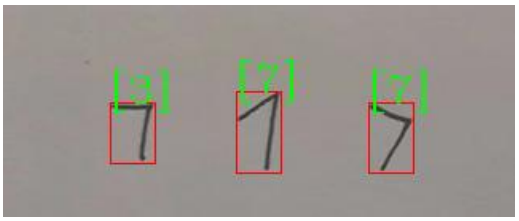
自定义数据集实现手写数字识别

一、 问题背景

MNIST 数据集是手写数字识别问题中中最经典的数据集之一，许多模型在该数据集上取得了良好效果。但由于其来自美国国家标准与技术研究所，数字写法不够丰富，不符合中国人的书写习惯，在某些情况下难以识别出正确效果，如下图。



故丰富 MNIST 数据集使之可以识别更多种写法的手写数字，从而提升识别效果成为了当务之急。

全连接神经网络模型是一种多层感知机(MLP)，感知机的原理是寻找类别间最合理、最具有鲁棒性的超平面，最具代表的感知机是 SVM 支持向量机算法。

神经网络同时借鉴了感知机和仿生学，通常来说，动物神经接受一个信号后会发送各个神经元，各个神经元接受输入后根据自身判断，激活产生输出信号后汇总从而实现对信息源实现识别、分类。是最经典的神经网络模型之一。

二、 项目简介

本项目的主要任务是使用增广后的手写数字数据集训练一个全连接神经网络模型，使之适应中国人的书写习惯，提升识别效果。

项目主要由三部分组成，数据采集与处理，模型训练，效果验证。

数据采集与处理部分的主要工作是收集 0 到 9 的手写数字图片，将其处理为 mnist 格式，添加进原数据集；模型训练部分的主要工作是使用上述数据集进行模型训练，得到手写数字识别的全连接神经网络，同时使用交叉验证的方法提升效果；效果验证部分，使用新的手写数字图片检验模型效果，并进行可视化展示。

三、 代码详解

3.1. 图片预处理（preprocess.py）

（1）检测数字边框

本项目基于 opencv 的一个寻找轮廓的方法，利用 OpenCV 里面的 findContours 函数将边缘找出来，然后通过 boundingRect 将边缘拟合成一个矩形输出边框的左上角和右下角。

```python
# 寻找边缘，返回边框的左上角和右下角（利用cv2.findContours）
def findBorderContours(path, maxArea=100):
    img = cv2.imread(path, cv2.IMREAD_GRAYSCALE)
    img = accessBinary(img)
    #这里关于返回值是几个网上不太确定，但是本工程是2个
    contours, _ = cv2.findContours(img, cv2.RETR_EXTERNAL, cv2.CHAIN_APPROX_NONE)
    borders = []
    for contour in contours:
        # 将边缘拟合成一个边框
        x, y, w, h = cv2.boundingRect(contour)
        if w * h > maxArea:
            if h > 20:
                border = [(x, y), (x + w, y + h)]
                borders.append(border)
    return borders
```

（2）转化为 MINST 格式

首先将边框转为 28*28 的正方形，因为背景是黑色的，我们可以通过边界填充的形式，将边界扩充成黑色即可，其中值得注意的是 MNIST 那种数据集的格式是字符相对于居中的，我们得出的又是比较准的边框，所以为了和数据集相对一致，我们要上下填充一点像素。

```python
def transMNIST(path, borders, size=(28, 28)):
    imgData = np.zeros((len(borders), size[0], size[0], 1), dtype='uint8')
    img = cv2.imread(path, cv2.IMREAD_GRAYSCALE)
    img = accessBinary(img)
    for i, border in enumerate(borders):
        borderImg = img[border[0][1]:border[1][1], border[0][0]:border[1][0]]
        h = abs(border[0][1] - border[1][1])#高度
        # 根据最大边缘拓展像素
        extendPiexl = (max(borderImg.shape) - min(borderImg.shape)) // 2
        h_extend = h // 5
        # print(h_extend)
        targetImg = cv2.copyMakeBorder(borderImg, h_extend, h_extend, int(extendPiexl*1.1), int(extendPiexl*1.
        targetImg = cv2.resize(targetImg, size)
        targetImg = np.expand_dims(targetImg, axis=-1)
        imgData[i] = targetImg
    return imgData
```

3.2. 数据集定义（add_data.py）

自定义 dataset 类，实现添加数据、交叉验证等功能。

加载 mnist 数据集。

```python
def load_mnist():

    """Load MNIST data from `path`"""
    labels_path = 'data\\MNIST\\raw\\train-labels-idx1-ubyte'
    images_path = 'data\\MNIST\\raw\\train-images-idx3-ubyte'

    with open(labels_path, 'rb') as lbpath:
        # magic, n = struct.unpack('>II',lbpath.read(8))
        labels = np.fromfile(lbpath,dtype=np.uint8)[8:]

    with open(images_path, 'rb') as imgpath:
        # magic, num, rows, cols = struct.unpack('>IIII',imgpath.read(16))
        images = np.fromfile(imgpath,dtype=np.uint8)[16:].reshape((-1,28,28))

    labels2_path = 'data\\MNIST\\raw\\t10k-labels-idx1-ubyte'
    images2_path = 'data\\MNIST\\raw\\t10k-images-idx3-ubyte'

    with open(labels2_path, 'rb') as lb2path:
        labels = np.concatenate((labels,np.fromfile(lb2path,dtype=np.uint8)[8:]),axis=0)

    with open(images2_path, 'rb') as img2path:
        images=np.concatenate((images,np.fromfile(img2path,dtype=np.uint8)[16:].reshape((-1,28,28))),axis=0)

    return images, labels
```

自定义 dataset，将两部分数据统一组织，并实现交叉验证。

```python
class Mydataset(Dataset):
    def __init__(self,minst_img,label,transform,k,ki,typ) -> None:
        super().__init__()
        self.imgs=minst_img
        self.label=label
        for i in range(1):
            path='data{}'.format(i)
            # path='test1.png'
            borders = findBorderContours(path)
            imgdata = transMNIST(path, borders).reshape((-1,28,28))

            self.imgs=np.concatenate((self.imgs,imgdata),axis=0)
            self.label=np.concatenate((self.label,np.array([i]*imgdata.shape[0])))
        leng = self.imgs.shape[0]
        every_z_len = leng // k
        if typ == 'test':
            self.trimage = self.imgs[every_z_len * ki : every_z_len * (ki+1)]
            self.trlabel = self.label[every_z_len * ki : every_z_len * (ki+1)]
        elif typ == 'train':
            self.trimage = np.concatenate((self.imgs[: every_z_len * ki],self.imgs[every_z_len *
            self.trlabel = np.concatenate((self.label[: every_z_len * ki],self.label[every_z_le

        self.transform=transform

    def __getitem__(self, idx):
        return self.transform(self.imgs[idx]),self.label[idx]

    def __len__(self):
        return self.imgs.shape[0]
```

3.3. 模型定义（mymodel.py）

使用三层全连接网络实现手写数字分类。

```python
import torch.nn as nn

class MLP_3Layer(nn.Module):
    def __init__(self,w1,w2,w3,w4):
        super(MLP_3Layer, self).__init__()
        self.model = nn.Sequential(
            nn.Linear(w1, w2),
            nn.LeakyReLU(inplace=True),
            nn.Linear(w2, w3),
            nn.LeakyReLU(inplace=True),
            nn.Linear(w3, w4),
            nn.LeakyReLU(inplace=True)
        )
    def forward(self, x):
        x = self.model(x)
        return x
```

3.4. 模型训练与验证（main.py）

模型训练函数，同时使用 log 进行记录。

```python
def train(kfold):
    # 定义logging输出的格式和内容
    logging.basicConfig(filename='log.txt',
                        level=logging.INFO,
                        format="%(asctime)s %(levelname)s %(message)s",
                        datefmt="[%a %d %Y %H:%M:%S]"
                        )
    imgs,labels=load_mnist()
    for j in range(kfold):

        logging.info('Kfold={}'.format(j))

        train_dataset=Mydataset(imgs,labels,transform=data_tf,k=kfold,ki=j,typ='train')
        test_dataset=Mydataset(imgs,labels,transform=data_tf,k=kfold,ki=j,typ='test')
```

加载训练好的模型进行验证。

```python
# 预测手写数字
def predict(imgData):
    model = mymodel.MLP_3Layer(28*28, 300, 100, 10)
    model.load_state_dict(torch.load('org_model_mnist.pth'))
    result_number = []
    model.eval()
    img = data_tf(imgData)
    img = img.reshape(-1,784)
    print(img.shape)
    test_xmw = DataLoader(img)
    for a in test_xmw:
        img = Variable(a)
        out = model(img)
```

可视化展示预测结果。

```python
def shom_result():
    path = 'test3.png'          #获取图像地址
    # print(path)
    borders = findBorderContours(path)    #获取数字边界并截取成单个数字图像
    imgData = transMNIST(path, borders)   #转变成mnist格式图像
    results = predict(imgData)                #进行预测
    showResults(path, borders, results)   #图像展示
```

四、 模型效果

训练过程的 loss 和 acc 见 log.txt。可视化结果展示如下图：