

同濟大學

TONGJI UNIVERSITY

深度学习基础——课程作业

课题名称	人工智能导论
副标题	人工智能导论 Assignment #2
学院	计算机科学与技术学院
专业	软件工程
学生姓名	杨瑞晨
学号	2351050
日期	2025 年 4 月 14 日

深度学习基础——课程作业

现有一个卷积神经网络，网络各层设置如表 1 第一列所示。请写出每层对应的输出数据维度以及各层参数量。

数据维度请按 $H \times W \times C$ 格式填写，其中 H, W, C 分别为数据的高、宽、通道数。如无特别说明，CONV 和 FC 层均有 bias。

符号说明：

- CONV $k-N$ 表示卷积核大小为 $k \times k$ ，卷积核个数为 N 的卷积层，padding 为 1，stride 为 1；
- POOL- n 表示 $n \times n$ 的 max-pooling 层，stride 为 n ，padding 为 0；
- FC- N 表示全连接层，输出维度为 N 。

网络层	输出数据维度	参数量 包括 weights 和 biases
输入	$28 \times 28 \times 3$	0
CONV3-16	$28 \times 28 \times 16$	448
Leaky ReLU	$28 \times 28 \times 16$	0
POOL-2	$14 \times 14 \times 16$	0
CONV3-32	$14 \times 14 \times 32$	4640
Leaky ReLU	$14 \times 14 \times 32$	0
POOL-2	$7 \times 7 \times 32$	0
FLATTEN	1568	0
FC-10	10	15690

表 1: 卷积神经网络各层输出数据维度及参数量

解答

1. CONV3-16 卷积层 (CONV) 输出尺寸的计算公式为：

$$H_{out} = \frac{H_{input} - k + 2 \times padding}{stride} + 1,$$

$$W_{out} = \frac{W_{input} - k + 2 \times padding}{stride} + 1.$$

其中 k 为卷积核大小，padding 为填充大小，stride 为步长。输出的通道数 C_{out} = 卷积核的个数 N 。

本题有：

- 输入数据维度为 $28 \times 28 \times 3$ ，卷积核大小为 3×3 ，卷积核个数为 16，padding 为 1，stride 为 1。
- 计算输出数据维度：

$$H_{out} = \frac{28 - 3 + 2 \times 1}{1} + 1 = 28,$$

$$W_{out} = \frac{28 - 3 + 2 \times 1}{1} + 1 = 28,$$

$$C_{out} = N = 16.$$

- 因此输出数据维度为 $28 \times 28 \times 16$ 。

卷积层 (CONV) 的参数数量计算公式为：

$$\text{参数量} = \text{weights} + \text{bias} = (k \times k \times C_{in}) \times C_{out} + C_{out}.$$

其中 C_{in} 为输入数据的通道数, C_{out} 为输出数据的通道数, k 为卷积核大小。

本题有：

- $C_{in} = 3, C_{out} = 16, k = 3$ 。
- 因此卷积层 (CONV) 的参数数量为：参数量 = $(3 \times 3 \times 3) \times 16 + 16 = 448$ 。

2. Leaky ReLU Leaky ReLU 的函数表达式为：

$$f(x) = \begin{cases} x, & \text{if } x > 0 \\ \alpha x, & \text{if } x \leq 0 \end{cases}$$

其中 α 是一个小的常数，通常取 0.01。

Leaky ReLU 层只对数值进行改变，输出数据维度与输入数据维度相同，因此输出数据维度为 $28 \times 28 \times 16$ 。

Leaky ReLU 一般不需要参数，因此参数量为 0。

3. POOL-2 池化层 (POOL) 输出尺寸的计算公式为：

$$H_{out} = \frac{H_{input} - k + 2 \times \text{padding}}{\text{stride}} + 1,$$

$$W_{out} = \frac{W_{input} - k + 2 \times \text{padding}}{\text{stride}} + 1.$$

其中 k 为池化核大小，stride 为步长。

池化层不改变通道数，只压缩高、宽，输出通道数 $C_{out} = C_{in}$ 。

本题有：

- 输入数据维度为 $28 \times 28 \times 16$ ，池化核大小为 2×2 ，stride 为 2，padding 为 0。
- 计算输出数据维度：

$$H_{out} = \frac{28 - 2 + 2 \times 0}{2} + 1 = 14,$$

$$W_{out} = \frac{28 - 2 + 2 \times 0}{2} + 1 = 14,$$

$$C_{out} = C_{in} = 16.$$

- 因此输出数据维度为 $14 \times 14 \times 16$.

池化层一般不需要参数，因此参数数量为 0.

4. **CONV3-32** 本题有：

- 输入数据维度为 $14 \times 14 \times 16$ ，卷积核大小为 3×3 ，卷积核个数为 32，padding 为 1，stride 为 1.
- 计算输出数据维度：

$$H_{out} = \frac{14 - 3 + 2 \times 1}{1} + 1 = 14,$$

$$W_{out} = \frac{14 - 3 + 2 \times 1}{1} + 1 = 14,$$

$$C_{out} = N = 32.$$

- 因此输出数据维度为 $14 \times 14 \times 32$ 。
- 卷积层 (CONV) 的参数数量为：参数数量 = $(3 \times 3 \times 16) \times 32 + 32 = 4640$.

5. **Leaky ReLU** Leaky ReLU 层只对数值进行改变，输出数据维度与输入数据维度相同，因此输出数据维度为 $14 \times 14 \times 32$.

Leaky ReLU 一般不需要参数，因此参数数量为 0.

6. **POOL-2** 本题有：

- 输入数据维度为 $14 \times 14 \times 32$ ，池化核大小为 2×2 ，stride 为 2，padding 为 0.
- 计算输出数据维度：

$$H_{out} = \frac{14 - 2 + 2 \times 0}{2} + 1 = 7,$$

$$W_{out} = \frac{14 - 2 + 2 \times 0}{2} + 1 = 7,$$

$$C_{out} = C_{in} = 32.$$

- 因此输出数据维度为 $7 \times 7 \times 32$.
- 池化层一般不需要参数，因此参数数量为 0.

7. **FLATTEN** FLATTEN 层将多维数据展平为一维数据，输出数据维度为

$$H_{out} \times W_{out} \times C_{out}.$$

本题中有 $7 \times 7 \times 32 = 1568$.

FLATTEN 层一般不需要参数，因此参数数量为 0.

8. **FC-10** 全连接层 (FC) 输出维度即为输出数据维度 N ，本体中有输出数据维度 $N = 10$.

全连接层 (FC) 的参数量计算公式为：

$$\text{参数量} = \text{weights} + \text{bias} = H_{in} \times W_{in} \times C_{in} \times N + N.$$

本题有：

- 输入数据维度为 1568，输出数据维度为 10.
- 因此全连接层 (FC) 的参数量为：参数量 = $1568 \times 10 + 10 = 15690$.