

## 作业4:神经网络

MNIST是著名的手写体数字图片集合，如图1所示。其中0,1,2,...,9的数字图片是由 $28 \times 28 = 784$ 像素组成。利用神经网络的方法可以从这些手写体数字图片中识别出对应的数字。文件MNIST.mat包含了四个矩阵trainX(训练图片), trainY(训练图片标签), testX(测试图片), testY(测试图片标签)，对于trainX(60000,28,28)，testX(10000,28,28)，是三维矩阵,它的各个维度的含义是:(样本，像素行，像素列)，即对应为60000个和10000个 $28 \times 28$ 的图片，每个像素取值为0到255 的整数灰度值；对于trainY(60000,10)，testY(10000,10)，是二维矩阵，它的各个维度的含义是:(样本，数字类型)，取值为0或1，总共10列，依次分别对应于数字类别0到9，如果某样本为为数字d，则对应行的第d+1列的值为1，其余为0。

提示：若计算机性能不足，允许对各类样本按比例缩减，但应保证在所有练习中使用的数据集一致，并在报告中说明。

(1)Matlab中提供了该神经网络的工具箱Neural Pattern Recognition，可以进行多层神经网络的分类任务。请按照如下步骤完成3层神经网络对MNIST数据集的分类问题：

a)请先查看数据内容，在所有样本中选取10个不同数字(0-9)的图片各一张，绘制出类似于图1的图片(可能用到的函数：subplot,imshow等)



图 1: MNIST手写数字图片集合

b)预处理。按照神经网络工具包的输入要求，需要将每一副图片的所有像素都转换成1维向量，例如，对于训练集trainX需要转换为 $6000 \times 784$  的矩阵(可能用到的函数：reshape)。

c)通常我们需要将对神经网络的输入数据进行规范化(归一化)，由于灰度值为0-255，所以各维特征除以255即可

d)使用Matlab神经网络工具箱(例如Matlab2016a→应用程序选项卡→Neural Net Pattern Recognition)，分别设置隐藏节点为5,10,20,40,100 个的时候，在训练集合(trainX,trainY) 上进行训练(70% 训练，15%验证，15%测试)，在测试集合(testX,testY) 上进行测试，保存混淆矩阵(confusion matrix)、训练误差曲线，分析错误率和收敛速度与节点数目的关系，并解释可能的原因。

说明：混淆矩阵的含义。如图2所示，横坐标代表目标类别，纵坐标代表训练预测结果类别，各坐标点(x,y)方格中的整数代表将目标类别x预测成了y的样本个数，其中的百分数代表该种情况占有所有样本的比例。对角线上的数值为预测正确的情况，其余为预测错误的情况。该矩阵下面额外一行代表的是对应目标类别的分类正确率和错误率，而矩阵右边额外一列代表的是对应输出类别的正确率和错误率，右下角为所有样本的分类正确率和错误率。

提示：训练结果可能有随机因素，可训练多次重复训练，体会其中的变化，此项不做要求，仅需要提交一次训练结果即可。

要求：请提交所有的混淆矩阵，训练误差曲线(Matlab中为Performance)

(3)在(2)中所保存的混淆矩阵中(仅研究隐藏结点为100的模型)，找出混淆最严重的两个数字(只需要一组)。请使用我们之前学习过的两种方法对这组数字进行分类(基于之前作业的代码)：

a)Logistic回归；

b)在利用Fisher 线性判别投影投影到一维后使用贝叶斯决策进行分类。

比较它们与神经网络分类器的性能差异。

要求：请提交源代码

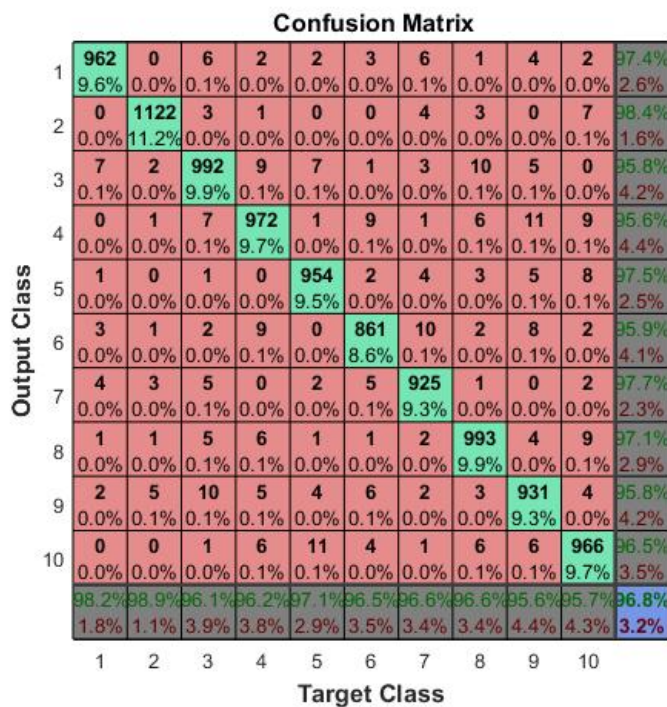


图 2: 混淆矩阵示例