

作业 3

程书鹏

2022 年 4 月 5 日

---

**理论部分**

**1 单选题 (15 分)**

1.1 D

1.2 B

1.3 C

1.4 C

1.5 B

**2 计算题 (15 分)**

2.1 已知某卷积层的输入为  $X$  (该批量中样本数目为 1, 输入样本通道数为 1), 采用一个卷积核  $W$ , 即卷积输出通道数为 1, 卷积核尺寸为  $2 \times 2$ , 卷积的步长为 1, 无边界延拓, 偏置量为  $b$ :

$$X = \begin{bmatrix} -0.5 & 0.2 & 0.3 \\ 0.6 & -0.4 & 0.1 \\ 0.4 & 0.5 & -0.2 \end{bmatrix}, W = \begin{bmatrix} -0.2 & 0.1 \\ 0.4 & -0.3 \end{bmatrix}, b = 0.05$$

2.1.1 请计算卷积层的输出  $Y$ 。

根据卷积计算过程可得

$$Y = \begin{bmatrix} 0.53 & -0.15 \\ -0.1 & 0.4 \end{bmatrix}$$

**2.1.2 若训练过程中的目标函数为  $L$ ，且已知  $\frac{\partial L}{\partial Y} = \begin{bmatrix} 0.1 & -0.2 \\ 0.2 & 0.3 \end{bmatrix}$ ，请计算  $\frac{\partial L}{\partial X}$ 。**

注：本题的计算方式不限，但需要提供计算过程以及各步骤的结果。  
误差矩阵加上 zero padding 得到

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.1 & -0.2 & 0 \\ 0 & 0.2 & 0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

卷积核旋转 180 度得到

$$B = \begin{bmatrix} -0.3 & 0.4 \\ 0.1 & -0.2 \end{bmatrix}$$

用 A 和 B 卷积可得到  $\frac{\partial L}{\partial X} = \begin{bmatrix} -0.02 & 0.05 & -0.02 \\ 0 & -0.15 & 0.09 \\ 0.08 & 0.06 & -0.09 \end{bmatrix}$

## 编程部分

### 3 编程作业报告

#### 3.1 源程序代码

请见附件

#### 3.2 训练模型

##### 3.2.1 使用默认配置命令

训练模型：

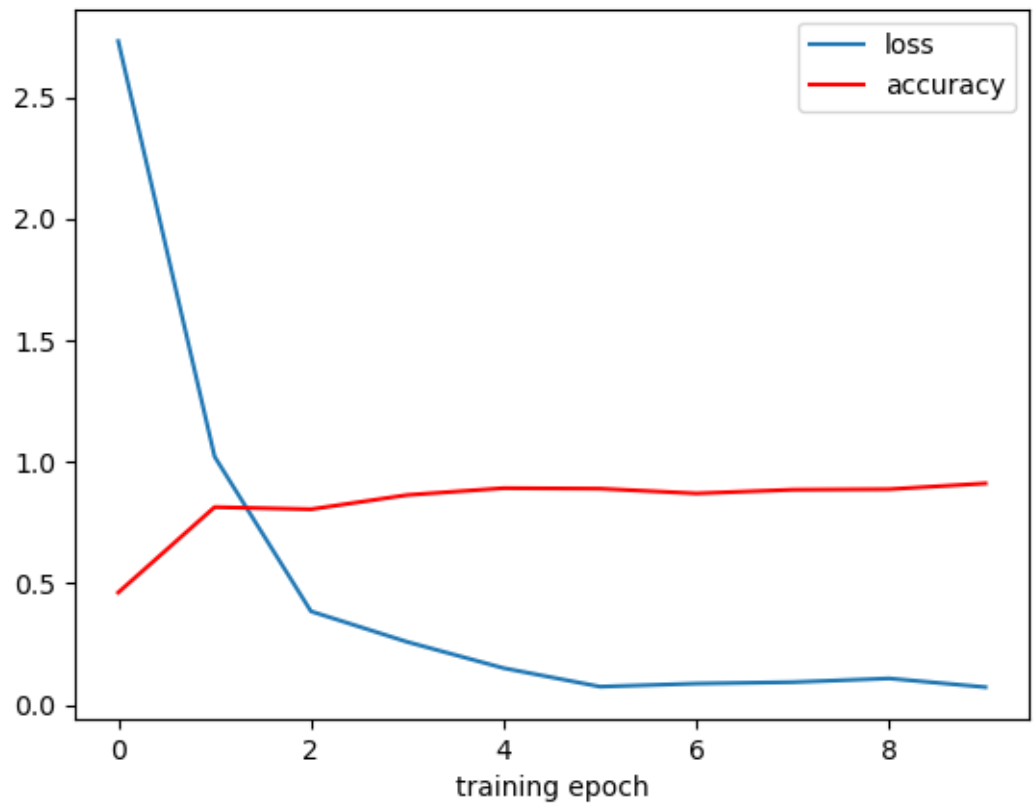


图 1: 默认配置训练的模型 loss 和 accuracy 曲线图

测试模型:

```
PS E:\Desktop\媒体与认知\第三次作业> python test.py --ckpt_path ckpt
[Info] loading checkpoint from ckpt\ckpt_epoch_10.pth ...
accuracy on the test set: 0.885
PS E:\Desktop\媒体与认知\第三次作业> █
```

图 2: 默认配置模型的测试结果

### 3.2.2 启用 batch normalization

训练模型:

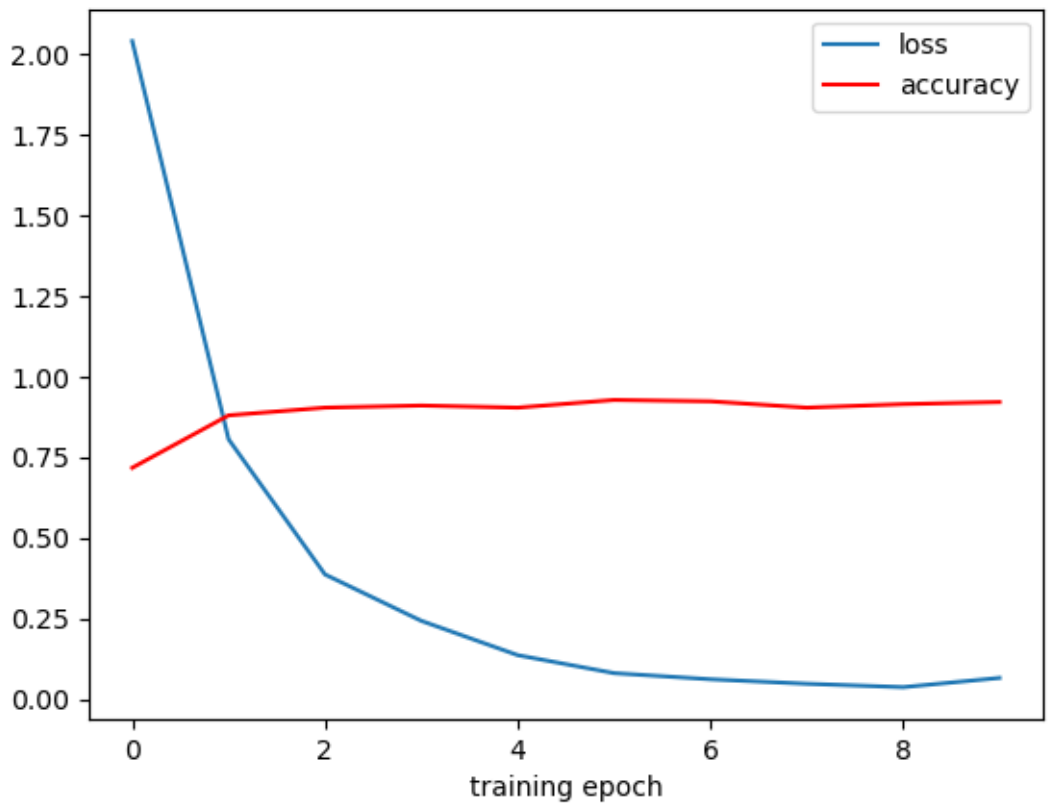


图 3: 启用 batch normalization 训练的模型 loss 和 accuracy 曲线图

测试模型:

```
PS E:\Desktop\媒体与认知\第三次作业> python test.py --ckpt_path bn_ckpt
[Info] loading checkpoint from bn_ckpt\ckpt_epoch_10.pth ...
accuracy on the test set: 0.905
```

图 4: 启用 batch normalization 训练的模型的测试结果

### 3.2.3 改变 dropout 概率为 0.3

训练模型:

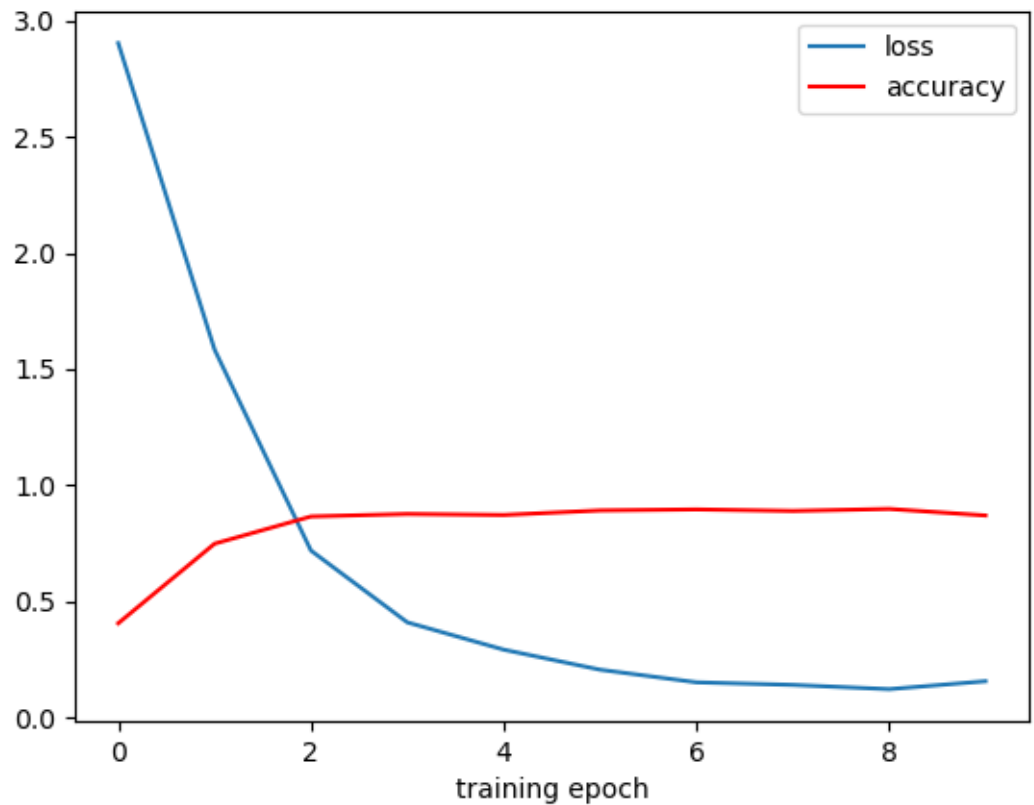


图 5: dropout 概率为 0.3 时训练的模型 loss 和 accuracy 曲线图

测试模型:

```
PS E:\Desktop\媒体与认知\第三次作业> python test.py --ckpt_path drop_ckpt
[Info] loading checkpoint from drop_ckpt/ckpt_epoch_10.pth ...
accuracy on the test set: 0.885
```

图 6: dropout 概率为 0.3 时训练的模型的测试结果

根据不同模型的结果，启用 batch normalization 时测试准确率最高，原因可能是其能加快收敛速度、防止梯度爆炸和梯度消失、避免过拟合；而采用 dropout 概率为 0.3 时测试准确率降低，可能是因为训练样本变少，轮数较少，未能训练充分。

### 3.3 可视化

选取启用 batch normalization 的模型进行可视化。

### 3.3.1 可视化第 0 层卷积层的卷积核

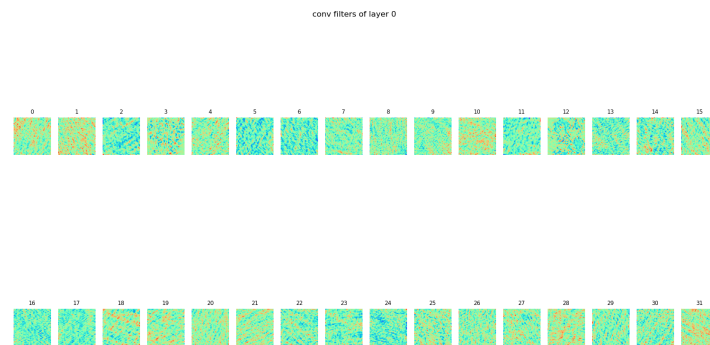


图 7: 第 0 层卷积层的卷积核

### 3.3.2 可视化第 100 张图像第 1 层卷积层的输出特征图:



图 8: 可视化第 100 张图像第 1 层卷积层的输出特征图

### 3.3.3 分类结果可视化

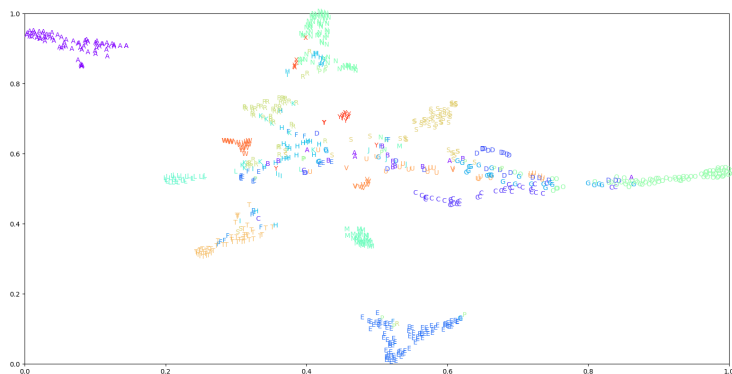


图 9: 分类结果

根据分类结果可视化图像，字母 A、N、O、T、E、S、W、C 等字母的分类结果较好，部分字母分类效果不太理想。这可能是由于训练轮数较少，选取的优化器效果不理想等等因素造成的。

## 3.4 熵计算

选取启用 batch normalization 的模型进行熵计算。

### 3.4.1 单张图像熵计算

```
PS E:\Desktop\媒体与认知\第三次作业> python cal_entropy.py --mode single --ckpt_path bn_ckpt --im_path data/test/B/1390.jpg
1390.jpg:
[Info] loading checkpoints from bn_ckpt\ckpt_epoch_10.pth ...
Recognition result: B (confidence = 1.00)
Entropy of input image = 3.86
Entropy of features = 2.97, 2.41, 3.63, 2.18, 3.35
Entropy of prediction = 0.01
```

图 10: 该图像的图像熵、特征熵以及模型输出预测概率的信息熵

### 3.4.2 测试集熵计算

```
PS E:\Desktop\媒体与认知\第三次作业> python cal_entropy.py --mode dataset --ckpt_path bn_ckpt
calculating entropy of dataset...
[Info] loading checkpoints from bn_ckpt\ckpt_epoch_10.pth ...
[Info] loading checkpoints from bn_ckpt\ckpt_epoch_10.pth ...
Entropy of input test images = 4.11
Entropy of features = 3.12, 3.03, 4.11, 2.64, 3.57
Entropy of random guess = 3.26
Entropy of symbols in text labels = 2.93
Entropy of using trained model = 0.42
```

图 11: 整个测试集熵的平均值

## 3.5 本次作业遇到的问题

本次作业最大的问题还是在反向误差传播时对矩阵求导的熟练度不够，好在助教讲解了利用矩阵形状判断的方法帮助我克服了困难。

## 3.6 意见和建议

本次作业让我进一步理解了卷积神经网络的相关知识，也进一步深化了矩阵求导的相关计算，我收获很大。最后，非常非常感谢习题课上助教的细致讲解和耐心答疑！