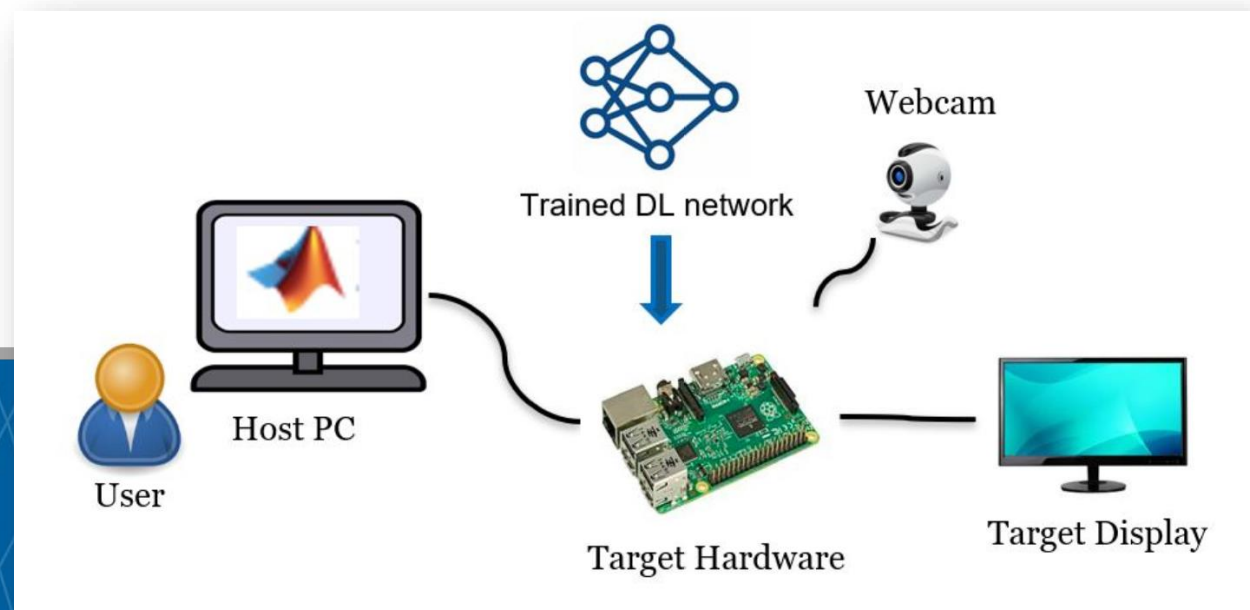


小迈步第二课： MATLAB深度学习入门之树莓派与GPU应用

阮卡佳

MathWorks 中国高校团队高级工程师

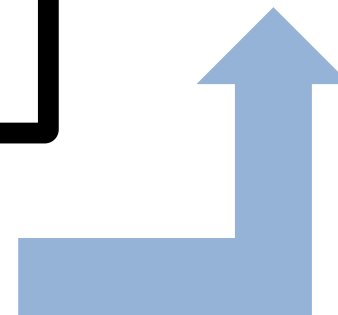
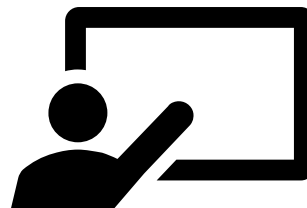


Previous on 小迈步

- 深度学习与卷积神经网络简介
- 使用 MATLAB 实现深度学习的优势
- 仅用11行代码实现图像分类
- 迁移学习的力量
- 设计复杂网络：Deep Network Designer
- MATLAB与 Tensorflow/Pytorch 等开源框架的协作



- 想要回看往期小迈步课程，下载课件及代码？
- 在 MATLAB 官方微信后台回复：**小迈步第一课**

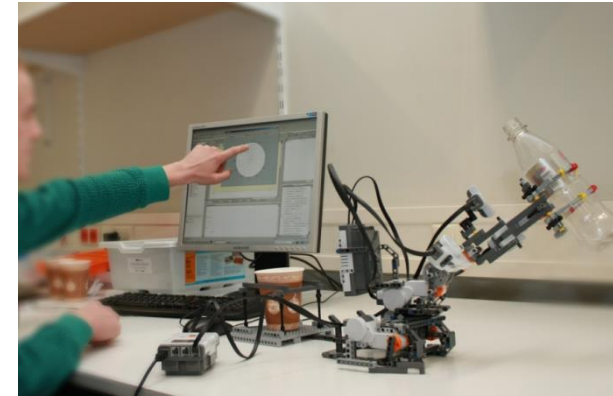
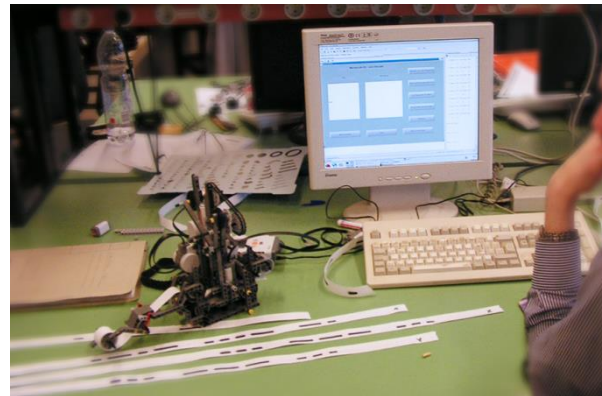
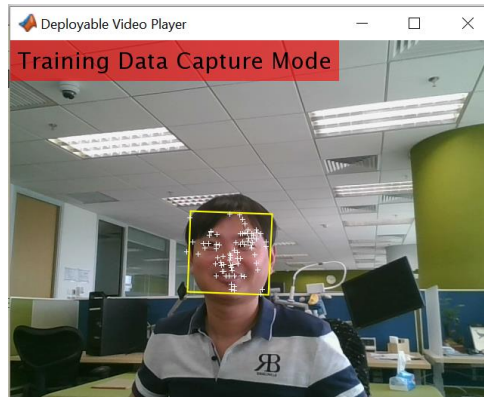


准备篇

基于项目学习：动手实践

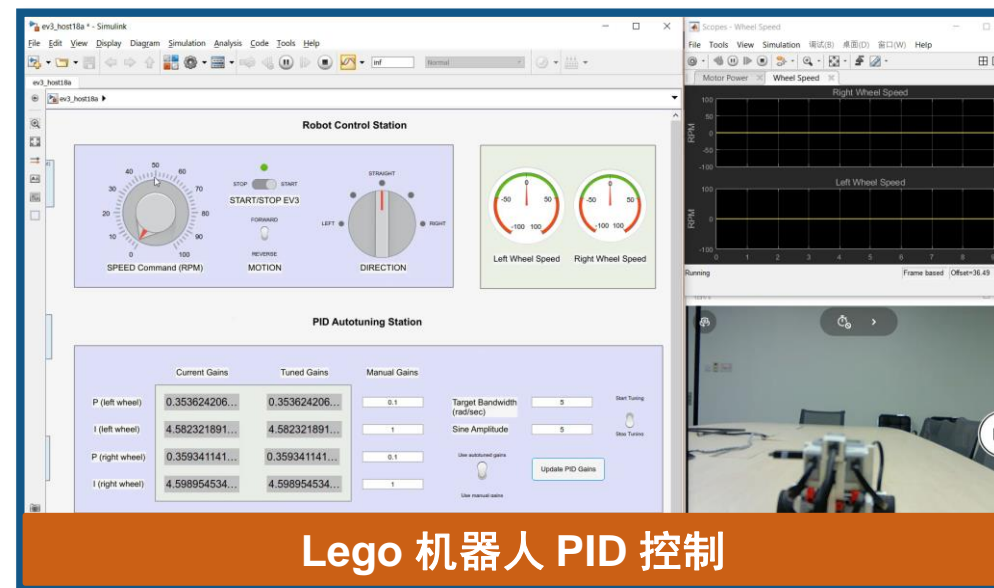
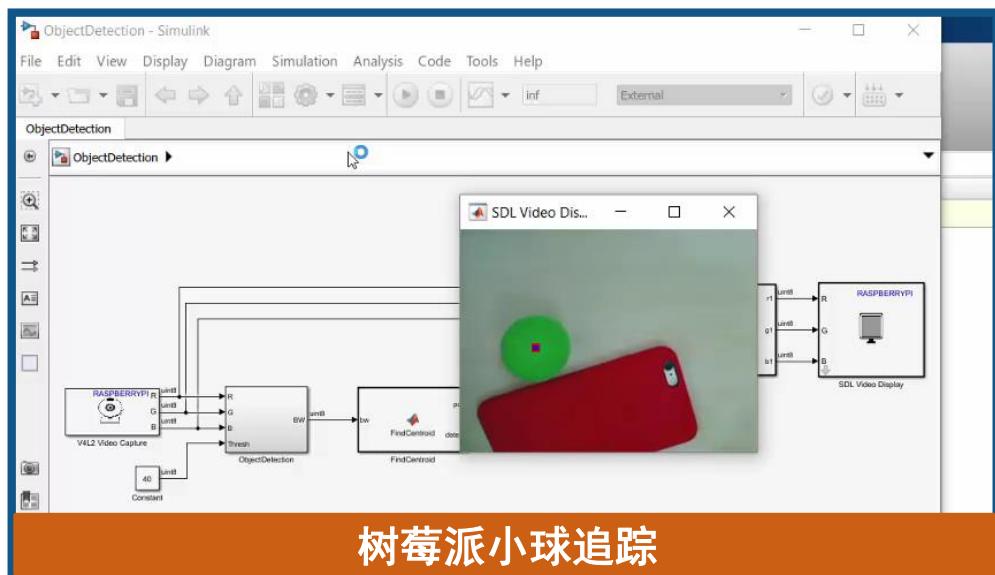
低成本硬件与移动传感器

以项目为基础的学习是一种综合性的课堂教学方法，它旨在使学生参与**真实问题**的研究。

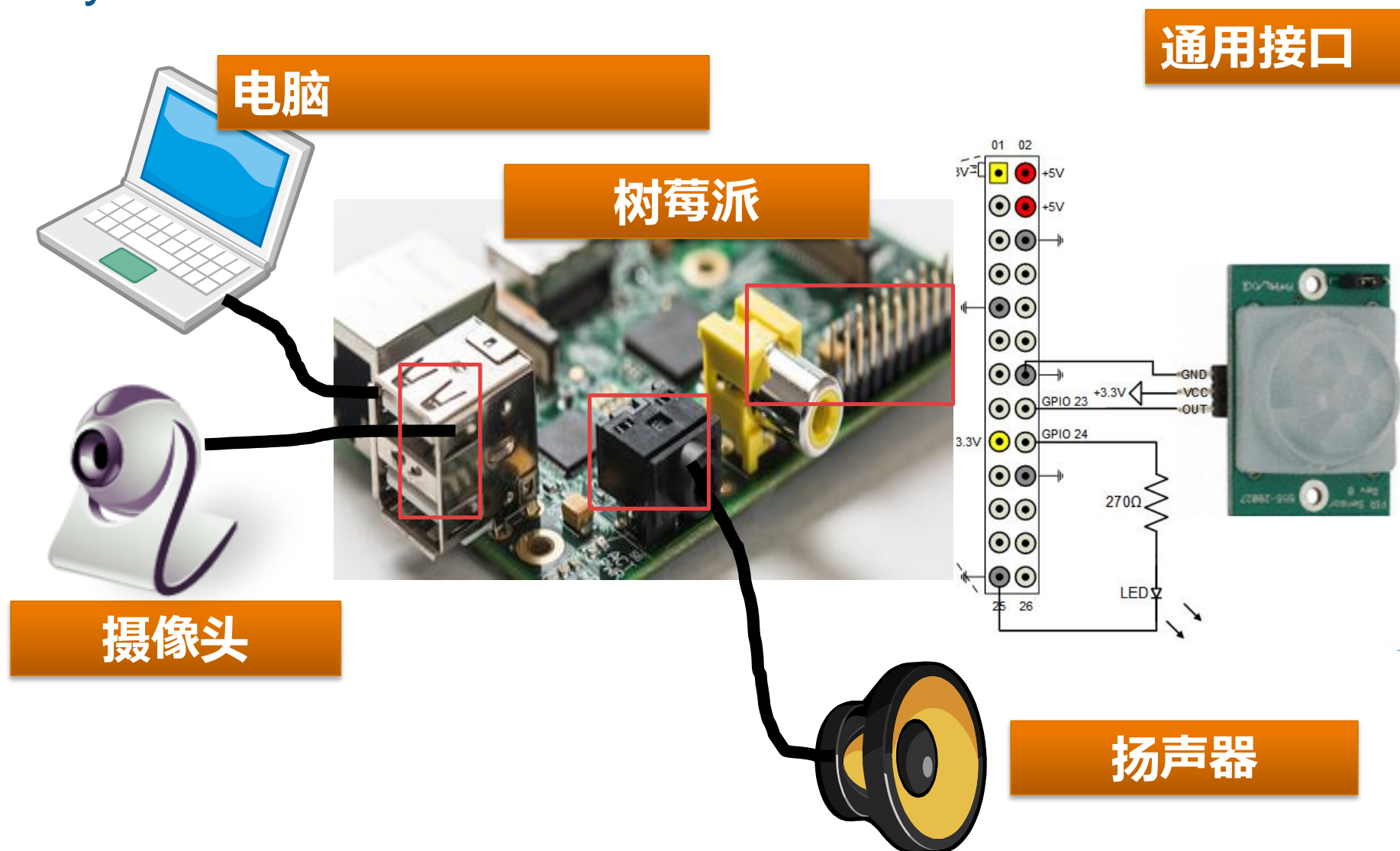


* Motivating Project-Based Learning: Sustaining the Doing, Supporting the Learning, Educational Psychologist
[Volume 26, Issue 3-4](#), 1991

有趣的实例



Raspberry Pi



Raspberry Pi 3 B+



ARM Cortex-A
from
MATLAB, MATLAB Coder

Raspberry Pi 3 B+

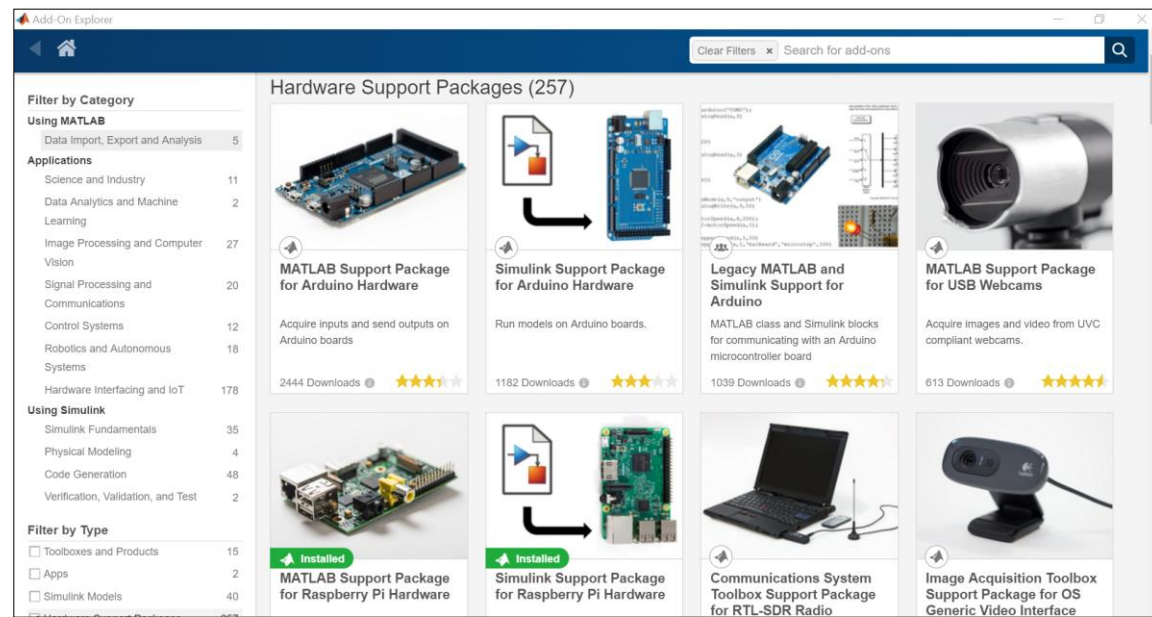
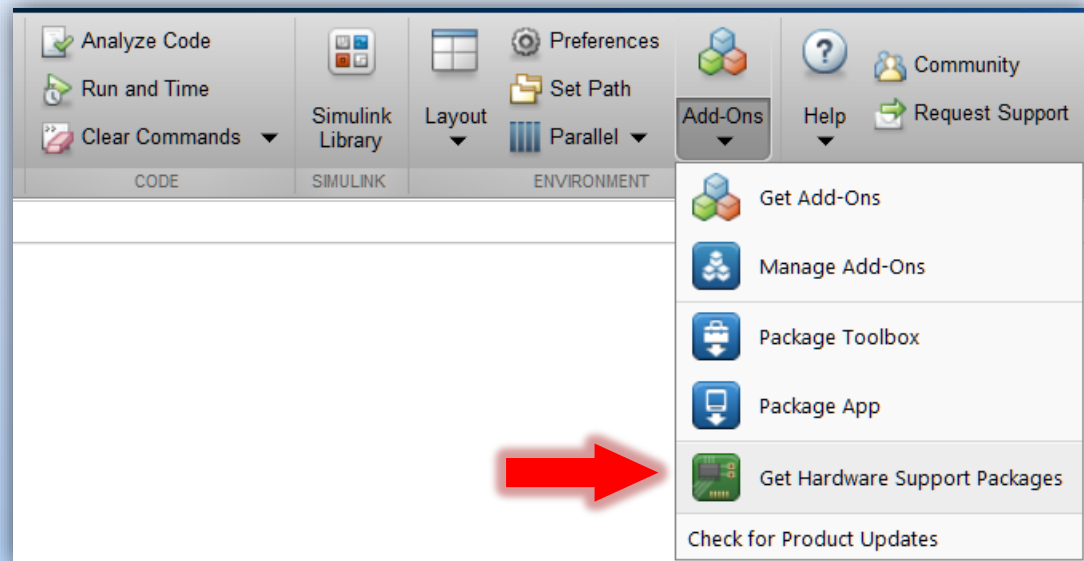
- Neon 指令集架构
- 4核 ARM Cortex-A53

Compute Library from ARM

- 底层优化函数库：图像、视频、计算机视觉等
- 适用于ARM Cortex-A 系列 CPU 处理器和 ARM Mali 系列GPU

下载树莓派和网络摄像头硬件支持包

从 MATLAB 菜单栏:
Add-Ons → Get Hardware Support Packages



从 MATLAB 命令行窗口
>> supportPackageInstaller

MATLAB 支持可适用于运行 NVIDIA CUDA 的GPU

- 直接在 MATLAB 中调用 NVIDIA GPU 计算
- 生成的 CUDA 代码可以跨 NVIDIA GPU 移植，包括：



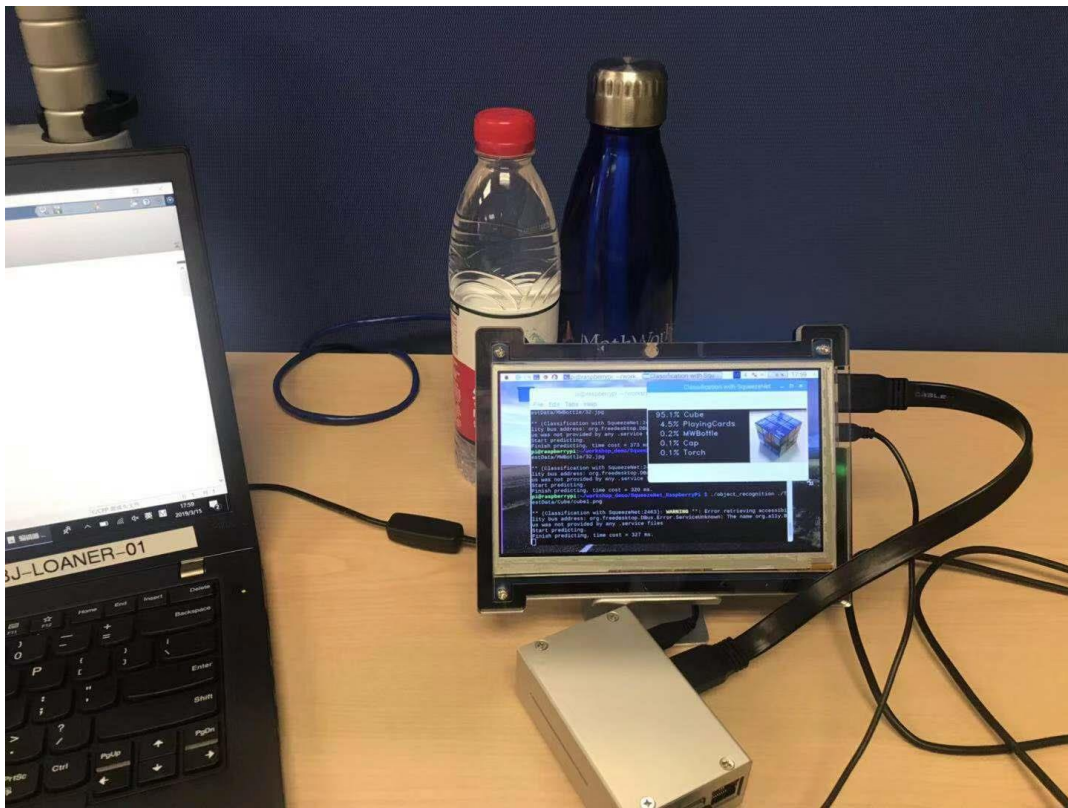
Tesla	Quadro	GeForce	Tegra
V100, P100	GP100	Titan V, Xp	Tegra X1/X2
K80, K40	P/M/K6x00	GTX 1080	Jetson TX1/TX2/ AGX Xavier

- 支持的工具箱
 - Image Processing Toolbox, Computer Vision System Toolbox
 - Deep Learning Toolbox

* Need Linux to compile for Tegra

** **Any modern** CUDA-enabled GPU with **compute capability 3.2** or higher

应用实例：在 CPU 和 GPU 上轻松运行 SqueezeNet



Raspberry Pi 3B
(基于ARM Cortex-A CPU处理器)



GeForce GTX 1080
(NVIDIA GPU 显卡)

应用实例：在 CPU 和 GPU 上轻松运行 SqueezeNet

**Demo 1**

图像采集



图像预处理



预训练网络

95.9% MWBottle
3.6% Torch
0.3% Cube
0.2% NFSQ
0.1% Cap

推断

Demo 2

网络部署

Demo 3

Raspberry Pi



NVIDIA GPU

小迈步第一课 “深度学习课堂” 回顾

—— 迁移学习的力量



训练数据



预处理

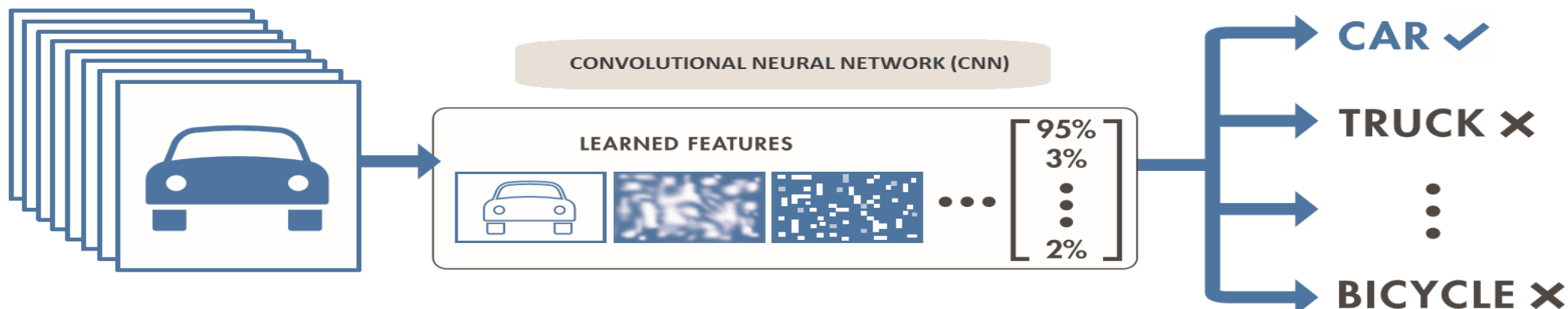


训练网络

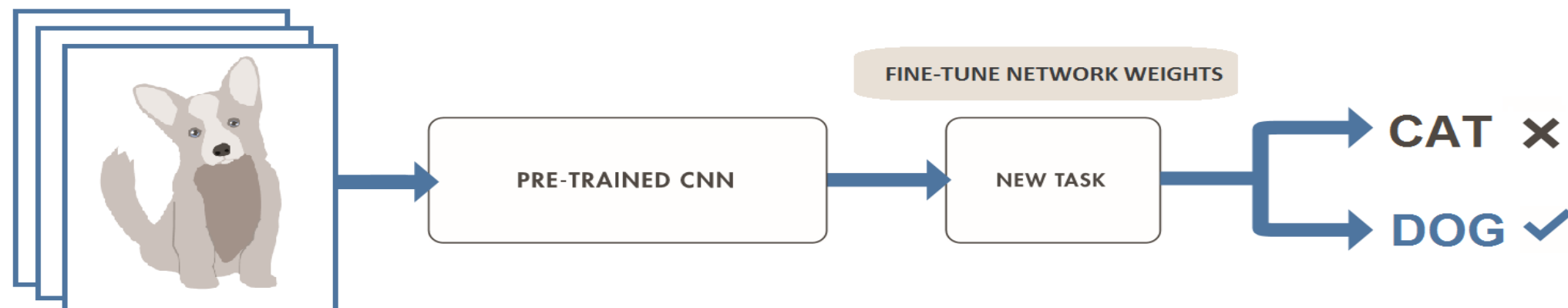
Demo 1

深度学习的两种方法

1. 从头开始训练一个深度神经网络

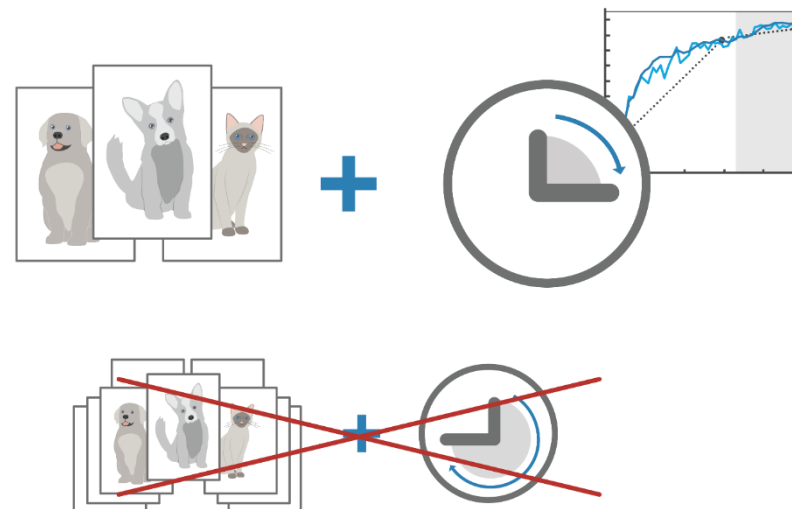


2. 微调一个预先训练好的模型（迁移学习）

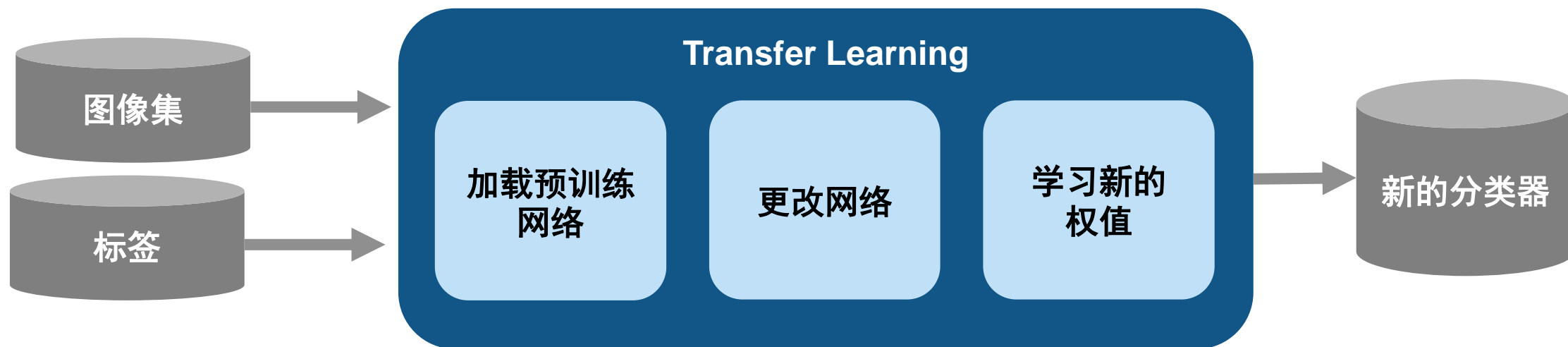


为什么使用迁移学习？

- 所需数据集大幅减少，训练时间也随之减少
- 参考模型（如AlexNet, VGG-16, VGG-19）是强有力的特征提取器
- 以顶级研究者的最佳网络模型为基础



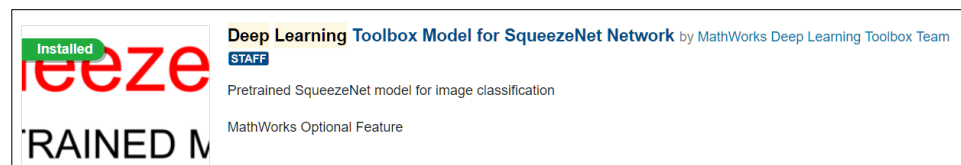
迁移学习的工作流程



训练数据



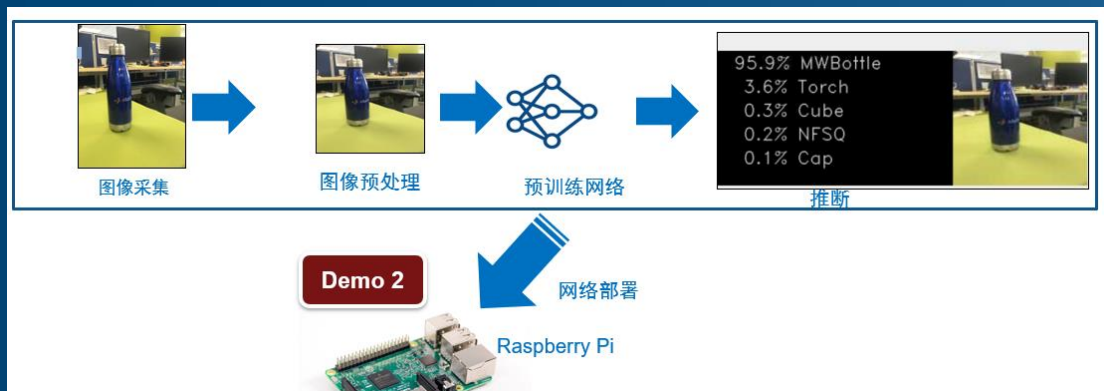
轻量级CNN模型
预训练网络（Add-Ons下载）



Demo

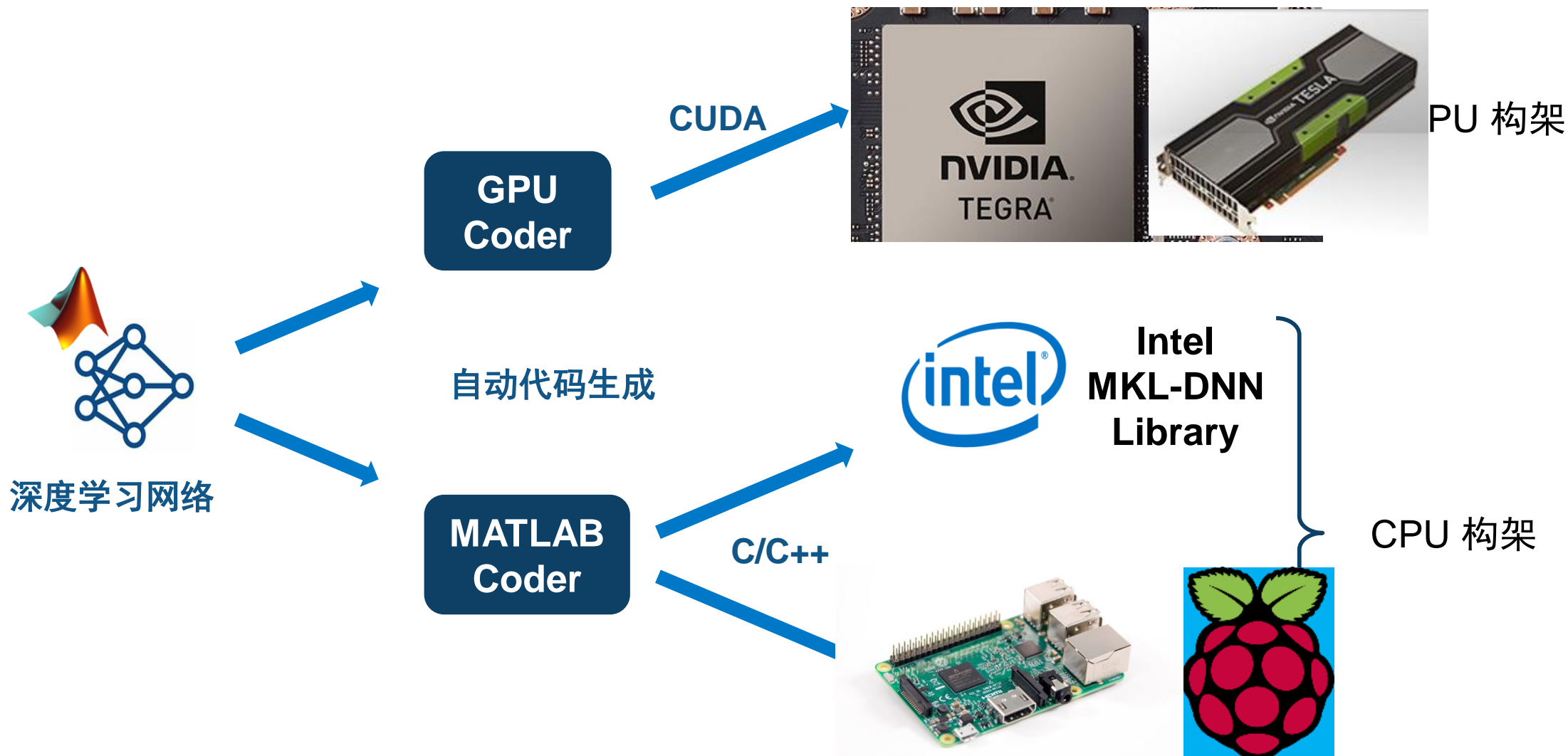
中场答疑环节

在树莓派上实现物品识别

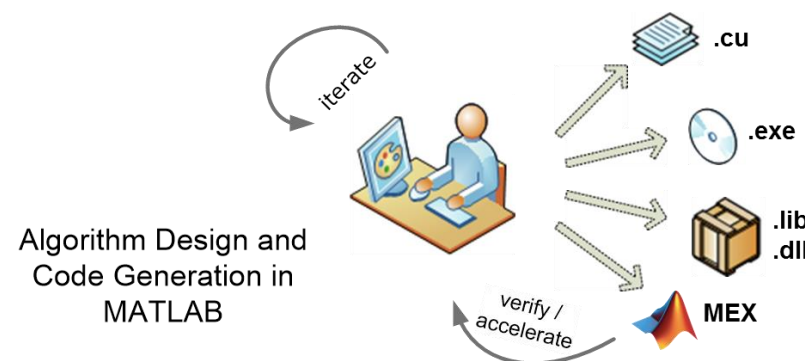
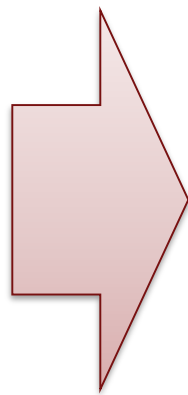
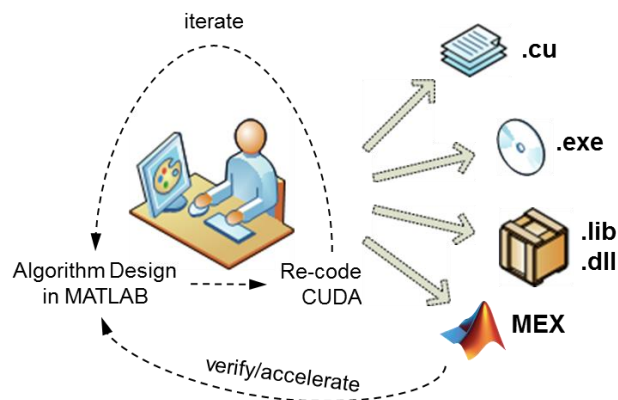




生成代码，轻松部署深度学习模型



MATLAB Coder 和 GPU Coder



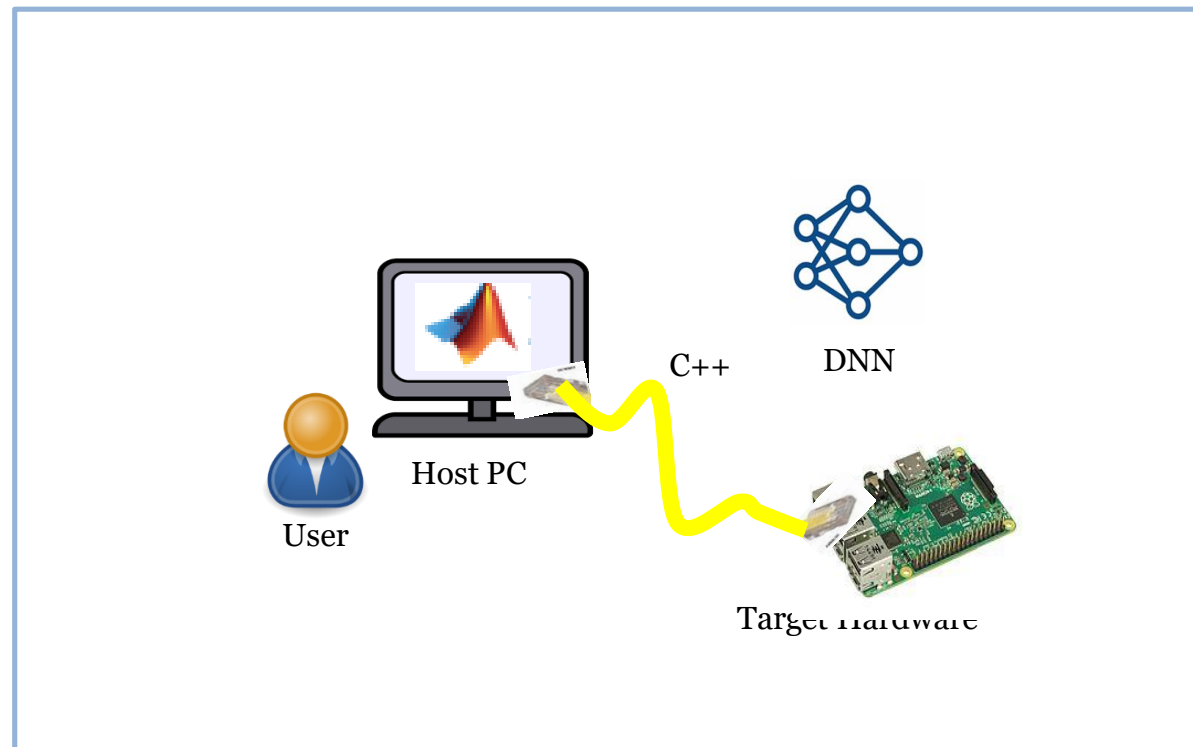
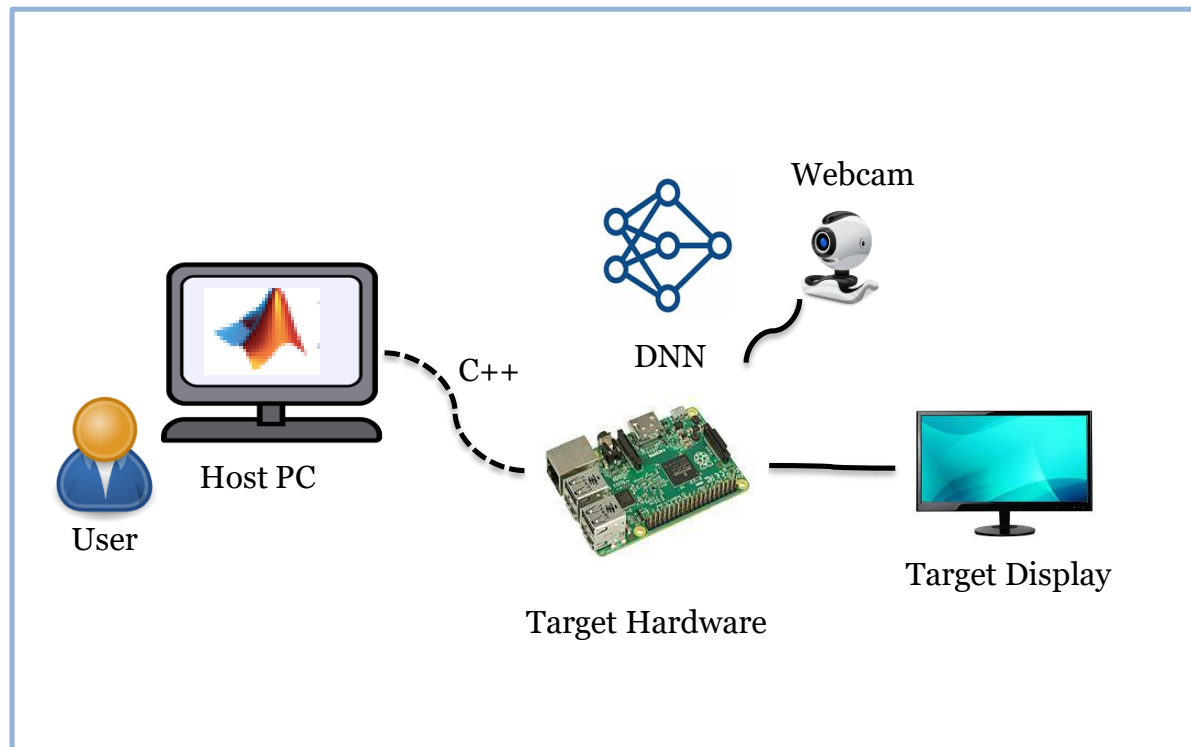
挑战: 手写代码

- 不擅长 C、C++、CUDA
- 耗时
- 错误代码风险
- 多目标部署
- 昂贵
- 软硬件联合调试

解决方法: MATLAB Coder / GPU Coder

- 自动将 MATLAB 转为 C、C++ 和 CUDA
- 获得更高效的 C、C++ 和 CUDA
- 规避潜在手写代码错误
- 保持单一的“真像”
- 加快迭代周期
- SIL/PIL

使用 MATLAB 在 Arm Cortex A 上部署完整的深度学习算法



深度学习代码生成和部署

步骤解析：目标器件为 ARM 的 cnncodegen 流程

预训练 My_SqueezeNet



cnncodegen

目标 C++ 代码集



Host PC

1

本机环境预设值

- MATLAB Coder
- MATLAB Coder Interface for Deep Learning (Adds-On)
- Windows 环境变量
 - ARM_COMPUTELIB = /usr/local/arm_compute

'arm-compute', 'cudnn', 'mkldnn', 'tensorrt'

2

```
cnncodegen(net, 'targetlib', libraryname)
```

3

用户手写的 main.cpp

步骤解析：目标器件为 ARM 的 cnncodegen 流程

1 本机环境预设值

```
>> net = resnet50  
  
net =  
  
DAGNetwork with properties:  
  
    Layers: [177x1 nnet.cnn.layer.Layer]  
    Connections: [192x2 table]  
  
>> cnncodegen(net,'targetlib','arm-compute')  
### Codegen Successfully Generated for arm device
```

2 cnncodegen

```
b_alexnet::b_alexnet()  
{  
    this->numLayers = 23;  
    this->layers[0] = new MWInputLayer;  
    this->layers[1] = new MWConvLayer;  
    this->layers[2] = new MWReLULayer;  
    ...  
}  
  
void b_alexnet::predict()  
{  
    int32_T idx;  
    for (idx = 0; idx < 23; idx++) {  
        this->layers[idx]->predict();  
    }  
}  
  
void b_alexnet::setup()  
{  
    this->layers[0]->createInputLayer(1, 227, 227, 3, 1);  
    this->layers[0]->loadAvg("avg_1");  
    this->layers[1]->createConvLayer(this->layers[0], 11, 11,  
    this->layers[1]->loadWeights(cnn_conv1_w");  
    this->layers[1]->loadBias("cnn_conv1_b");  
}
```

生成的 CNN Class

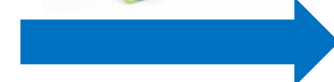
3 用户手写的 main.cpp

```
// Main function  
int main(int argc, char* argv[]) {  
    int n = 1;  
    char synsetWords[1000][100];  
  
    if (argc != 2) {  
        printf("Input image missing\n");  
        exit(1);  
    }  
    if (prepareSynset(synsetWords) ==  
        printf("ERROR: Unable to find\n");  
        return -1;  
    }  
  
    CnnMain* net = new CnnMain;  
    net->batchSize = n;  
    net->setup();  
    readData(net->inputData, argv[1]);  
    net->predict();  
    writeData(net->outputData, synsetWords);  
}
```

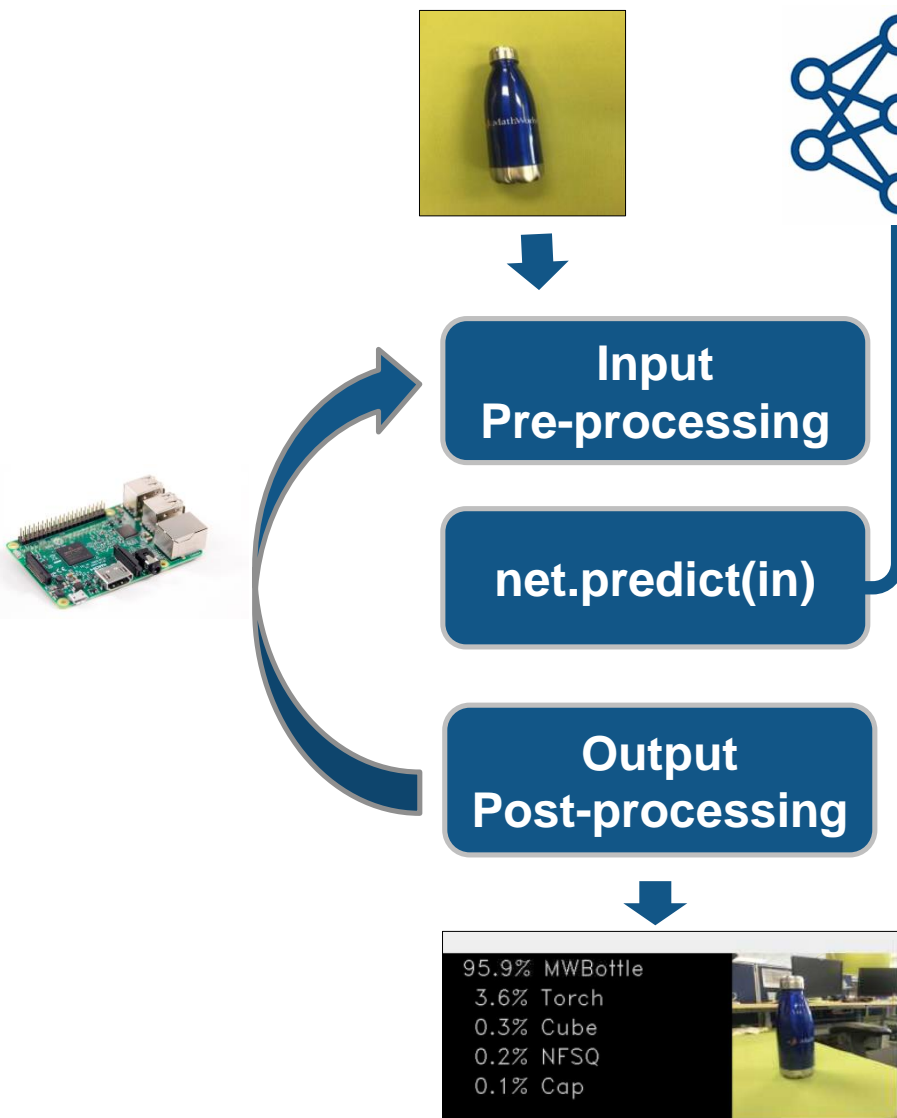
手写 main.cpp



Host PC



步骤解析：在 Raspberry Pi 进行推断



```
b_alexnet::b_alexnet()
{
    this->numLayers = 23;
    this->layers[0] = new
    this->layers[1] = new
    this->layers[2] = new
    ...
}

void b_alexnet::predict
{
    int32_T idx;
    for (idx = 0; idx < 23; idx++) {
        this->layers[idx]->predict();
    }
}

void b_alexnet::setup()
{
    this->layers[0]->createInputLayer(1, 227, 227, 3, 1);
    this->layers[0]->loadAvg("avg_1");
    this->layers[1]->createConvLayer(this->layers[0], 11, 11,
    this->layers[1]->loadWeights(cnn_conv1_w");
    this->layers[1]->loadBias("cnn_conv1_b");
}
```

生成代码codegen
文件夹,
Makefile,
synsetWord.txt

```
// Main function
int main(int argc, char* argv[]) {
    int n = 1;
    char synsetWords[1000][100];

    if (argc != 2) {
        printf("Input image missing \n");
        exit(1);
    }
    if (prepareSynset(synsetWords) ==
        printf("ERROR: Unable to find
        return -1;
    }

    CnnMain* net = new CnnMain;
    net->batchSize = n;
    net->setup();

    readData(net->inputData, argv[1]);
    net->predict();
    writeData(net->outputData, synsetWords);
}
```

手写 main.cpp

步骤解析：在 Raspberry Pi 进行推断

1

Raspberry Pi 环境预设值

- ARM Compute Library 安装以及环境变量
ARM_COMPUTELIB = /usr/local/arm_compute
- OpenCV 安装以及环境变量
TARGET_OPENCV_DIR=/usr

2

生成静态链接库 cnnbuild.a

```
make -C /demo_folder/codegen -f cnnbuild_rtw.mk
```

3

生成可执行文件 object_recognition

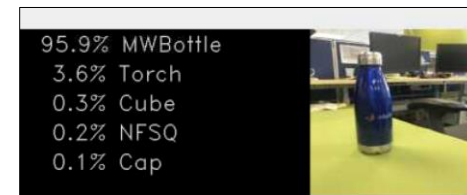
```
make -C /demo_folder arm_neon -f makefile_arm
```

4

运行检测结果

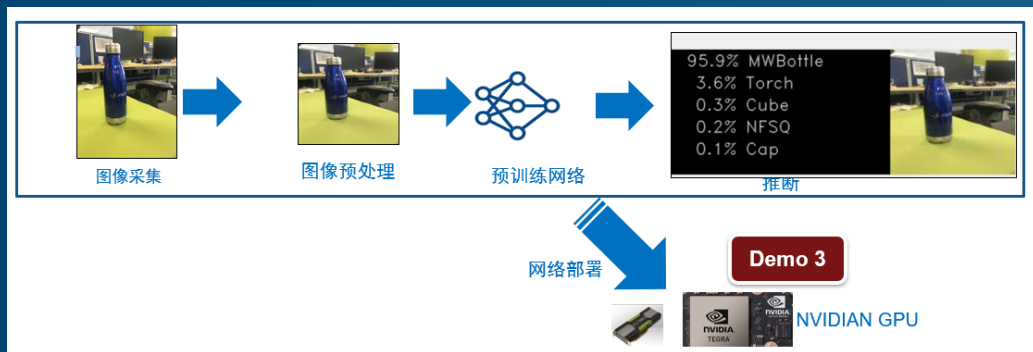
```
./object_recognition ./TestData/MWBottle/9.jpg
```

```
./object_recognition ./TestData/Cube/cube1.png
```

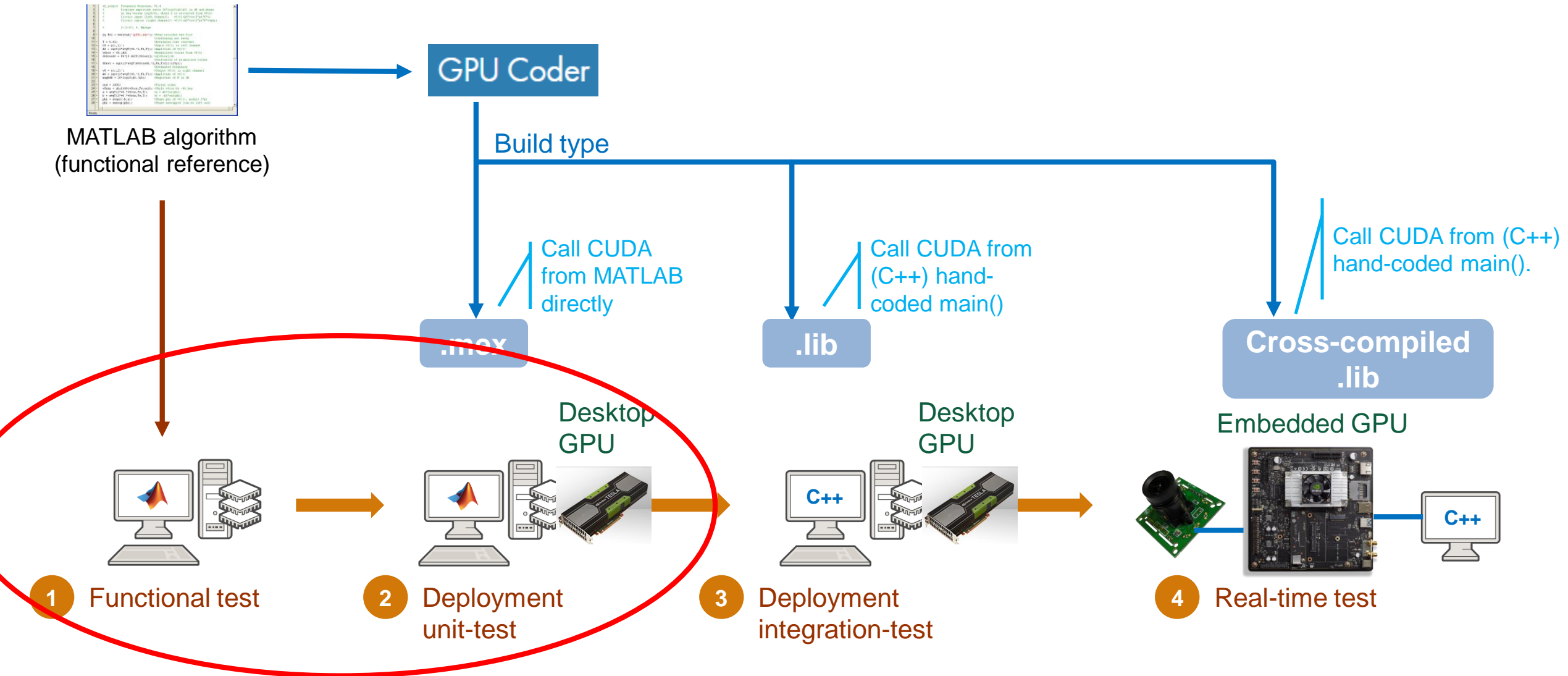


Demo

在 NVIDIA GPU 上实现物品识别应用



使用 MATLAB 在 NVIDIA GPU 上部署完整的深度学习算法



用于 GPU 的 CUDA 编程的挑战

- 学习用 CUDA 编程
 - 需要重写并行处理范例的算法
- 创建 CUDA 内核
 - 需要分析算法以创建最大化并行处理的 CUDA 内核
- 分配内存
 - 需要处理 CPU 和 GPU 内存空间上的内存分配
- 最大限度地减少数据传输
 - 需要最小化，同时确保在算法的适当部分完成所需的数据传输

GPU Coder App

The screenshot displays the GPU Coder App interface for a project named 'squeeze_net_predict.prj'. The interface is divided into three main sections: 'Select', 'Define', and 'Check'. The 'Define' section is currently active, showing a list of configuration options on the left and a detailed settings panel on the right.

Select | **Define** | Check

GPU C

Entry-Point Functions:

squeeze_net_predict

Project location: C:\Users\eruan\Desktop\PBL_WeChat\Demo\SqueezeNet_GPU\squeeze

Numeric Conversion: None

Define

- Paths
- Speed
- Memory
- Code Appearance
- Debugging
- Custom Code
- GPU Code
- Deep Learning
- All Settings

Target library: cuDNN

cuDNN

☒ Enable Auto Tuning

Next >

Demo

轻松重新定位到 NVIDIA Jetson 和 DRIVE 平台

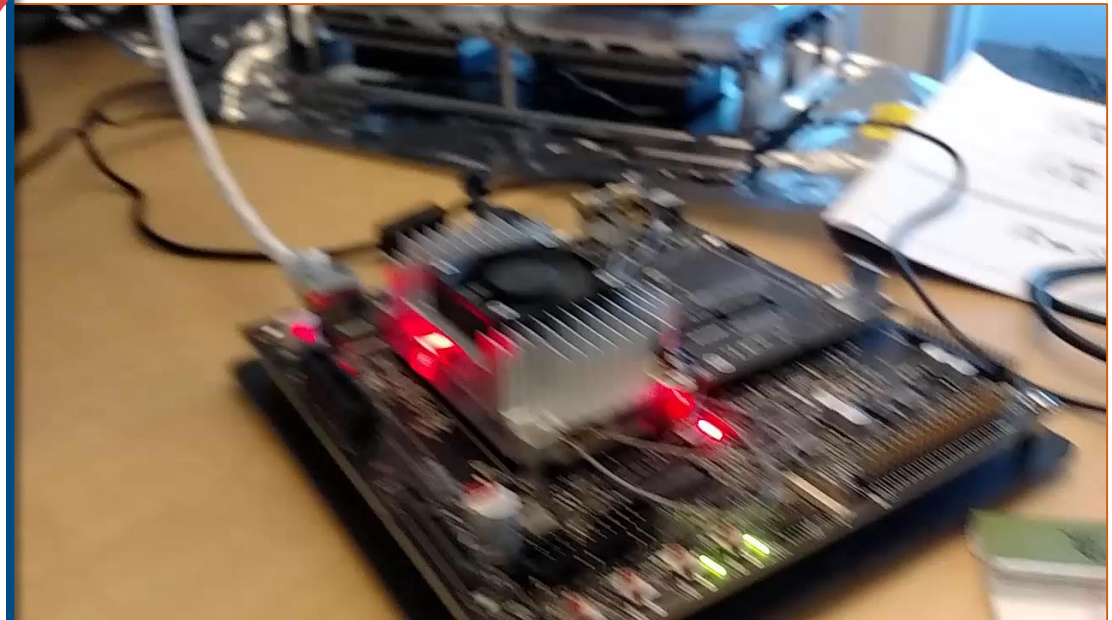
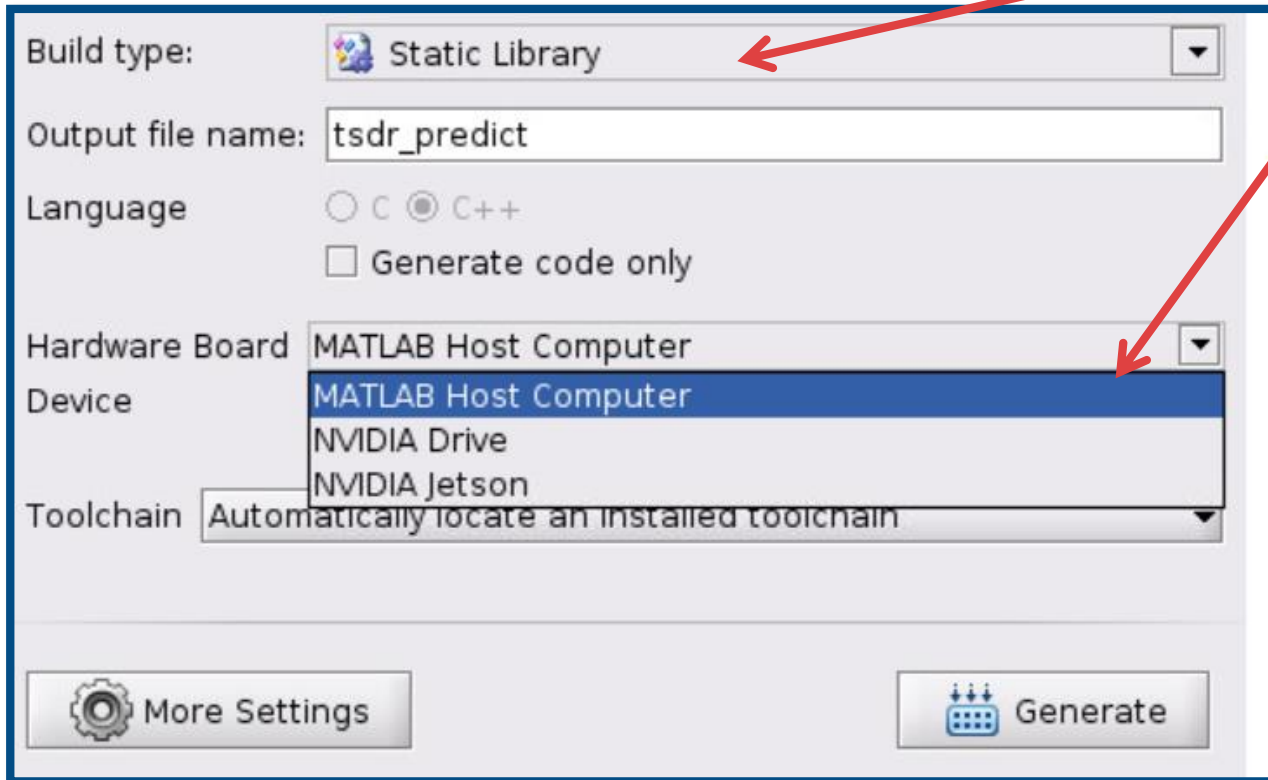
■ NVIDIA 主板较差编译

- Jetson boards (TK1, TX1, TX2, AGX Xavier)
- DRIVE PX2

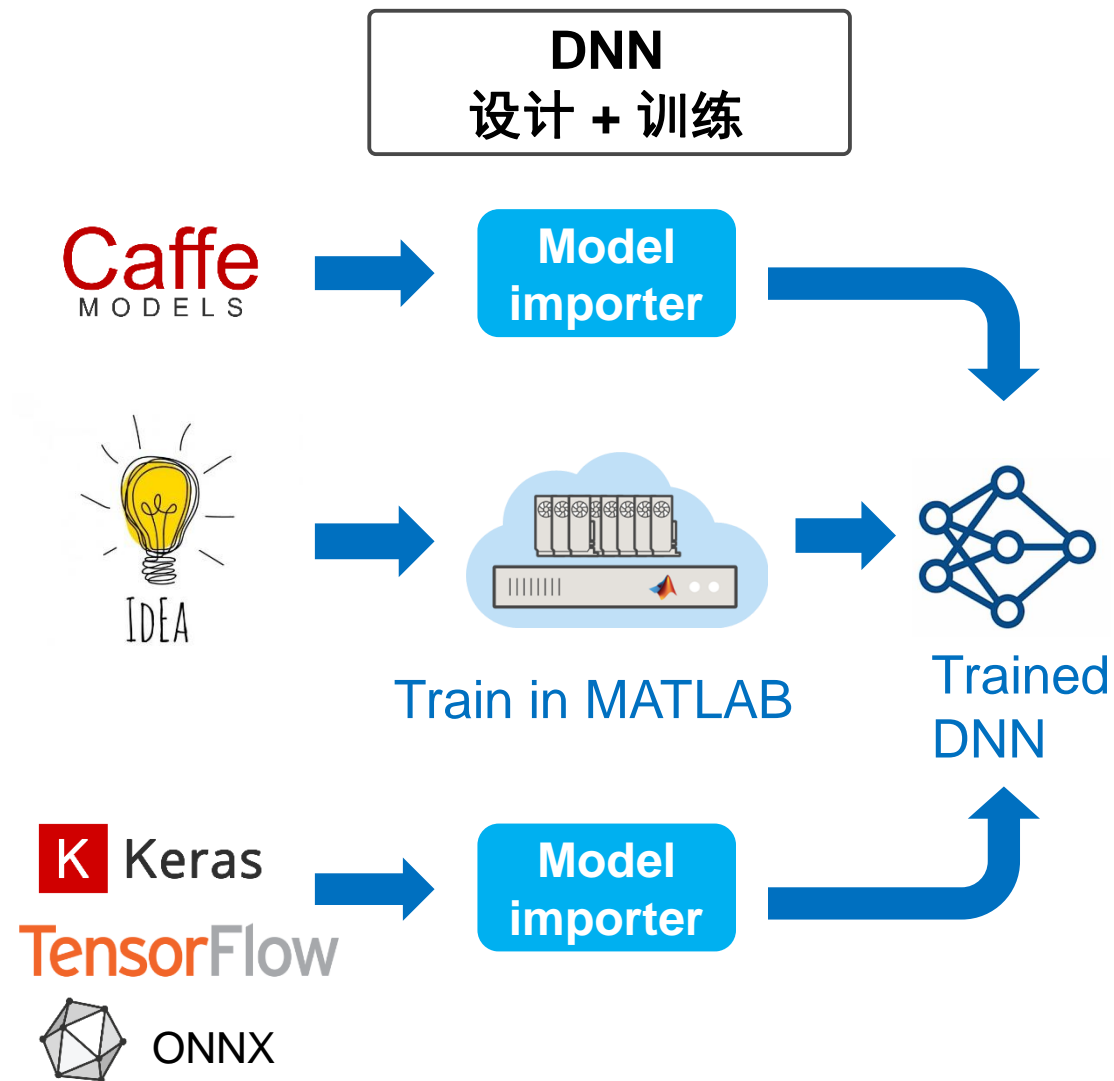
两个小的变化

1. 更改 build-type 到 'lib'

2. 选择对应 toolchain

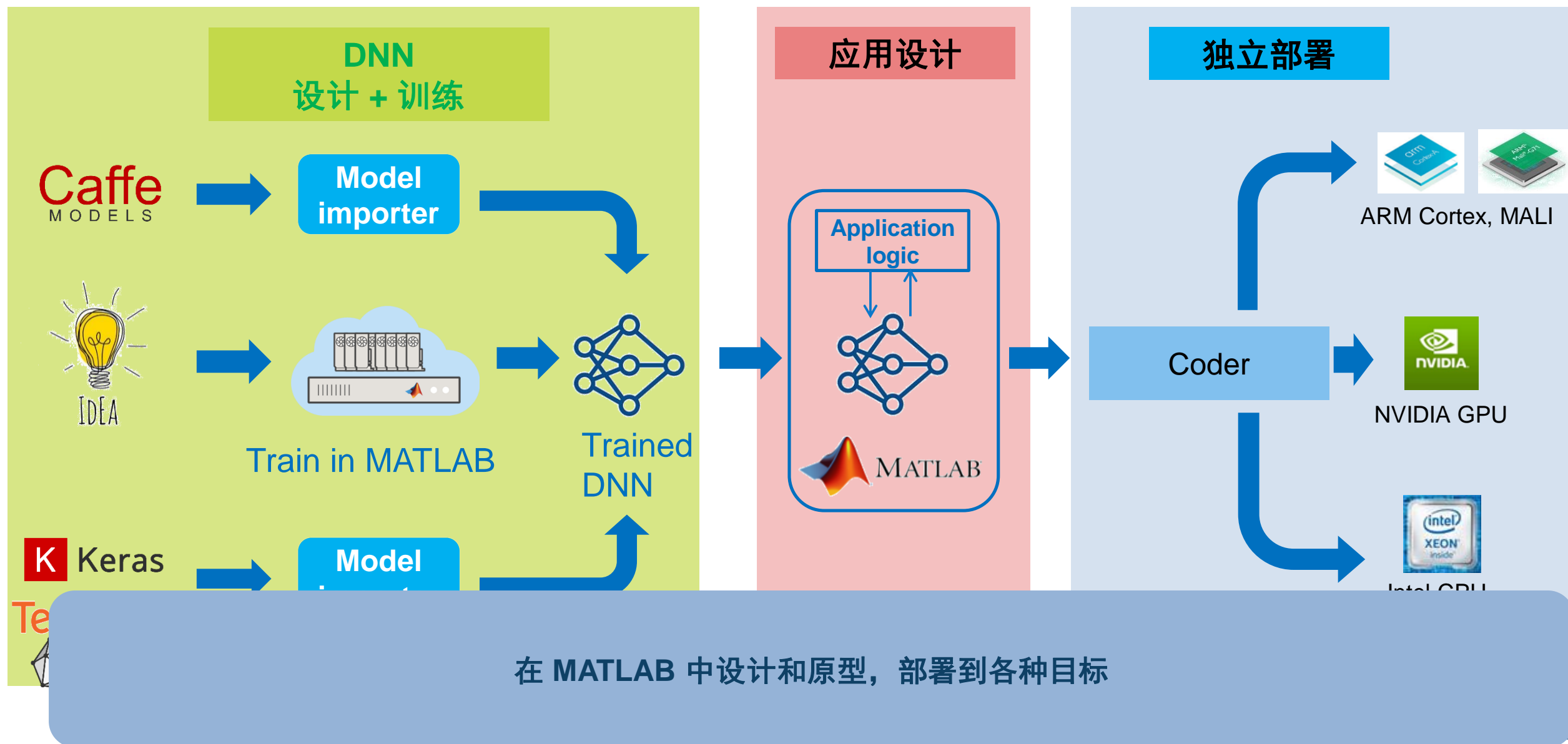


MATLAB 深度学习框架



- 在 **MATLAB** 中设计
 - 管理 大规模图像集
 - 自动 数据标签
 - 易于获得预训练模型
- 在 **MATLAB** 中训练
 - 使用 **GPU** 加速
 - 扩展到集训

MATLAB 深度学习框架



确认您的学校是否已经拥有Campus-Wide License?

- 了解您所在学校是否拥有 Campus-Wide License (即 MATLAB 全校授权许可) :
- <https://ww2.mathworks.cn/academia/tah-support-program/eligibility.html>



Academia

Campus-Wide License

授权咨询

Campus-Wide License 为全校教职员工、研究人员以及学生提供了一个高效的方法来访问 MATLAB 和 Simulink 的全面通用配置。要了解您所在学校是否拥有 Campus-Wide License, 请填写下表。

* 表示必填信息

联系信息

* 大学

输入正式名称

* 电子邮件

请使用正式大学邮箱地址以便通过验证

提交



跟随 MATLAB 和 Simulink 教程学习

- 通过免费自定进度的在线课程，获得交互式的 MATLAB 具体操作介绍。
- <https://ww2.mathworks.cn/support/learn-with-matlab-tutorials.html>

快速入门



主题：无人车的控制算法开发

适合人群：对自动驾驶、无人车算法技术感兴趣的同学，参加方程式大赛的车队等

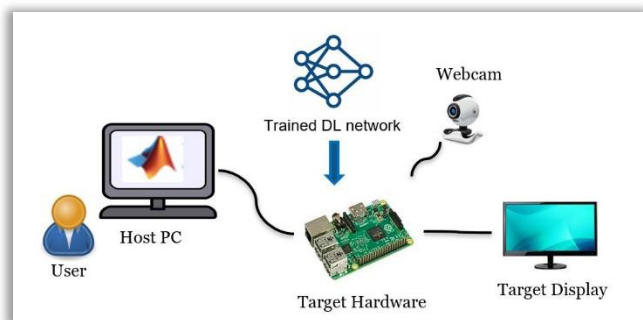
时间：2019年4月18日

主题：图像处理(TBD)

适合人群：想要学习通过 MATLAB & Simulink 实现图像处理的同学，准备参加电子设计竞赛的队员等

时间：2019年5月

- 更多免费学习资源，也可以在 MATLAB 中文论坛>学习资源获取：
- <http://www.ilovematlab.cn/resources/>



《小迈步第二课：MATLAB深度学习入门之树莓派与GPU应用》

填写调查问卷，
立刻下载小迈步课件！
上 MATLAB 中文论坛，
讨论 MATLAB 问题。

直达小迈步课程讨论帖 ↓



>> <http://www.ilovematlab.cn/thread-566408-1-1.html>

如果您有关于正版产品或服务的其他问题
请与我们联系

中国区

迈斯沃克软件（北京）有限公司 (MathWorks China)

网站: cn.mathworks.com

电话: 86-10-5982-7000

email: marketing_cn@mathworks.cn

academic_cn@mathworks.cn (高校课程开发及协助支持)

答疑环节