MATLAB EXPO

利用虚拟实验室推进工程教育

陈炜，MathWorks中国高校团队工程师

MathWorks®

数字化转型遍布各行各业

汽车

工业自动化

能源和公共事业

健身

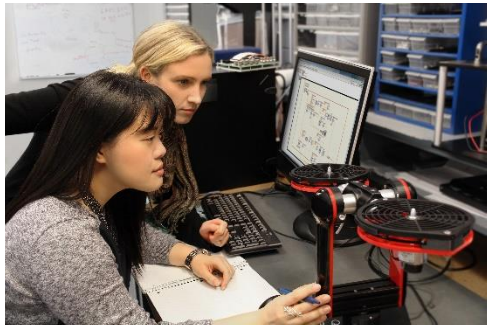
航空航天

教育

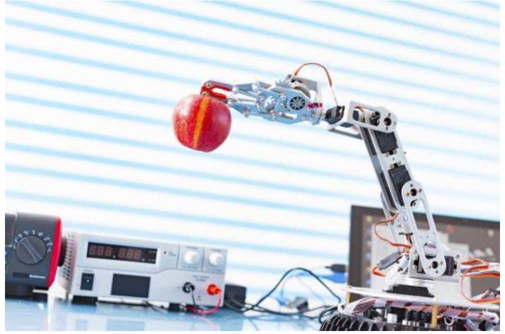
STEM 教育中的数字化转型

学生通过参与实践教学为工业界做准备

强化概念理解



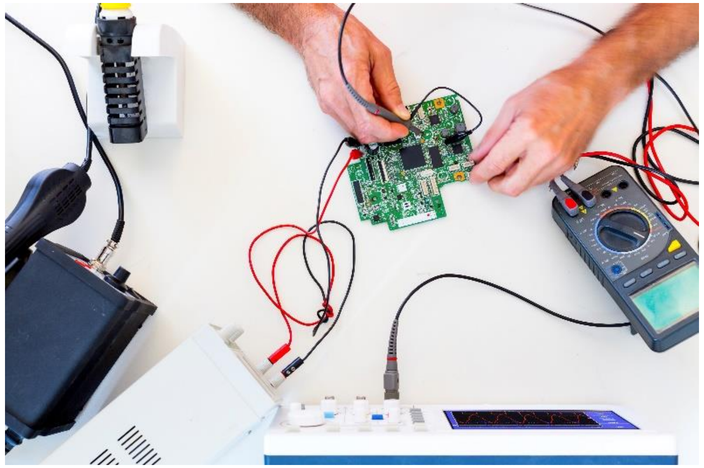
建立感知能力



设计与实践

系统分析

传统实验室的约束与挑战



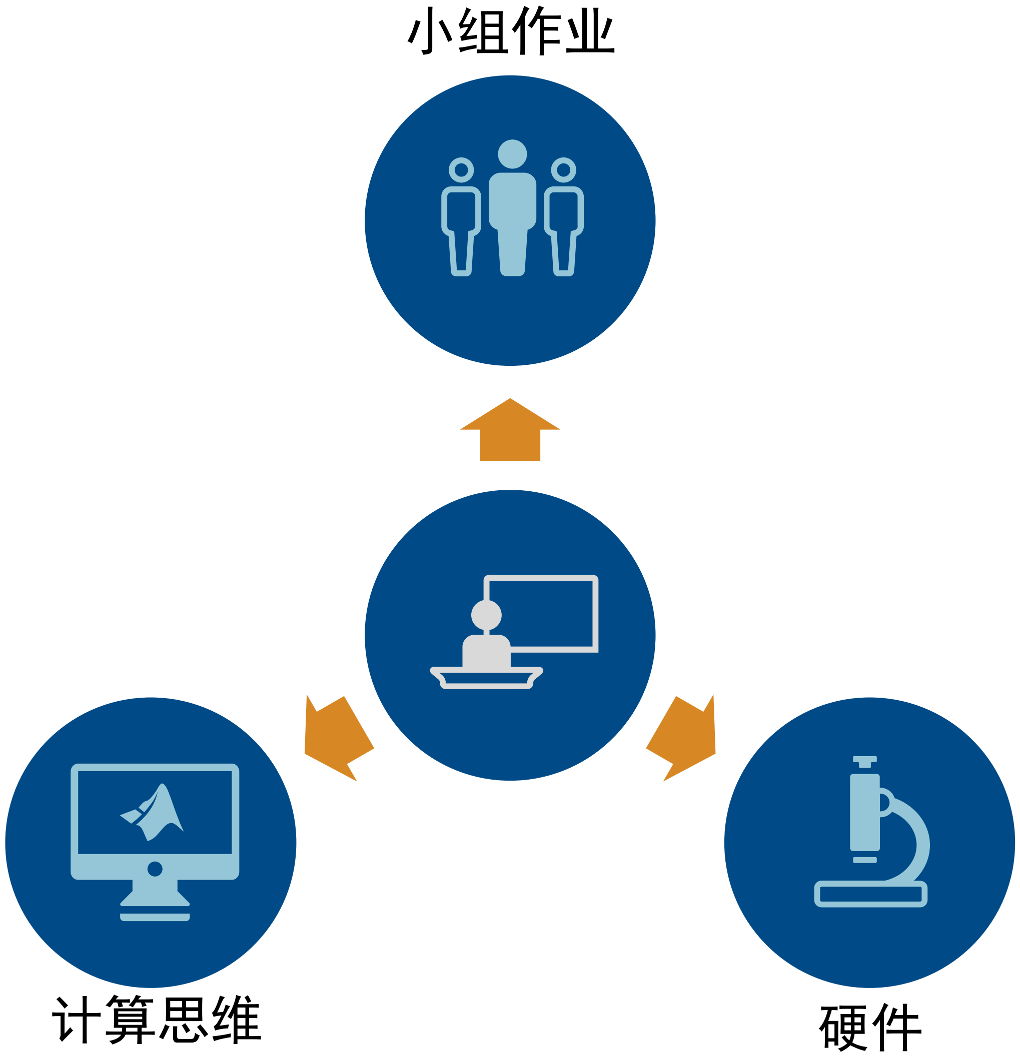
实验空间不足

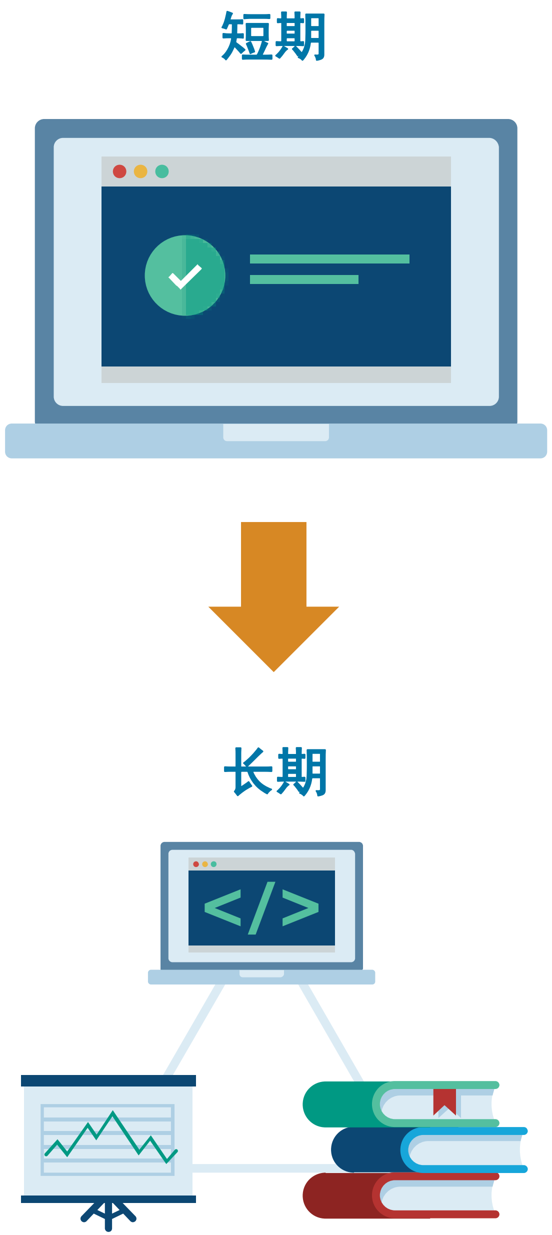
实验时间冲突

教学与科研需求量大

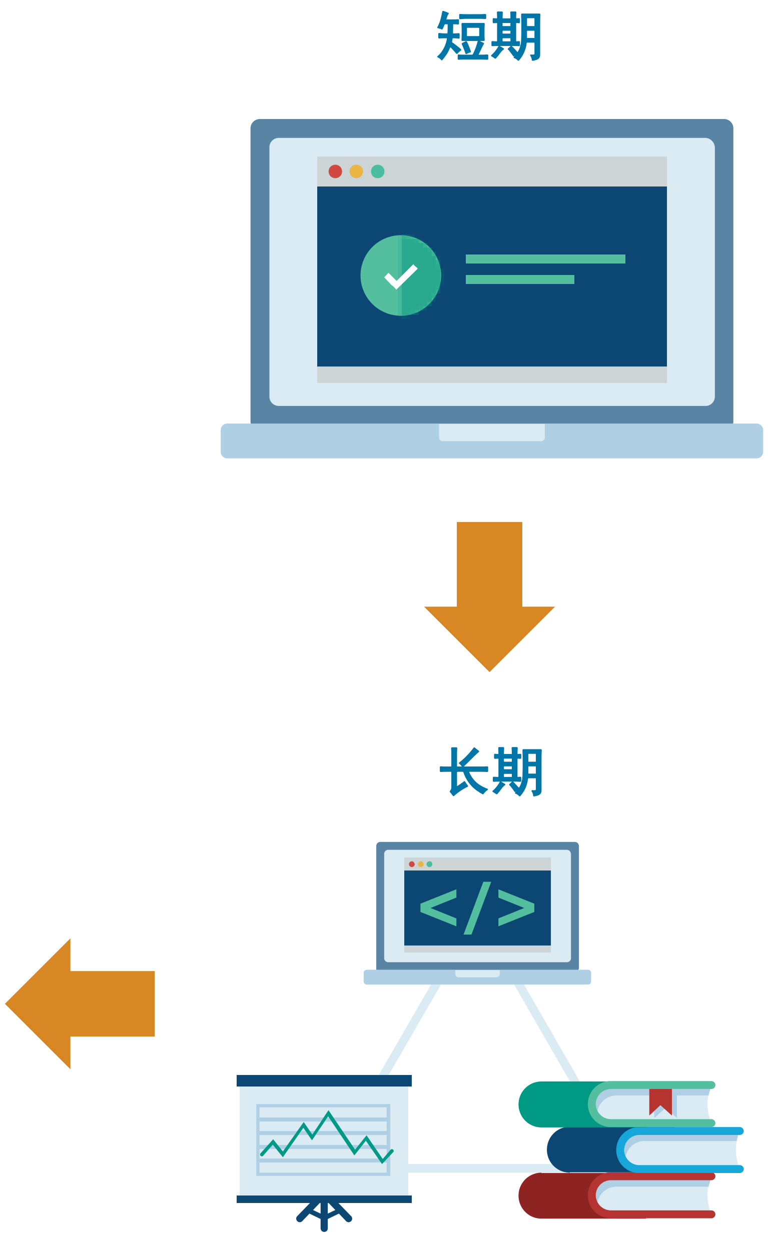
- **为了应对这些挑战，在线实验室应运而生：**
  - 弥补传统实验活动的不足
  - 丰富学习成果
  - 延长学生实验时间

在线实验室的转变与发展

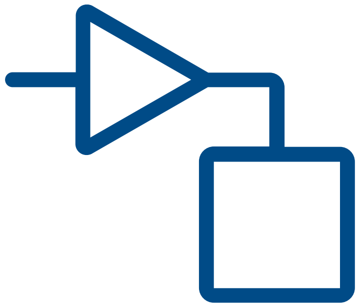




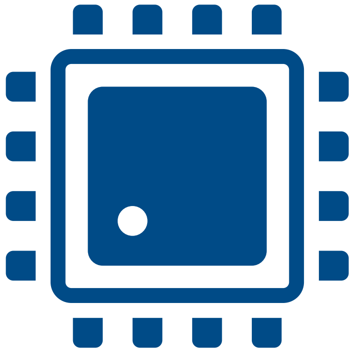
在线实验室的转变与发展



MATLAB/Simulink 对在线实验室的支持



虚拟实验室



身边的硬件

远程实验室

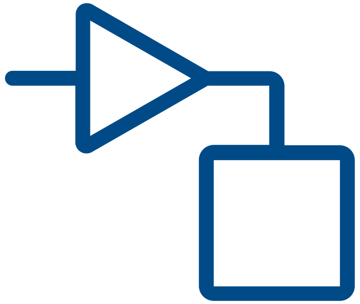
虚拟实验室
仿真过程、测试、设备或其他活动。

身边的硬件
学生可使用套件或移动设备，并可收集数据。

远程实验室
访问、查看或操作位于校园内的硬件。

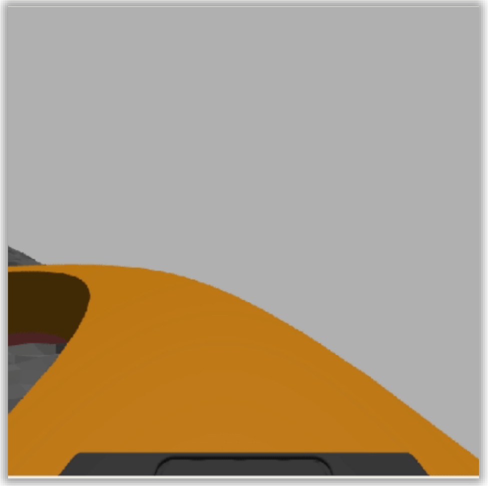
https://ww2.mathworks.cn/academia/online-teaching/virtual-labs.html

虚拟实验室



复杂性
交互性

现实性
动手实践



可视化图形操作界面

完整的数学模型

对硬件或系统进行仿真

挑战:

- 如何保证完善的可视化效果
- 如何取代动手实践的环节
- 不能完全代替传统实验方式

多伦多大学使用 Simulink 对可重新配置的工业机器人进行建模

挑战

如何提供给工程专业学生低成本的学习环境，用于研究一系列工业机器人操纵器的设计与控制

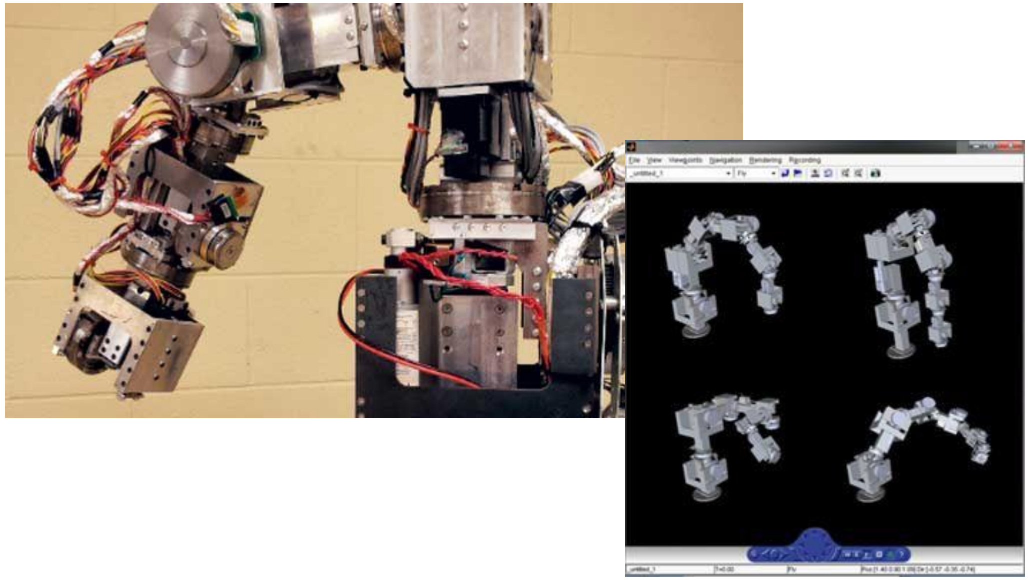
解决方案

使用 MATLAB 和 Simulink 开发仿真环境，对可重新配置的机器人进行建模、可视化与优化设计

结果

- 学生更好地为工业界做准备
- 实现复杂优化过程的自动化
- 缩减了数月的开发时间

[Link to user story]

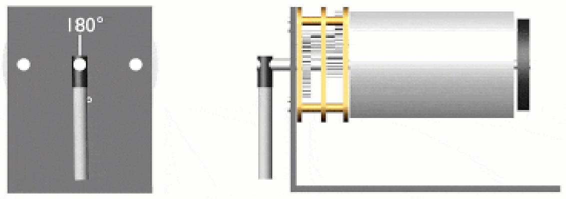


多伦多大学研究的机器人操纵器和仿真模型，加拿大。

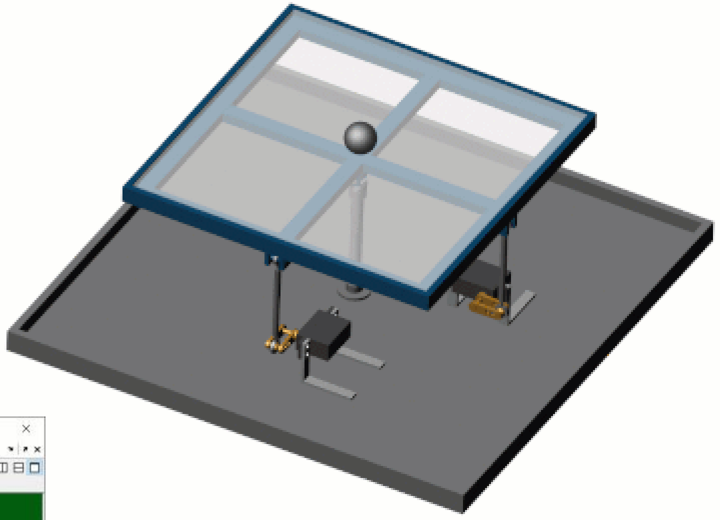
“借助 MATLAB 和 Simulink，我们开发了低成本的设计和仿真环境，让学生能够将机器人操纵器的运动学、动态学和控制理论运用于实践，优化自己的设计，并将这些设计反映到实际运行中。”

– Reza Emami 博士，多伦多大学

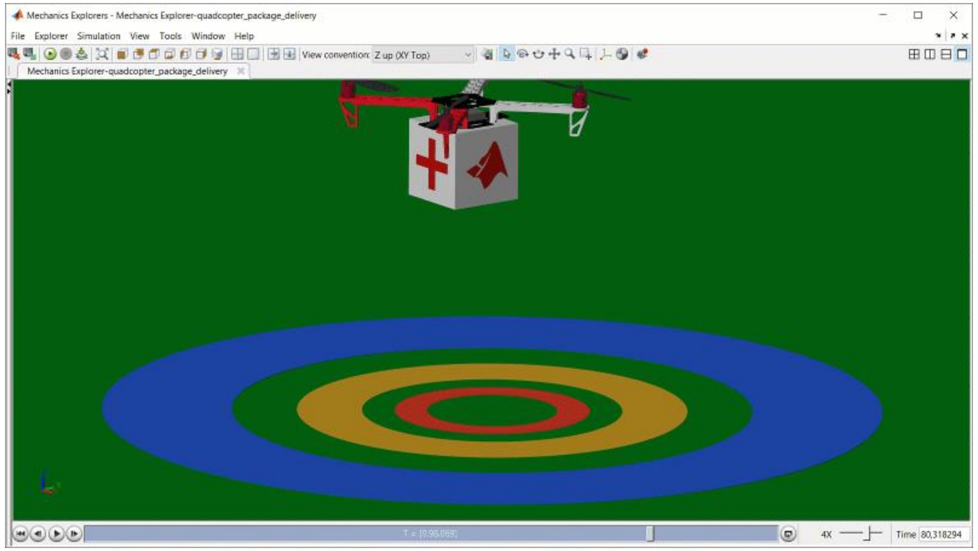
基于 MATLAB/Simulink 的虚拟实验室示例



直流电机



球与平板



无人机

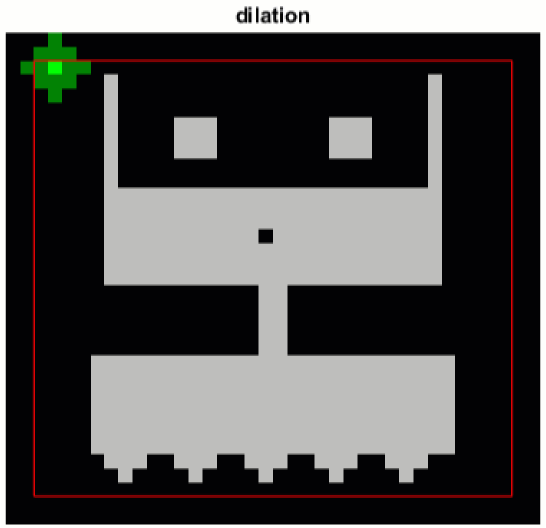
包含：

MATLAB 代码

Simulink 模型

交互式 App

课程作业



图像处理

https://ww2.mathworks.cn/academia/courseware/course-materials.html

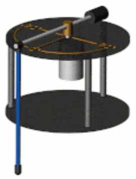
控制与电路分析虚拟实验室

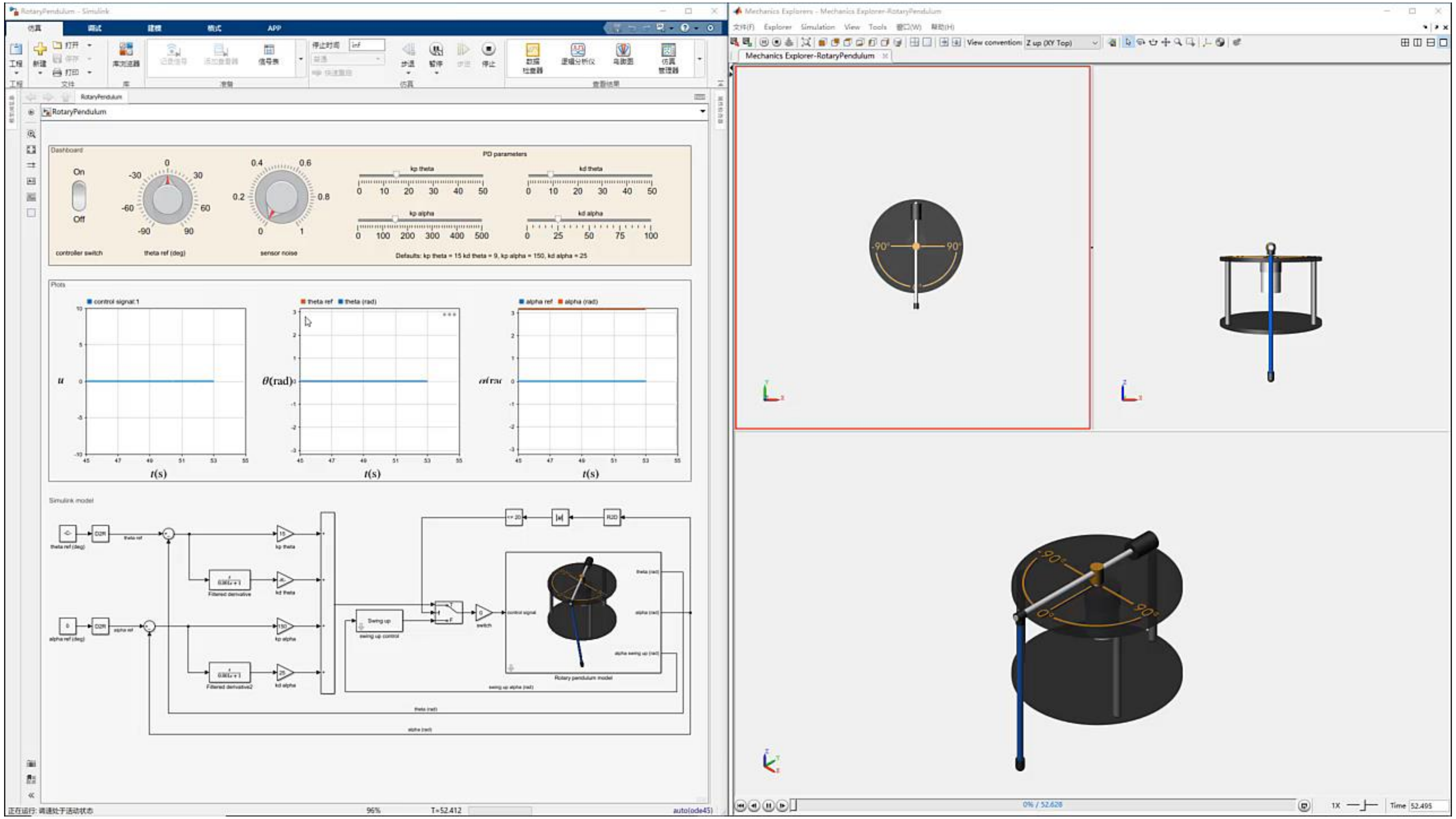
Cruise control

`CruiseControl.slx`

Rotary pendulum

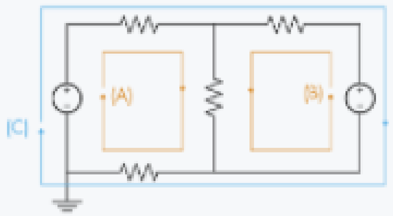
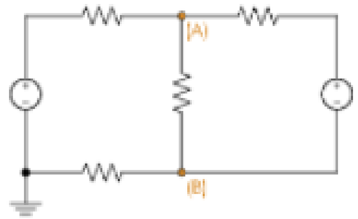
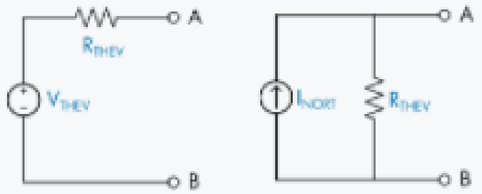
`RotaryPendulum.slx`

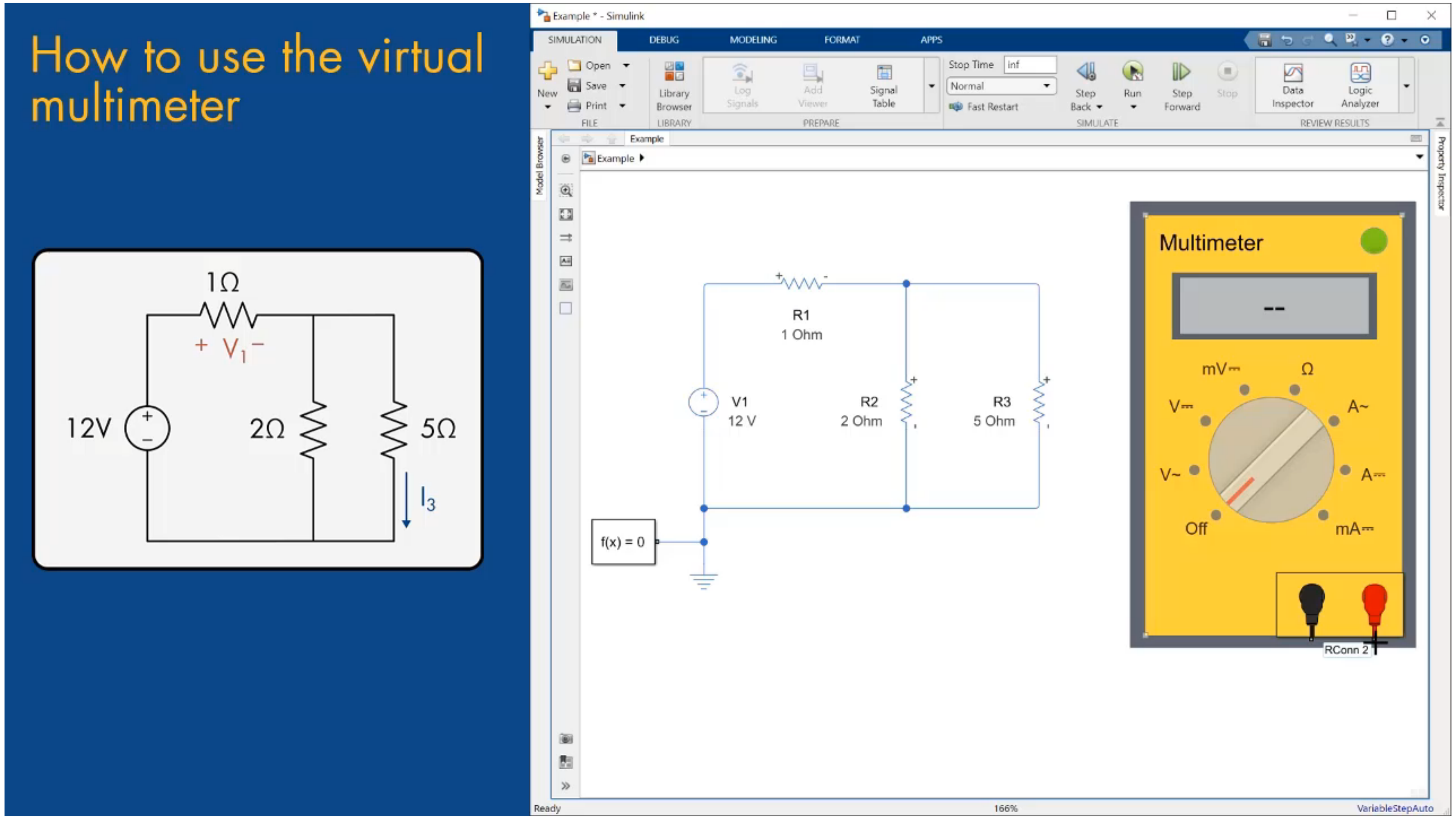




https://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/100064-virtual-controls-laboratory

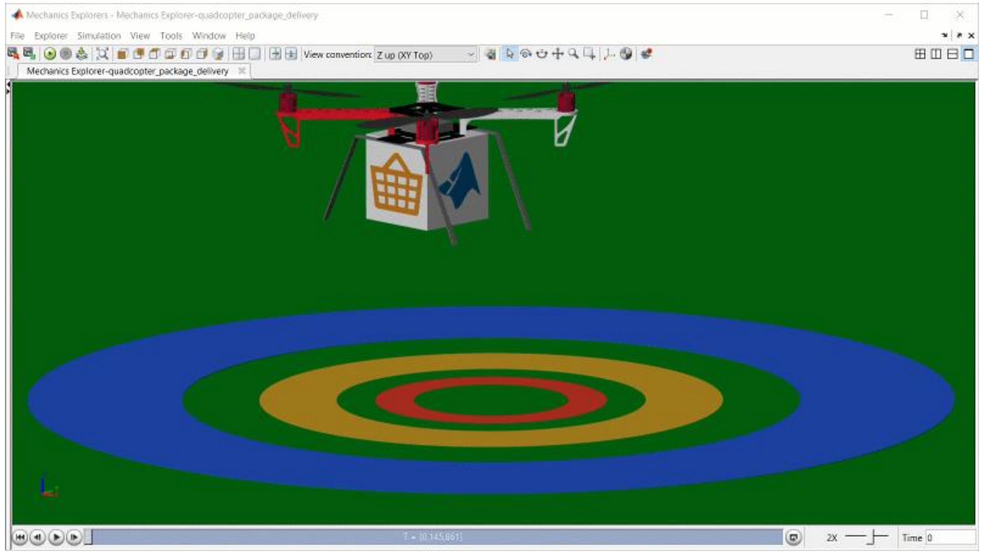
控制与电路分析虚拟实验室

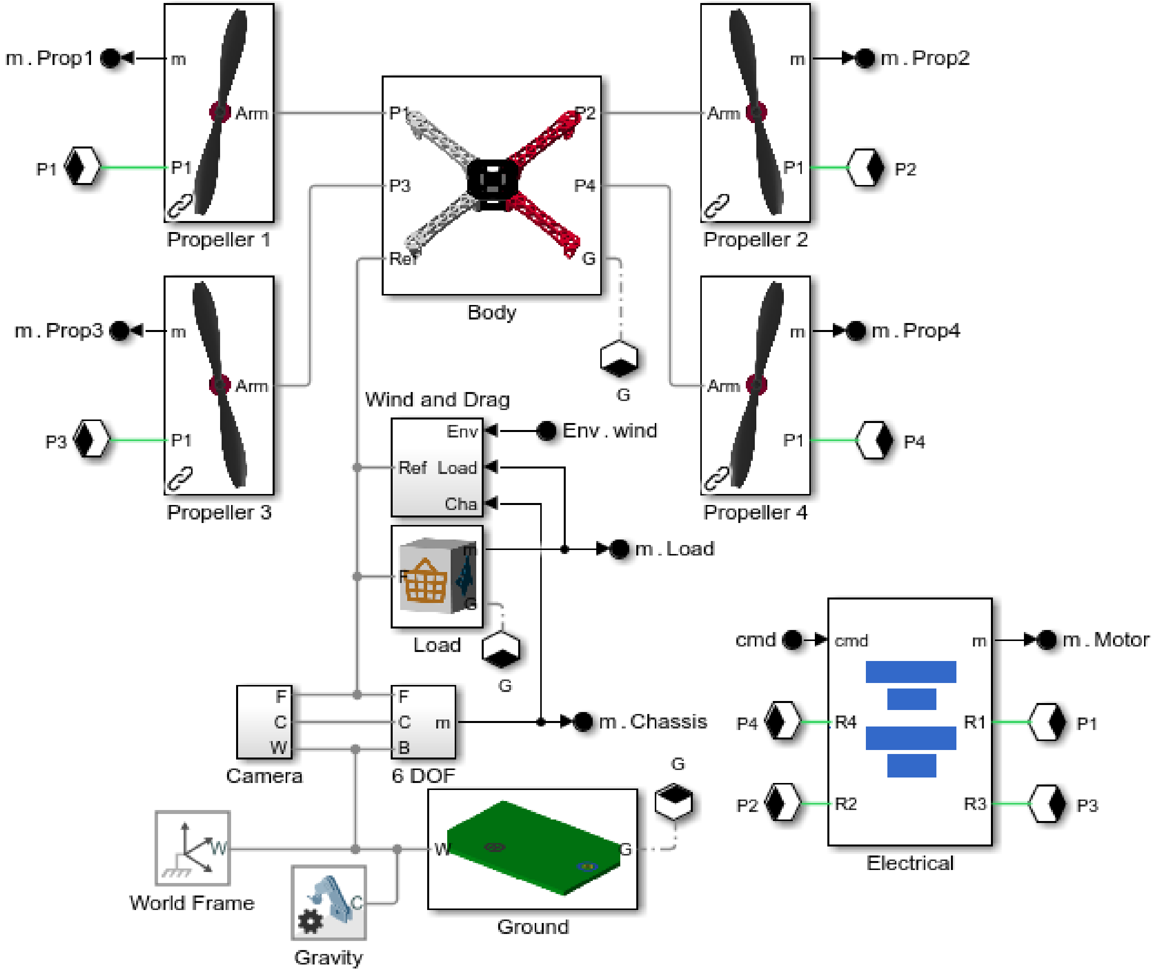
Module
1. Mesh Analysis 
2. Nodal Analysis 
3. Thevenin and Norton Equivalent Circuits 

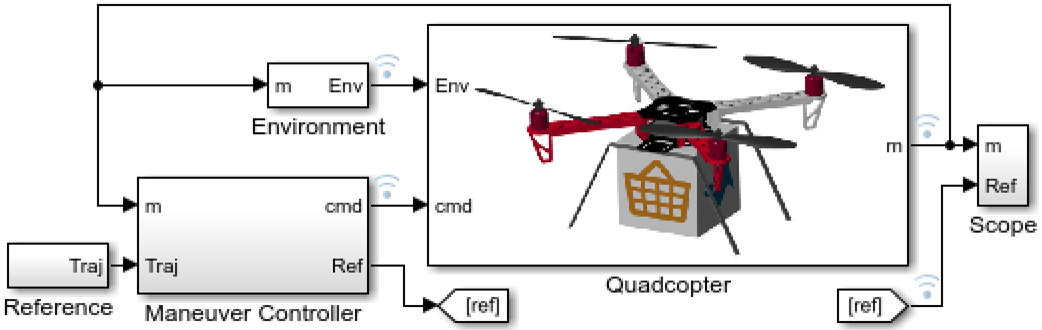


https://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/103375-dc-circuit-analysis

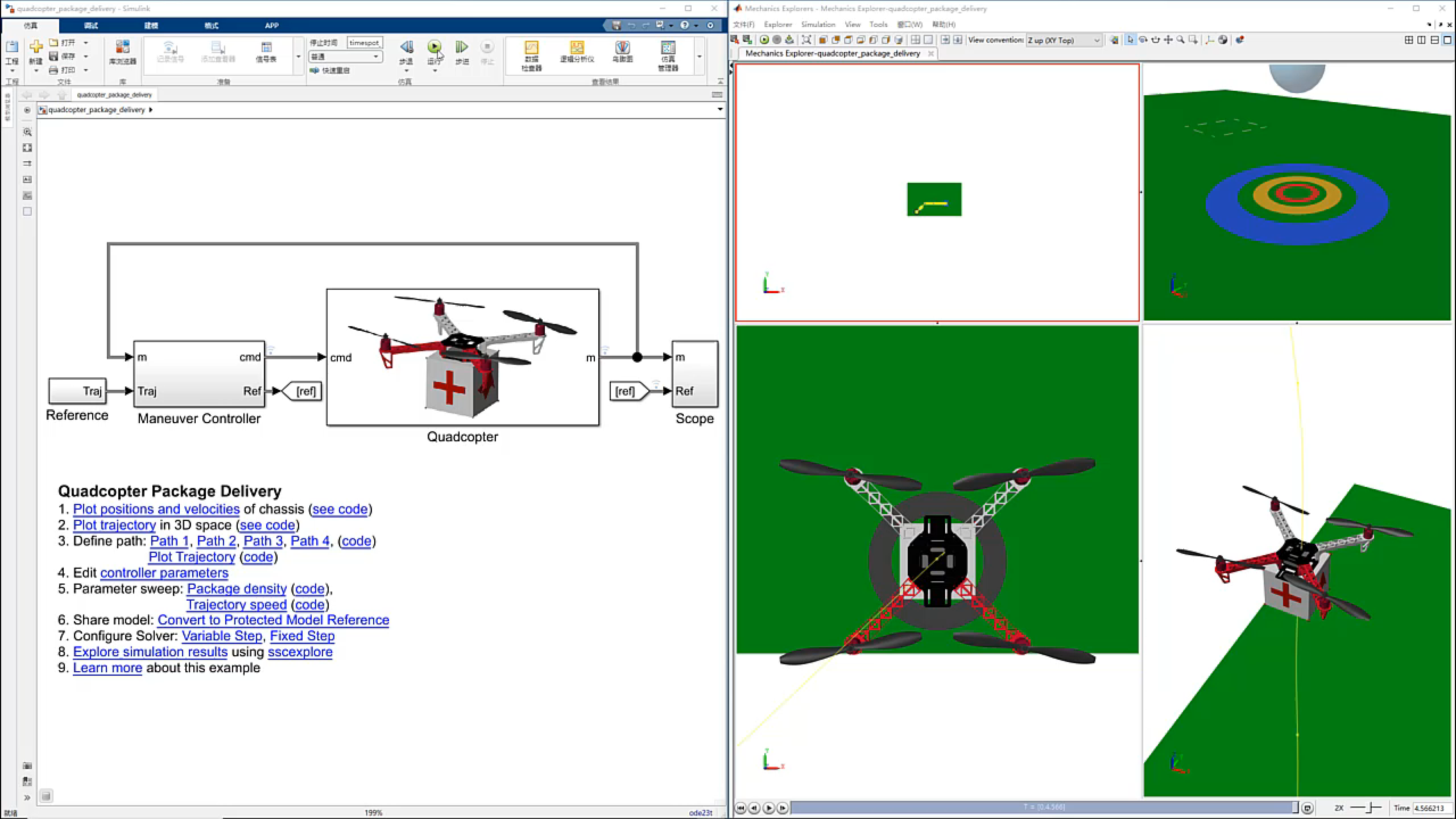
无人机虚拟实验室



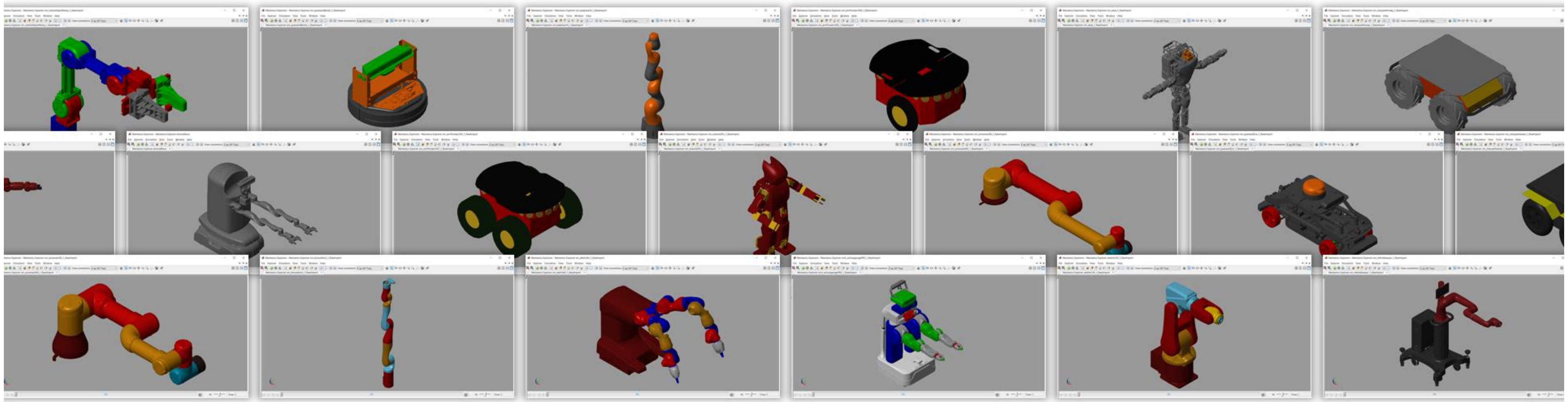


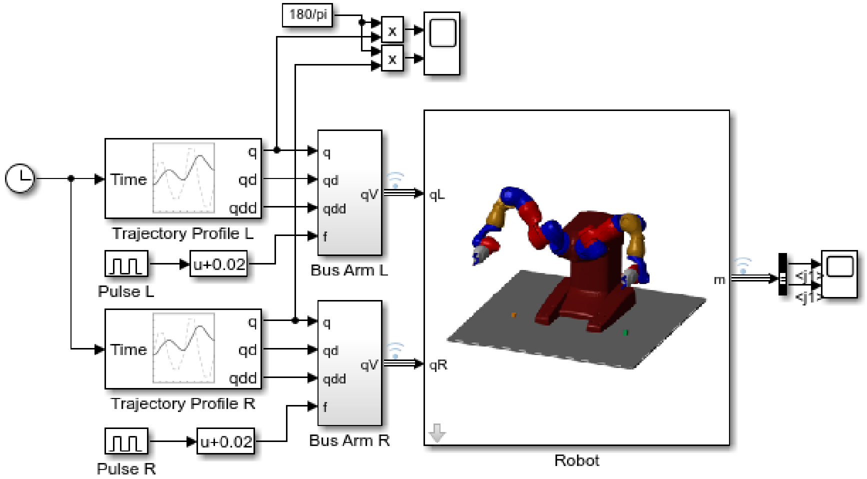


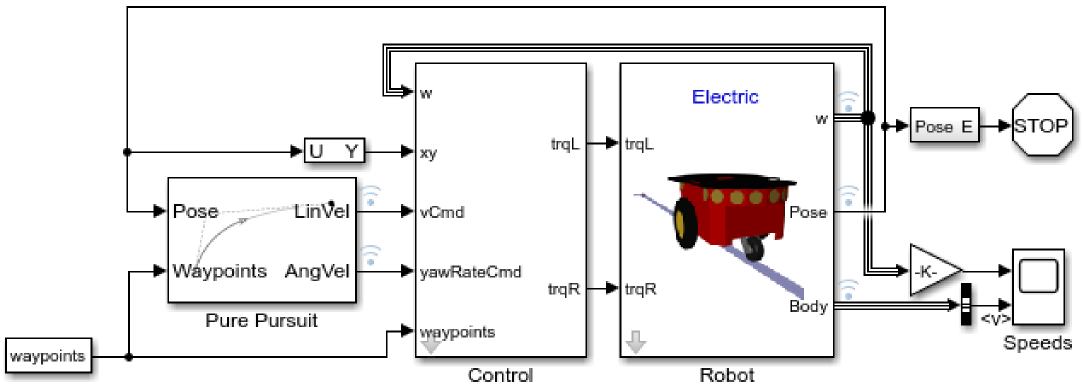
https://ww2.mathworks.cn/matlabcentral/fileexchange/63580-quadcopter-drone-model-in-simscape


quadcopter_package_delivery - Simulink
Mechanics Explorers - Mechanics Explorer-quadcopter_package_delivery
View convention: Z up (XY Top)
quadcopter_package_delivery
Traj
Reference
m
cmd
Traj
Ref
Maneuver Controller
[ref]
cmd
m
Quadcopter
[ref]
m
Ref
Scope
Quadcopter Package Delivery
1. Plot positions and velocities of chassis (see code)
2. Plot trajectory in 3D space (see code)
3. Define path: Path 1, Path 2, Path 3, Path 4, (code)
Plot Trajectory (code)
4. Edit controller parameters
5. Parameter sweep: Package density (code),
Trajectory speed (code)
6. Share model: Convert to Protected Model Reference
7. Configure Solver: Variable Step, Fixed Step
8. Explore simulation results using sscexplore
9. Learn more about this example
199%
ode23t

工业机器人虚拟实验室



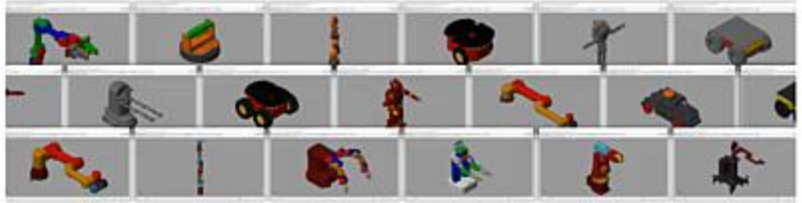




https://ww2.mathworks.cn/matlabcentral/fileexchange/97312-industrial-robot-models-in-simscape

Web 浏览器 - Industrial Robot Models in Simscape

Industrial Robot Models in Simscape



Overview

This repository of industrial robot models for use with Simscape includes mobile and manipulator robots. It has examples that help you:

- Import URDF files using MATLAB to create models
- Perform kinematic and dynamic analyses
- Integrate electric drives and control algorithms in Simulink
- Leverage Robotics System Toolbox for path and trajectory planning

Example Models

1. Trajectory Testing: ABB YuMi Dual Arm Robot
2. Path Following: Adept MobileRobots Pioneer 3-DX
3. Path Following: Adept MobileRobots Pioneer 3-DX with Electric Motors

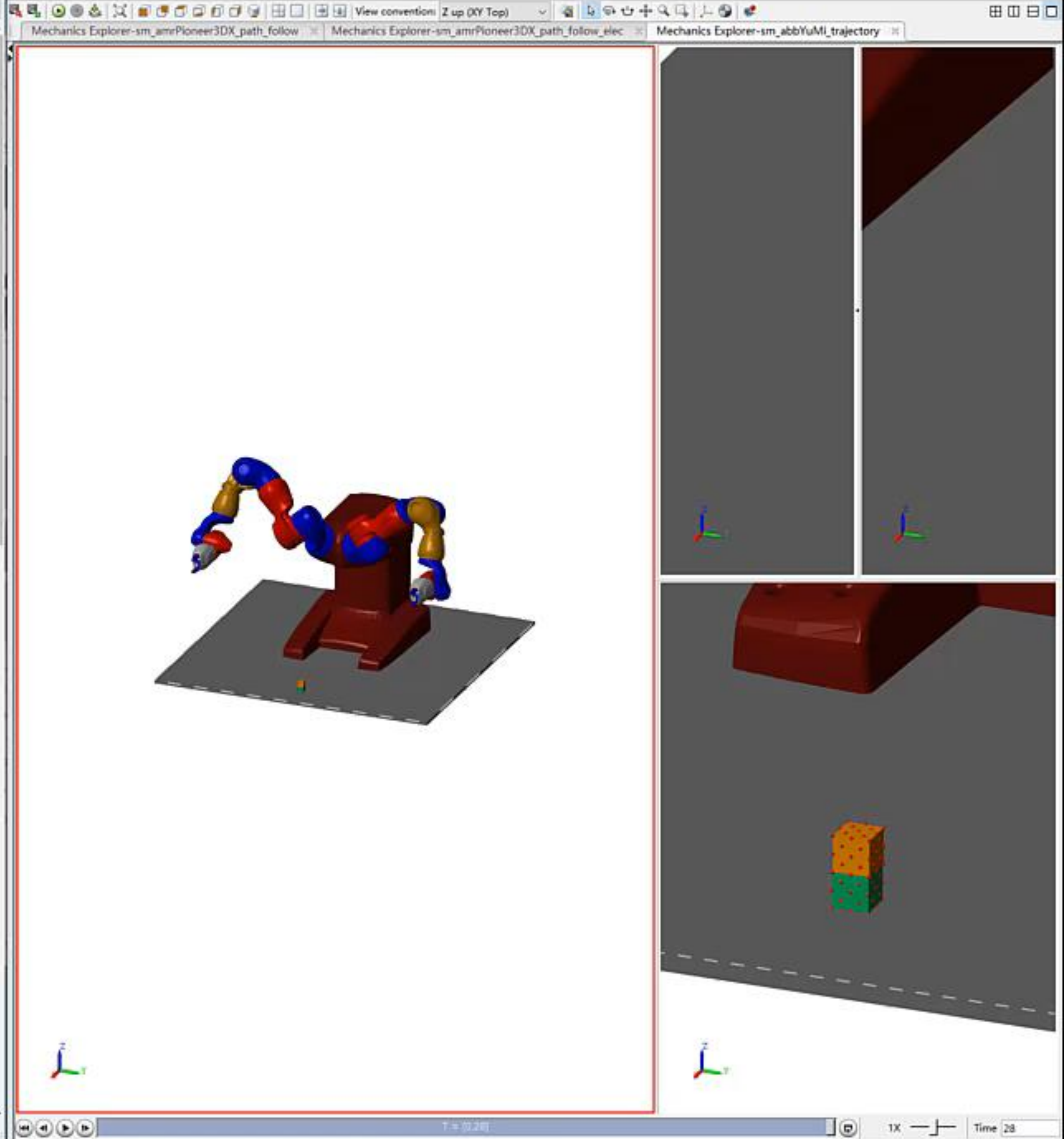
Kinova

1. Kinova Jaco® Gen3..............: Import Model (code), Image
2. Kinova Jaco® Gen2 N6S200: Import Model (code), Image
3. Kinova Jaco® Gen2 N6S300: Import Model (code), Image
4. Kinova Jaco® Gen2 N7S300: Import Model (code), Image
5. Kinova Jaco® Gen2 S6S300: Import Model (code), Image
6. Kinova Jaco® Gen2 S7S300: Import Model (code), Image
7. Kinova Mico® Gen1 N4S200: Import Model (code), Image
8. Kinova Mico® Gen1 N6S200: Import Model (code), Image
9. Kinova Mico® Gen1 N6S300: Import Model (code), Image
10. Two Kinova Jaco® 6 DOF...: Import Model (code), Image
11. Kinova Movo®.....................: Import Model (code), Image

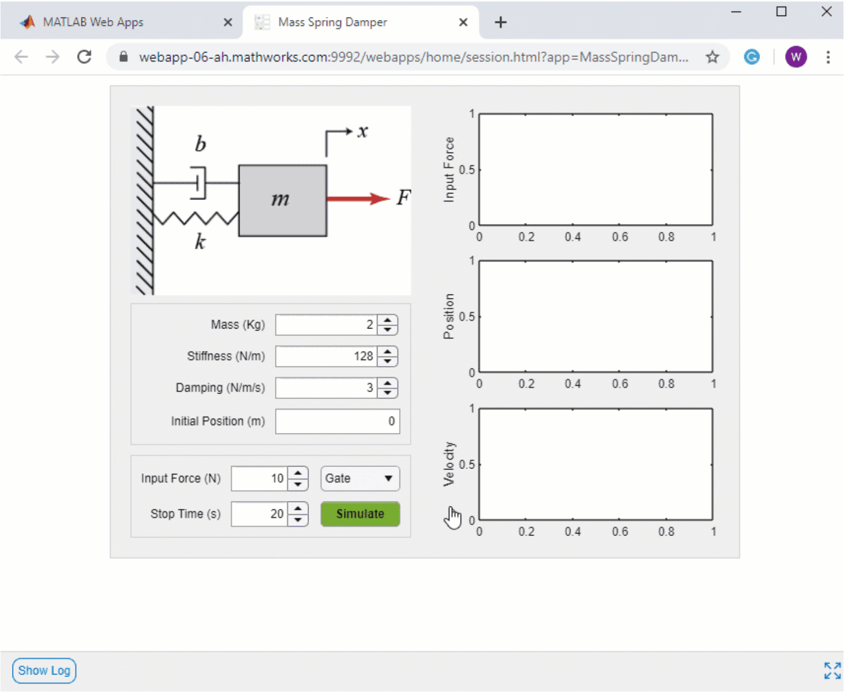
ABB

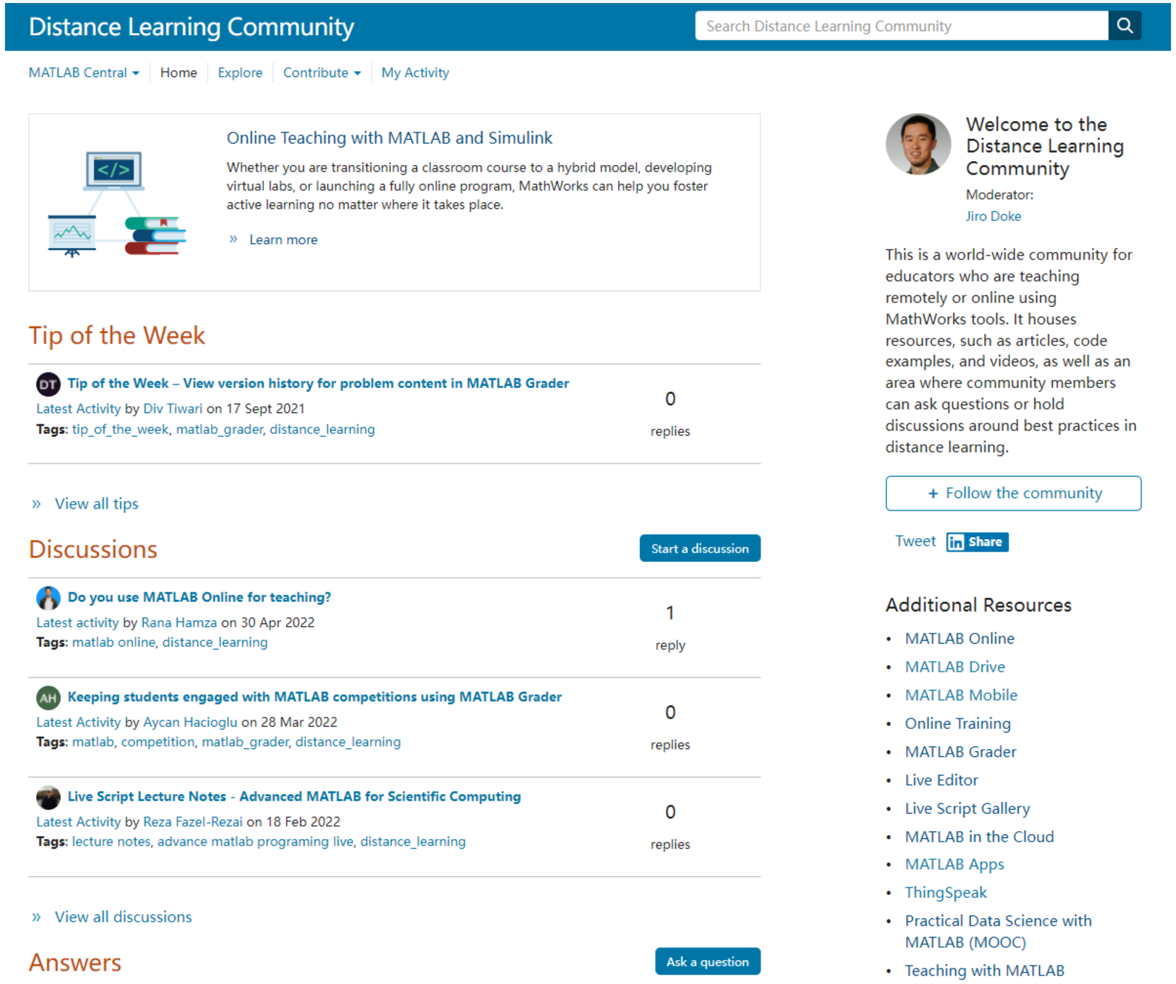
1. ABB IRB 120..: Import Model (code), Image
2. ABB IRB 120T: Import Model (code), Image
3. ABB IRB 1600: Import Model (code), Image

Mechanics Explorers - Mechanics Explorer-sm_abbYuMi_trajectory



使用 MATLAB 和 Simulink 构建虚拟实验室

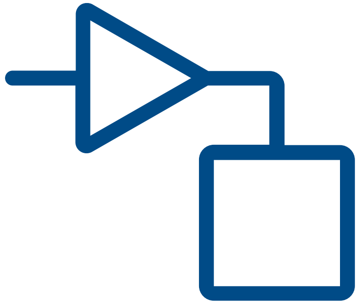




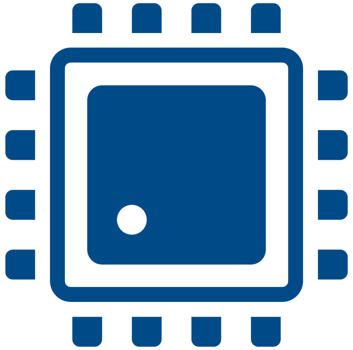
- 基于 MATLAB 和 Simulink 内已有的 App 创建虚拟实验室
- 使用 App 设计工具创建您自己的虚拟实验室

https://ww2.mathworks.cn/matlabcentral/topics/distance-learning.html

MATLAB/Simulink 对在线实验室的支持



虚拟实验室



身边的硬件

远程实验室

虚拟实验室
仿真过程、测试、设备或其他活动。

身边的硬件
学生可使用套件或移动设备，并可收集数据。

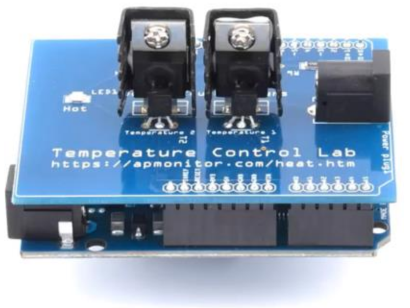
远程实验室
访问、查看或操作位于校园内的硬件。

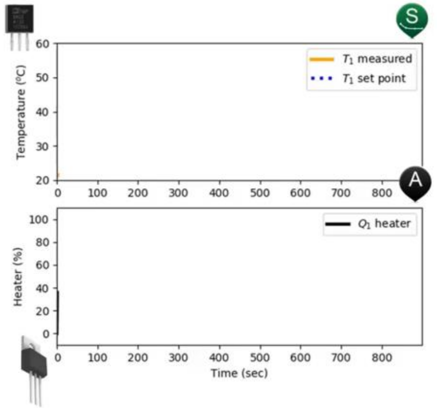
https://ww2.mathworks.cn/academia/online-teaching/virtual-labs.html

身边的硬件

↑ 动手实践
交互性

↓ 现实性
复杂性





功能完备的硬件套装

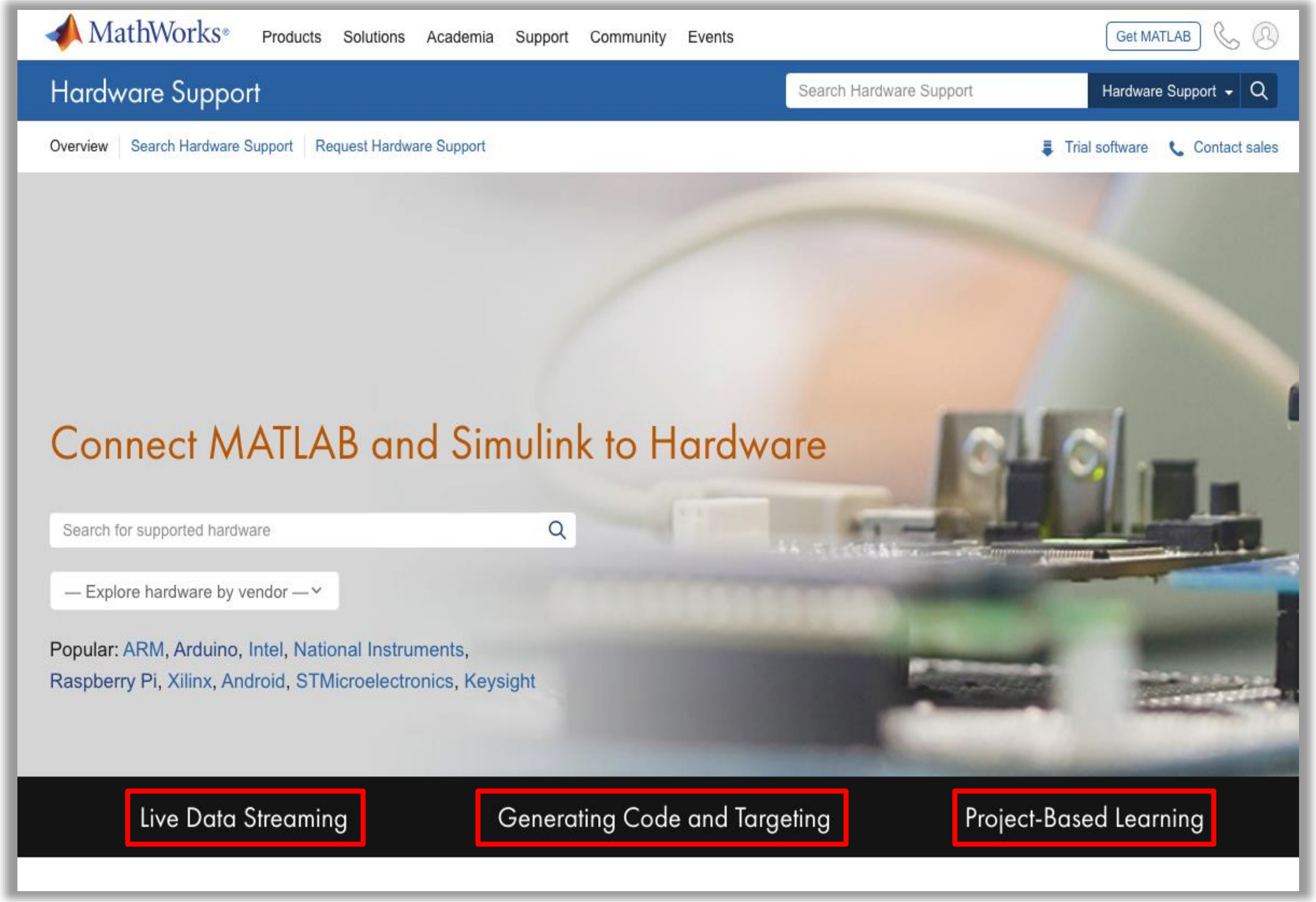
可使用传感器收集大量数据

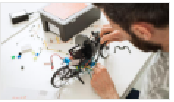
与手机设备协同开发

挑战:

- 如何合理地配置套件
- 和系统模型相比过于简化
- 学生的监督与安全问题

MATLAB/Simulink 对于硬件的支持





Controls

Examples: LEGO, Arduino

Robotics and Mechatronics

Examples: Arduino, LEGO® MINDSTORMS®

Measurement and Instrumentation

Examples: iPhone and Android ThingSpeak, Analog Devices® ADALM1000, serial, TCP/IP, UDP, or Bluetooth®

Image Processing and Computer Vision

Examples: webcams, Raspberry Pi, Kinect for Windows

Digital Signal Processing and Communication Systems

Examples: USRP®, Raspberry Pi

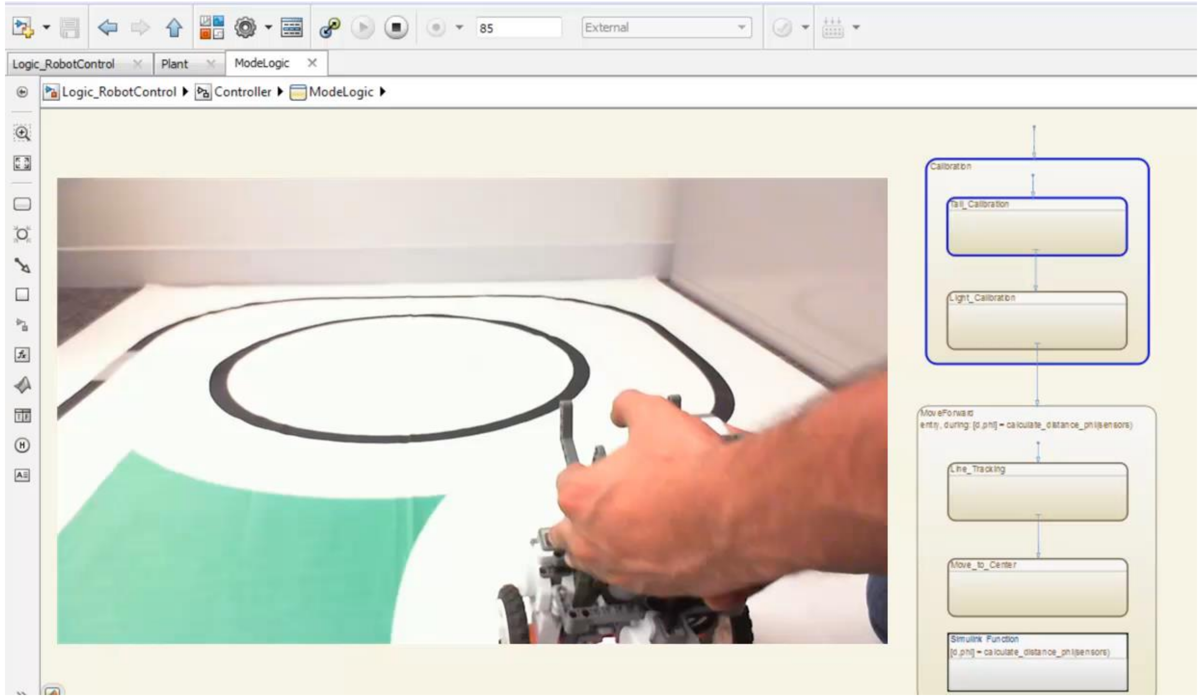
Programming and Computer Science

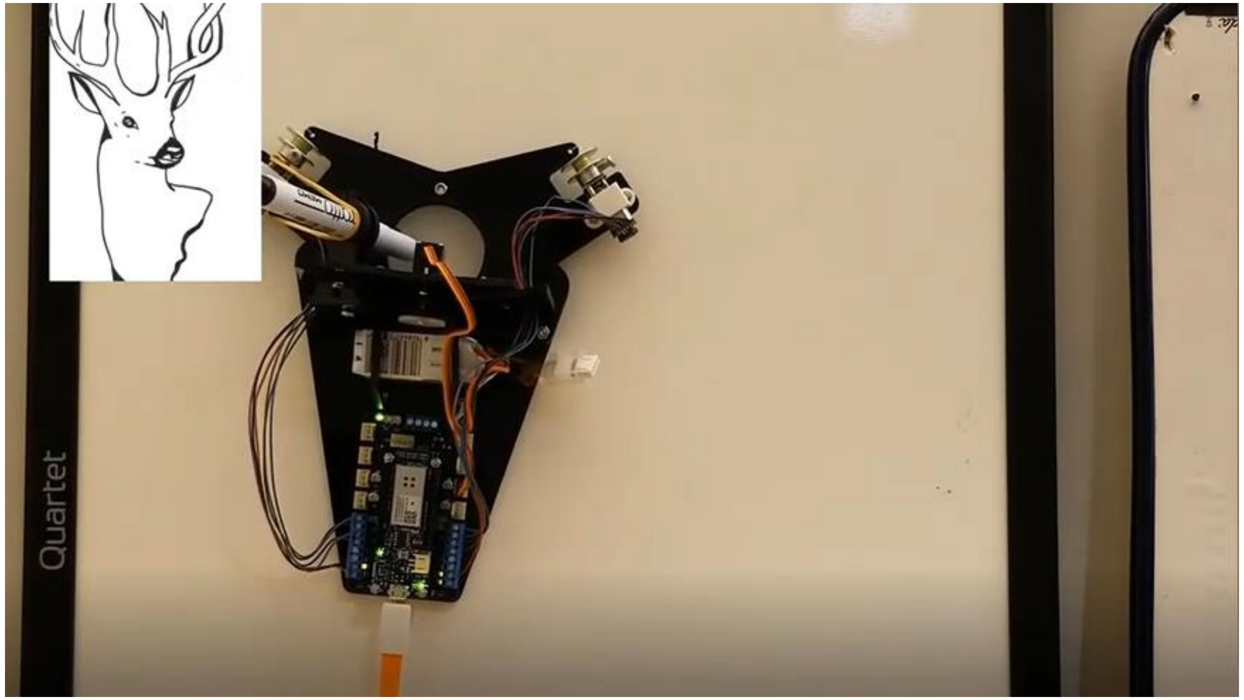
Examples: LEGO, Arduino

https://ww2.mathworks.cn/hardware-support/home.html

使用 MATLAB/Simulink 连接低成本硬件构建在线实验室

通过 MATLAB/Simulink 与硬件结合，您可以轻松实现数据采集，物理建模，快速原型建立，自动代码生成，控制驱动器，机电一体化等流程

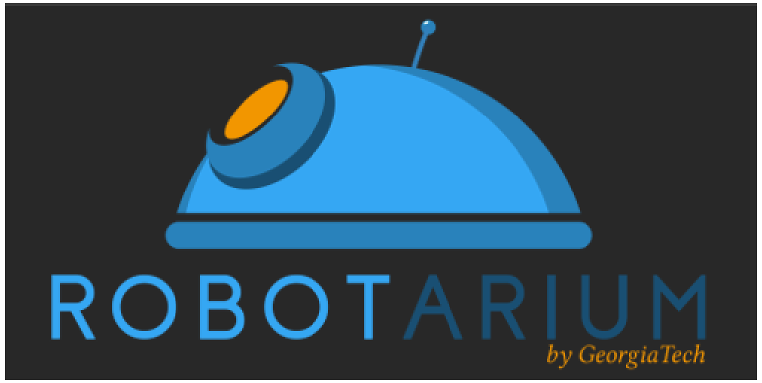




远程实验室

现实性
复杂性

动手实践
交互性



- 远程控制实验设备
- 对实验室现场进行直播
- 可以接入物联网

挑战:

- 学生需要的不仅仅是观看视频
- 如何引入必要的互动
- 如何取代动手操作的环节

完整的实验流程

总结

- MathWorks 支持在教学中引入不同的在线实验室形式：
  - 虚拟实验室
  - 身边的硬件
  - 远程实验室
- 通过与传统实验方法相结合，虚拟实验室显示出强大优势：
  - 不受物理硬件场地及成本限制
  - 学生可随时随地访问
  - 可对硬件进行高精度仿真并开发可视化界面
- 现已开发多个针对机器人、无人机和控制等领域的虚拟实验室
- 欢迎在 Distance Learning Community 论坛分享您的想法

Thank you