



仿真专题

湖北站 华中科技大学

报告人：刘娟

HUSTRM狼牙战队

目录

01

嵌软

02

机械

03

算法

04

提问讨论

嵌软部分

主讲人：郭嘉豪

华中科技大学狼牙战队



VREP介绍



综述

VREP对用户友好很多，文档齐全，EDU版本也没有功能限制，还是跨平台的，所以初学者容易上手很多。除了DRC之外基本所有的实验室项目我都是用的VREP。VREP的形状编辑功能很强大，功能熟悉之后基本上几个小时就可以做出来还原度很高的机器人（内在用于动力学仿真的形状定义起来也很方便）。大致上一个完整机器人的STL文件加上一些贴图就足够在VREP里做出来仿真了，甚至不需要会solidworks这种软件。



Vrep是一款动力学仿真软件，主要定位于机器人仿真建模领域，可以利用内嵌脚本、ROS节点、远程API客户端等实现分布式的控制结构，是非常理想的机器人仿真建模的工具。



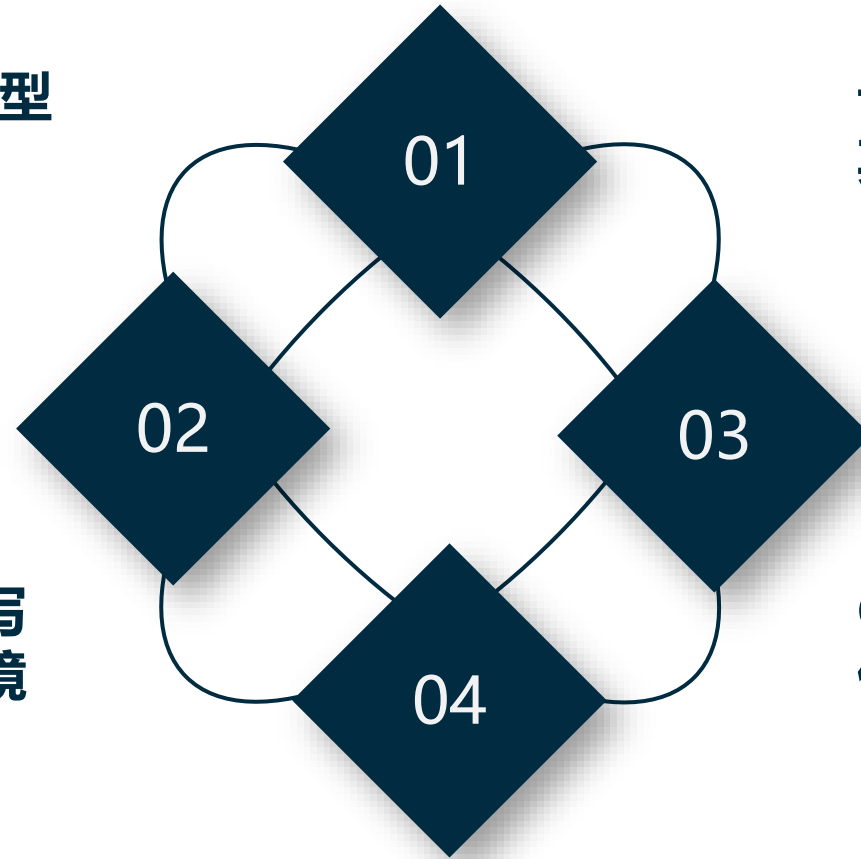
目前大家可能更熟知的是Adams这款建模软件，的确Adams有很多的参考资料，而且国内推广的比较好，但是如果你稍微了解一下Vrep的话，就会深深地被他的亲和的画面和灵活的结构所吸引



VREP使用说明



机械出图导出URDF的模型



嵌软或视觉导入仿真环境对其关节进行响应的操作

使用RemoteApi在VS2019上写C++来控制仿真环境

C++的代码风格尽量偏向C，使得代码方便移植到单片机



WEBOTS介绍



综述

这是最近开源的一款仿真软件，我们使用它的最大原因就是轮腿式平衡车的环路关节结构，VREP的并联结构从一些实例中可以学习使用，不过由于webots更简单，且平衡车的抽象模型较为容易搭建，于是我们选择了Webots来仿真平衡车的各项功能



Webots是一款开源的多平台机器人仿真软件，为机器人的建模、编程和仿真提供了完整的开发环境。



Webots内核基于开源动力学引擎ODE和OpenGL，可以在Windows、Linux和macOS上运行，并且支持多种编程语言(C/C++，Python，Java，MATLAB)。

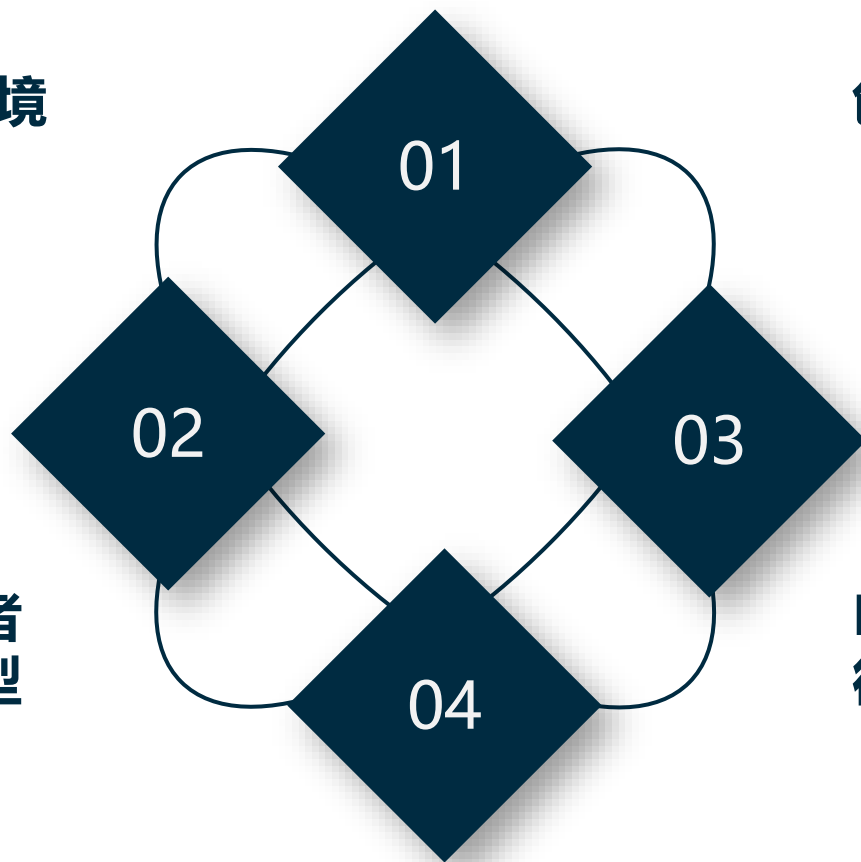


webots



创建世界环境

创建节点串联关节



搭建好模型后可以选择Matlab或者C来控制模型

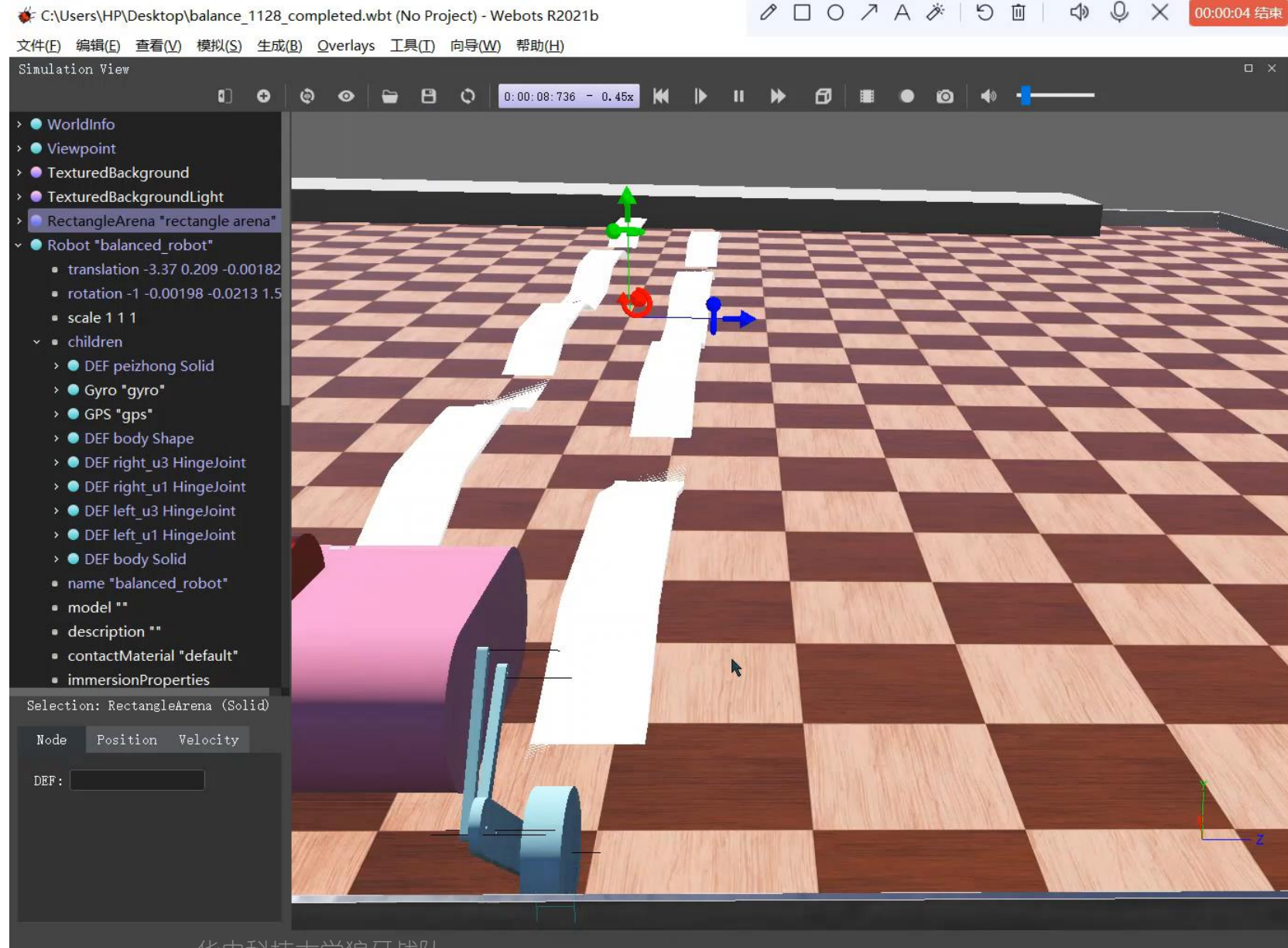
Matlab可以使用其各种数据工具箱很方便，C的话代码方便移植



实际使用心得 调试过程

最初我们简单仿真了电机的扭矩并帮助机械选型

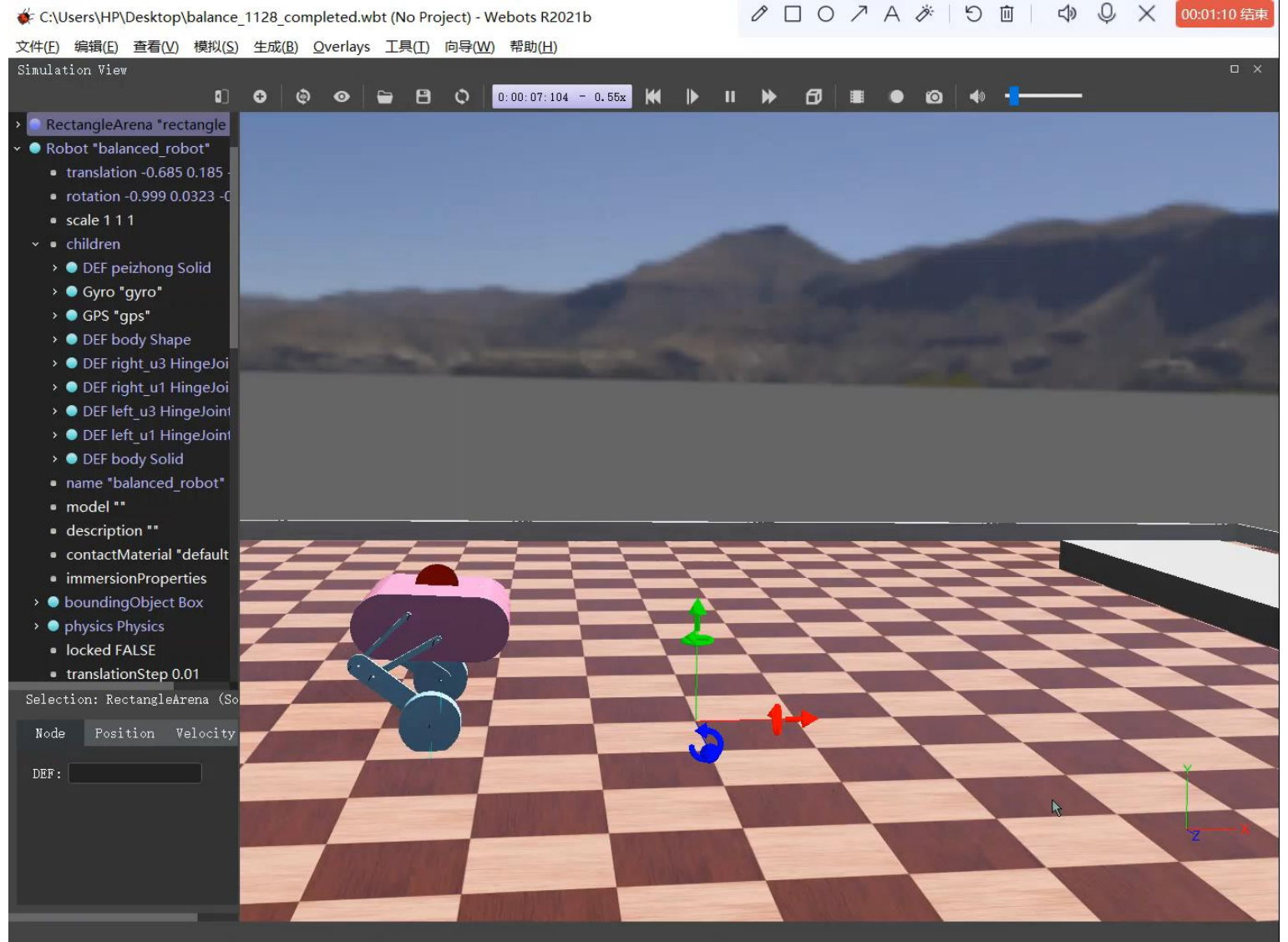
接着平衡车遇到了各种损坏导致无法实际车调试的时候，仿真环境能让嵌软接着测试自己的逻辑，减少时间损失





实际使用心得 教学意义

在赛季中，由于车辆主力在调试使用，且不敢放心新人直接上手操作，我们逐渐开发了各个车辆的仿真模型及其简单的运动控制，可以交给新人机械与嵌软一起制作仿真，实现指定目标等



机械部分

主讲人：张瑞杰

华中科技大学狼牙战队



webots仿真平台模型的导入



仿真目的

测试及验证平衡步兵的控制算法以及辅助底盘电机选型。

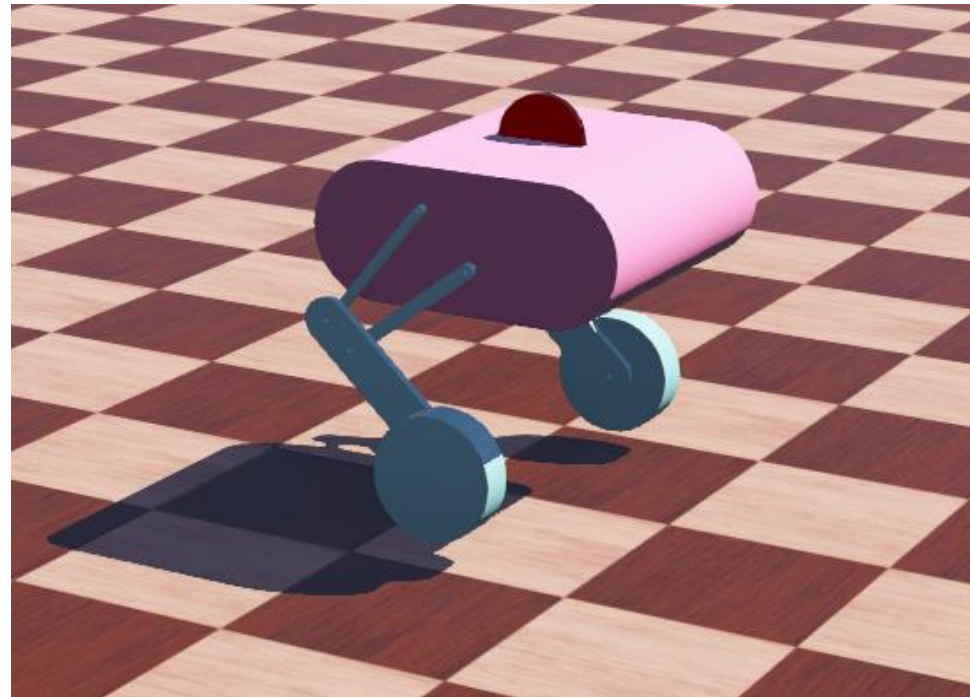


软件特点：

不适合完整模型的仿真，适合使用简易的概念模型，在机器人开发的早期对模型进行快速地验证，推进研发进度。



该部分内容参考了哈尔滨理工大学荣成校区SPARK战队的ARX3-4开源项目报告，感谢SPARK战队提供的技术支持。



- Webots官网及下载链接：<https://www.cyberbotics.com/>
- 从SolidWorks导出为Webots模型（视频教程）：<https://www.youtube.com/watch?v=OyNuyAT3b1o>



平衡步兵模型导出的具体操作

step1

从sw导出.wrl文件： 导出模型之前在sw中建立一个合适的坐标系。在导出的wrl格式文件时，选择版本号为VRML97，设置参考坐标系为自己建立的坐标系

step3

新建一个robot节点，将之前处理好的Transform节点剪切、粘贴到robot节点的children子节点下：完成该步操作后，即可选中robot节点，对整个模型进行移动。



step2

将模型导入webots中，将得到的各零件设置为可以区分的颜色，并命名：可以先选中某一个Transform并更改颜色，更具颜色变化的零件即为选中的零件。文件命名需要使用英文。



平衡步兵模型导出的具体操作

step4

选择一个主要部件为机器人的根节点，设置robot的boundingObject：设置成功后，会显示密集的白色边框

step6

在上一个HingePiont的endpoint节点中的children结点中继续添加HingePiont结点，添加剩余旋转副：其余操作同step4



step5

添加转动副关节HingeJoint：对于endpoint可以直接将之前已经处理好的Transform模块直接粘贴到endpoint中。具体HingeJoint的旋转轴需要自己微调。比较好的方法是，可以根据之前在sw中设定的坐标轴，测量出当前旋转轴的坐标值，直接设定。

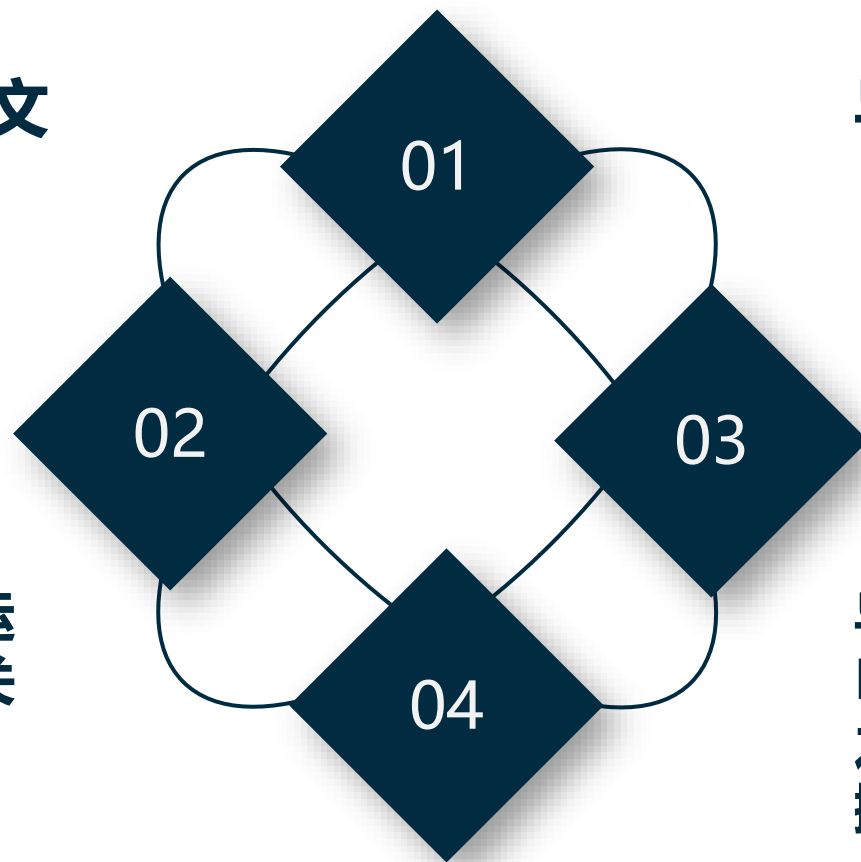
若最后的旋转副涉及闭环结构，则使用添加SolidReference结点即可



tips for webots

零件命名全部使用英文

具体操作之前先理清运动零部件之间的父子关系



导出过程中及时保存进度

导入模型过程中不要随意点击 Reset Simulation按钮，点击之后退回的进度无法通过Ctrl+z撤销

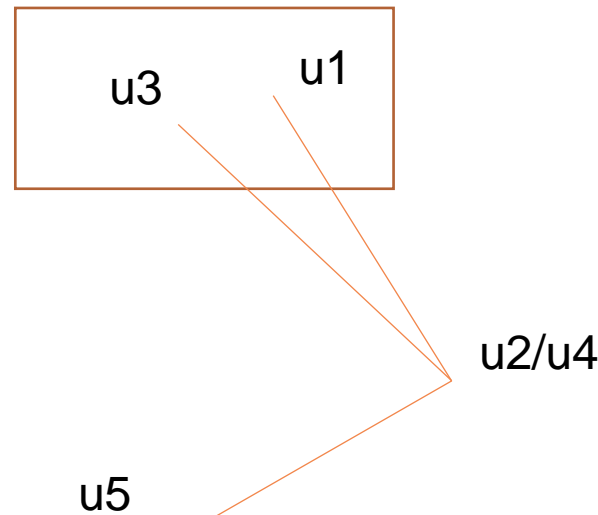


```
Robot "balanced_robot"  
  translation -0.665 0.25 0.000572  
  rotation -1 0.00114 -0.000201 1.57  
  scale 1 1 1  
  children  
    > GPS "gps"  
    > DEF body Shape  
    > DEF right_u3 HingeJoint  
      > jointParameters HingeJointParameters  
      > device  
      > endPoint DEF right_u34 Solid  
        translation -8.15e-08 -5.47e-15 1.63e-08  
        rotation 0 1 0 1.63e-06  
        scale 1 1 1  
        children  
          > DEF right_u4 HingeJoint  
            > jointParameters HingeJointParameters  
              device  
            > endPoint DEF right_u25 Solid  
              translation -0.000247 -3e-15 0.000661  
              rotation 0 -1 0 0.00541  
              scale 1 1 1  
              children  
                > HingeJoint  
                  > jointParameters HingeJointParameters  
                  > device  
                  > endPoint Solid  
                    translation 0.001 -0.216 -0.16  
                    rotation -0.000211 -1 3.82e-06 0.0  
                    scale 1 1 1  
                    children  
                      > Shape  
                        name "right_wheel"  
                        model ""  
                        description ""  
                        contactMaterial "default"  
                        immersionProperties  
                      > boundingObject Cylinder
```

关于Webots软件中各结点关系的理解

在Webots软件中，我们每次添加的一个结点，都可以视作我们仅仅添加了一个抽象意义的实体，这个实体中的属性都需要我们自己去定义。

在Webots软件中，理清整个机器人各个之间的父子关系也很重要。整个机器人的零件需要通过一个树形的结构组织起来，组合成一个完整的Robots结点。



图片为我们导出的平衡车模型各个零件的父子关系示意图

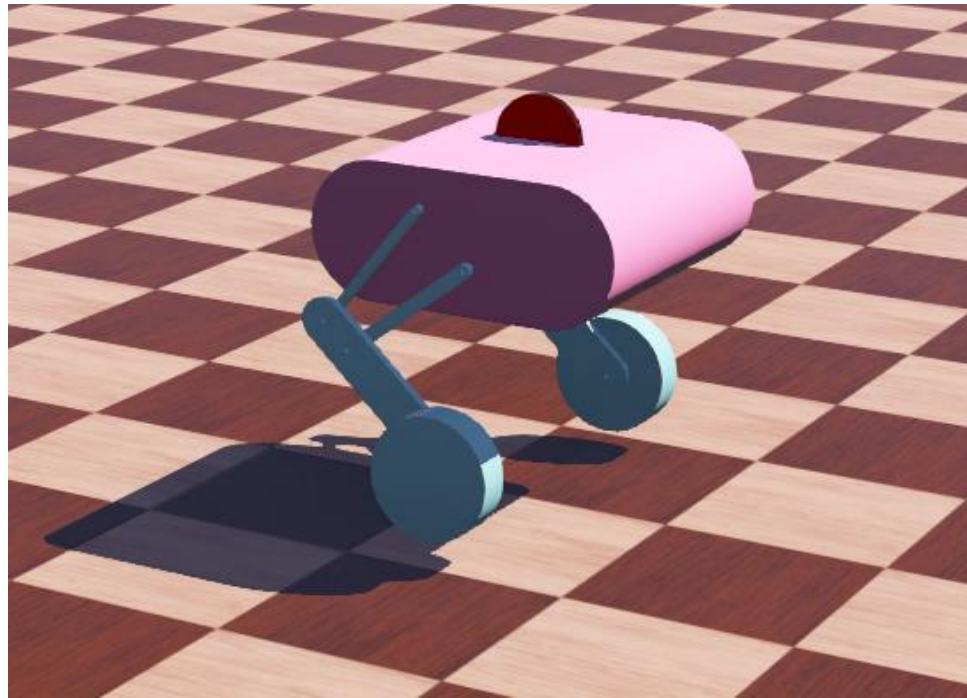


V-REP仿真平台模型的导入



使用V-REP仿真的优势

可以更方便地导入SolidWorks中较为复杂的模型
V-REP支持跨平台运行，方便电控及视觉联调



下载sw_urdf_exporter链接: http://wiki.ros.org/sw_urdf_exporter

相关参考博客: https://blog.csdn.net/qq_34935373/article/details/88647161



Tips for vrep

- 机器人中每一个旋转副都需要单独建立一个坐标系。该各坐标系需要以对应旋转副的旋转中心为原点，且各个坐标系之间的x, y, z轴顺序及方向应保持一致
- 为了避免过多的坐标轴在后期仿真中引起混乱，需要合理对各个坐标轴进行命名。命名不要出现中文字符或特殊字符，建议参照C语言的变量命名规范命名
- 导入模型时，也应注意理清各个运动部件之间的父子关系
- 选择运动关节相关的零件时尽量简洁，一些不必要的零件可以略去。一些曲面较为复杂的零件也不建议选中导入，例如裁判系统中的图传及电源管理模块。
- 导入过程耗时较长，对电脑性能要求较高，甚至有时会导致**SolidWorks**崩溃退出。所以大家一定要及时保存自己的操作结果，以避免软件崩溃时损失过多的进度
- 在每一个关节设置界面，不要忘记选择正确的参考轴和参考坐标系



Configure and Organize Links

left_front

Left_front

Joint Name

left_front_pitch_sys

Reference Coordinate System

lower_left_front

Reference Axis

left_front_pitch

Joint Type

continuous

- 1005舵轮结构0919-1@1005底盘0925/1005胶轮 (舵轮) -1@1005舵轮结构0919/1005舵轮轮毂0919-1@1005胶轮 (舵轮)
- 1005舵轮结构0919-1@1005底盘0925/100550x80x10深沟球轴承-2@1005舵轮结构0919
- 1005舵轮结构0919-1@1005底盘0925/1005联轴器0919-1@1005舵轮结构0919
- 1005舵轮结构0919-1@1005底盘0925/1005联轴器压片0919-1@1005舵轮结构0919

0

Load Configuration...

Preview and Export...

- [-] bubing
 - [-] gimbal
 - ... shoot_system
 - [-] left_back
 - ... Left_back
 - [-] right_back
 - ... Right_back
 - [-] right_front
 - ... Right_front
 - [-] left_front
 - ... **Left_front**

算法部分

主讲人：王家康



VREP



通过VREP平台实现视觉算法的调试

为什么使用VREP作为仿真环境？

- 1.VREP工程仅有一个文件组成，易于传播和部署
- 2.VREP官方文档内容详细，结构清晰，易于学习
- 3.VREP可以在软件内部通过lua脚本控制车辆，能实现简单的嵌软功能；并且自带简单的模型编辑功能，可以在没有专业建模软件的前提下自制灯条等简单组件



视觉仿真有什么用？

- 1.最大程度上模拟硬件环境，验证算法可行性（只用视频跑代码无法验证pnp算法）
- 2.提高梯队培养效率

```
include_directories(
    src/
    src/Utils/include
    /usr/include/eigen3
    ${Boost_INCLUDE_DIRS}
    ${OpenCV_INCLUDE_DIRS}
    src/CoppeliaSim
    src/CoppeliaSim/include
    src/CoppeliaSim/remoteApi
    src/CoppeliaSim/include/stack
)
```

```
add_subdirectory(src/CoppeliaSim)
```

```
target_link_libraries(AutoAim
    Utils
    driver
    armor_detector
    ${OpenCV_LIBS}
    -lboost_system
    coppeliaSim_client
    -lboost_filesystem
    # -lthread
```

如何在代码里调用VREP的API?

1. 下载Legacy remote API
2. 将CoppeliaSim目录放入辅助代码根目录
3. 在CMakeLists中加入add_subdirectory(./CoppeliaSim)
在include_directories中加入CoppeliaSim

```
CoppeliaSim/include
CoppeliaSim/remoteApi
CoppeliaSim/include/stack
```

在target_link_libraries中加入coppeliaSim_client

4. 在c++文件中include CoppeliaSim/CoppeliaSim.h和CoppeliaSim/include/simConst.h

如何开启VREP与辅瞄的通信?

1.在辅瞄main函数里加入

```
clientID= simxStart("127.0.0.1", 3000, true, true, 2000, 5);
```

2.在VREP中选一个组件, 在脚本里加入

```
function sysCall_init()  
    simRemoteApi.start(3000)  
    -- do some initialization here  
end
```

- Tips: 1.这里的lua中的参数3000需与c++里对应;
2.simxStart是非阻塞的, 在这一句后建议加一个sleep防止句柄获取不到

如何调用VREP中相机的图片?

1.先`simxGetObjectHandle(clientID, "Vision_sensor", &camera_, simx_opmode_oneshot);`

获取相机的句柄

2. `simxGetVisionSensorImage(clientID, camera_, resolution_buf, &rgb_buff, 0, simx_opmode_streaming);`

将相机分辨率信息加入`resolution_buf`, 将图片加入`rgb_buff`

对`resolution_buf`和`rgb_buff`的定义:

```
simxInt resolution_buf[2] = {0};
simxUChar *rgb_buff = NULL;
```

3.将`rgb_buff`拷贝到`cv::Mat.data`即可

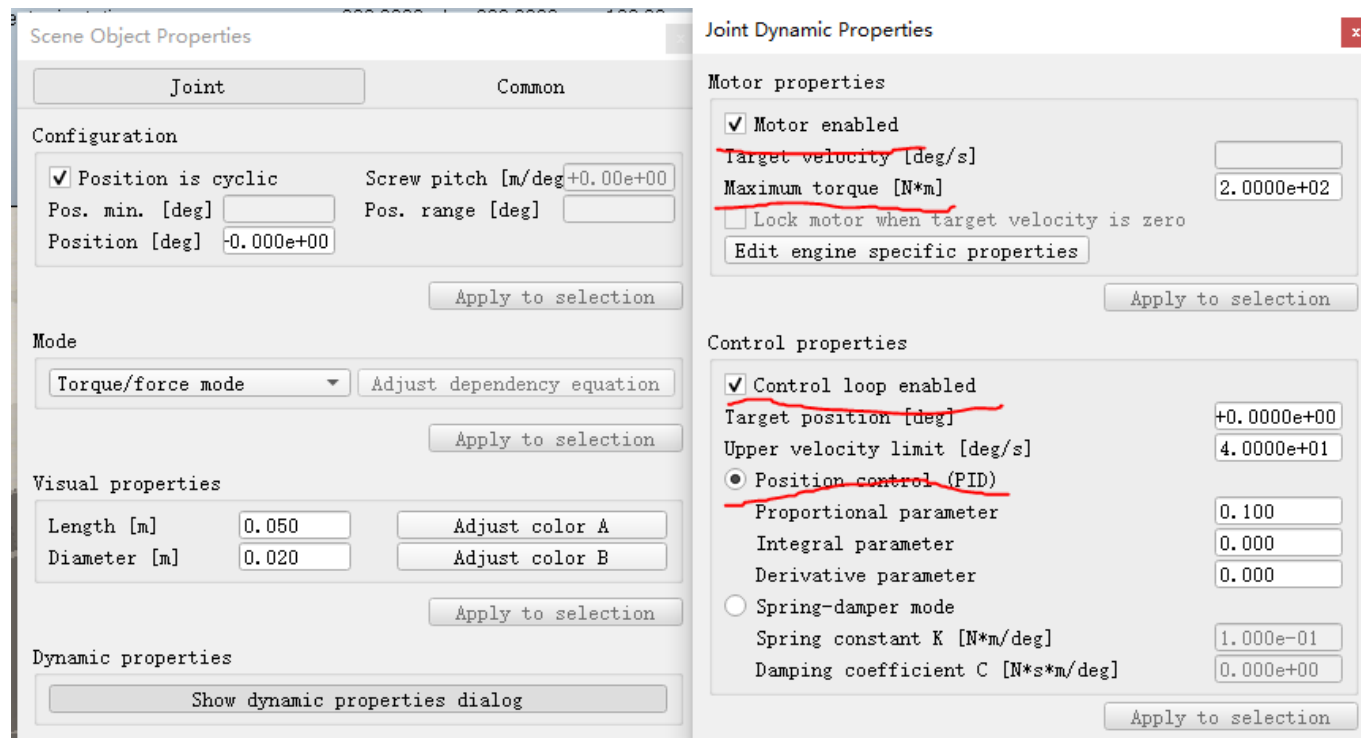
Tips: 1.拷贝完成后图片是倒置的, 可以`cv::flip`一下;

2.由于vrep图像为rgb通道, `cv::Mat`默认为bgr, 可以改一下`memcpy`的顺序, 或者转换一下通道

3.拷贝的位数为分辨率宽*高*3

如何获取VREP云台的数值和将解算值传给云台?

1.在VREP中给电机做如下设置



2.获取云台句柄`simxGetObjectHandle(clientID, "yaw", &yawJoint, simx_opmode_blocking);`

3.获取云台角度值`simxGetJointPosition(clientID, yawJoint, &vrepYaw, simx_opmode_oneshot);`

4.发送解算值`simxSetJointTargetPosition(clientID,yawJoint,yawTar,simx_opmode_oneshot);`

Tips: vrep中设置云台的角度时使用的是角度制,但是在和外部通信时发送和接受的均为弧度制数据,辅瞄端需要按需求做换算

如何标定仿真相机?

1. 手工计算内参数矩阵:

选择透视模式 (perspective mode) 以及忽略深度信息

调整裁剪平面 $[D_n, D_f]$ (范围之外不可视)

调整张角 θ

调整分辨率 (w, h) (和应用匹配, 过高了就会浪费仿真的运算资源, 渲染需要时间的)

假设 $w > h$

v-rep中最大分辨率方向对应最大张角, 另外一个方向成比例缩小 $\frac{\tan \theta_w}{\tan \theta_h} = \frac{w}{h}, \theta_w = \theta$

相机内参矩阵

$$\begin{bmatrix} \alpha_x & 0 & u_0 \\ 0 & \alpha_y & v_0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

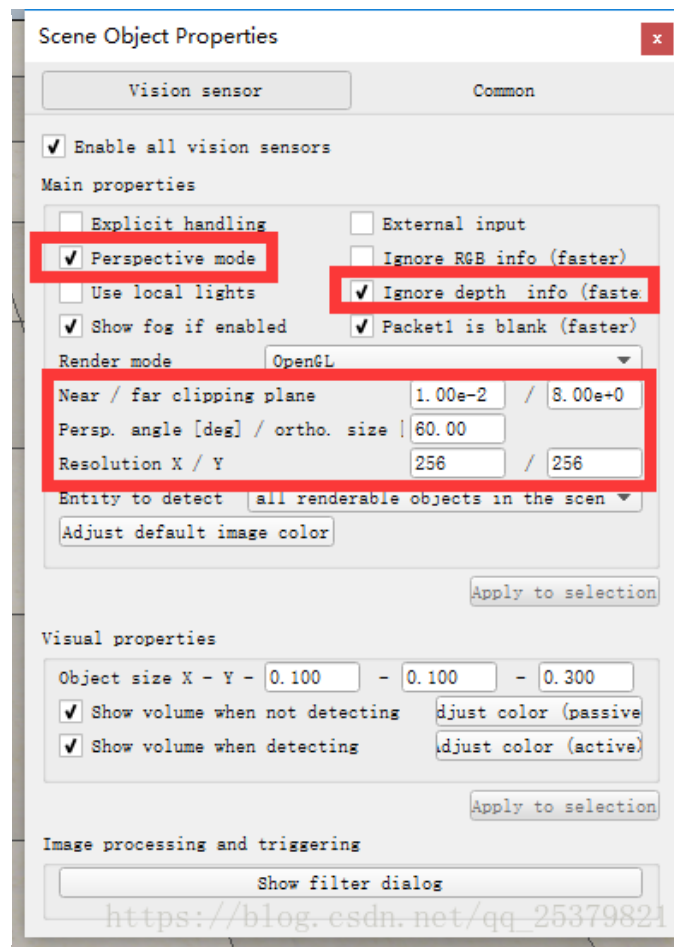
几何求解

$$\begin{cases} \alpha_x \cdot D_f \tan \theta + u_0 = 0 \\ \alpha_x \cdot -D_f \tan \theta + u_0 = w \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \alpha_x = -\frac{w}{2D_f \tan \theta} \\ u_0 = \frac{w}{2} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \alpha_y \cdot D_f \tan \theta \cdot \frac{h}{w} + v_0 = 0 \\ \alpha_y \cdot -D_f \tan \theta \cdot \frac{h}{w} + v_0 = h \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \alpha_y = -\frac{w}{2D_f \tan \theta} \\ v_0 = \frac{h}{2} \end{cases}$$

2. 自制虚拟标定板, 然后用matlab标定:

创建黑白两色cuboid, 然后按棋盘格顺序排列好, 在外部写代码获取图片



参考文档:

Vrep用户手册: <https://www.coppeliarobotics.com/helpFiles/>

华南虎仿真开源: <https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=11026>

Vrep相机参数计算: https://blog.csdn.net/qq_25379821/article/details/81975873

提问环节

第四部分

微信公众号二维码



华中科技大学狼牙战队



宣传活动

微信、QQ公众号部分内容节选




华中科技大学狼牙战队
 昵称：华中科技大学狼牙战队
 QQ: 3545365315 (ID: HzkjdxLyzd)
 719 VIP

📍 华中科技大学
 ✍️ 一往无前华科行，气壮山河狼牙名。



抓住一只长春花狼
 来源：HUSTRM机器人俱乐部 2021-12-10 20:26

长春花·狼



华中科技大学狼牙战队
 2021年12月31日 23:21

【机甲生活】#狼牙跨年#
 新朋友
 -----2022请求添加为新好友-----
 新的一年，破而后立，且行且战，
 我们终将高处相见。
 狼牙，战!

不知道大家新的一年对团队or自己有什么期待喔🤔 收起



来自 nova 7 (5G)
 浏览125次



华中科技大学狼牙战队
 2021年12月9日 19:57

【机甲生活】#狼牙日常#
 《论对碳粉过敏的无人机组机械生存法则》
 更多狼牙日常欢迎投稿👉
 (投稿来自机械组)

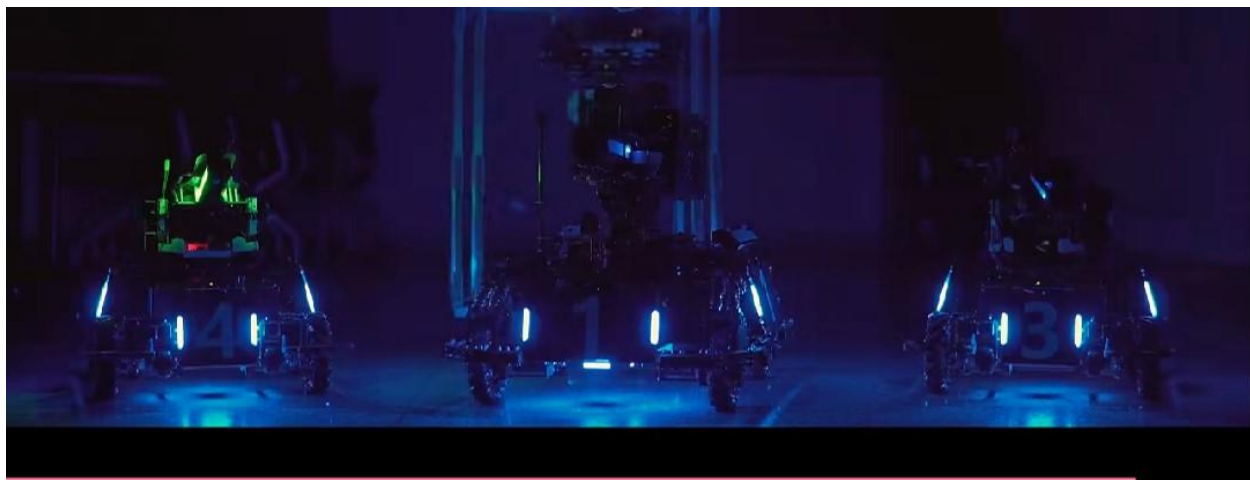


来自 nova 7 (5G)
 浏览214次



夹带私货环节

B站公众号部分内容节选



简介

评论 33

点我发弹幕



华中科技大学狼牙战队

191粉丝 7视频

已关注

华中科技大学狼牙战队

华中科技大学狼牙战队

华中科技大学RoboMaster狼牙战队官方账号

[详情](#)

主页

动态

投稿

播放全部

最新发布



【狼牙人类研究2】#老邹头金句大赏#

2021-12-5

162

1



【狼牙人类研究】#电路组有历史传统?#

2021-11-5

154

0



【狼牙影视出品《掌伶》】#人物专访#

2021-11-2

454

1



【狼牙影视出品《英雄操作手》】#人物专访#

2021-11-2

ROBOMASTER 2021

第二十届全国大学生机器人大赛

机甲大师超级对抗赛·区域赛

感谢您的观看

华中科技大学狼牙

华中科技大学狼牙战队

