

# 浙江大学

## 本科实验报告

Gesture Detection

课程名称: 边缘计算开发实践

姓 名:

学 院: 信息与工程学院

专 业: 电子科学与技术

学 号:

指导老师: 皇甫江涛

2022 年 10 月 10 日

# 浙江大学实验报告

专业： 电子科学与技术  
姓名： \_\_\_\_\_  
学号： \_\_\_\_\_  
日期： 2022 年 10 月 10 日  
地点： 外经贸楼-203

课程名称： 边缘计算开发实践      指导老师： 皇甫江涛      成绩： \_\_\_\_\_  
实验名称： Gesture Detection      实验类型： \_\_\_\_\_      同组学生姓名： \_\_\_\_\_

## 一、 实验目标

实现在单片机上识别、区分两种手势。

## 二、 实验任务

- (1) 利用 Arduino Nano 进行数据集采集，采集三维位置坐标和加速度。
- (2) 将数据集上传到 Google Colab 进行机器学习训练。
- (3) 将训练好的模型上传到 Arduino 板，再做相应手势，串口会输出两个手势的置信度，越接近 1 表示置信度越高。

## 三、 实验内容

### 1. Arduino 数据采集

在面包板上连接 Arduino 和按钮。

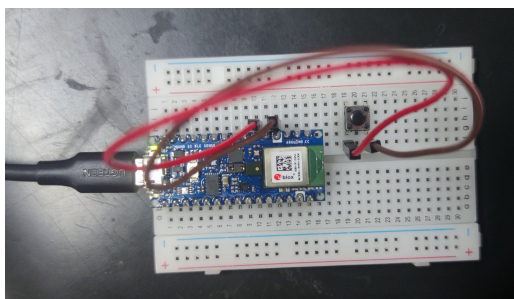


图 1: 连接图

将 `IMU_Capture.ino` 文件上传到 Arduino。  
该代码完成的主要功能是：

- (1) 监控电路板的加速度计和陀螺仪
- (2) 在检测电路板的具有明显线性加速度时触发样本窗口

- (3) 以 119Hz 采样一秒钟，通过 USB 输出 CSV 格式的数据
- (4) 循环播放并监视下一个手势

上传后，我们就可以通过串口监视器得到每次按下按钮后一秒内的手势数据。将数据保存为 csv 格式。

2. 在 Google Colab 上进行模型训练

将上一步得到的两个手势的两个 csv 文件上传到 Google Colab，在对应的笔记本中进行训练。具体训练过程及结果如 *arduino\_tinymml\_workshop.ipynb* 中所示。

```
24/24 [=====] - 0s 4ms/step - loss: 0.1871 - mae: 0.1736 - val_loss: 0.1736 - val_mae: 0.4116
Epoch 12/600
24/24 [=====] - 0s 3ms/step - loss: 0.1869 - mae: 0.2121 - val_loss: 0.2121 - val_mae: 0.4290
Epoch 13/600
...
Epoch 599/600
24/24 [=====] - 0s 5ms/step - loss: 3.3864e-11 - mae: 2.8560e-06 - val_loss: 7.0021e-12 - val_mae: 1.7077e-06
Epoch 600/600
24/24 [=====] - 0s 4ms/step - loss: 3.3782e-11 - mae: 2.8432e-06 - val_loss: 6.9618e-12 - val_mae: 1.7042e-06
```

图 2: 模型训练

可以看到随着训练次数提高，均方差损失（Mean Square Error, MSE）逐渐减小，趋近于 0，这表示预测值与真实值非常接近。

绘制训练后期的 loss 图，其中绿色表示 Training Loss，蓝色表示 Validation Loss。可以看到两者非常接近，几乎重合，表示模型训练效果较好。

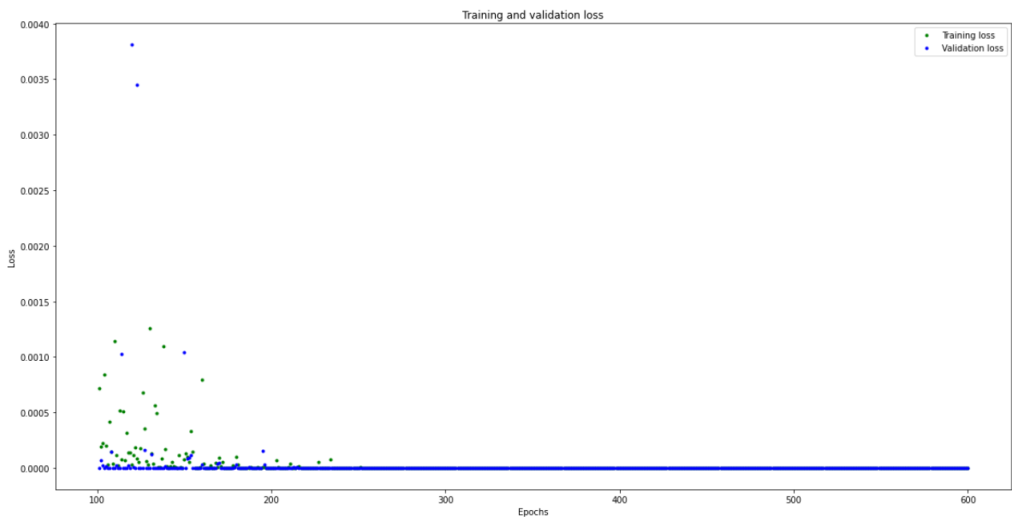


图 3: 均方差损失

使用数据集中提前预留的测试数据进行测试，得到的识别结果如下图所示。其中蓝色表示实际数据，红色表示模型预测数据。可以看到蓝色的实际数据完全被红色的预测数据覆盖，说明识别准确度很高。



图 4: 测试数据图

### 3. 上传至 Arduino 中进行测试

使用 *IMU\_Classifier.ino*，将其中的 *model.h* 替换为 Google Colab 中训练好的模型，编译上传。随后打开串口监视器，同样按下按钮后做出动作，串口中会输出单片机识别的两个手势的置信度。

```
down: 0.993737
```

```
up: 0.006264
```

```
down: 0.007815
```

```
up: 0.992185
```

图 5: 测试数据图

上图分别为进行了一次抬手和一次放手操作后，Arduino 板输出的置信度，可以看到成功识别了两种手势，且置信度趋近于 1。

## 四、 实验中遇到的问题及解决方案

- (1) 均方差损失较大推测原因可能是两个工作的六通道参数区分度不是很大，同时样本量又较小。所以重新更换了差别较大的两个手势。

## 五、 实验心得

通过这次实验，我整体实践了机器学习以及边缘计算部署的过程。实验中有许多需要注意的细节，比如在采集数据时需要动作保持一定的稳定性，否则会影响模型训练；手势的选择也有比较大的影响。在单片机成功识别区分出两个手势时，我得到了极大的成就感。