

数据集说明

- USPS 为较小规模的一个黑白图片集
- MNIST 为较大规模的一个黑白图片集
- mnist_m 为较大规模的一个彩色图片集，且带背景干扰

代码分支

10 分类（混合）

hybrid（有模型无日志；有关闭域自适应的对照模型）

- 强纠缠层超参：

```
n_qubits = 5 # 量子比特数量
n_layers = 6 # 变分电路深度
```
- 提供了 10 分类 USPS-->MNIST 领域自适应经典量子混合神经网络
- 所包含的训练好的模型参数信息来自吴师兄的原文档（原文件包中并无训练日志），准确率大约为 0.88

hybrid_mnist2mnistm（训练时间很长）

- 强纠缠层超参：

```
n_qubits = 5 # 量子比特数量
n_layers = 6 # 变分电路深度
```
- 提供了 10 分类 MNIST-->mnist_m 领域自适应经典量子混合神经网络
- 采用这种方法时，由于 MNIST、mnist_m 数据集均较大，需要非常长的训练时间
- 所包含的训练好的模型准确率在 0.76 左右
- 理论上也可以裁剪数据集大小，效果未知

hybrid_usps2mnistm（效果不佳）

- 强纠缠层超参：

```
n_qubits = 5 # 量子比特数量
n_layers = 6 # 变分电路深度
```
- 10 分类 USPS-->mnist_m 领域自适应经典量子混合神经网络
- 100 epochs 训练后基本稳定在 0.3 的准确率，难以正式使用

2 分类（混合）

hybrid_binary（进行33轮后由于效果极佳而停止训练，有日志；有关闭域自适应的对照模型）

- 强纠缠层超参：
-

```
n_qubits = 2 # 量子比特数量
n_layers = 2 # 变分电路深度
```

- 提供了 2 分类 USPS-->MNIST 领域自适应经典量子混合神经网络
- 所包含的训练好的模型准确率在 0.99 左右
- 可以在国盾 66 qubits 真实量子计算机上运行并得到较好效果

hybrid_binary_4layers (训练完成)

- 强纠缠层超参:

```
n_qubits = 2 # 量子比特数量
n_layers = 4 # 变分电路深度
```

- 提供了 2 分类 USPS-->MNIST 领域自适应经典量子混合神经网络
- 不能在国盾 66 qubits 真实量子计算机得到较好效果
- 可以在 IBM 物理机上运行并得到较好效果
- 考虑到 hybrid_binary 已经使用更简单的量子电路实现了极佳的效果，没有理由轻易使用该模型。然而，或许在该结构基础上支持彩色图片，会获得更高的准确率（当然，国盾平台下无法实际使用）。

hybrid_binary_rgb (训练完成；有关闭域自适应的对照模型)

- 强纠缠层超参:

```
n_qubits = 2 # 量子比特数量
n_layers = 2 # 变分电路深度
```

- 提供了 2 分类 MNIST-->mnist_m 领域自适应经典量子混合神经网络
- 所包含的训练好的模型准确率在 0.88 左右
- 可以在国盾 66 qubits 真实量子计算机上运行并得到较好效果

4 分类 (混合)

hybrid_quaternary_rgb (训练完成)

- 强纠缠层超参:

```
n_qubits = 4 # 量子比特数量
n_layers = 3 # 变分电路深度
```

- 提供了 4 分类 MNIST-->mnist_m 领域自适应经典量子混合神经网络
- 似乎并不能在国盾 66 qubits 真实量子计算机上得到较好效果

hybrid_quaternary_2layers_rgb (训练完成)

- 强纠缠层超参:

```
n_qubits = 4 # 量子比特数量
n_layers = 2 # 变分电路深度
```

- 提供了 4 分类 MNIST-->mnist_m 领域自适应经典量子混合神经网络
- 测试效果不佳，准确率在 0.47 左右

注意事项

1. 建议不要使用云平台进行任何模型的训练，否则可能因为调用次数过多而造成积分耗尽、账号被封禁等问题。
2. IBM API 似乎会拒绝 CN 的 IP 直接访问，请配置好代理环境。
3. 不建议频繁登录 IBM 后台，尤其是不建议频繁使用不同的代理节点登录后台，否则极易造成账号被封禁等问题。
4. 代码内可能包含了有效的 Token，但请不要轻易使用，建议更换为自己的 Token。

环境准备

- PyTorch with CUDA support
- PennyLane
- PennyLane Qiskit Plugin （可选）
- Qiskit （可选）
- pyezQ （可选，国盾平台）

训练参数设置

修改 main.py 可切换是否开启领域自适应：

```
domain_adaptation_enabled = True
```

运行代码

- 通过运行 main.py 进行训练
- 通过运行 test.py 可进行测试集的全量测试，并得到准确率
- 通过运行 demo.py 可进行可视化的效果展示

运行 test.py 和 demo.py 时，程序将扫描 models 文件夹下的 *.pt 文件，并提示用户选择使用其中的具体某个模型：

```
Found the following files of model parameters:
```

1. hybrid_best.pt
2. hybrid_current.pt

```
Choose a file (enter the corresponding number):
```

请选择您需要使用的模型文件进行测试，通常为带有 best 的那个