

实验题目	卷积神经网络实现			实验日期	2022. 4. 21
班级	1903104	学号	1190300321	姓名	郑晟赫

CS32262 模式识别与深度学习实验

实验报告

一、实验目的

- 1.配置 PyTorch 环境
- 2.使用 PyTorch 实现 AlexNet，并在 Caltech101 数据集上验证。
- 3.使用 tensorboard 进行训练数据可视化

二、实验环境

- 1.硬件设备：CPU：i7-9750H；GPU：NVIDIA GeForce GTX 1650；16G RAM；512GHD Disk
- 2.软件系统：Windows 10；Python 3.7.10；PyTorch 1.9.0
- 3.开发工具：PyCharm

三、实验内容

这一部分主要介绍实验实现过程以及结果分析。

1. 数据集分析

Caltech 数据集如果不考虑背景类别的图片，包含了 101 类图像，每类大约有 40~800 张图像，大部分是 50 张/类，每张图像的大小约是 300x200。同时需要注意的是这是一个图片数量分布非常不均衡的数据集。

2. 代码编写

2.1 数据读取

由于 PyTorch 中内置的该数据集下载链接失效，且此数据集并没有划分训练集、测试集与开发集，因此直接下载数据集之后需要进行一定的预处理。在数据集划分过程中，将每个类别中的图像的 80%划分为训练集，10%划分为开发集，10%划分为测试集。训练集用于训练模型参数，开发集用于在训练过程中控制训练进程，测试集用于最终衡量训练出的模型的泛化能力。为了加快模型的收敛，因此采用逐通道对图像进行标准化的过程（均值变为 0，方差变为 1）。经过计算该数据集的各通道的均值和方差的数据分别如下：均值：0.545, 0.528, 0.502；方差：0.249,0.246,0.247。

2.2 网络搭建

本实验使用的网络是 AlexNet 网络，因此网络结构不需要自行设计。在实验过程中，参数均使用原模型中的结构。也就是开始的时候将每张数据图切割成 224*224 的图之后输入网络。原模型中使用两张显卡并行训练，由于实验条件限制，因此不考虑将训练过程分到两张显卡上完成，而是在一张上完成训练。AlexNet 的结构如下图所示：

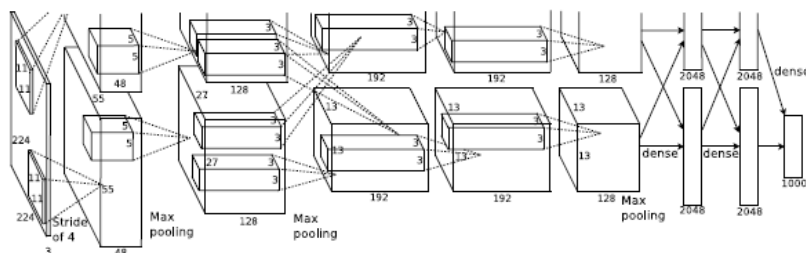


图 1.AlexNet 论文中原图

实验题目	卷积神经网络实现			实验日期	2022. 4. 21
班级	1903104	学号	1190300321	姓名	郑晟赫

由于只使用一张显卡，因此可以细化结构如下：

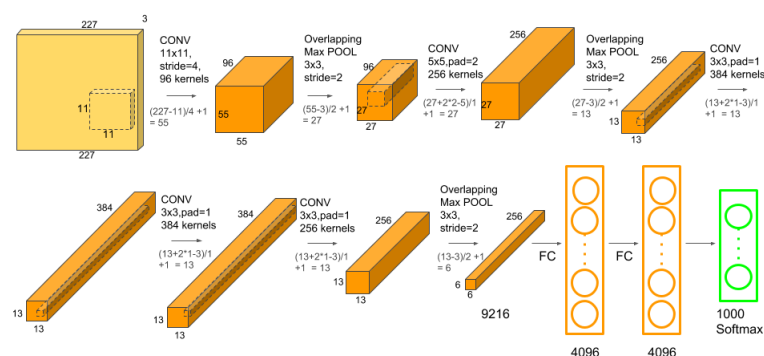


图 2.细化结构图

模型中的各个卷积、池化、激活函数操作在 PyTorch 中均有对应的结构可供调用，因此不再详细介绍。以下简要介绍模型中使用的归一化方式：LRN。

LRN 的动机：借鉴神经生物学中的侧抑制概念：即被激活的神经元抑制相邻神经元，从而实现局部抑制。好处在于增强了泛化能力，做了平滑处理，其计算公式如下：

$$b_{x,y}^i = a_{x,y}^i / (k + \alpha \sum_{j=\max(0,i-n/2)}^{\min(N-1,i+n/2)} (a_{x,y}^j)^2)$$

i 表示第 i 个核在位置 (x,y) 运用激活函数 ReLU 后的输出， n 是同一位置上临近的 kernel map 的数目， N 是 kernel 的总数。参数 K,n,α,β 都是超参数，一般设置 $k=2,n=5,\alpha=1 \times 10^{-4},\beta=0.75$ 。后续实验过程将验证在本实验中此模块是否有效。在 2015 年后的论文中提出，LRN 的效果并不大，且提升计算开销，因此目前大多主流算法不再使用此方法。此方法也已集成在 PyTorch 中。

2.3 优化器

本实验的优化器采用 Adam 优化器，可以直接调用 PyTorch 中的 Adam 函数即可。这一优化算法相比于 SGD 的优势在于其结合了 AdaGrad 和 RMSProp 两种优化算法的优点，对梯度的一阶矩估计和二阶矩估计进行综合考虑，计算出更新步长。因此其参数更新不受梯度的伸缩变换影响，且相对而言初始学习率的调整也更为简单。

2.4 损失函数

损失函数采用交叉熵损失来计算预测值与期待值之间的差距。PyTorch 中也继承了这一损失函数，因此直接调用即可。

3. 实验验证

3.1 实验设置

Batch_size: 64

Epoch: 8

学习率: 0.0001

3.2 实验结果

实验结果见下图：

实验题目	卷积神经网络实现			实验日期	2022. 4. 21
班级	1903104	学号	1190300321	姓名	郑晟赫

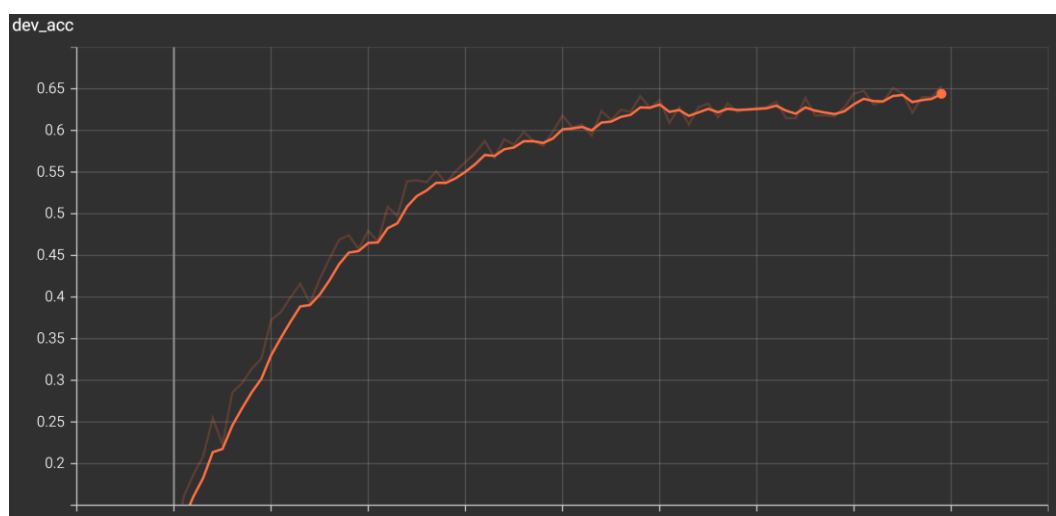


图 1.开发集准确率

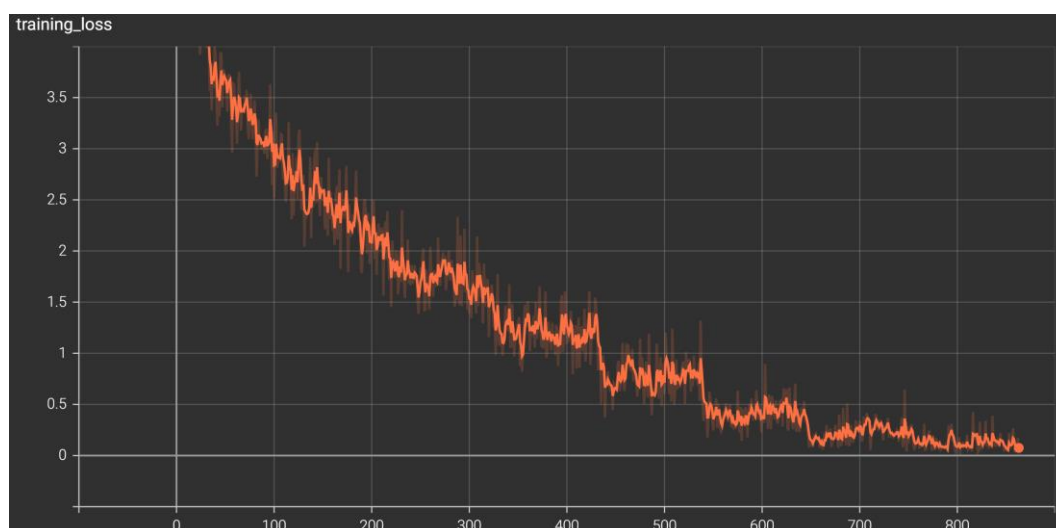


图 2.训练集 loss

可以发现网络在训练集和测试集上的预测都趋近于收敛，最终在测试集上准确率达到 65.203%。

3.3 消融实验

可以进行简单消融实验，测试模型中部分成分对最终预测结果的影响。在本部分考虑图片标准化与 LRN 的影响，分别去掉两个部分之后的结果对比如下：

网络结构	测试集 Acc
AlexNet	65.203%
AlexNet-input no Normalize	58.617 %
AlexNet-no LRN	63.776 %

从结果可以发现，输入图像时的标准化与 LRN 均对正确率的提升有一定的正面作用。这是由于根据凸优化理论与数据概率分布相关知识，数据中心化符合数据分布规律，更容易取得训练之后的泛化效果。

四、实验结论（总结实验发现及结论）

通过动手实现 AlexNet 模型，对神经网络的认识更加深刻，同时对于 PyTorch 的使用更加熟悉。