

实验一: CoppeliaSim 平台介绍及初步使用

1 介绍

CoppeliaSim (原 V-REP) 是一个跨平台的机器人仿真软件, 它具有几个通用的计算模块 (逆运动学, 物理/动力学, 碰撞检测, 最小距离计算, 路径规划等), 分布式控制架构 (无限数量的控制脚本, 线程或非线程), 以及几个扩展机制 (插件, 客户端应用程序等), 它提供了许多功能, 可以通过相应 API 和脚本功能轻松集成和组合。主要有以下几个特点: 跨平台 (Windows、MacOS、Linux); 六种编程方法 (嵌入式脚本、插件、附加组件、ROS 节点、远程客户端应用编程接口、或自定义的解决方案); 七种编程语言 (C/C++、Python、Java、Lua、Matlab、Octave、和 Urbi); 超过 400 种不同的应用编程接口函数; 100 项 ROS 服务、30 个发布类型、25 个 ROS 订户类型、可拓展; 4 个物理引擎 (ODE, Bullet, Vortex, Newton) 等等。

本课程采用远程客户端应用编程接口 (remote API) 的编程方法, 并选择 matlab 作为编程语言来实现对机器人的控制。远程 API 是应用程序与 CoppeliaSim 连接的几种方式之一。它允许 CoppeliaSim 和外部应用程序 (即在不同进程或不同机器上运行的应用程序) 之间进行跨平台通信, 支持服务呼叫 (即阻止呼叫), 还支持双向数据流。

2 安装

根据自己设备的操作系统, 选择安装对应版本的软件, 建议使用 Windows 或者 Linux。

2.1 MATLAB

登录mis 系统, 顺序打开:

```
我的应用 -> 69. 校园正版化 (学生) -> matlab(R2021a);
```

随后按照MATLAB 安装指南进行安装, 确保 MATLAB 安装包含图像处理工具箱。

2.2 CoppeliaSim(原 V-REP)

本课程使用 CoppeliaSim 的教育免费版 V4.3.0 rev3 (EDU) 进行学习和开发。EDU 版本 CoppeliaSim 可以直接从[官网](#)下载并安装。不同平台下的安装和运行方式如下:

Windows: 下载 CoppeliaSim Edu 并执行安装程序, 安装完成后双击打开桌面上的 CoppeliaSim 快捷方式即可启动。

Mac OSX: 下载 CoppeliaSim Edu 并解压。进入解压后的文件夹, 通过执行 vrep.app 启动 V-REP, 或者通过终端输入以下命令启动:

```
./vrep.app/Contents/MacOS/vrep
```

(截止到 2022.04, CoppeliaSim 尚未添加对 M1 芯片的支持)

Linux (Ubuntu, 最好是 18.04 LTS 或 20.04 LTS): 下载 CoppeliaSim Edu 并解压。进入解压后的文件夹, 通过终端启动 V-REP (先赋予执行权限, 再运行程序脚本)。以 Ubuntu 18.04 为例:

```
tar -xvf CoppeliaSim_Edu_V4_3_0_Ubuntu18_04.tar.xz
cd CoppeliaSim_Edu_V4_3_0_Ubuntu18_04
sudo chmod +x CoppeliaSim.sh
./CoppeliaSim.sh
```

3 CoppeliaSim 界面

启动 CoppeliaSim 后, 主窗口将显示三个不同的部分, 分别为模型浏览器、场景层次和场景视图:

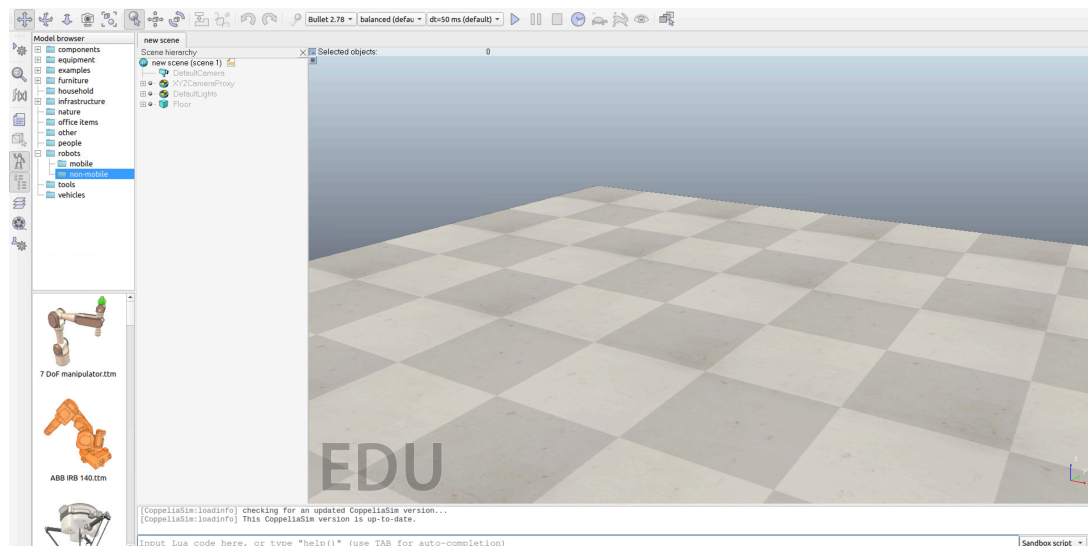


图 1: 主窗口

1). 模型浏览器 (*The model browser*)

默认情况下, 模型浏览器可见, 但可以使用相应的工具栏按钮切换。它在上半部分显示 CoppeliaSim 模型文件夹结构, 在下半部分显示所选文件夹中包含的模型缩略图。缩略图可以拖放到场景中, 以自动加载相关模型。如果不支持或不合适的下拉区域, 捕获的缩略图会显示为深色。模型浏览器支持将机器人模型拖放到场景中。将模型放入场景层次中时, 模型将显示在默认位置 (通常位于场景的中心)。如果将模型拖放到场景视图中, 它将定位在拖放位置。

2). 场景层次 (*The scene hierarchy*)

场景层次显示场景中的所有对象, 并可视化它们的父子关系。每个对象还通过其显示图标显示其类型。双击图标可以打开各自的对象属性对话框。在某些对象图标的右侧, 可以看到一个代表脚本的图标: 通过双击该图标以打开附加的子脚本。

3). 场景视图或当前页面 (*The scene view, or current page*)

默认情况下，当前页面显示场景的 3D 内容。可以单击对象/模型来选取，也可以通过各种工具栏按钮、菜单栏或各种组合键（例如删除、复制/粘贴等）来进行操作。

在主窗口的顶部可以找到导航工具栏按钮。在这里可以对导航模式（相机平移、相机旋转、对象移动、对象旋转等），和模拟的主要设置（例如将使用的物理引擎）进行更改，右侧为启动/暂停和停止模拟。

完整的用户指导手册：[点击这里打开](#)

4 本次实验内容（40 分）

本课程的实验课将采用一个预设的固定场景，该场景的存放路径为 `scene/mooc_exercises.ttt`。加载出的场景如图 (4) 所示。该场景由以下要素构成：

- 1) 一个 5m*5m 的场地。
- 2) 一个命名为 Bob 的移动机器人。该机器人有一个差动轮系统（即两个驱动轮），并且在机器人顶部安装了一个激光扫描仪。可以通过工具栏按钮对机器人进行移动和旋转操作。
- 3) 一系列的墙体。

4.1 加载场景、修改机器人参数（20 分）

任务：完成下面一系列操作。

1. 加载场景。按以下顺序 [Menu bar--> File--> Open Scene...] 打开（加载）场景文件（“*.ttt”文件），场景文件路径为：`scene/mooc_exercise.ttt`。或双击场景文件，将直接启动 Coppeliasim 应用程序并打开该场景。
2. 点击开始按钮（场景视图上方的播放按钮）。场景的位图将显示在浮动视图（Bob_mapSensor）中，位图的分辨率为 512×512 像素（机器人本身不会出现在该位图中）。激光扫描仪将显示其活动（红色探测线）。
3. 展开场景层次中的机器人模型，双击 Bob_leftMotor 的图标。此时将打开 joint property 对话框。
4. 单击 Show dynamic parameters 以打开动力学参数对话框。
5. 更改选定电机的 Target velocity（目标速度），例如 90 度/秒，机器人开始移动。
6. 对机器人的另一个电机 Bob_rightMotor 执行同样的操作，然后按下停止按钮。

4.2 利用 MATLAB 客户端程序实现对机器人的控制（20 分）

任务：完成下面一系列操作。

1. 启动 Coppeliasim 并加载场景文件：`scene/mooc_exercise.ttt`。
2. 启动 MATLAB，打开测试程序：`code/vrep/test.m`。设置断点，按 F10 单步执行程序，观察每一步执行后场景的变化。
3. 程序最后有一个循环，表示按照时间步执行仿真。在循环中添加代码可以向机器人发送不同的命令。例如添加一行：`bob_setWheelSpeeds(connection, 10, 10)`，可以将左右车轮速度设置为 10 rad/s。如果程序运行没有报错，并且 Coppeliasim 成功执行仿真，则本次实验完成。

4.3 需提交内容

1. 实验报告

- (1). 题目
- (2). 姓名-学号-班级
- (3). 实验内容分析：比如对实验内容的理解、关键点、思路
- (4). 实验过程分析：比如每一步的解析
- (5). 实验结果分析
- (6). 遇到的问题和心得

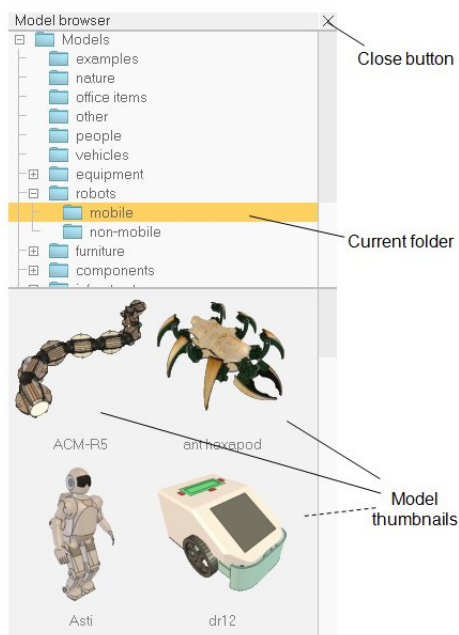


图 2: 模型浏览器

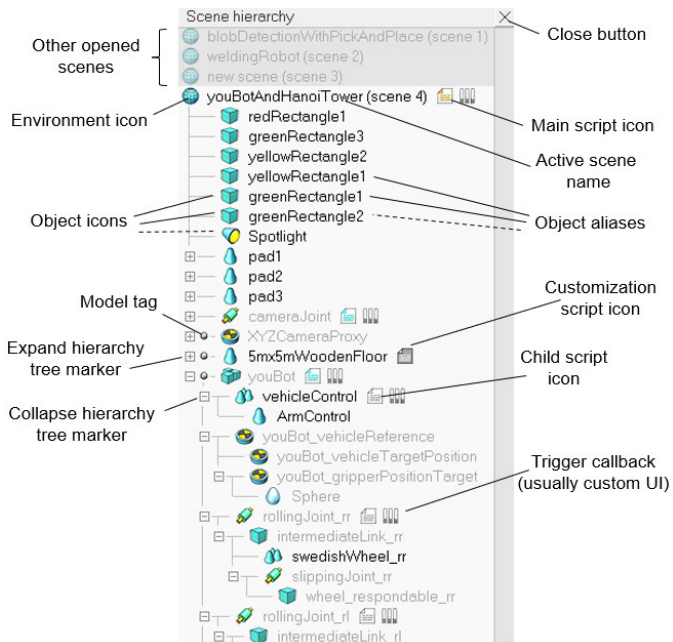


图 3: 场景层次结构

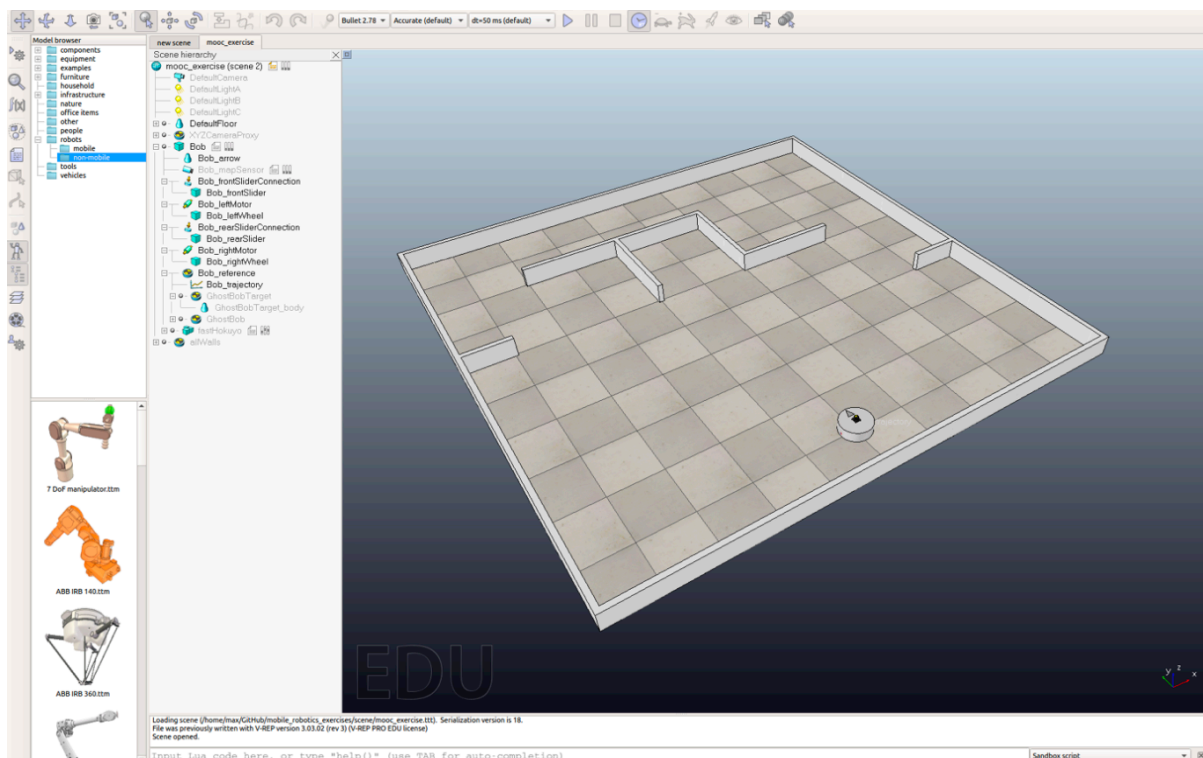


图 4: 实验课采用的场景