



中国科学院大学

University of Chinese Academy of Sciences

《机器人系统设计》 V-REP机器人仿真系统

第三节 机器人建模与传感器2



中国科学院自动化研究所

Institute of Automation, Chinese Academy of Sciences



V-REP 机器人建模



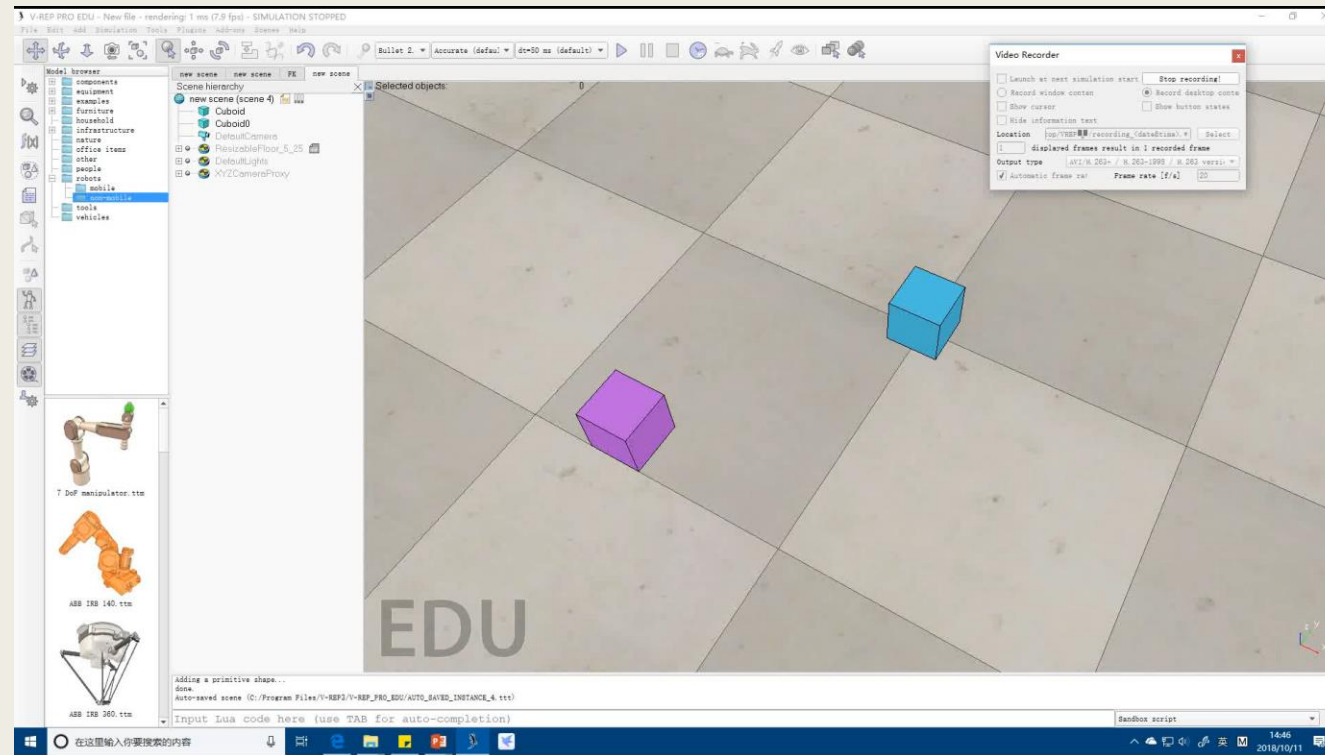
Position alignment 位置对齐

- 在软件界面上点击 Object/Item Shift 以打开位置调整子窗口。



- 先后按住Ctrl选中需要对齐的物体以及目标物体，在 position 控制窗口中，打开 position 选项卡，点击 apply to selection，将两个物体的几何中心重合。

Position alignment 位置对齐





Orientation alignment 方向对齐

- 方向对齐的操作和位置对齐同理。但是要注意对齐的是物体的坐标系方向，可能还需要后续调整。
- 在对齐坐标轴方向后，后续可以通过 Orientation 选项卡调整物体的 Eulerian angles。或者通过 Rotation 选项卡直接旋转物体。
- 在调整时，注意选择物体角度的 reference frame。

Mouse Rotation	Orientation	Rotation
Relative to: <input checked="" type="radio"/> World <input type="radio"/> Parent frame		
Alpha [deg]	<input type="text" value="+9.0000e+01"/>	<div>Apply to selection</div>
Beta [deg]	<input type="text" value="+0.0000e+00"/>	
Gamma [deg]	<input type="text" value="+0.0000e+00"/>	

Mouse Rotation	Orientation	Rotation	
Relative to: <input checked="" type="radio"/> World <input type="radio"/> Parent frame <input type="radio"/> Own frame			
Around X [deg]	<input type="text" value="+0.0000e+00"/>	<input type="button" value="X-rotate sel."/>	<div>Rotate selection</div>
Around Y [deg]	<input type="text" value="+0.0000e+00"/>	<input type="button" value="Y-rotate sel."/>	
Around Z [deg]	<input type="text" value="+5.0000e+00"/>	<input type="button" value="Z-rotate sel."/>	



Orientation alignment

方向对齐

■ Eulerian angles: 欧拉角

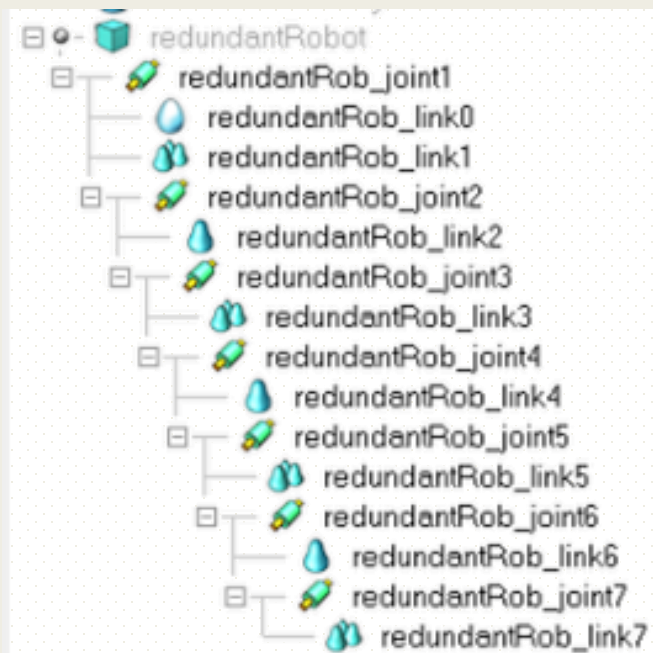
- 经典欧拉角 (Proper Euler Angle) : 按(z-x-z, x-y-x, y-z-y, z-y-z, x-z-x, y-x-y)轴序列旋转, 即第一个旋转轴和最后一个旋转轴相同
- 泰特布莱恩角 (Tait-Bryan angles) : 按(x-y-z, y-z-x, z-x-y, x-z-y, z-y-x, y-x-z)轴序列旋转, 即三个不同的轴
- V-REP使用的是按照绕XYZ轴顺序依次绕物体自身参考系旋转物体
- $R = X(\alpha) Y(\beta) Z(\gamma)$

$$X_1 Y_2 Z_3 = \begin{bmatrix} c_2 c_3 & -c_2 s_3 & s_2 \\ c_1 s_3 + c_3 s_1 s_2 & c_1 c_3 - s_1 s_2 s_3 & -c_2 s_1 \\ s_1 s_3 - c_1 c_3 s_2 & c_3 s_1 + c_1 s_2 s_3 & c_1 c_2 \end{bmatrix}$$

Scene hierarchy adjustment

层级结构调整

- 添加好合适的物理仿真模型以后，整个场景的层级结构需要被进一步调整。
- 上次课得到的结构是不包含物理模型的层级结构，那么如何正确修改使得物理模型能够被列入树中呢？





Scene hierarchy adjustment

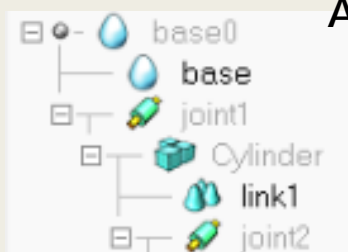
层级结构调整

- 将底座的物理模型设置为模型的base。
- Always set the base to be static!
- 整个模型的根节点，一定是一个static的物体，否则相当于所仿真的机械臂没有固定在地面，按照常识，可知机械臂一定会倾倒。
 - 操作：Toolbar→ Scene Object Properties → Show dynamic properties dialog → uncheck Body is dynamic
- 同时为了保证底座依旧能够支持碰撞检测，模型需要被设置为respondable
 - 操作：Toolbar→ Scene Object Properties → Show dynamic properties dialog → check Body is respondable

Scene hierarchy adjustment

层级结构调整

- 将连接的关系修改为下图的样式



A-物理模型

A-外观模型

B-关节

B-物理模型

B-外观模型

C-关节

- 可以看出，外观模型一定是物理模型的child节点，同时物理模型与关节的连接方式依旧为 模型---关节---模型。这样使得外观和物理模型可以在仿真中保持同样的位姿。



Object dynamic properties

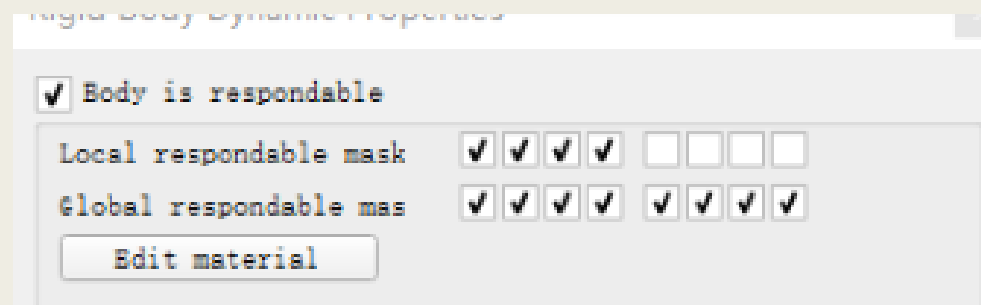
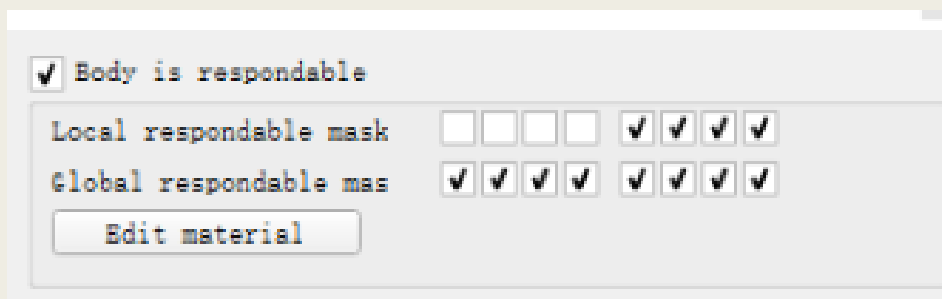
物体动态属性

■ Respondable Mask的使用

在建立物理模型的过程中，尺寸的建立并不能够像专业CAD软件一样精准。所以在间距极小的情况下，V-REP中的物体可能会发生碰撞而导致整个机器人的崩溃。

因此需要合理使用Mask来控制使得相邻物体之间碰撞能够被屏蔽，同时保证机械臂与环境之间的碰撞能够被仿真。

- 操作：Toolbar → Scene Object Properties → Show dynamic properties dialog → check Body is respondable → Local respondable mask





Joint motor settings

关节电机设置

- 添加的关节默认的运行状态是 Torque/force mode，也就是我们需要的状态。此状态下关节会按照设定输出一定范围内的力矩或力。
- 在刚才搭建好的场景中点击仿真按钮，会发现模型的关节会自然下垂，why?
- 我们没有启用关节！
 - 操作：Toolbar → Scene Object Properties → Show dynamic properties dialog → Motor enabled
- 旋转关节默认的力矩不足以支撑机器人，所以需要增大关节力矩。
 - 操作：Toolbar → Scene Object Properties → Show dynamic properties dialog → Maximum torque → 1000
- 目前我们还未对关节施加控制，所以需要在电机速度为零的时候锁定电机
 - 操作：Toolbar → Scene Object Properties → Show dynamic properties dialog → check Lock motor when target velocity is 0

Joint motor settings

关节电机设置

- 此时点击仿真按钮，发现机械臂可以保持固定姿态不动。
- 那么在下一节课，我将会教大家如何让机械臂动起来。



课后作业

- 1. 为本节课制作的模型，添加剩余的物理仿真模型，设置电机，使其能够运动
- 2. (optional)将抓手更换为模型库中的抓手，设置一个动作
- 3. 为Baxter机器人的机械臂进行建模，组装机械臂，并在合适的位置添加电机，添加机器人的物理层模型，使机械臂能够运动。机械臂各个关节的运动方式如下图所示。





谢谢大家

下面进入课后答疑时间