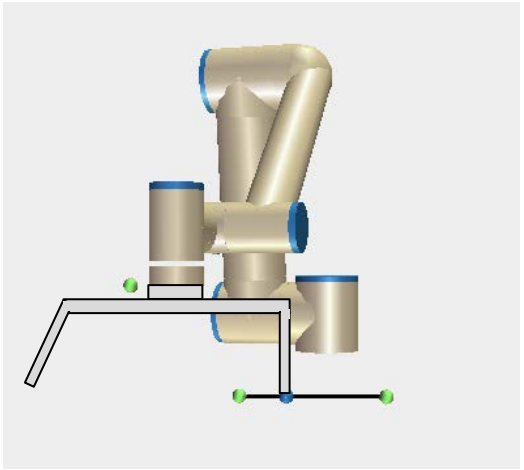
- 点“新建”增加第2个TCP
- TCP_2
  - x2 = -200 mm.
  - z2 = 140 mm.
  - ry2 = -25 °
- 选择角度必须用弧度定义
  - 25*pi/180 = 0.4363

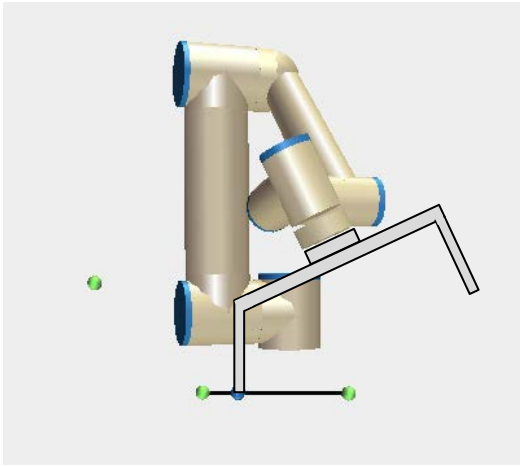


执行程序

- 程序例子
  - 在安装设置窗口中把基座特征设为变量
  - 定义整数变量 *tcp 用于更换不同的TCP*
  - 在 MoveL 指令中设置特征为基座特征

```
BeforeStartSequence
    tcp = 1
    tcp1 = p[0.15,0,0.15,0,0,0]
    tcp2 = p[-0.2,0,0.14,0,d2r(-25),0]
    MoveJ
        home
Robot Program
    IF tcp = 1
        set_tcp(tcp1)
        tcp = 2
    ELSEIF tcp = 2
        set_tcp(tcp2)
        tcp = 1
    MoveL
        Waypoint_1
        Waypoint_2
        Waypoint_1
```



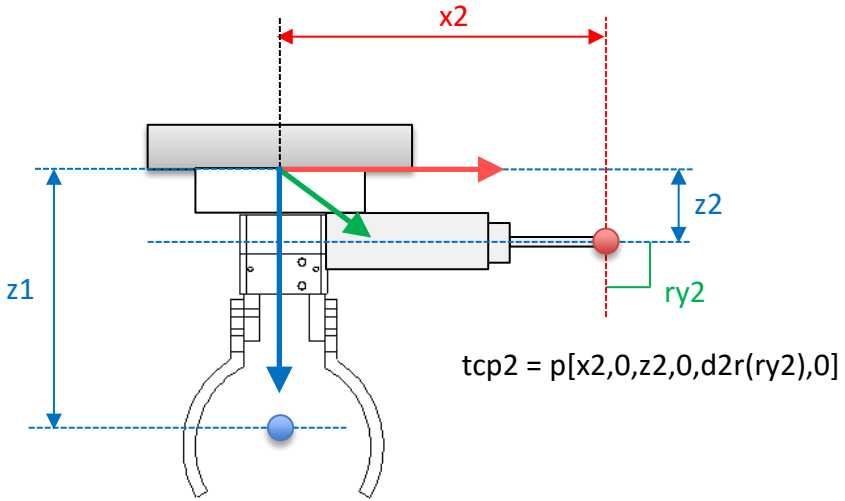


培训练习 1

- 在安装设置中模拟定义两个TCP，一个是夹爪，一个是螺丝刀

- 夹爪 (tcp1)
  - Z 方向偏移200mm

- 螺丝刀 (tcp2)
  - X 方向偏移200mm
  - Z 方向偏移50mm
  - RY 偏移 90°



- 注意：
  - set_tcp() 只影响 MoveL, MoveP 和 MoveC

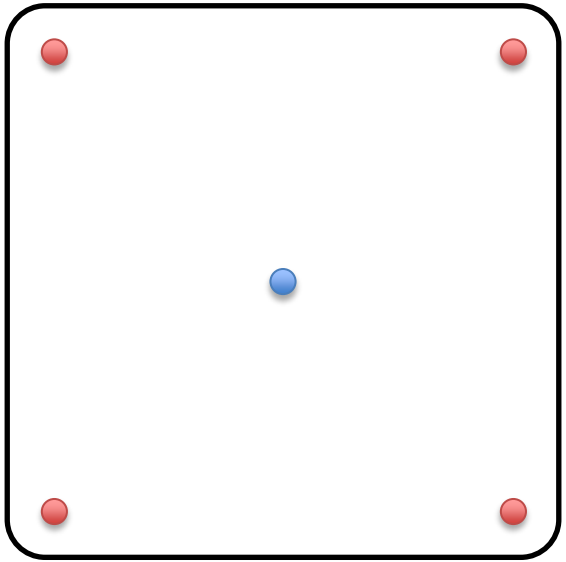
培训练习 2

- 模拟在方形空间用夹爪拾取放置，在用螺丝刀在4个位置锁螺丝

- 设置 TCP 为夹爪 (tcp1)
  - 运动到你自己选择的拾取位置
  - 运动到你自己选择的放置位置

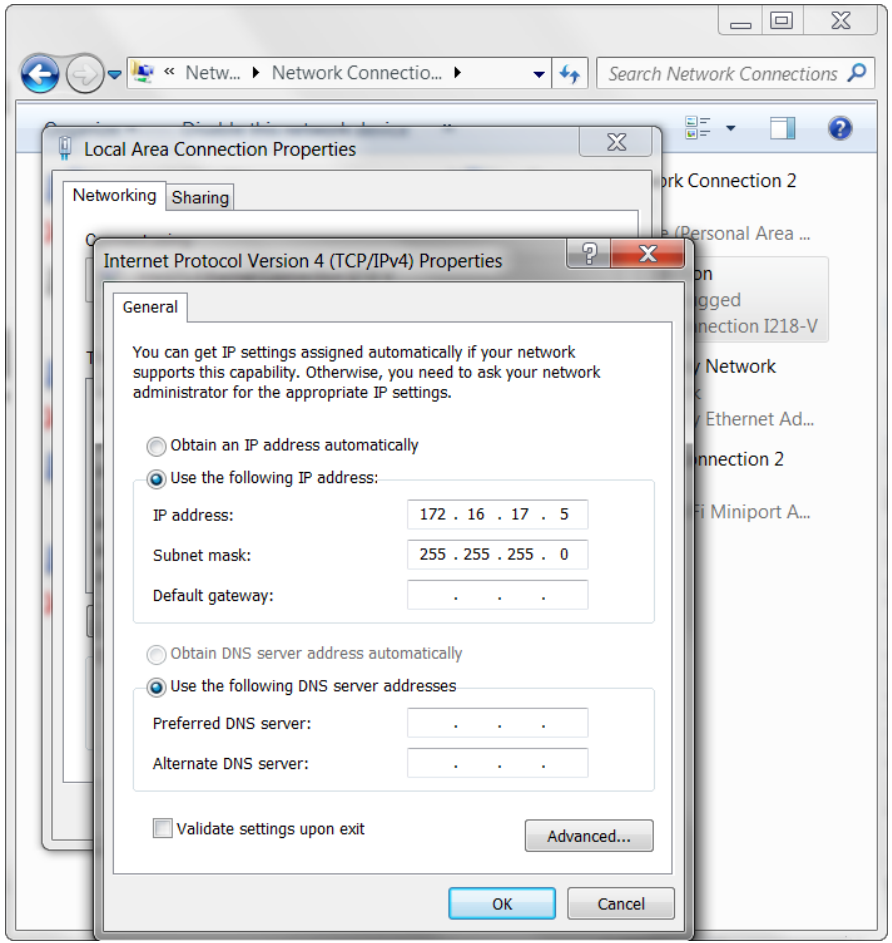
- 设置 TCP 为螺丝刀 (tcp2)
  - 用 pose_trans() 在 放置点周边 x=±7.5cm and y=±7.5cm 的位置定义4个点

- 写一个子程序
  - 在工具坐标系下用MoveL 到相对路点（Z方向加50mm）
  - 在主程序中调用相对路点



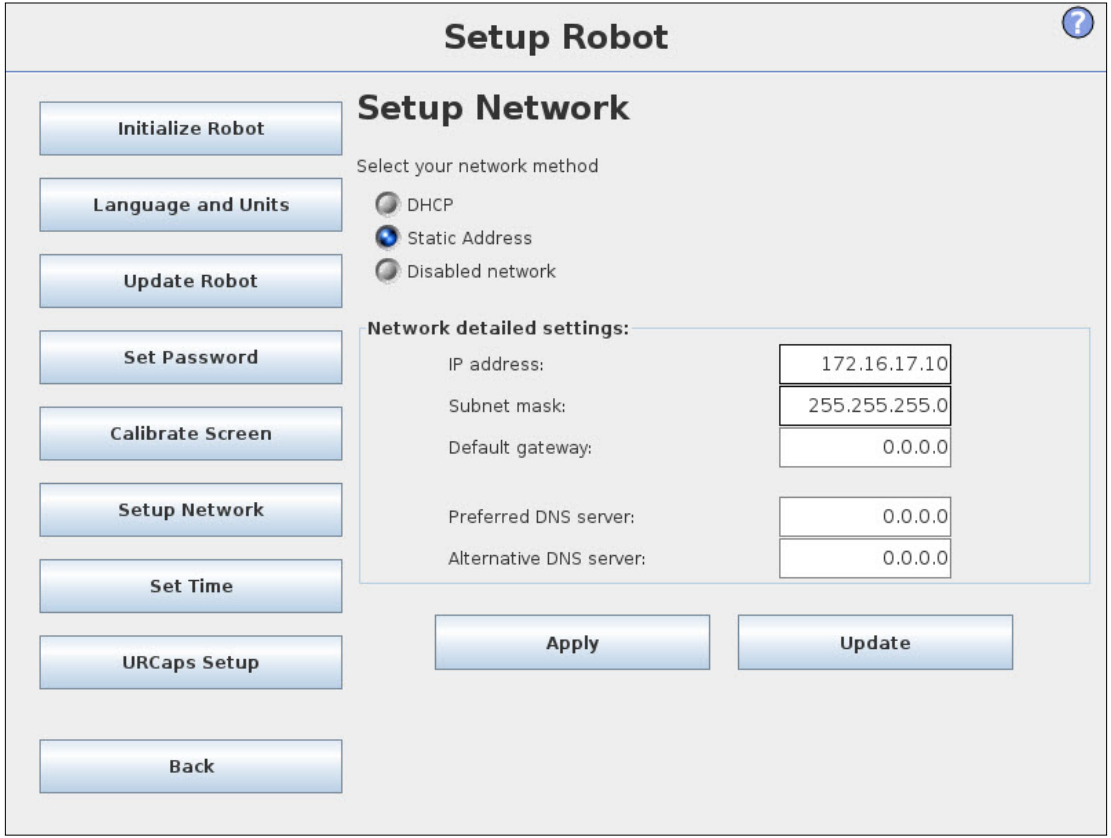
PC 网络设置

- 在任何 TCP/IP 通讯之前，必须设置PC和机器人网络
- 在网络设备属性界面中设置：
  - IP 地址
  - 子网掩码
- PC和机器人IP地址应该除最后一个数，其他3个数相同，在这个案例中为：
  - 192.16.17.x
- 二者子网掩码都是：
  - 255.255.255.0



机器人网络设置

- 进入“设置机器人”，选择设置机器人网络
  - IP 地址
  - 子网掩码
- IP 地址与PC除最后一个数，其他相同
  - 192.16.17.x
- 子网掩码都是
  - 255.255.255.0



什么是 TCP modbus?

基础培训总结

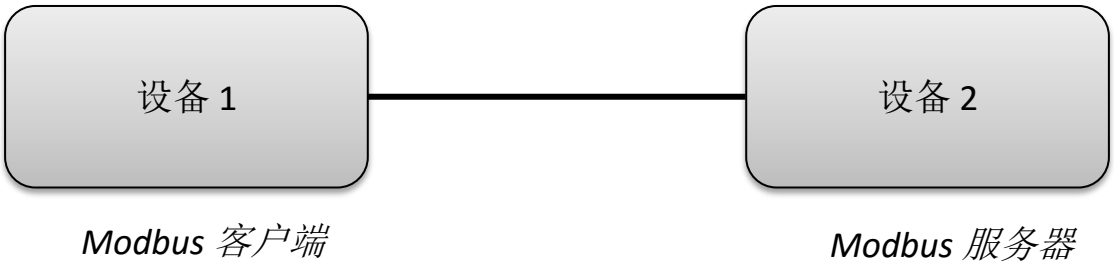
- Modbus TCP
  - 基于以太网通讯协议
- 通讯协议
  - 协议设备间通讯的通用语言A
  - 可以在两个设备间传输数据

  - 客户端/服务器的关系

客户端 / 服务器

基础培训总结

- 服务器
  - 一个设备可以作为服务器
  - 监听来自客户端的请求
- 客户端
  - 其他设备作为客户端
  - 发请求信息给服务器



- 每一个设备必须有唯一的IP地址

数据类型

基本培训总结

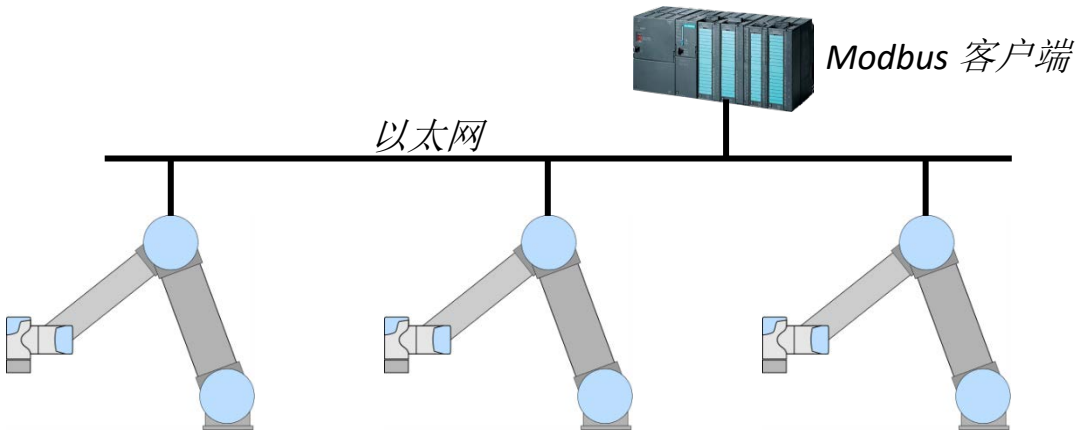
- 可用于Modbus TCP 的数据类型

数据类型	值	地址范围
数字输入（Digital inputs）	On/Off	*技术文件来源于设备供应商*
数字输出（Digital outputs）	On/Off	
寄存器输入（Register inputs）	16 bit	
寄存器输出（Register outputs）	16 bit	

- 地址范围
  - 每一个数字信号和寄存器有唯一的地址
  - 地址在供应商提供的文件中定义

UR Modbus 服务器

- 基本培训
  - 包含如何用机器人作为客户端并连接到服务器
- 高级培训
  - 将包含优傲控制箱作为服务器并且接收客户端连接

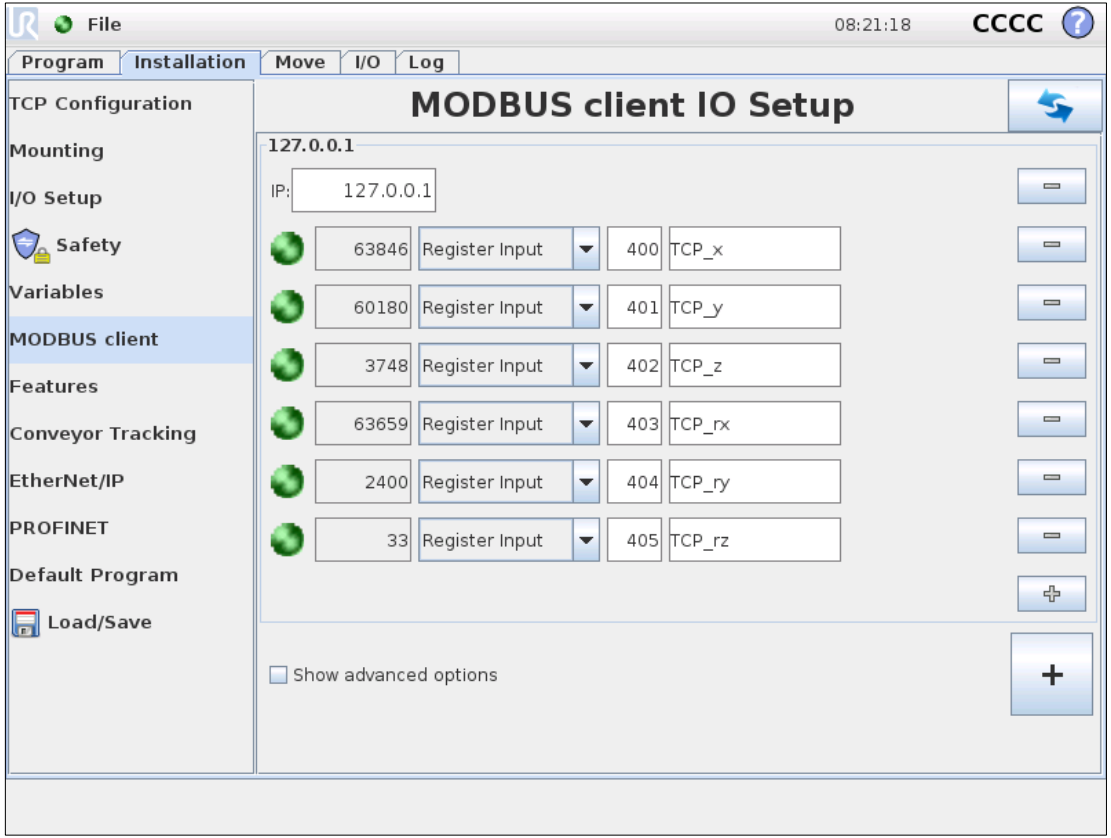


Modbus 服务器特征

- Modbus 服务器总是运行在优傲控制箱
  - IP 地址：　在机器人设置菜单中设置
  - 端口号：　502 （不需要设置）
- 特征：
  - Modbus 服务器传输机器人状态信息，包括：
    - 关节角度/速度/电流/温度
    - TCP 位置/速度/偏移值
    - 程序状态—急停/示教模式等
  - 可以远程读写I/O 信号
    - I/O 状态传输
    - 远程设备可以控制输出
  - 通用寄存器
    - 128 个寄存器
- 寄存器地址详细列表在技术支持网站可找到

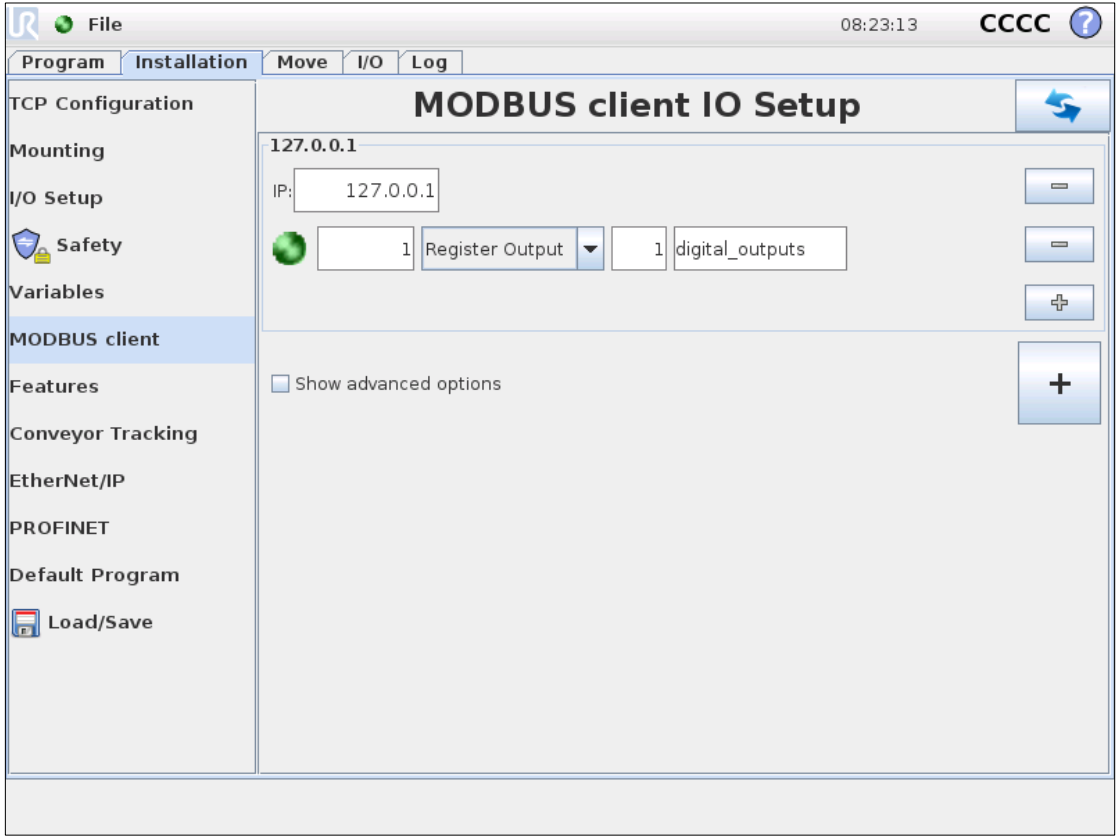
机器人自己服务器通道

- 机器人自己服务器
  - IP 地址： 127.0.0.1
- 读TCP位置
  - 寄存器地址：
    - 400 TCP-x， 0.1mm
    - 401 TCP-y，0.1mm
    - 402 TCP-z , 0.1mm
    - 403 TCP-rx， 千分之一弧度
    - 404 TCP-ry， 千分之一弧度
    - 405 TCP-rz， 千分之一弧度
  - 在基座坐标系
    - 263 是按示教按钮



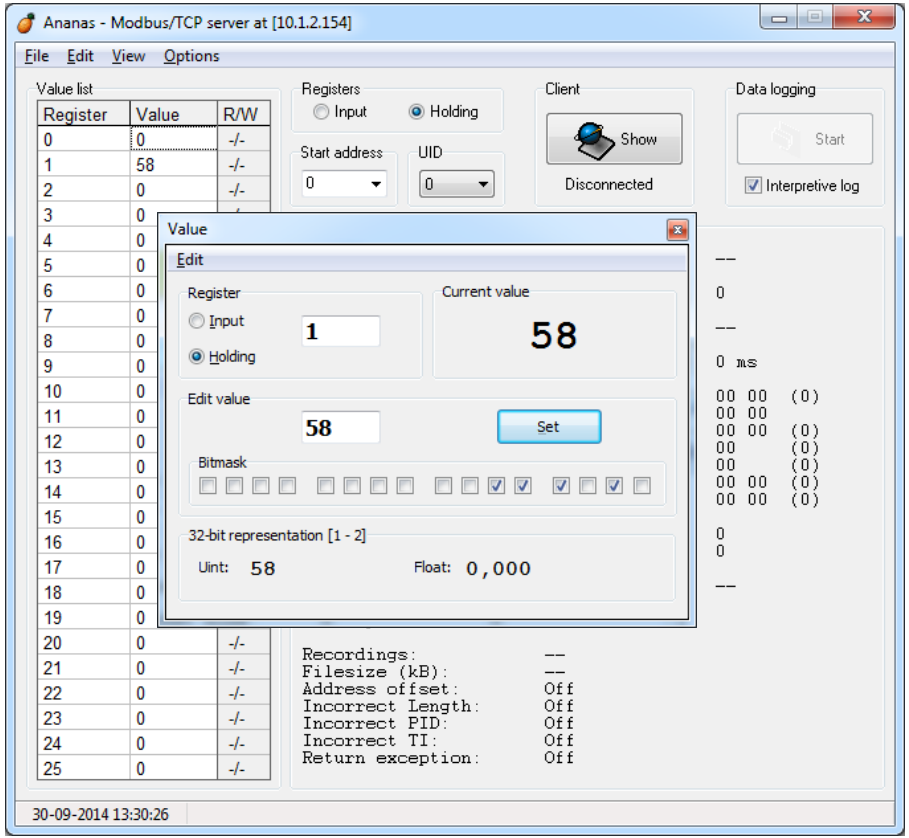
I/O 寄存器通道

- 设置寄存器为数字输出信号
  - 寄存器地址 = 1
- 特征
  - 允许多通道I/O信号运行，节省时间
- 格式：
  - 16 bit 整数寄存器
  - [BBBBBBBBTTxxxxxx]
    B=盒子, T=工具, x=未定义



Modbus 应用

- Modbus服务器潜在的应用包括：
  - 从远程设备控制机器人I/O
- 如何测试
  - 安装 Ananas
    - 测试Modbus功能的免费软件
  - 设置 Ananas 作为客户端
  - 通过在控制箱检查/不检查bit和编辑整数值转换数字I/O



培训练习 1

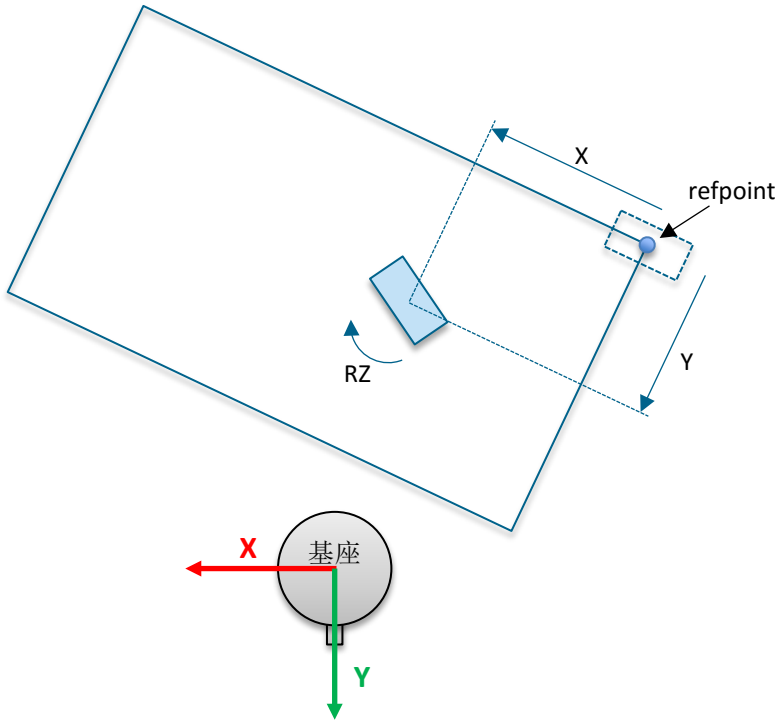
- 写一个程序
  - 读数字输出寄存器
  - 转换到二进制代码
  - 触发通道3输出信号
  - 转换回整数值
  - 写回到寄存器
- 运行程序并且观察输出改变

培训练习 2

- 写一个程序，接收来自于Modbus服务器的模拟视觉坐标系
  - 从Modbus服务器通用寄存器索取拾取位置变量
  - 运动到这个位置，基于 pose_trans()

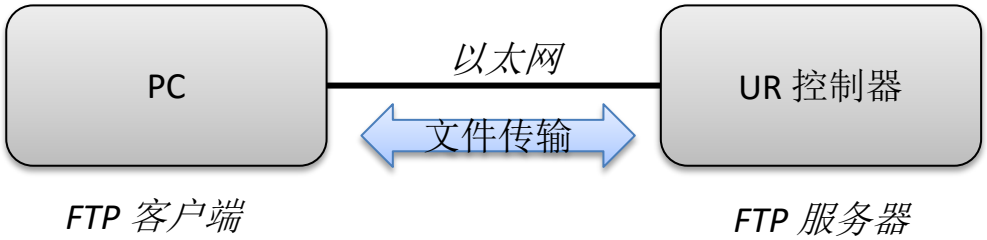
- 寄存器地址：
  - 128: 新数据有效 (0=no, 255=yes)
  - 129: x
  - 130: y
  - 131: rz

Refpoint 为参考



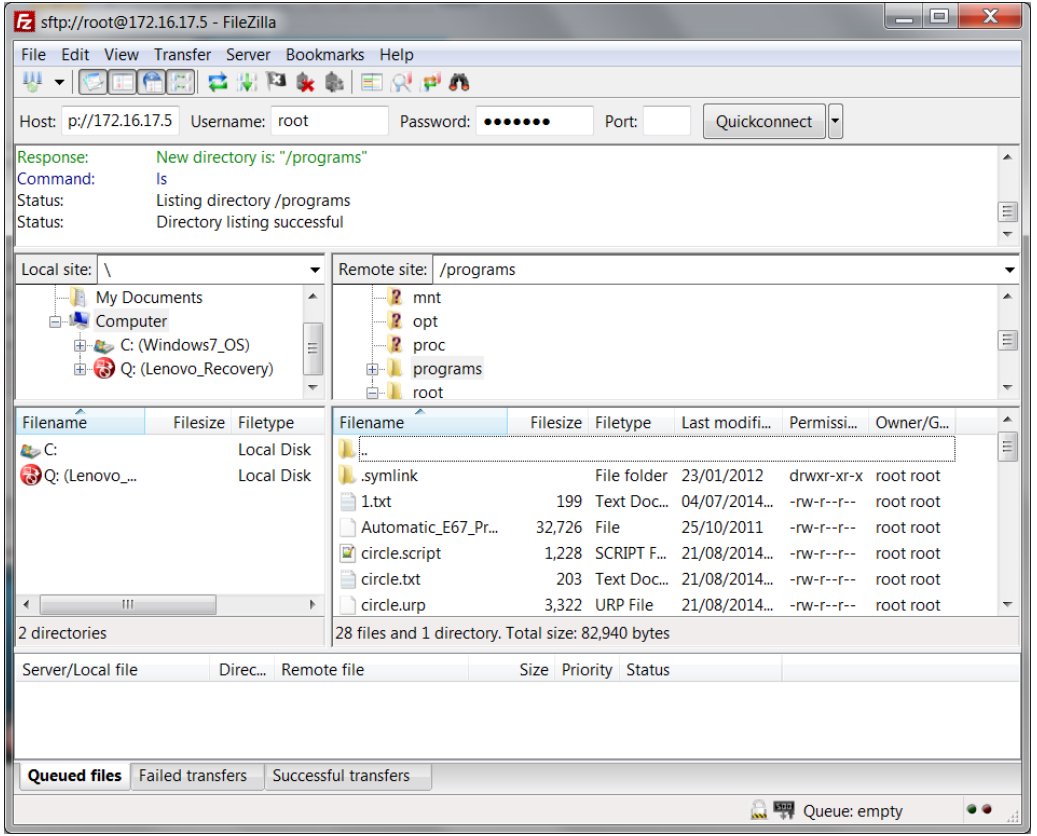
什么是FTP服务器？

- FTP 服务器
  - 客户端/服务器进行文件传输的协议
  - 基于以太网通讯
- 目的
  - 用于很方便的传输程序
  - 很容易的备份
- 在优傲机器人控制器上的服务器
  - 服务器总是运行在优傲机器人控制器上
  - 优傲机器人控制器不需要设置



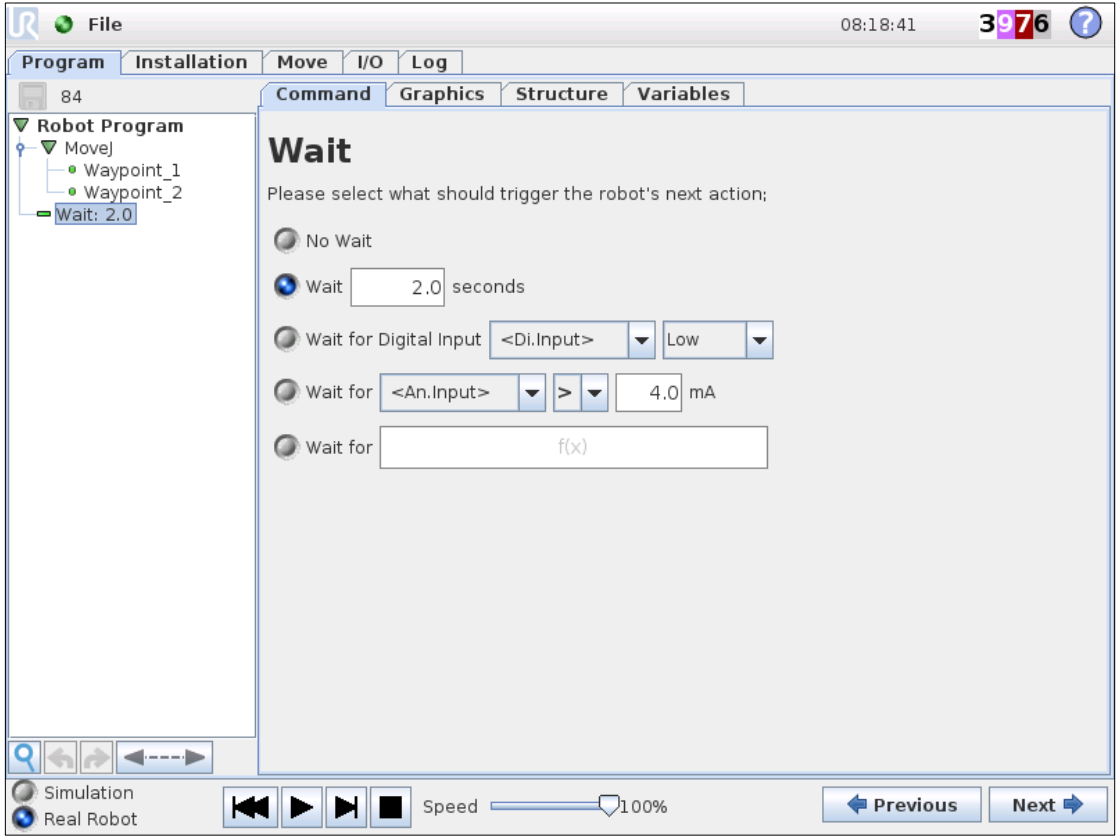
FTP 客户端

- FileZilla
  - 免费FTP客户端软件
  - filezilla-project.org
  - 通过 via ssh 或 sftp 连接
- 如何连接
  - 设置 FileZilla
    - Host: 机器人IP地址
    - User: root
    - Password: easybot
    - Port 22
- 如何传输
  - 在PC和控制器*/programs 文件夹之间拖拽文件*
  - 警告：
    控制箱文件系统没有写保护，
    使用错误将导致系统故障



培训练习

- 把在*programs 文件夹的所有文件做备份*
- 在电脑上用URSim写一个简单程序
- 把写好的程序拷贝到*programs* 文件夹中
- 在机器人上运行这个程序



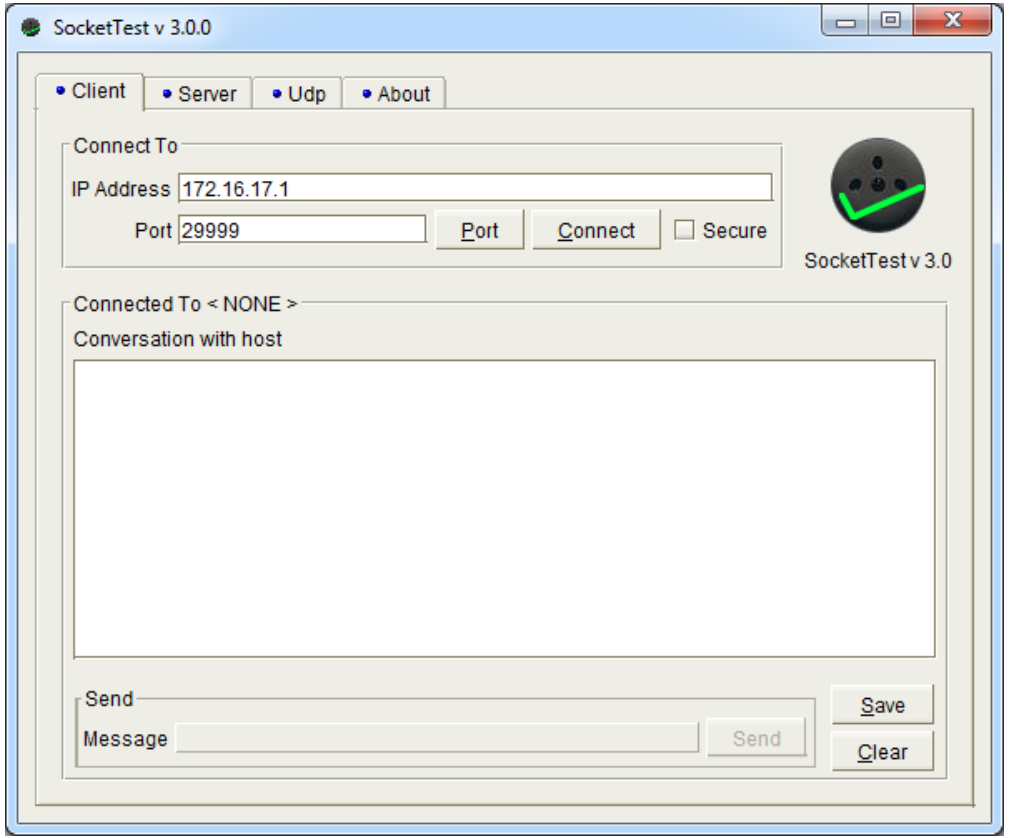
什么是 Dashboard 服务器?

- Dashboard 服务器
  - 允许通过端口号29999远程控制机器人
  - 控制机器人操作，如导入程序、启动程序等
  - 得到机器人状态反馈（如机器人正在运行、停止等）
  - 显示/关闭弹出窗口
  - 设置用户权限水平（如GUI界面某些部分禁止访问）
  - 在技术支持网站可找到所有指令列表

SocketTest

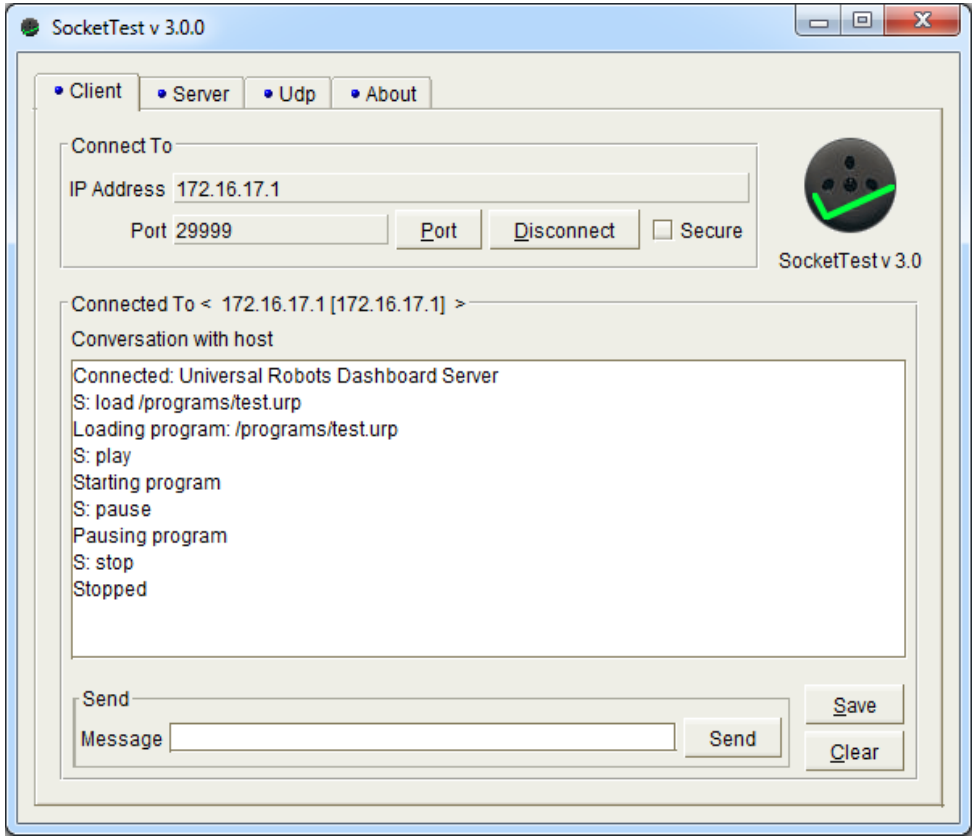
- SocketTest
  - 测试TCP/IP socket 通讯的免费软件
  - sockettest.sourceforget.net

- 如何连接
  - 在机器人和PC上设好IP地址
  - 打开 SocketTest
    - 选择客户端（Client）窗口
    - 输入机器人IP地址
    - 输入Dashboard 服务器端口号(29999)
    - 点连接（Connect）



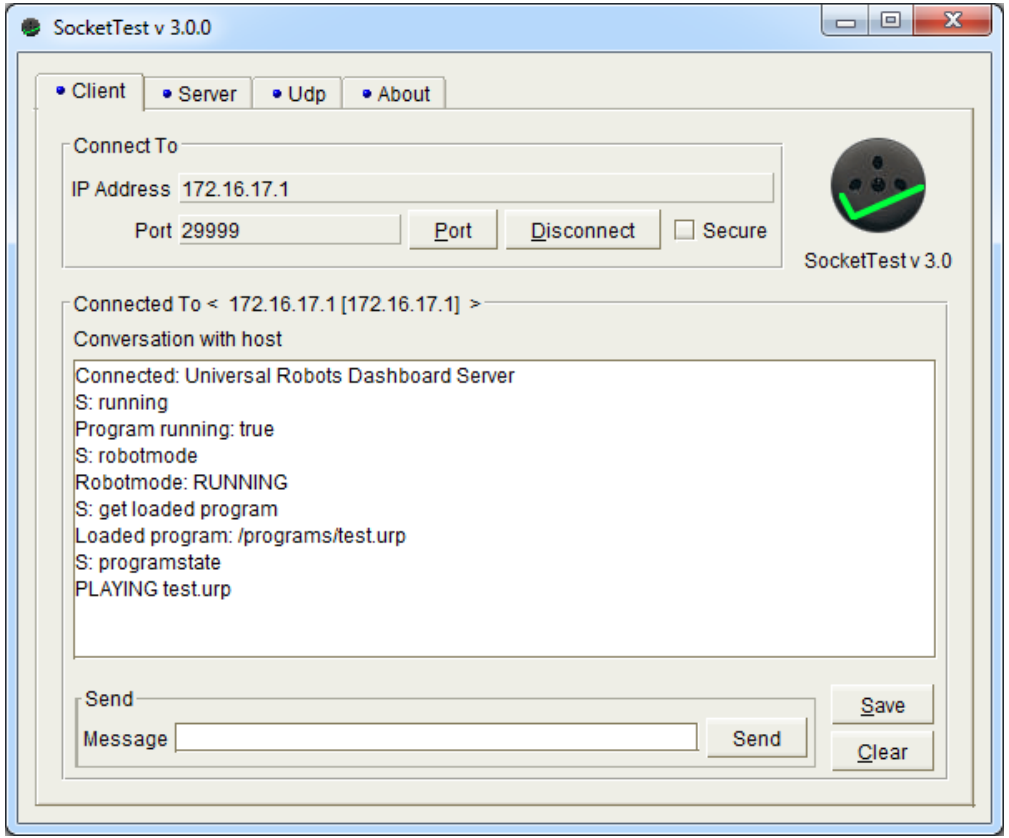
Dashboard 远程操作

- 远程控制机器人
  - 导入程序load *<program.urp>*
  - 启动程序play (*starts loaded program*)
  - 停止程序stop (*stops running program*)
  - 暂停程序pause (*pauses the running program*)
  - 关闭连接quit (*closes connection*)
  - 关机shutdown (*shuts down and turns off the robot and controller*)



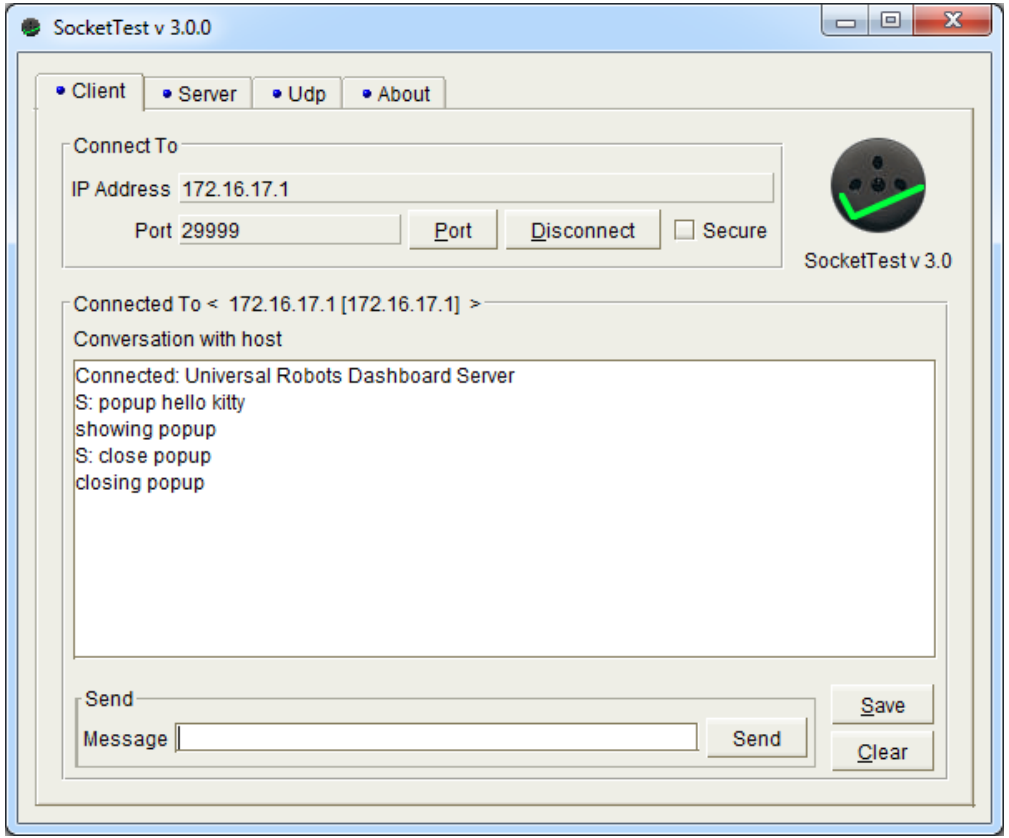
Dashboard 反馈

- 请求机器人状态
  - 执行状态请求running (*execution state enquiry*)
  - 机器人模式请求robotmode (*robot mode enquiry*)
  - 得到加载的程序Get loaded program (*which program is loaded*)
  - 返回程序保存状态 isProgramSaved (*Returns the save state of the active program*)
  - 返回程序状态 programState (*Returns the state of the active program, or STOPPED if no program is loaded*)



Dashboard 弹出窗口

- 在 GUI 中打开或者关闭弹出窗口
  - 打开一个弹出窗口popup <*popup-text*> (*open a popup*)
  - 关闭一个弹出窗口close popup (*closes the popup*)



Dashboard 用户角色

- 在欢迎屏幕控制可选项
  - 设置用户角色 setUserRole <*role*>

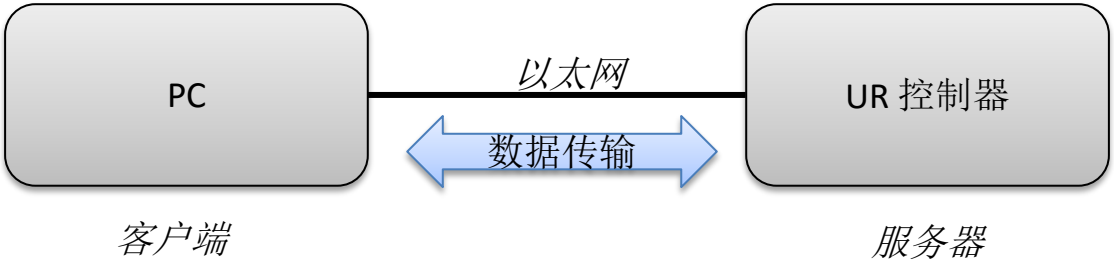
用户角色 (<role>)	描述
编程者（programmer）	“设置机器人”按钮无效，专家模式”Expert Mode” 可用（需要正确的密码）
操作者（operator）	仅仅“运行程序”和“关闭机器人”有效，专家模式”Expert Mode” 不能被激活
无限制（none）	所有按钮有效，专家模式 ”Expert Mode”有效（需要正确的密码）
锁定（locked）	所有按钮无效，专家模式”Expert Mode” 不能被激活

培训练习

- 返回欢迎屏幕
- 连接到 dashboard 服务器
- 通过FTP加载一个程序到机器人
- 运行这个程序

什么是客户端界面?

- 什么是客户端界面?
  - 服务器仅仅运行在机器人控制器
- 功能性
  - 服务器连续发出机器人状态的数据流
  - 客户端能发出机器人脚本（URScript）指令给服务器
    - （服务器总是等待输入的指令）



有效的界面

- 有效的界面

	初级	第二级	实时	实时数据交换（RTDE）
传输（Transmit）	机器人状态和附加信息	机器人状态信息	机器人状态信息	机器人状态信息
接收（Receive）	脚本指令	脚本指令	脚本指令	脚本指令
端口号（Port no.）	30001	30002	30003	30004

- 实时客户端界面比初级/第二级更快

传输数据流

- 数据流
  - 传输数据流意味着包含大量的数据
  - 主要用于GUI和控制器之间通讯
  - 需要写一个程序从接收的数据中提取请求的数据
  - 技术支持网站有更多信息
  - 接收数据需要许多工作，并不是最好的选项

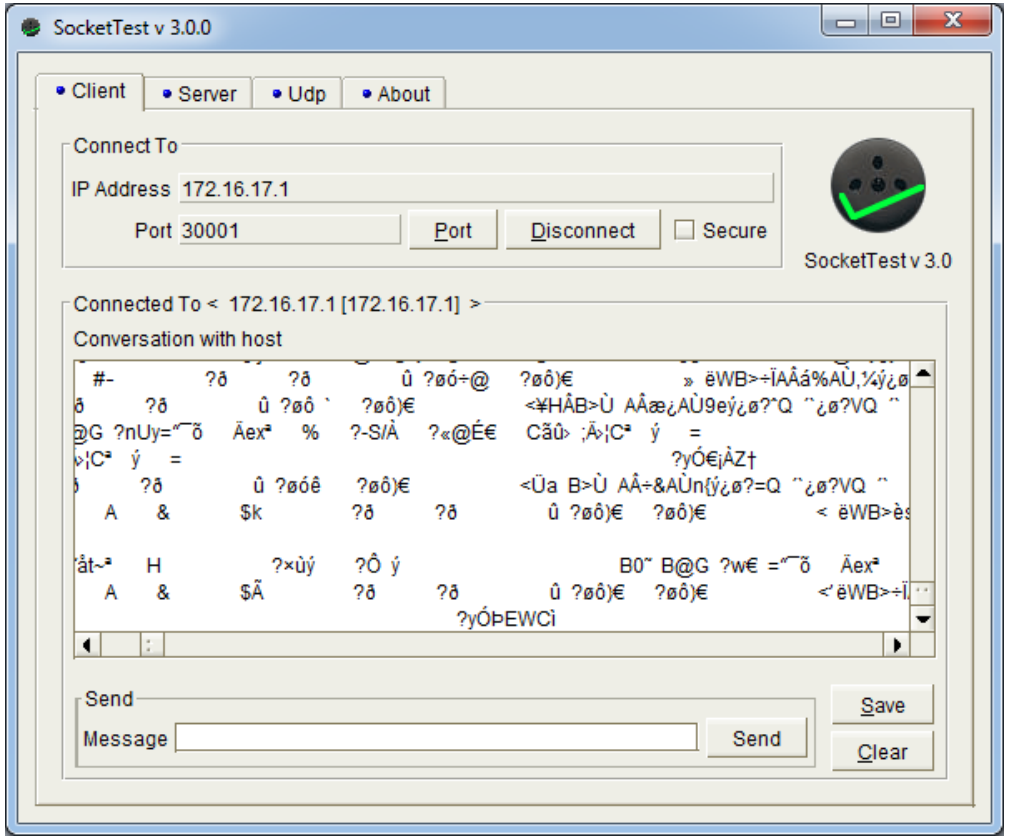
发送指令

- 发送到客户端界面
  - 从远程上位机用客户端界面发送脚本指令更有用
  - 在接收时各个指令按顺序执行
  - 发一个函数并且稍后执行它
  - 不通过GUI，能够用脚本写一个程序并且执行它

发送指令

- 打开 SocketTest
  - 选择客户端（Client）
  - 设置端口号 port no. 30001
  - 连接

- 发送一个简单指令，例如：
  - popup()
  - set_digital_out()
  - movel()
  - speedj()



- 参考“脚本手册”，有对脚本代码语法的详细解释

培训练习

- 通过 SocketTest 发送指令到机器人客户端执行以下操作（参考脚本手册，注意正确的语法）：

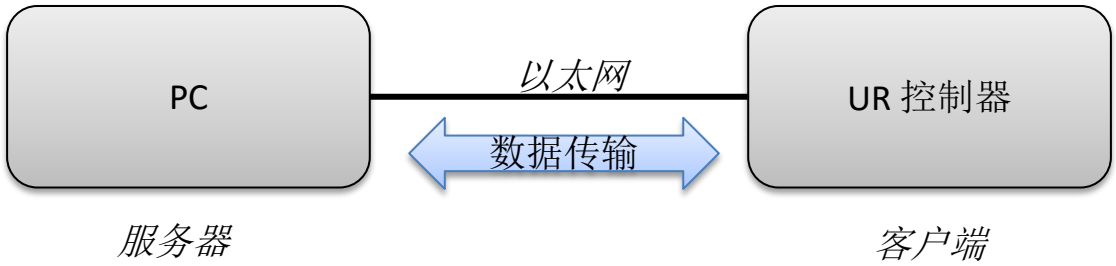
- 用下列指令在基座坐标系下移动机器人TCP：
  - Z 速度（velocity） = 0.3 m/s
  - X, Y, RX, RY, RZ 所有速度 = 0 m/s.
  - 延时 Timeout = 1 second
  - 加速度（Acceleration） = 0.5m/s²

- 用下列指令在工具坐标系下移动机器人TCP：
  - Z = Z + 0.1 m （当前TCP Z值增加 0.1 m ）
  - 在工具空间直线运动
  - 速度（Velocity ）= 0.2 m/s
  - 加速度（Acceleration） = 0.5m/s²
  - 提示：在运动指令中用 get_actual_tcp_pose() 和 pose_trans()

什么是 Sockets?

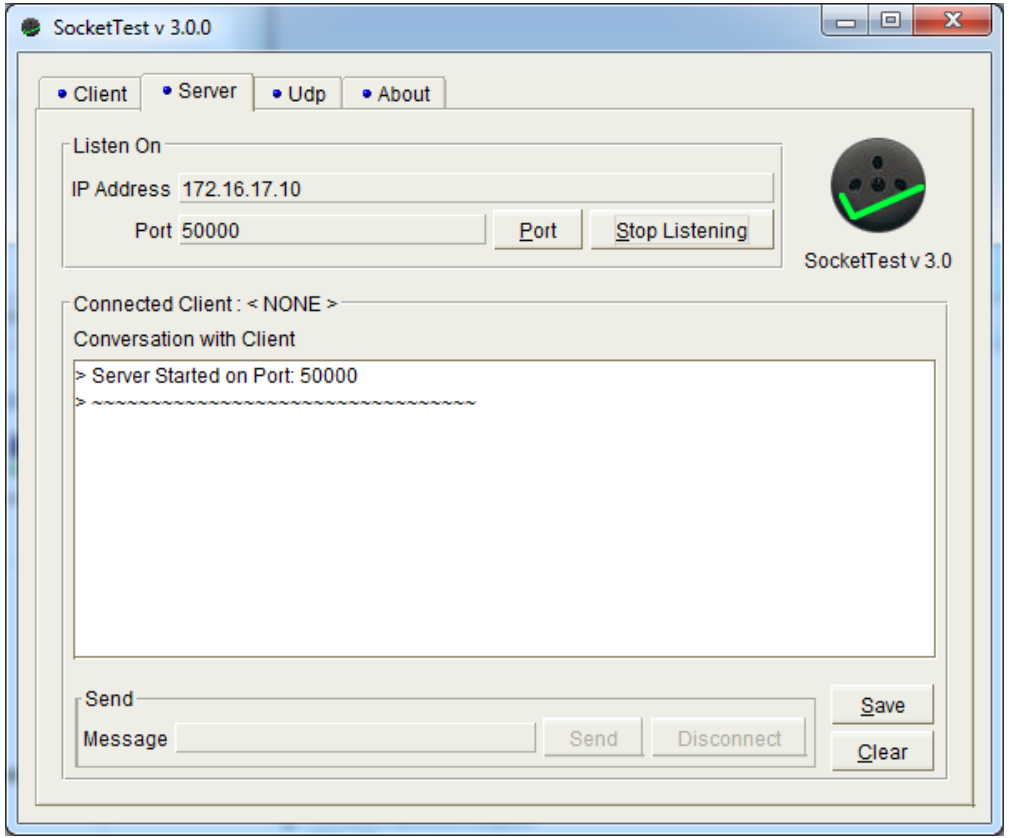
- Socket 通讯
  - 简单的 TCP/IP socket 通讯对机器人和其他设备传输数据很有用
  - 机器人=客户端，其他设备=服务器

- 功能性
  - 服务器总是监听来自客户端的通讯请求
  - 开/关 sockets 指令
  - 发送/接收不同数据类型指令



启动服务器

- 打开 SocketTest
  - 选择 Server
  - 定义IP地址
  - 定义端口号
  - 启动监听



- *IP 地址与PC地址相同*

打开一个 Socket

- socket_open(*address*, *port*, *socket_name*)
  - 地址（address）
  - 端口（port）
  - Socket名字（socket_name）
  - *如果程序只打开一个socket，socket名字不需要*
- 返回值
  - 如果socket打开成功，返回TRUE
  - 如果失败，返回FALSE

socket_open(*address, port, socket_name=*'socket_0')

Open ethernet communication

Attempts to open a socket connection, times out after 2 seconds.

Parameters

address:	Server address (string)
port:	Port number (int)
socket_name:	Name of socket (string)

Return Value

False if failed, True if connection succesfully established

Robot Program

```
socket_open("172.16.17.10", 50000)
```

发送一个字符串

- socket_send_string(*str*, *socket_name*)
  - 字符串（str）
  - 名字（socket_name0

- 返回值
  - *无*

Robot Program
socket_send_string(”test”)

socket_send_string(*str*, *socket_name*='socket_0')

Sends a string to the server

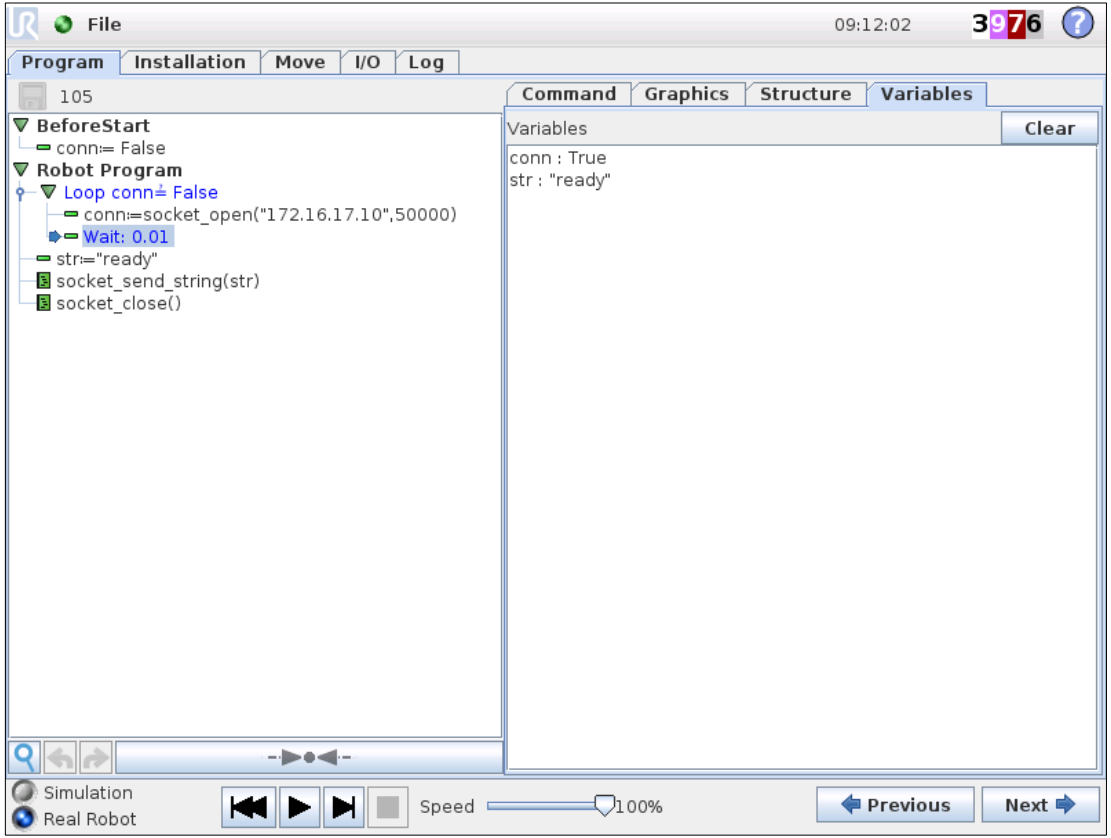
Sends the string <str> through the socket in ASCII coding. Expects no response.

Parameters

str:	The string to send (ascii)
socket_name:	Name of socket (string)

发送字符串例子

- 开启服务器
- 发送字符串到服务器
  - 打开 socket
  - 等待 socket 打开
  - 发送字符串
  - 关闭 socket
- 验证服务器的值



接收一个响应

- Socket_read_ascii_float (*n*, *socket_name*)
  - 数字（number）
  - 名字（socket_name）

- 返回值
  - *浮点列表+1个整数*
  - *（在列表中第一个数是整数，并且定义列表中有效浮点数的数量）*

Robot Program
socket_read_ascii_float(3)

socket_read_ascii_float(*number*, *socket_name*='socket_0')

Reads a number of ascii formatted floats from the TCP/IP connected. A maximum of 30 values can be read in one command.

```
>>> list_of_four_floats = socket_read_ascii_float(4)
```

The format of the numbers should be in parantheses, and seperated by ",". An example list of four numbers could look like "(1.414 , 3.14159, 1.616, 0.0)".

The returned list contains the total numbers read, and then each number in succession. For example a read_ascii_float on the example above would return (4, 1.414, 3.14159, 1.616, 0.0).

A failed read or timeout after 2 seconds will return the list with 0 as first element and then "Not a number (nan)" in the following elements (ex. (0, nan., nan, nan) for a read of three numbers).

Parameters

`number:` The number of variables to read (int)

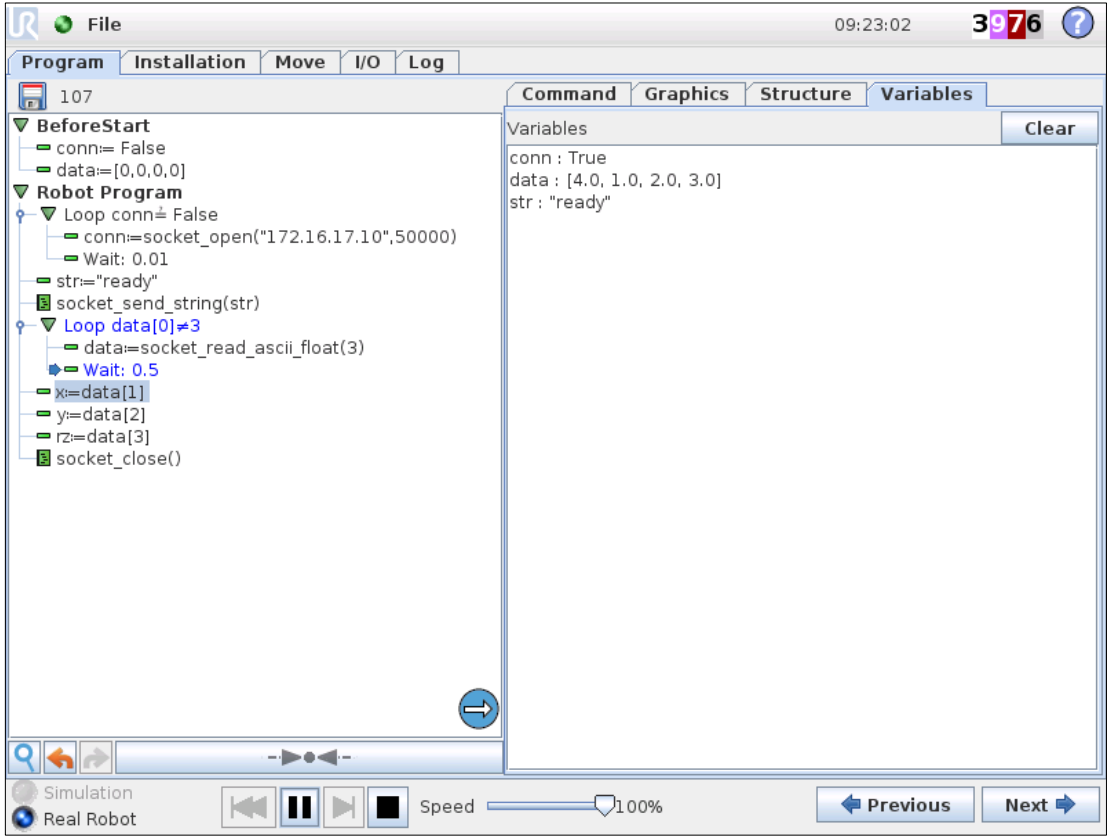
`socket_name:` Name of socket (string)

Return Value

A list of numbers read (list of floats, length=number+1)

例子：接收一个响应

- 继续
  - 打开 socket
  - 等待socket被打开
  - 发送字符串
  - 给服务器发送请求
  - 读三个浮点数
  - 等待三个浮点数收到
  - 在变量中保存浮点数 *
    - x
    - y
    - rz
  - 关闭socket



* 服务器可以是视觉相机

数据格式

- 有效数据格式
  - 字符串（String）
  - 浮点（Float）
  - 整数（Integer）
  - 比特（Byte）
  - 列表（List）

- 全部socket指令参考“脚本手册”
  - 用 set_var() 和 get_var() 允许变量名字和整数值在单个信息中传输

软件和硬件准备

- **PLC**
- Allen-Bradley Compact Logix L16ER
- Studio 5000 Logix Designer

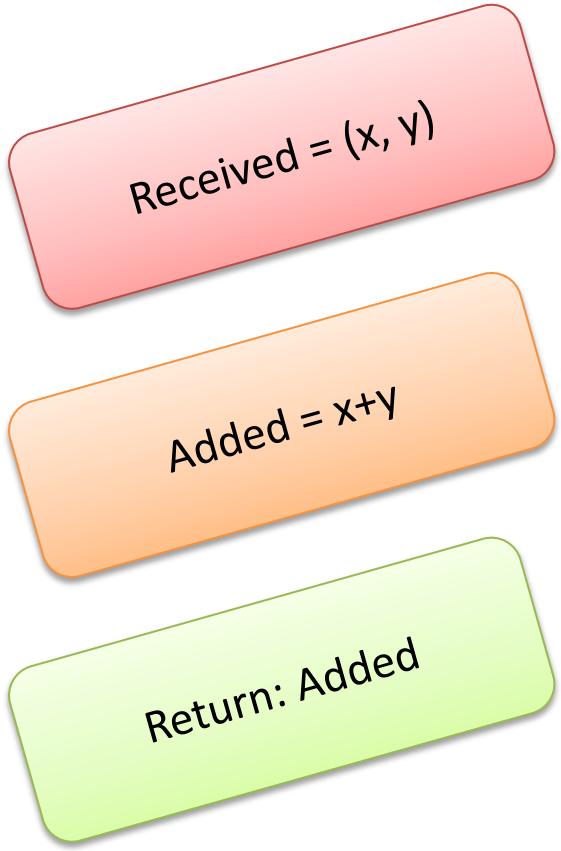
- **UR**
- UR3\UR5\UR10 running PolyScope 3.2

基于以太网TCP/IP通讯总结

通讯协议	端口号	软件	客户端	服务器	功能
Modbus	502	无	UR	I/O模块	扩展I/O
Modbus	502	Ananas	PC	UR	读UR参数，I/O状态
FTP	22	FileZilla	PC	UR	远程传输文件
Dashboard	29999	SocketTest	PC	UR	远程控制UR/读UR状态
客户端界面	30001 30002 30003	SocketTest	PC	UR	数据流（解析）
Socket	自定义	SocketTest	UR	PC/相机	字符串/数组

培训练习 1

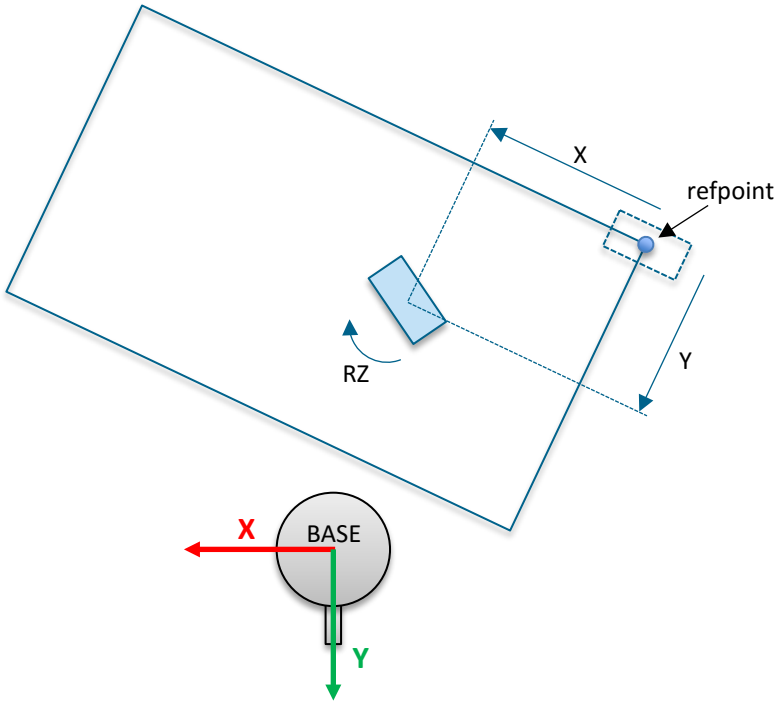
- 写一个程序：
  - 和 SocketTest 服务器建立连接
  - 通过 socket 接收两个浮点
  - 把他们加在一起
  - 把结果返回给服务器
  - 等待另一对浮点
- 例子：
  - 服务器发送： (5,2)
  - 程序返回： 7



培训练习 2

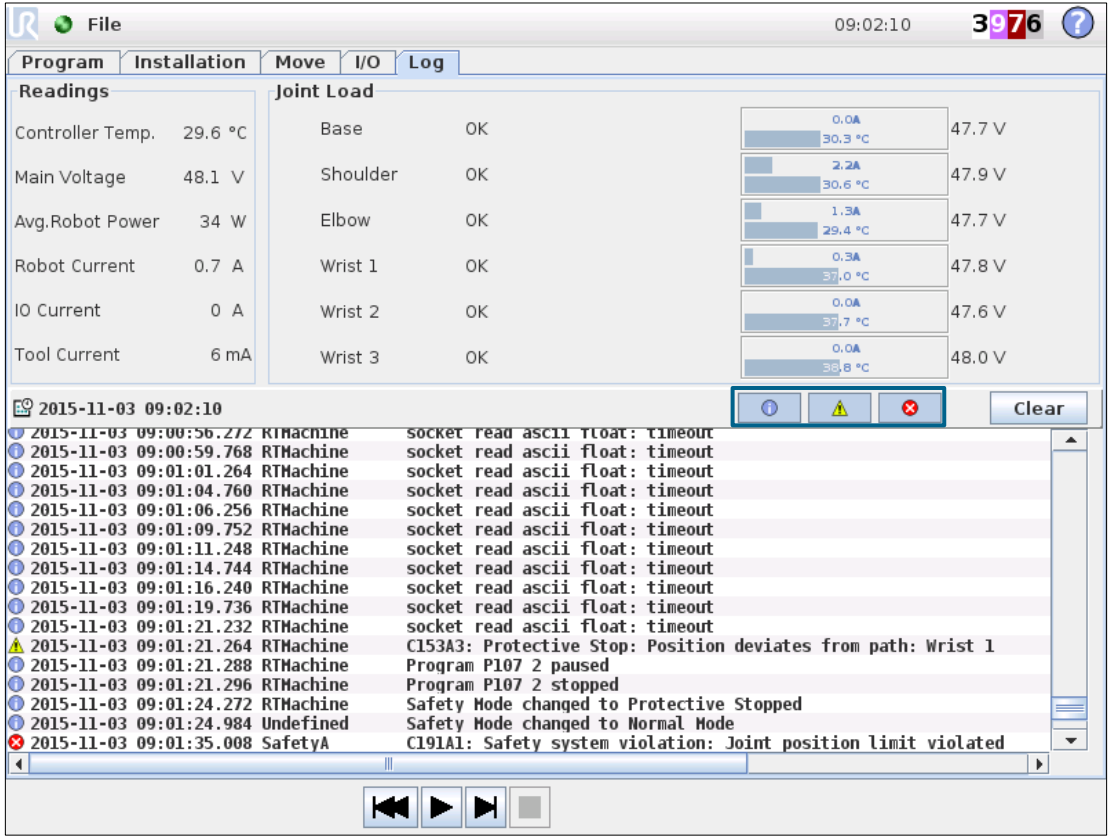
- 写一个程序通过socket模拟机器视觉坐标系，并且移动到接收的数据的位置
  - 通过socket发送信息请求数值，然后接收3个浮点数值
  - 根据变量部分练习的pose_trans() 运算结果运动到新的位置

- 数据格式
  - 发送字符串 “ready” 给服务器
  - 读3个 ascii 码浮点数：
  - x
  - y
  - rz



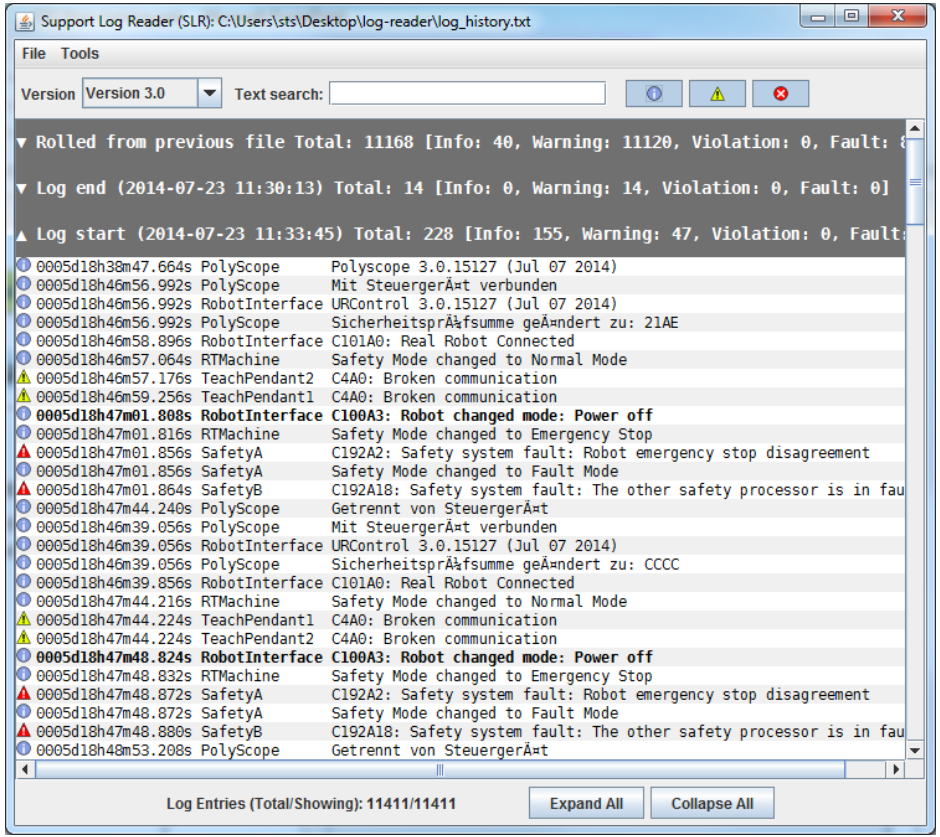
日志文件分析

- 日志历史
  - 包含
    - 信息
    - 警告
    - 错误
  - 可以用显示/隐藏分别显示不同类型日志
  - 可以通过魔法文件或FTP备份日志文件
- 日志分析
  - 日志信息的含义是什么？
  - 如何改善程序结构？



日志阅读软件（Support Log Reader）

- 日志阅读软件（SLR）
  - 读日志文件
  - 语言转换
  - 输出到 csv-file
  - 过滤搜索
  - 支持
    - CB3 文件格式
    - CB2 文件格式



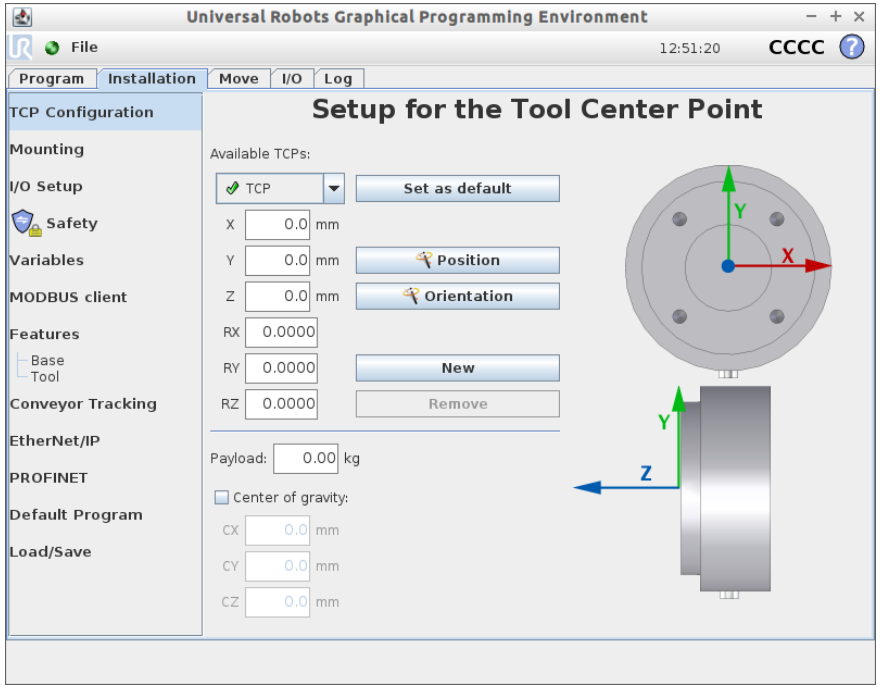
- *错误代码和解决方案参考“服务手册”*

软件相关错误

- 在PolyScope中程序参数设置不正确
  - TCP, 负载, CoG
  - 加速度
  - 交融半径
- 恢复：
  - 修正程序参数

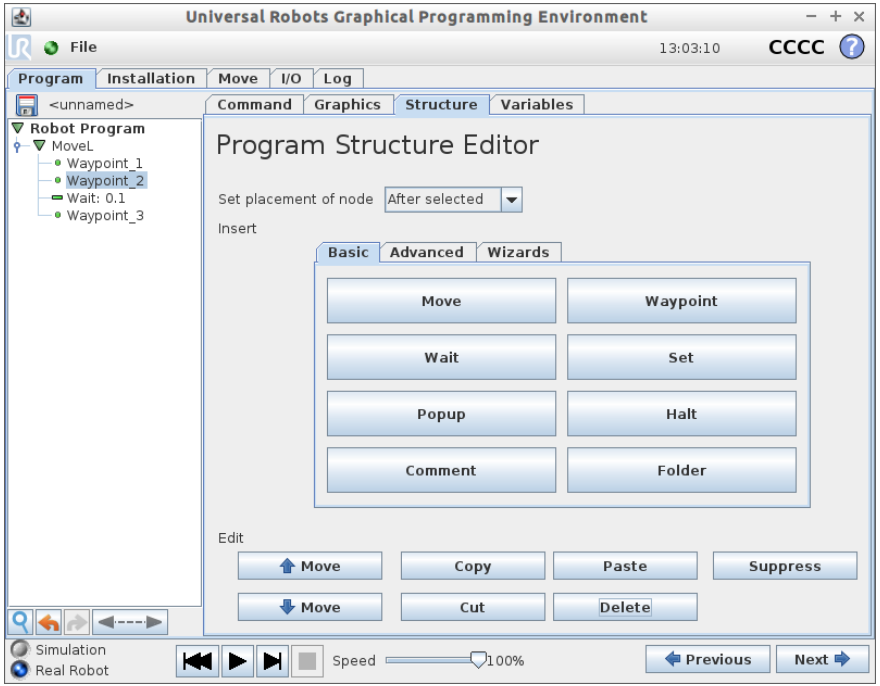
错误的负载、TCP和CoG

- 在运动过程中，机器人需要对负载、CoG参数做补偿
- 如果不设置负载，机器人带工具工作时将“感觉”受外力，导致“保护性停止”
- 较高的加速度将放大这种错误，经常会导致“保护性停止”



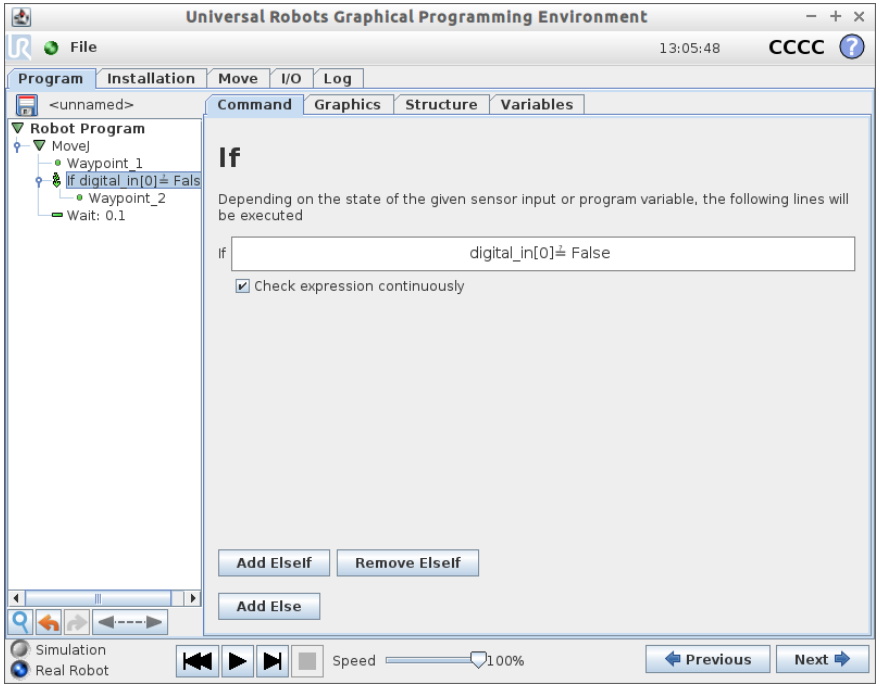
交融半径与停止位置冲突

- 机器人带交融半径运动到Waypoint_2，但下一条指令强制机器人停止100ms
- 机器人将会突然停止，并有“保护性停止”



陡降的运动

- 当If指令勾选“不断检查表达式”，机器人将立刻停止运动，导致“无效的设置点：突然停止”错误
- 在If指令后或在ELSE指令，用”stopj” 或 ”stopl” 缓降运动速度



检测到无限循环

- 错误代码
  - *运行时间错误：在程序中存在无限循环*
- 导致
  - 如果程序运行不断循环且没有等待时间
  - 程序将停止
- 如何修复
  - 在任何循环中加一个短的等待时间
  - 用 sync() 脚本也可以

奇异点（Singularities）

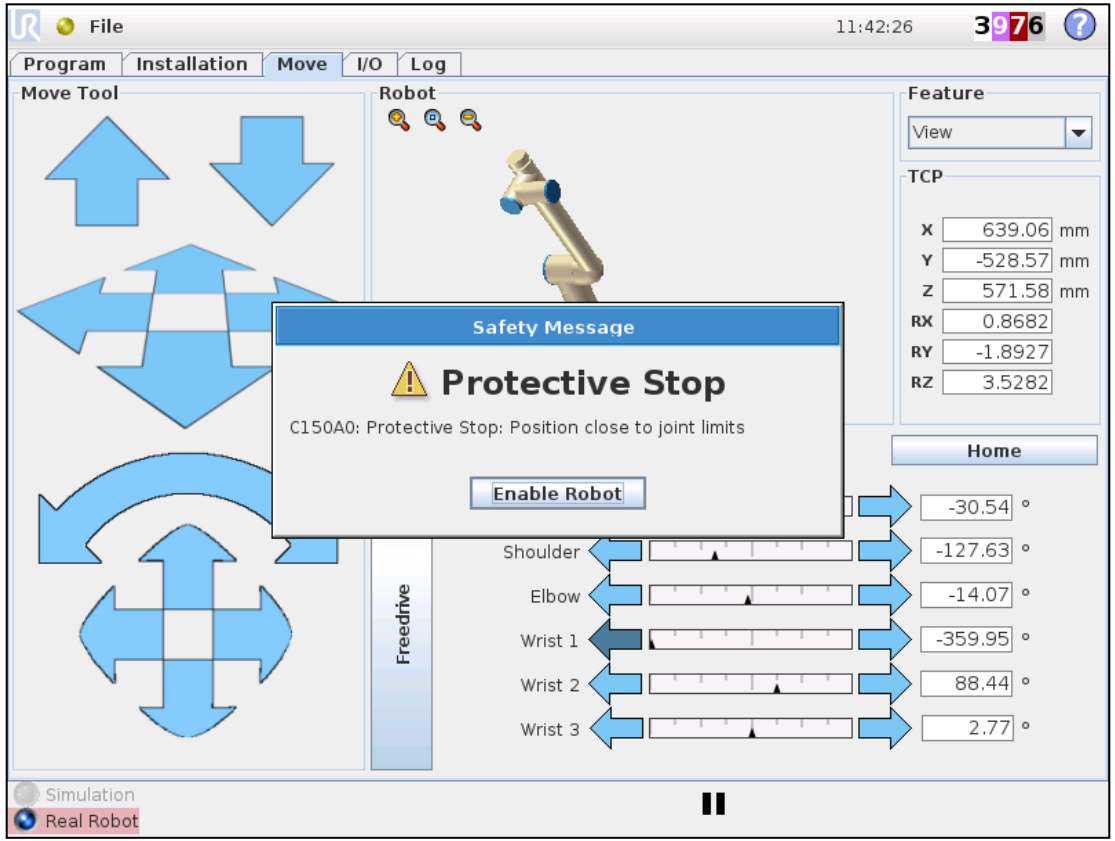
- 错误代码
  - *C154A20：保护性停止，在奇异点位置*

- 导致
  - 当在笛卡尔坐标系控制机器人移动时（movel/movep），可能会出现奇异点问题
  - 当以下情况会发生奇异点：
    - 多轴参与同一个运动（笔必要的轴多余的轴运动）
    - 在笛卡尔空间机器人移动时，机器人在某些位置关节移动速率非常高

- 如何解决
  - 在靠近奇异点时，使用MoveJ指令
  - 如果需要在笛卡尔空间运动，调整路点位置姿态
  - 修改应用布局，调整路点位置
  - 修改工装夹具，改变工具角度

关节限制

- 错误代码
  - *C150A20：保护性停止 接近关节限制位置*
- 导致
  - 表明机器人某一个关节到它的极限位置
- 如何修复
  - 打开移动窗口
  - 检查关节运动部分
  - 如果某一个关节在360度极限位置，返回范围的中心
  - 重新示教MoveJ路点



UNIVERSAL ROBOTS

优傲机器人贸易（上海）有限公司
上海恒基688广场2008室
南京西路688号
上海市静安区
20060 上海
电话：+86 21 61326299
邮编：200041
邮件：support.china@universal-robots.com
www.universal-robots.com