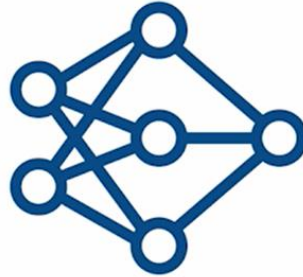
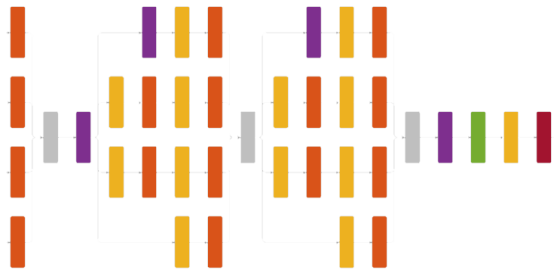
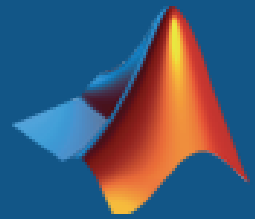


基于 MATLAB 的汽车行业人工智能应用



概要

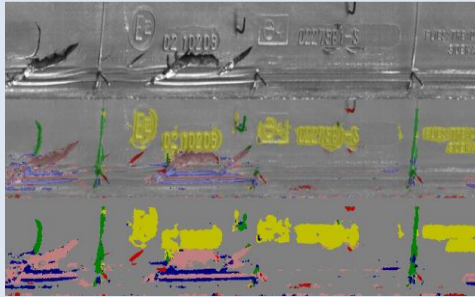
- 人工智能：机器学习、深度学习、强化学习
- 汽车行业的人工智能用户案例
- 基于MATLAB的人工智能 workflows
- 在Simulink中调用深度神经网络进行仿真
- 深度学习部署：ARM 嵌入式 C/C++ 代码生成



人工智能：机器学习、深度学习、强化学习

机器学习算法被广泛应用于各行各业

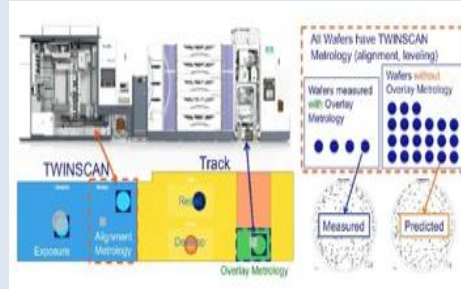
汽车



Tire Wear

BRIDGESTONE

工业自动化



Overlay metrology improvement

ASML

消费电子、航空航天



Telecom customer churn prediction

Cognizant

能源与金融



Forecasting & Risk Analysis



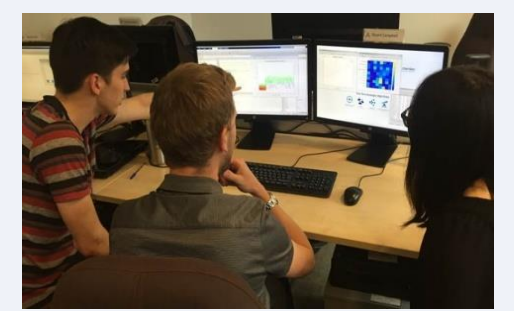
Detect Oversteer



Building energy use optimization



Engine Health
(Pred Maintenance)



Portfolio Allocation



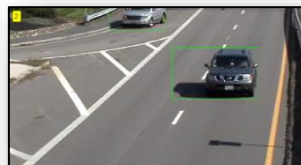
什么是机器学习？

直接从数据中学习而无需硬编码

解决方案过于复杂，无法表示为手写规则或方程组



语音识别



目标检测



健康监控

学习复杂的非线性关系

解决方案需要随数据变化调整



天气预测



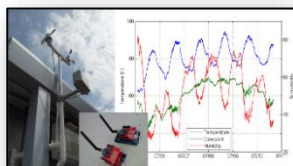
能源负载预测



股价预测

随数据更新而更新

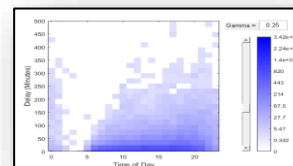
需要扩展到大规模数据集



物联网分析



车辆调度



航班延误

从大规模数据集中高效学习

机器学习和深度学习

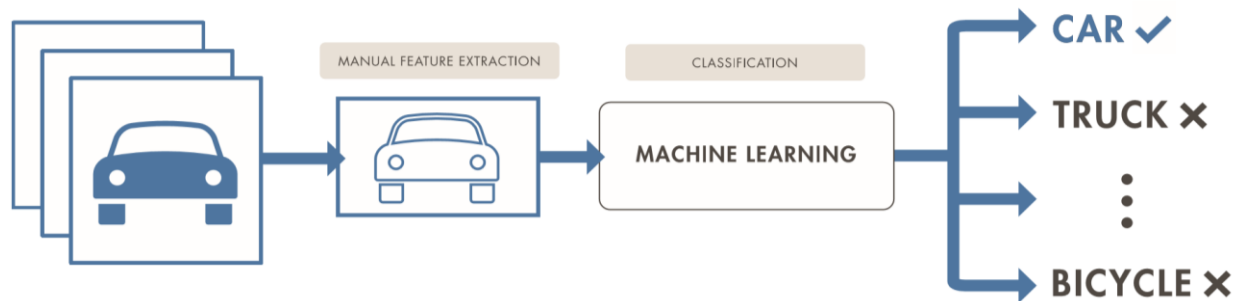
机器学习

深度学习

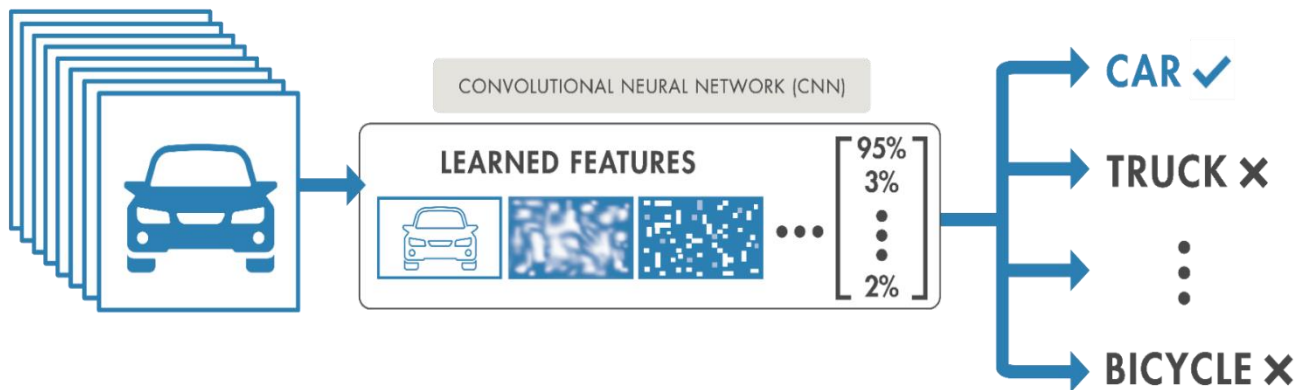
多层
人工神经网络

- 直接从数据中学习
- 更多数据 = 模型更好
- 计算密集型
- 无法直接解析

机器学习

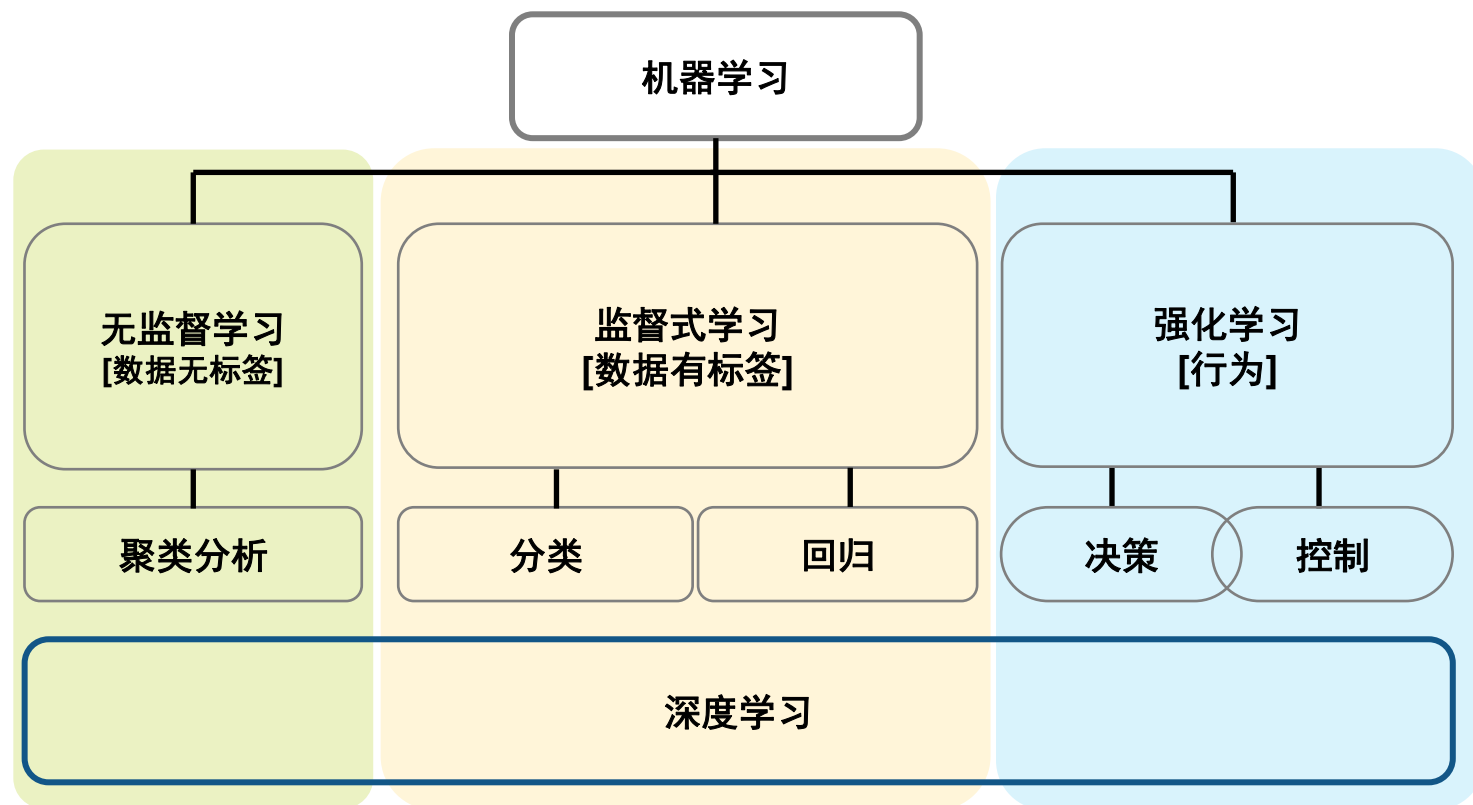


深度学习



机器学习

监督式/无监督/强化学习

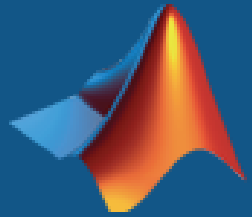


强化学习：

通过试错学习
[交互获取数据]

复杂问题需要借助深度学习

目标是学习行为或完成任务



汽车行业的人工智能用户案例

机器学习在汽车行业的应用

Analyzing Fleet Data

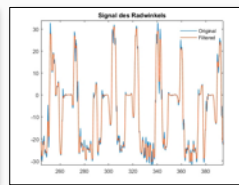


HONDA
The Power of Dreams

BS VI 开发

- 分析驾驶数据，最终确定印度市场的DPF再生策略
- 开发了先进的MATLAB编码技能，可用于未来的大数据项目

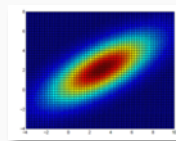
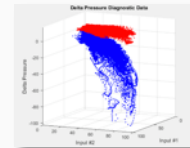
Controls



通过机器学习检测过度转向

- 清理数据和派生功能
- 经评估的机器学习方法
- 生成用于最佳机器学习模型的C代码，为ECU编译，并在跑道上进行了测试

Diagnostics



BOSCH

确定OBD边界

- 研究用连续函数替换点边界网格
- 创建更高质量的边界，使用更少的数据更快地获得

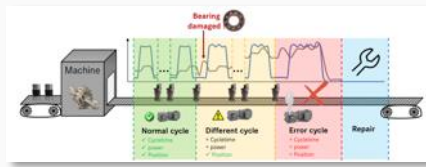
ADAS



设备和人员识别/分类

- 自动化劳动密集型手动标签
- 开发深度学习，机器学习和大数据基础架构
- 直接代码生成到实时平台
- 可在#个用户，数据和计算机中扩展

Manufacturing



Mercedes-Benz

预测性维护

- 在线识别严重错误和非严重延迟
- 时间序列传感器数据的模式匹配
- 生产失败的定量描述

Engineering Development



工程组织的规模分析

- 工具复用得到提高；开发时间减少
- 在MATLAB上标准化，用于开发，打包和共享工程工具
- 在内部MATLAB App Store上共享工具
- 增强协作和生产力

BMW 使用机器学习检测转向过度

Challenge

开发用于检测转向过度的自动化软件，这是一种不安全的状况，在这种状况下后轮胎在转弯过程中失去抓地力

Solution

使用MATLAB开发，训练和评估各种监督的机器学习分类器类型，包括KNN，SVM和决策树

Results

- 识别出过度转向，准确性超过98%
- 自动训练的多个机器学习分类器
- 生成代码并将其部署到ECU以进行实时的车载测试



A BMW M4 oversteering on a test track.

“Working in MATLAB, we developed a supervised machine learning model as a proof of concept. Despite having little previous experience with machine learning, in just three weeks we completed a working ECU prototype capable of detecting oversteering with over 98% accuracy.”

- Tobias Freudling, BMW Group

Denso Ten 为AI控制系统开发，开发基于模型的工作流流程

Challenge

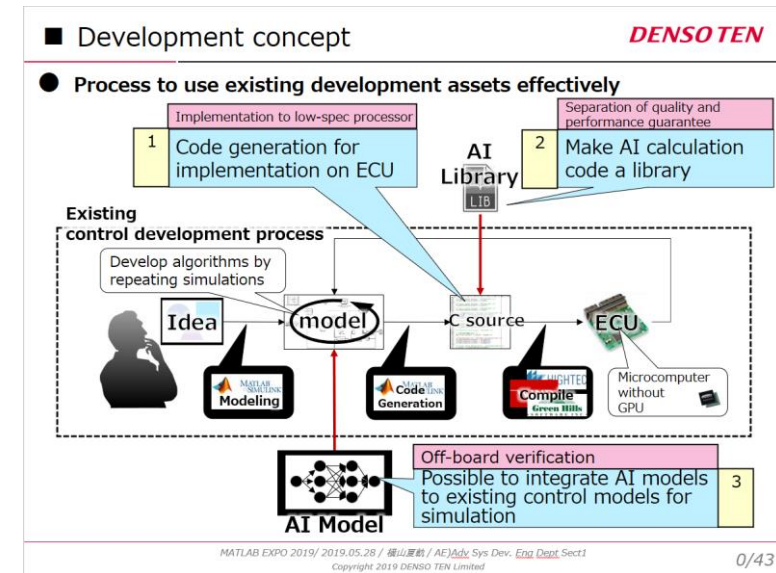
使用AI提高ECU开发效率

Solution

将Deep Learning Toolbox, Embedded Coder, and Simulink Coder用于新的AI/深度学习、ECU仿真和实现工作流程中

Advantages

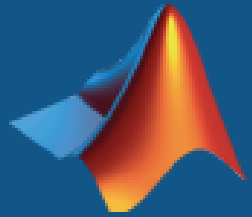
- 将AI模型集成到现有控制模型中
- 使用Deep Network Designer进行网络构建
- 在MATLAB和Simulink之间创建了深度学习模型的双向转换
- 使用S函数访问原始AI库



Model-based development workflow.

“A model-based development workflow is essential in order to use AI for control ECUs. Combining the existing control model and the AI model enables us to establish a simulation environment and accelerate product development.”

- Natsuki Yokoyama, Denso Ten



基于MATLAB的AI workflow

为什么选择 MATLAB 和 Simulink 开发人工智能领域应用？

- 使用领域专用工具创建更好的数据集
- 使用建模和仿真解决集成方面的挑战并降低风险
- 将 AI 模型部署在您需要的平台上

数据准备

 数据清洗和标注

 领域知识和见解

 仿真生成数据

AI 建模

 模型设计和调试

 硬件加速训练

 互操作

仿真和测试

 复杂系统集成

 系统仿真

 系统测试验证

部署

 嵌入式硬件

 企业系统

 边缘、云端、桌面

Deep Network Designer

- 访问预训练模型
- 导入并导出神经网络
- 训练图像分类网络
- 生成 MATLAB 代码用于训练

AI 建模



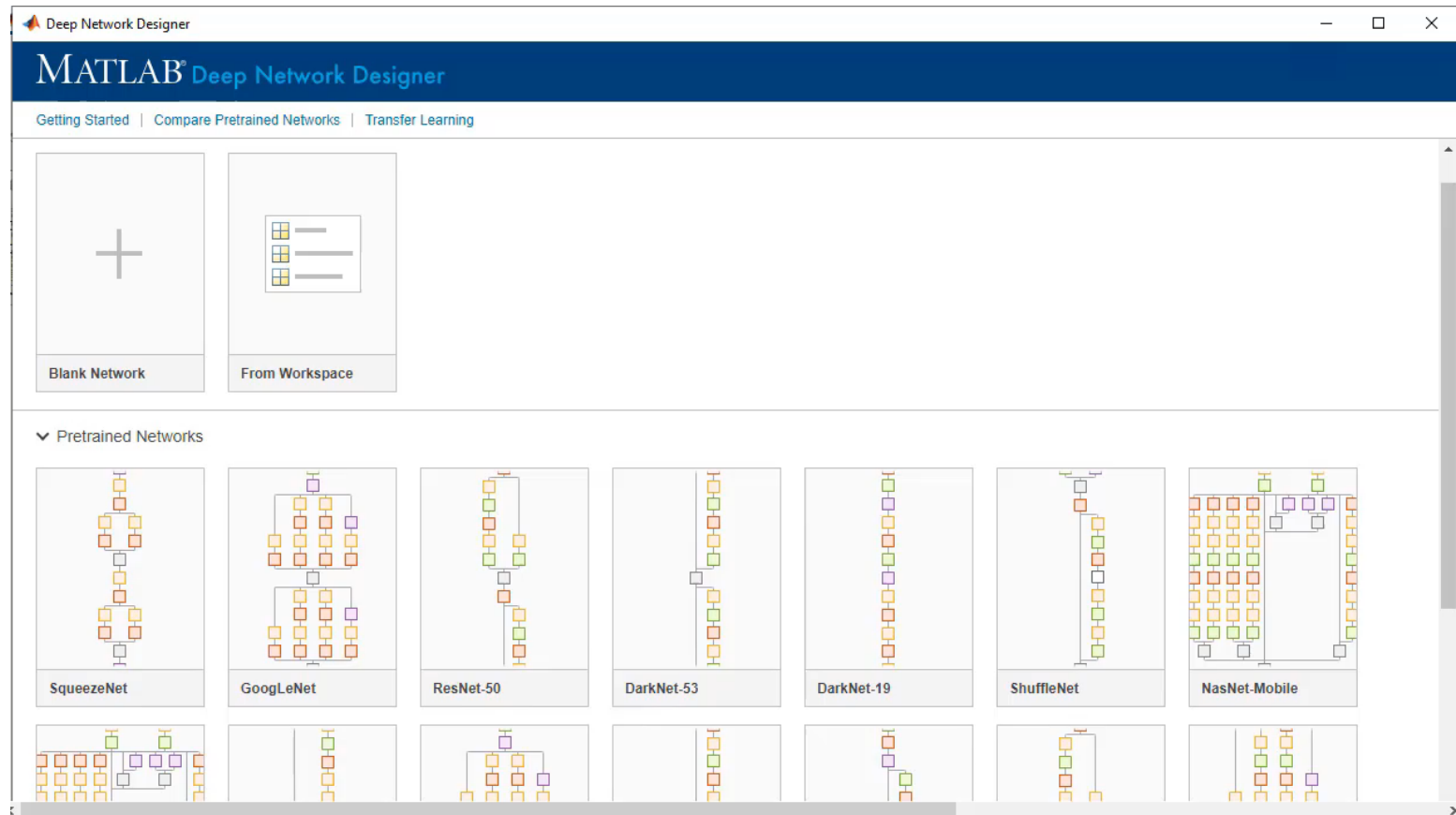
模型设计和调试



硬件加速训练



互操作性



Experiment Manager

- 管理多组实验
- 记录参数
- 分析并比较结果

AI 建模



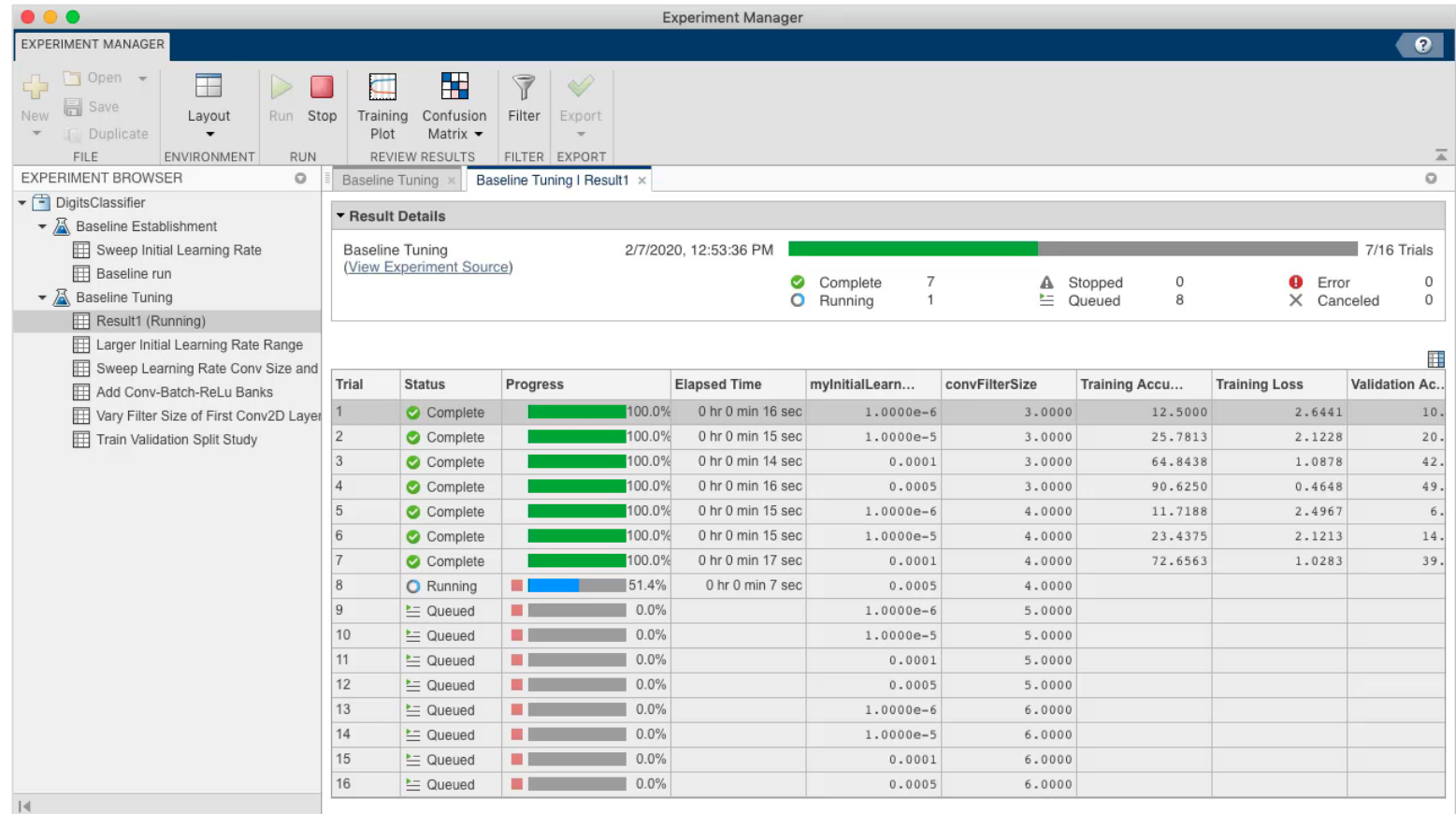
模型设计和调试



硬件加速训练



互操作性



与其他框架的互操作

TensorFlow-Keras Import	R2017b
ONNX Converter (Import & Export)	R2018a
TensorFlow Converter (Import)	R2021a
TensorFlow Converter (Export)	R2022b
PyTorch Converter (Import)	R2022b

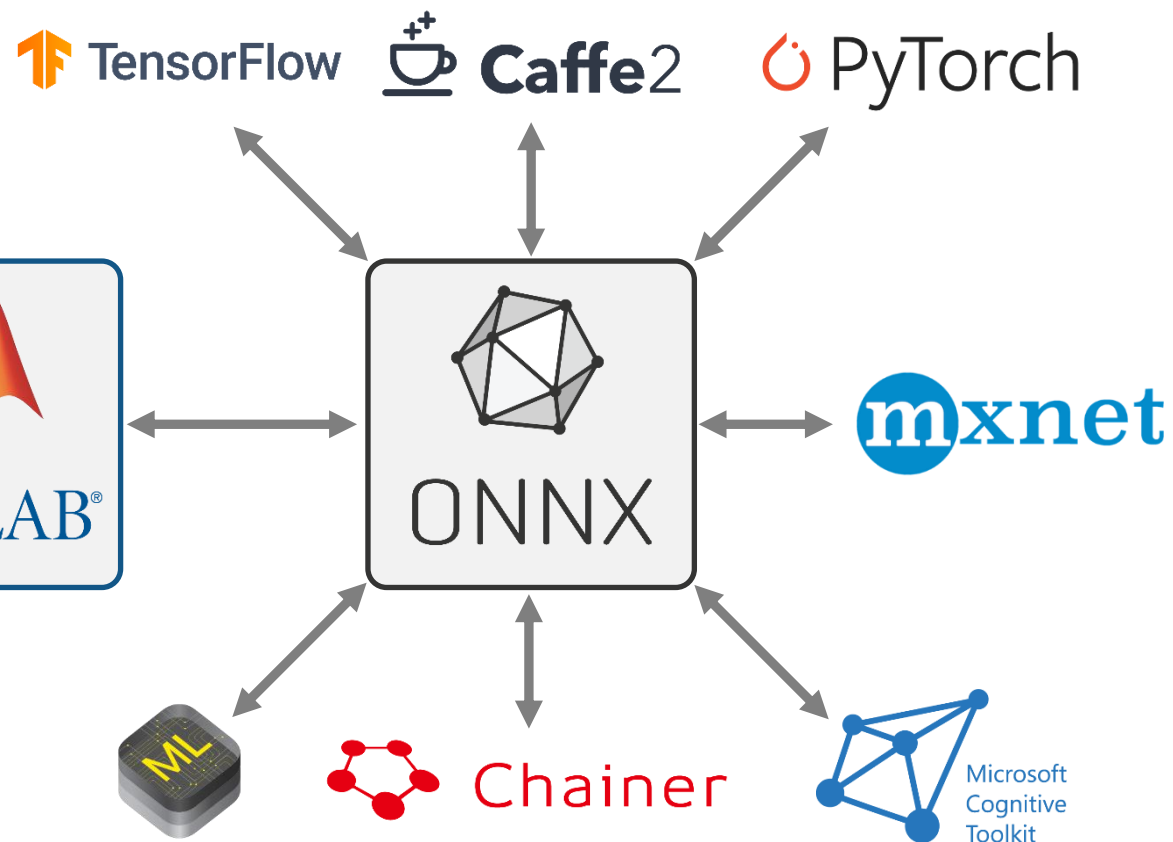


K Keras

Keras importer

Caffe importer

Caffe



在Simulink仿真中调用AI模型

仿真和测试



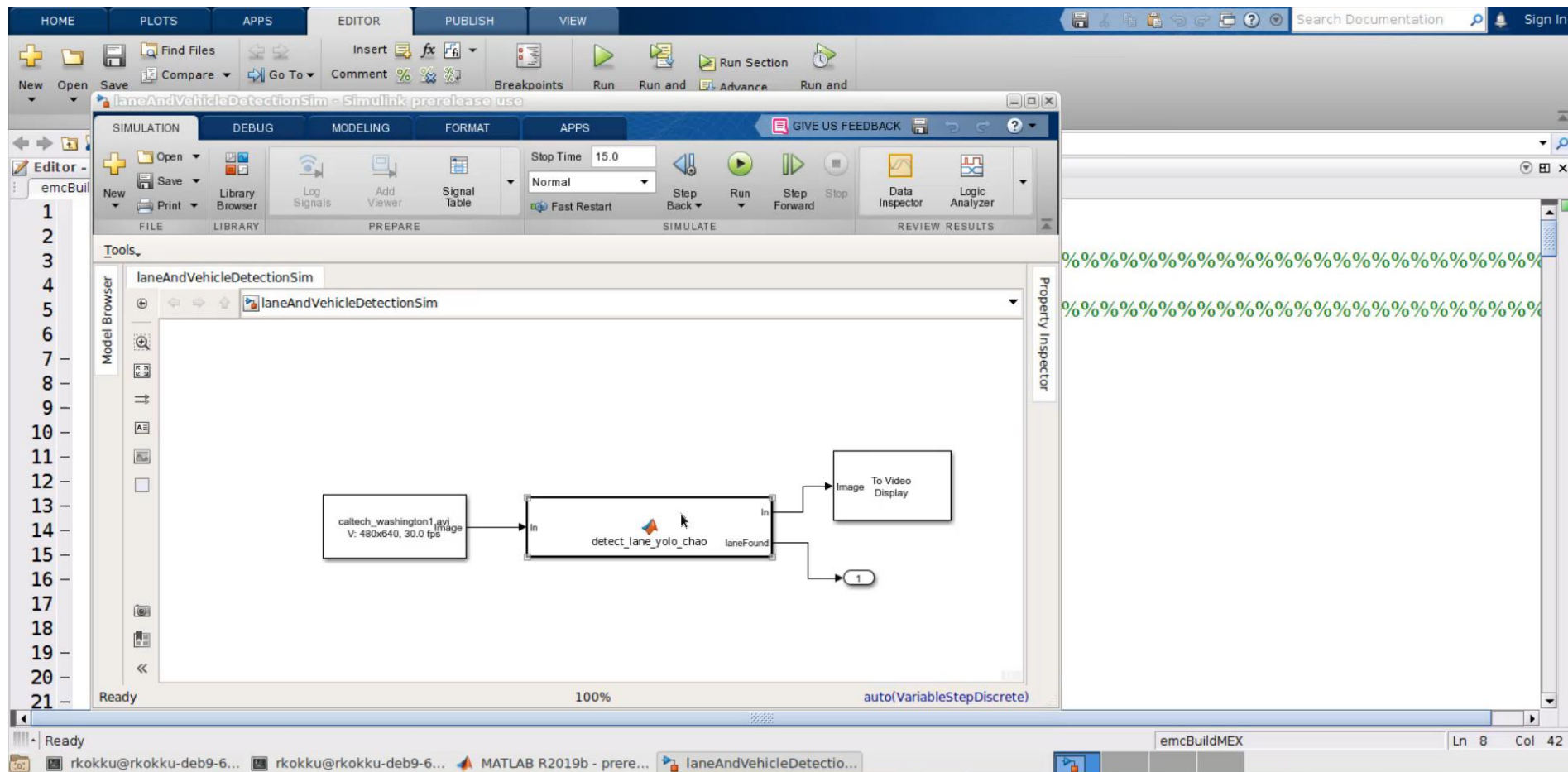
复杂系统集成



系统仿真

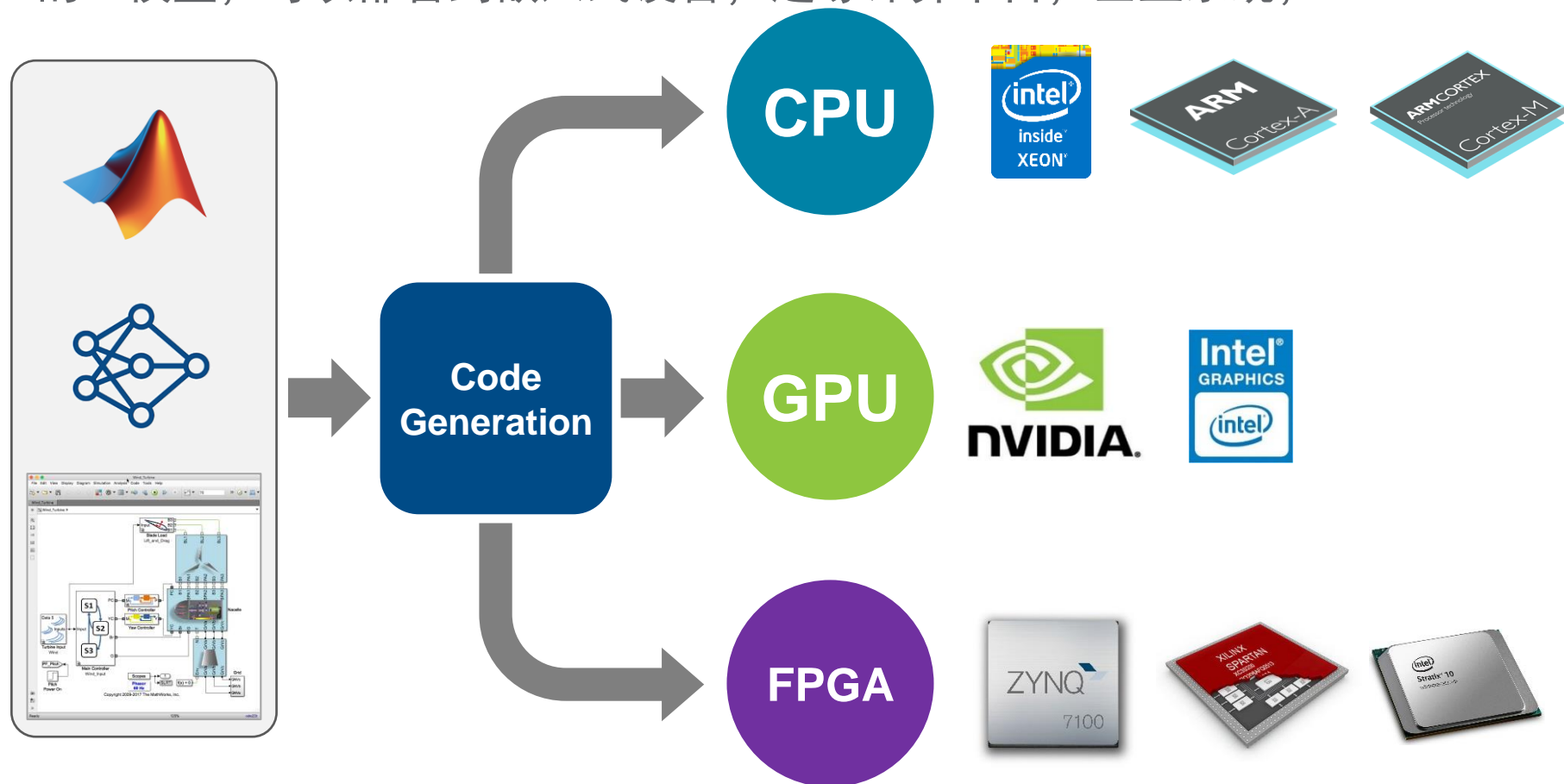


系统测试验证

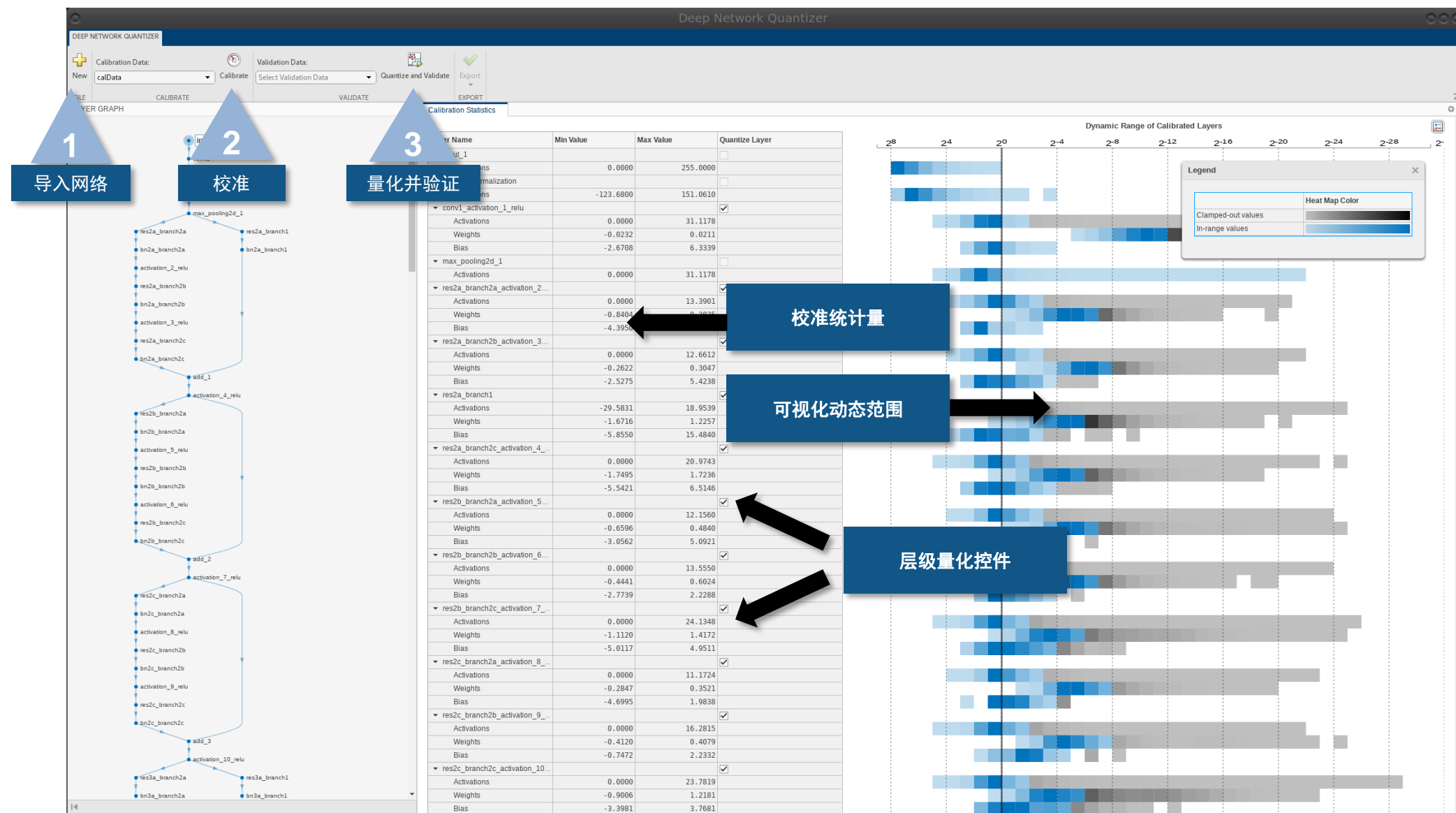


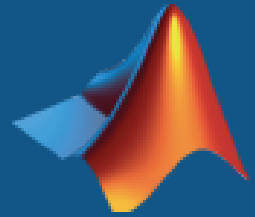
以最佳性能部署到任意处理器

基于MATLAB和Simulink的AI模型，可以部署到嵌入式设备，边缘计算平台，企业系统，云端以及桌面环境



Deep Network Quantizer





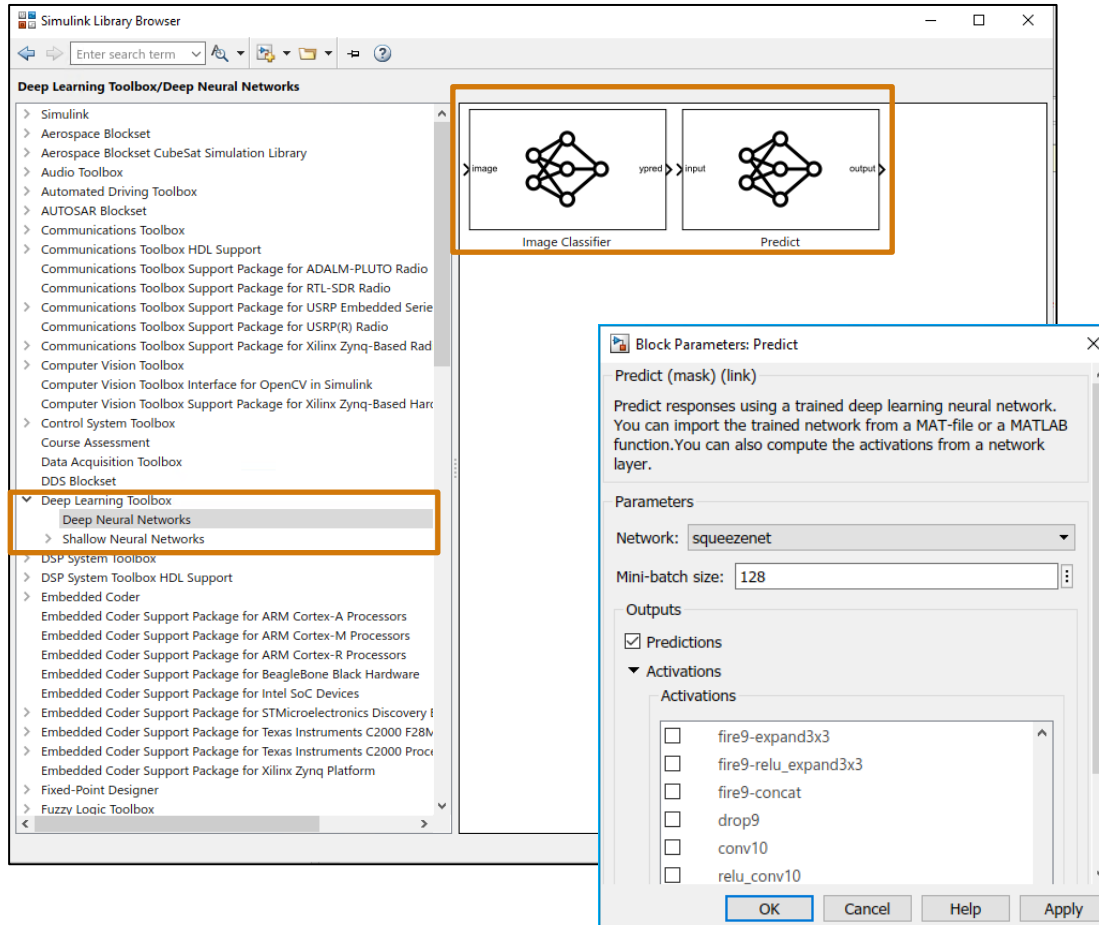
在Simulink中调用深度神经网络进行仿真

为什么需要在Simulink中运行深度学习模型

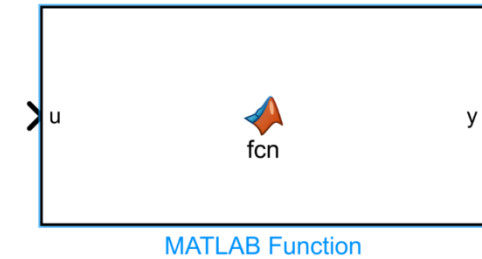
1. 符合AI驱动系统的趋势：基于深度神经网络的智能系统
2. 仿真集成平台的一环：智能算法、被控对象、环境模型的整合

如何在Simulink中运行深度学习模型

Deep Learning Blocks



MATLAB Function Block

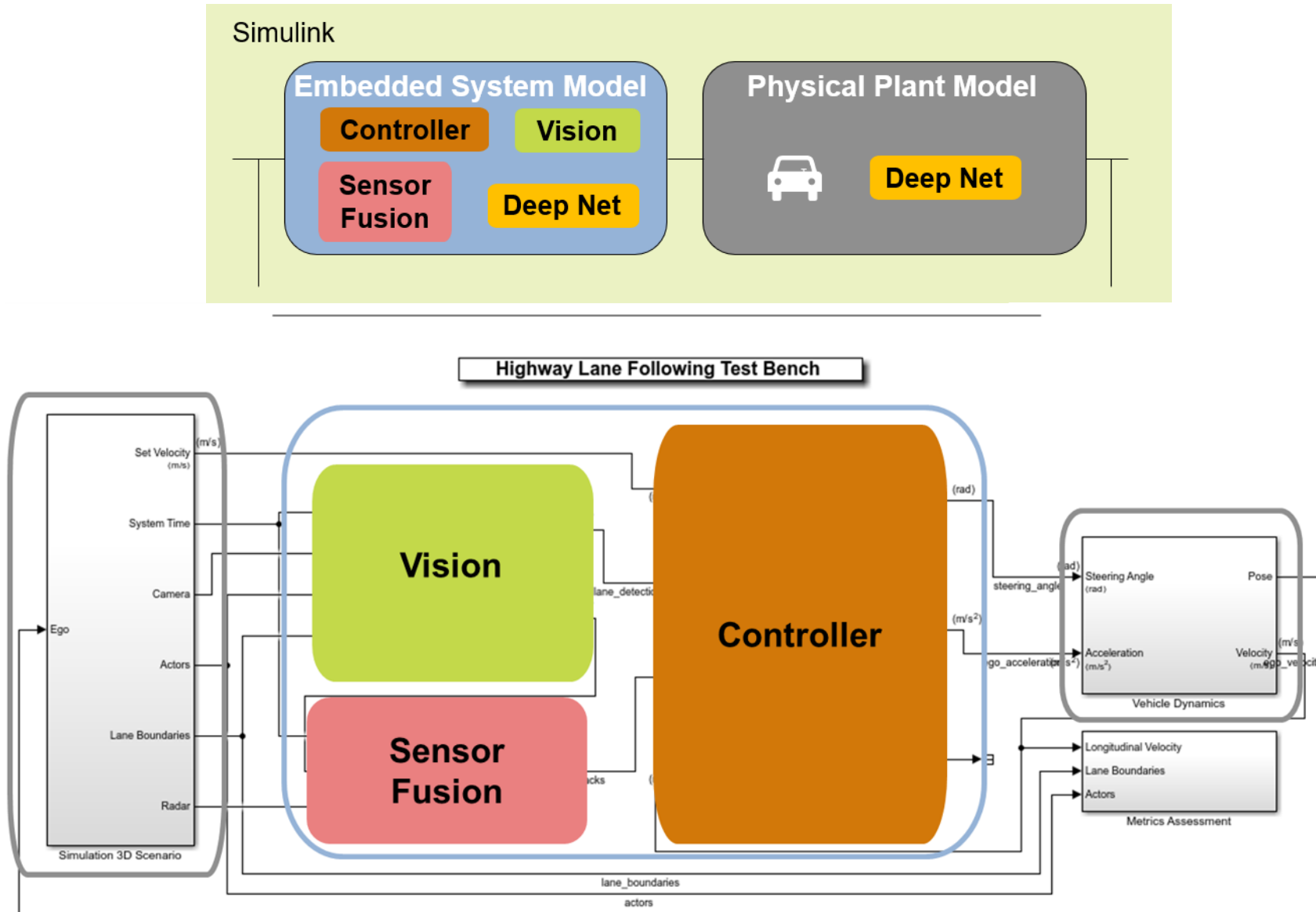


```

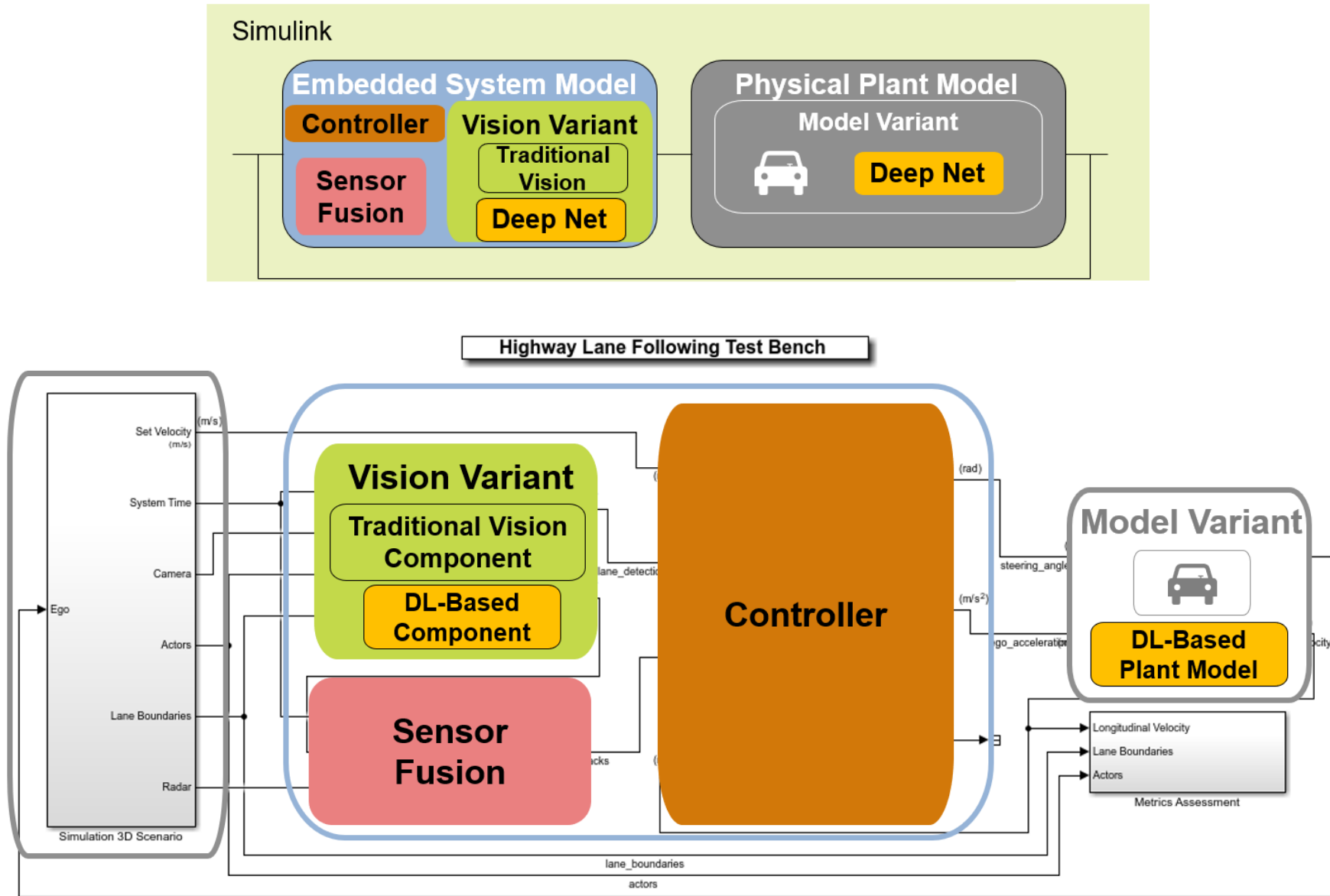
.....
mynet = coder.loadDeepLearningNetwork('mynetwork.mat');
a = mynet.predict(...)
b = mynet.activations(...)
c = mynet.activations(...)
.....

```

AI 驱动系统中的深度学习模块



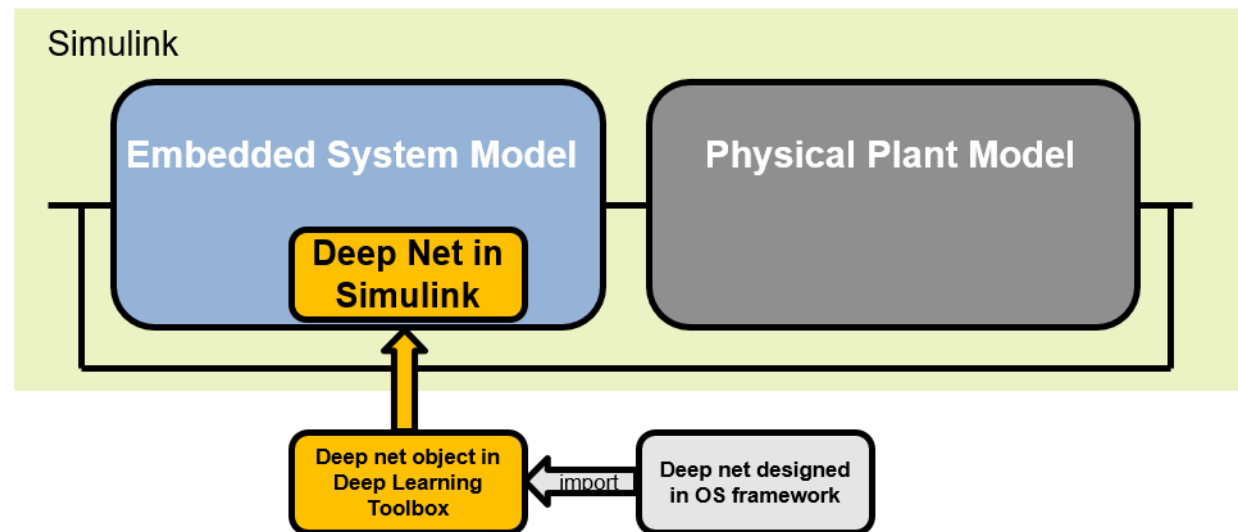
AI 驱动系统中的深度学习模块



使用场景1：将深度学习模块集成到系统设计中

为什么将深度神经网络引入Simulink？

- 系统级测试仿真
- 软件工程 – 针对不同目标硬件实现整体设计的部署



应用：

- 图像：在ADAS应用中检测目标、车道线、前车车距
- 信号：通过电压/电流估计电池SOC

您可以自行训练神经网络，或导入预训练网络和其他人分享的网络

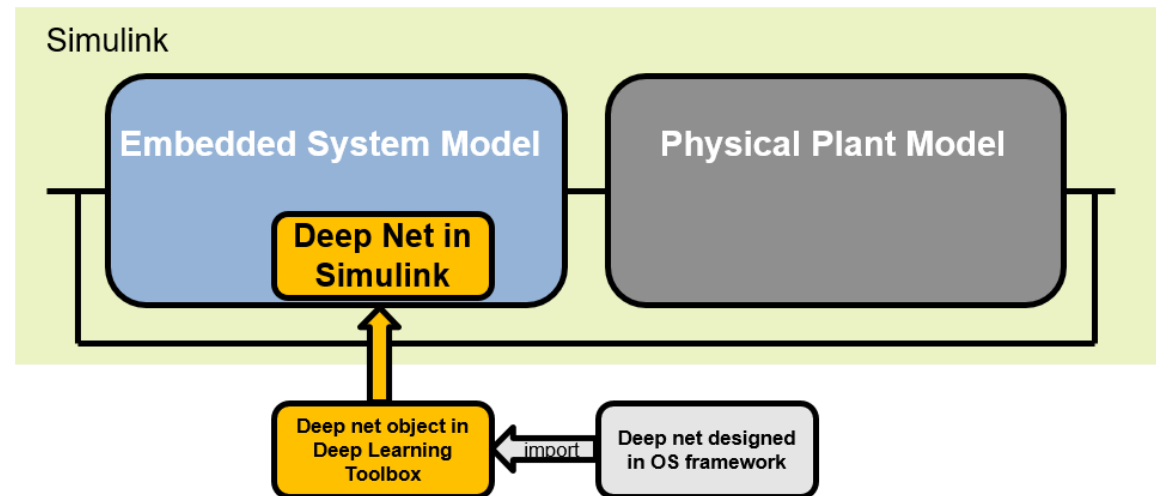
使用场景1：将深度学习模块集成到系统设计中

■ 感知

- 控制单元通过MBD开发
- 使用深度学习实现目标检测和分类
- 将感知和MBD结合/与其他团队协作
- 使用GPU Coder生成感知部分代码

■ 预测性维护

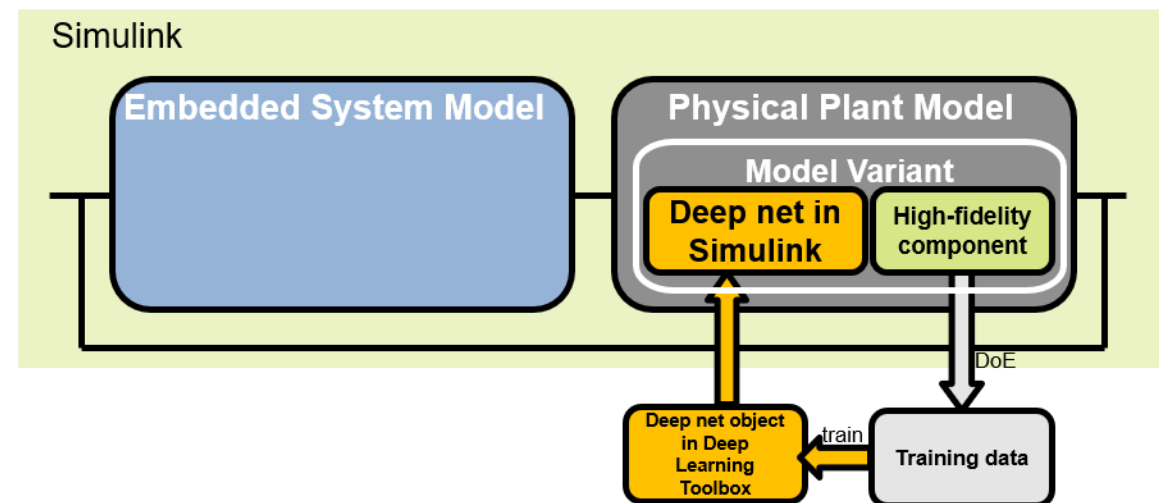
- 发动机预测性维护算法开发（深度神经网络）
- 与Simulink模型集成，并使用Embedded Coder生成代码



使用场景2：将深度学习用于被控对象建模

为什么将深度神经网络引入Simulink？

- 提速 – 替代高保真模型
- 与他人共享
- HIL测试中的代码生成



替代模型/降阶模型应用示例：

- 高仿真发动机模型
- 热力学模型和流体动态仿真模型
- 电机的动态电磁特性

将神经网络导入Simulink仅是整个工作流的一小部分，您还需要设计实验获取训练和验证数据，训练并验证模型

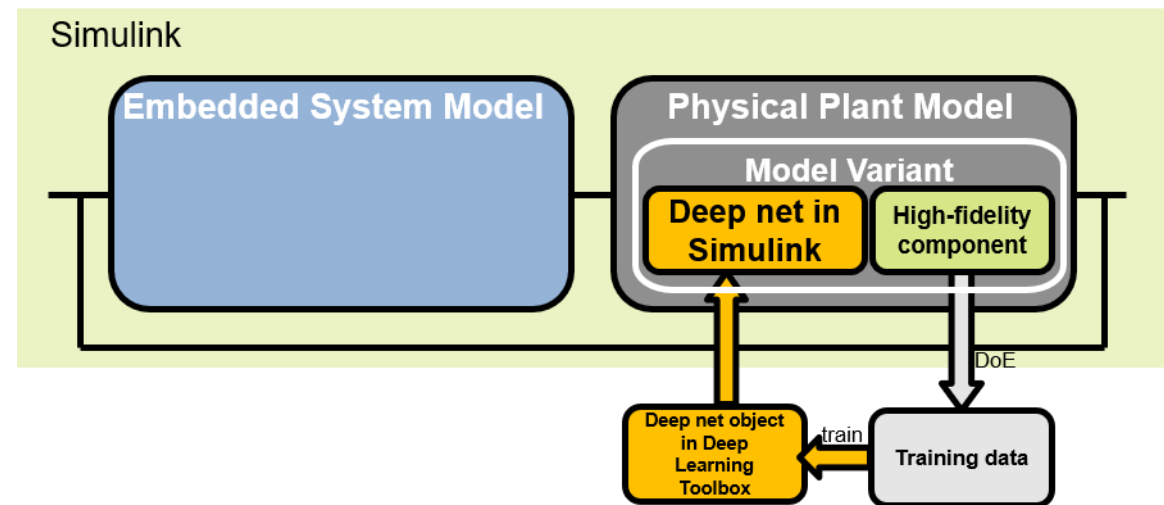
使用场景2：将深度学习用于被控对象建模

■ 数据建模

- 使用LSTM识别元器件动态特性

■ 模型降阶

- 用低阶模型替换高保真Simscape模型
- 创建基于3D-CAE模型的热力学降阶模型(ROM)
- 用于桌面仿真、HIL和联合仿真(FMI/FMU)
- 提高仿真和测试速度

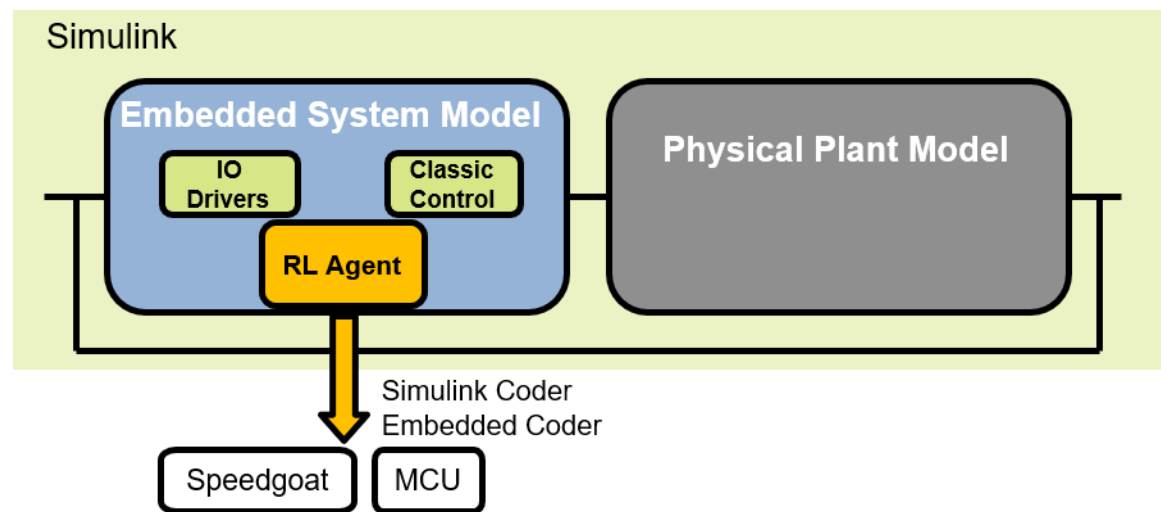


■ 其他方案：Powertrain Blockset

- 提供可快速运行的深度神经网络作为变体模型
- 用于[内燃机仿真](#)

使用场景3：利用强化学习实现复杂控制策略

- 将强化学习智能体用于快速仿真和代码生成
- 模仿学习：用神经网络替代 MPC
- 目前支持MATLAB部署训练好的策略（离线学习）



使用场景3：利用强化学习实现复杂控制策略

■ 模仿学习

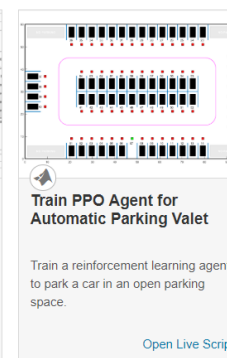
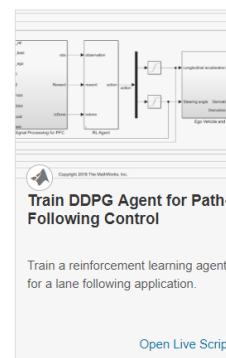
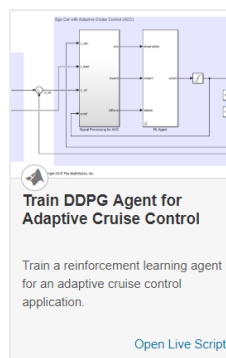
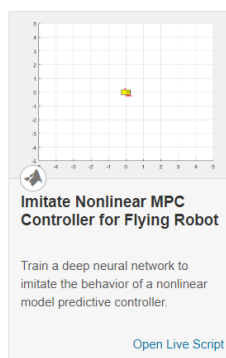
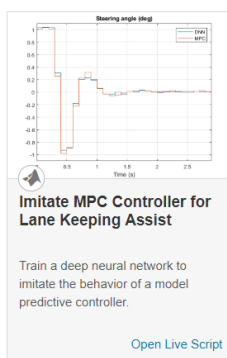
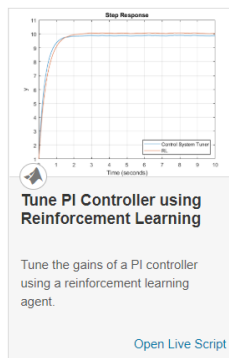
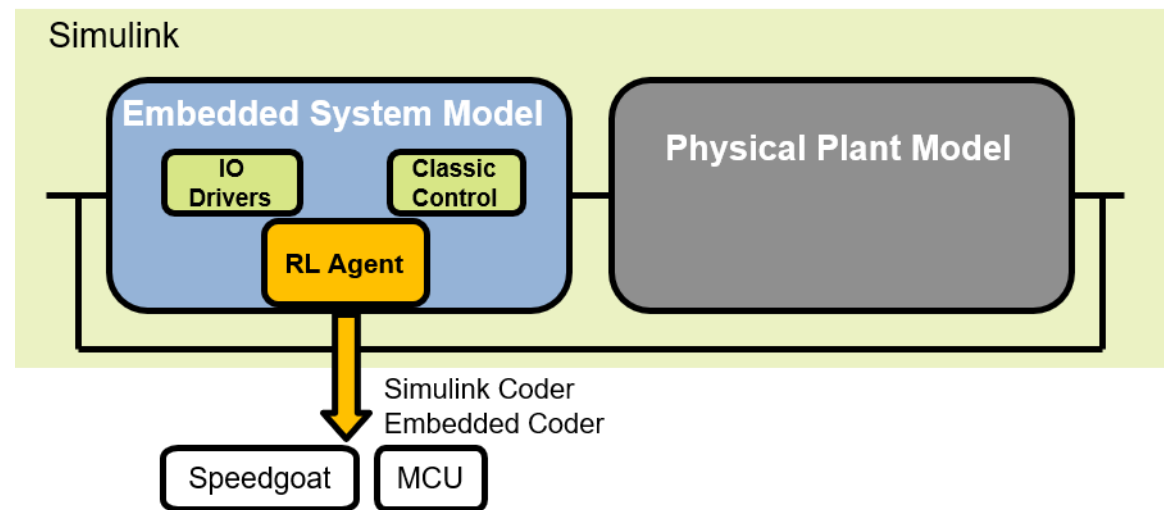
- 替代 MPC 降低计算量

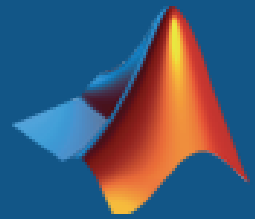
■ 构建控制策略

- 自适应巡航
- 轨迹跟踪
- 自动泊车
- 车道保持

■ 控制策略优化

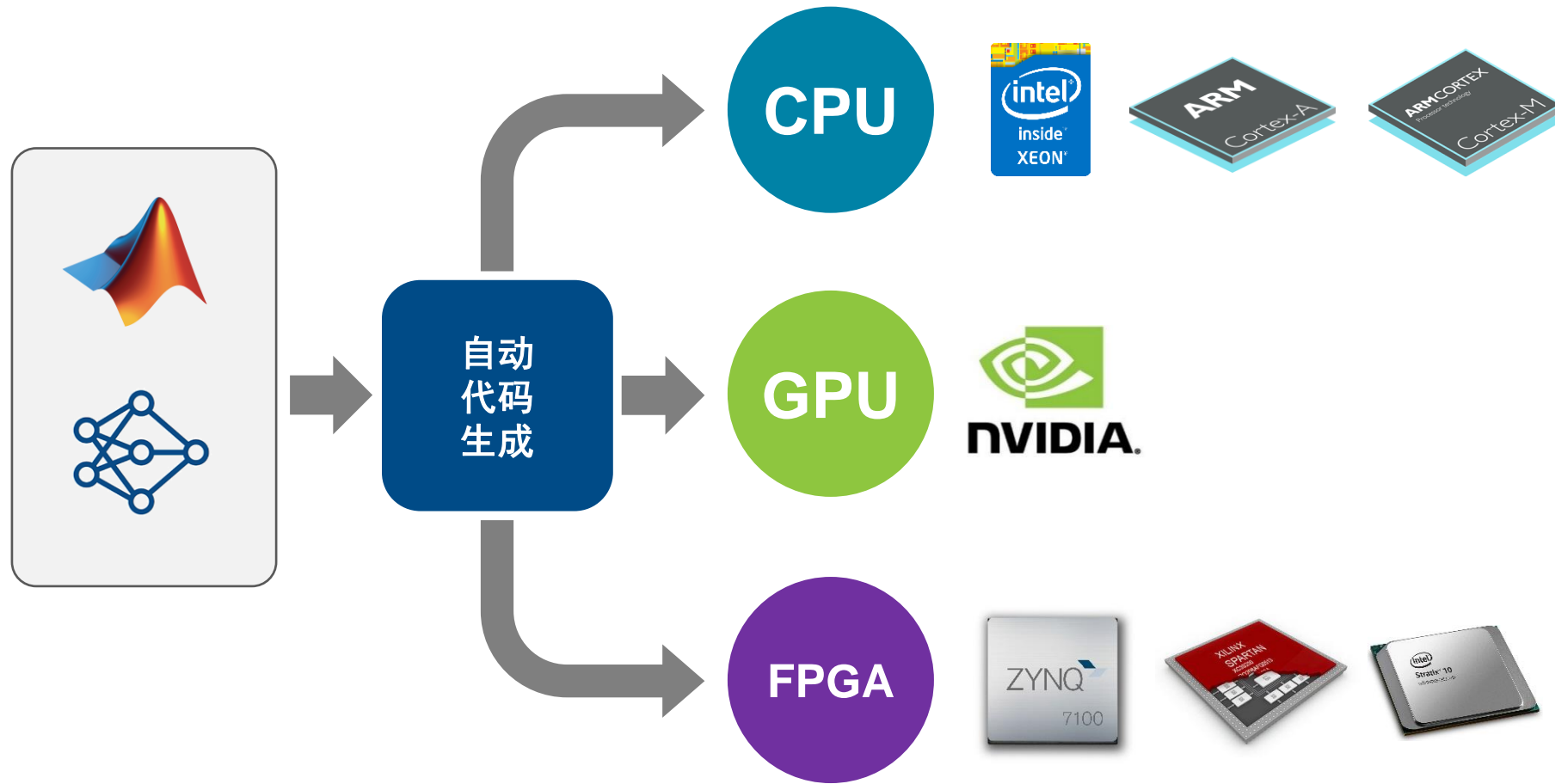
- 优化传统控制器参数
- 多目标优化：单圈时间、燃油经济性等





深度学习部署：ARM 嵌入式 C/C++ 代码生成

一次开发，多平台部署



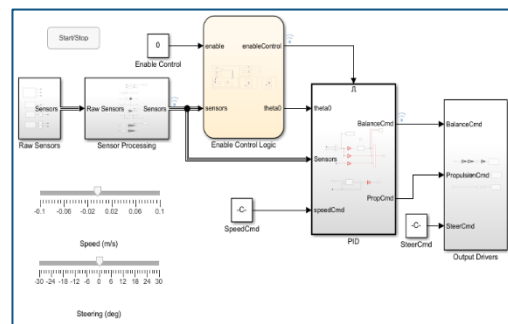
MATLAB 深度学习代码生成

- C/C++代码生成
 - MATLAB Coder/Simulink Coder/Embedded Coder
 - Requirements: ARM-Compute Library
 - 硬件支持包: Raspberry Pi

- CUDA代码生成
 - GPU Coder
 - Requirements: cuDNN
 - 硬件支持: NVIDIA Hardware Board

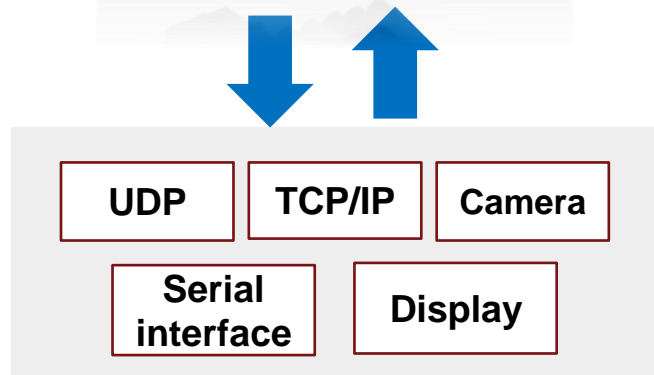
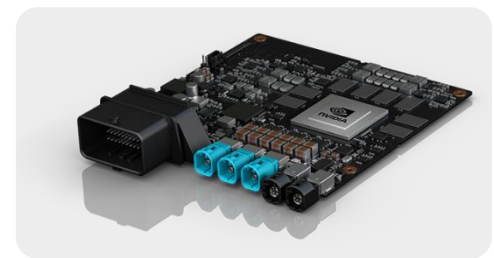
使用NVIDIA硬件支持包的硬件集成

- 外围支持
 - UDP, TCP/IP, 串口
 - 摄像头
 - 显示
- 外部模式
 - 信号日志
 - 参数调优
- 处理器在环测试
 - 数值验证



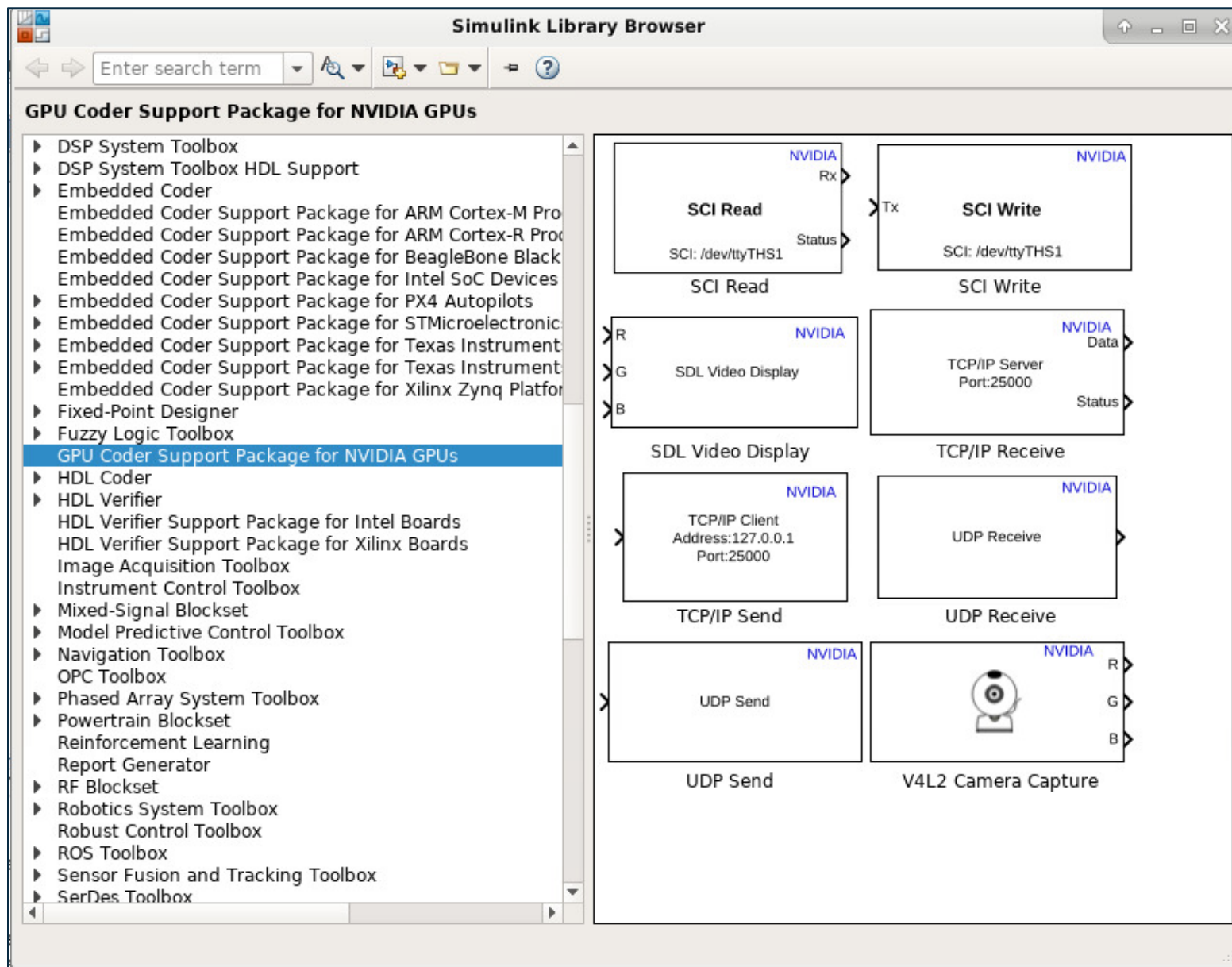
Simulink model

Hardware integration with NVIDIA boards



Interface and generate code for I/O devices

NVIDIA 外围支持



摄像头和显示模块

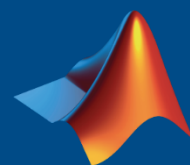
通信模块

- UDP (发送, 接收)
- TCP/IP (发送, 接收)
- 串口 (读取, 写入)

MATLAB® & SIMULINK®



谢谢



MathWorks®

Accelerating the pace of engineering and science