

第九章 神经网络

一、填空题

- 1 单层感知器无法解决的代表性问题是 (XOR 问题)。
- 2 从传统神经网络向深度学习转变过程中,具有里程碑式意义的新激活函数是 (ReLU) 函数。
- 3 ReLU 函数在 $x = 1$ 处的梯度值为 (1)。

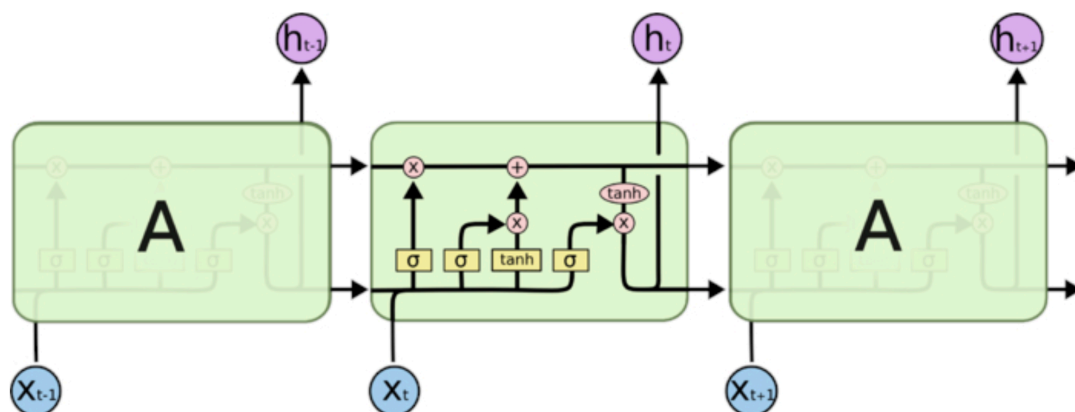
二、选择题

- 4 以下函数中不是常见的激活函数的有: (D)

A. $f(x) = x$	B. $f(x) = \text{sign}(x)$
C. $f(x) = \tanh(x)$	D. $f(x) = \sin(x)$

三、简答题

- 5 请从集成学习的角度解释 MLP 为何能解决 XOR 问题。
- 6 请简述传统 BP 网络的瓶颈问题及成因。
- 7 试分析等激活函数为线性函数时,无论网络多深其总体效果均为线性映射。
- 8 请在下图中标出输入门、输出门和遗忘门,并对其功能加以简要说明



- 9 请简述 1 种深度学习算法中常用的正则化方法

四、计算(画图) 题

- 10 手绘一副包含输入层、隐层和输出层的神经网络结构图，用于解决 Iris 数据库的分类问题。设训练样本标记为 $\{\mathbf{x}_i \in \mathbb{R}^4, y_i \in \{+1, -1\} | i = 1, \dots, 150\}$, 请给出权重、信号、激活函数与损失函数的符号表达与计算公式。
- 11 请结合上题给出的网络结构和损失函数及相关符号表达，采用 BP 算法，写出损失函数对隐藏第 2 个神经元连接输出层第 1 个神经元的权重的导数的数学表达式。
- 12 对于一个 5 输入的 MP 神经元模型，采用 Logistic Sigmoidal 激活函数，输入样本为 $[0.2, 0.5, -0.3, -0.7, 0.6]$ ，对应连接权值为 $[0.2, 0.3, -0.1, -0.5, 0.9]$ ，偏置为-1，请计算该 MP 神经元模型的输出，并给出计算过程。

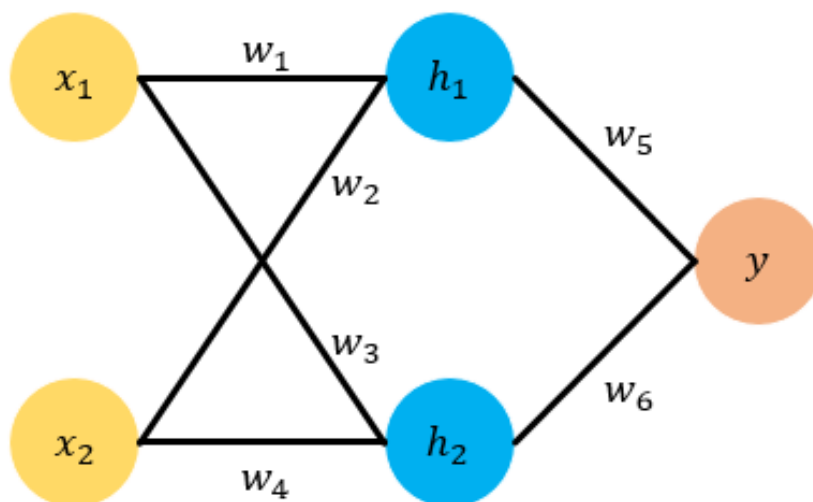
解：设权重 $\mathbf{w} = [0.2, 0.3, -0.1, -0.5, 0.9]^T$ ，样本 $\mathbf{x} = [0.2, 0.5, -0.3, -0.7, 0.6]^T$ ，偏置为 $b = -1$ ，则令：

$$\begin{aligned} y &= \mathbf{w}^T \mathbf{x} + b \\ &= [0.2, 0.3, -0.1, -0.5, 0.9] \times \begin{bmatrix} 0.2 \\ 0.5 \\ -0.3 \\ -0.7 \\ 0.6 \end{bmatrix} - 1 \\ &= 0.11 \end{aligned}$$

则 MP 神经元输出为：

$$\begin{aligned} S(y) &= \frac{1}{1 + \exp(-y)} \\ &= \frac{1}{1 + \exp(-0.11)} \\ &\approx 0.527 \end{aligned}$$

- 13 在下图的神经网络中，假设输入 $x_1 = 1, x_2 = 0.5$ ，网络的权值分别为： $w_1 = 1, w_2 = 2, w_3 = 3, w_4 = 4, w_5 = 0.5, x_6 = 0.6$ ，激活函数使用的是 sigmoid 函数，神经元偏置均为 0，计算网络前向传播之后的输出 y



解:

神经元 h_1 的输出为: $S(h_1) = \frac{1}{1 + \exp[-(w_1x_1 + w_2x_2)]} = \frac{1}{1 + \exp(-2)} \approx 0.881$

神经元 h_2 的输出为: $S(h_2) = \frac{1}{1 + \exp[-(w_3x_1 + w_4x_2)]} = \frac{1}{1 + \exp(-5)} \approx 0.993$

以此为输入, 计算最后一层神经元的输出 y 。

$$y = \frac{1}{1 + \exp[-(w_5S(h_1) + w_6S(h_2))]} = \frac{1}{1 + \exp(-1.036)} \approx 0.738$$

14 假设 $f(z) = z^2$, $z = y^3 + 2y^2$, $y = 3x + 1$,

使用链式求导法则求 $\frac{\partial f(z)}{\partial x}$ 当 $x = 1$ 时的解

解:

$$\begin{aligned} \frac{\partial f(z)}{\partial x} &= \frac{\partial f(z)}{\partial z} \frac{\partial z}{\partial y} \frac{\partial y}{\partial x} \\ &= 2z * (3y^2 + 4y) * 3 \end{aligned}$$

将 $x=1$ 代入 $y = 3x + 1$ 得到 $y = 4$, 将 $y = 4$ 代入 $z = y^3 + 2y^2$ 得到 $z = 96$ 。

将 y, z 带入上式, 求得:

$$\frac{\partial f(z)}{\partial x} = 2 * 96 * (3 * 4^2 + 4 * 4) * 3 = 36864$$

15 假设当前单通道图像可以用 1 个 4×4 大小的矩阵 X 表示, 两个不同的卷积核分别为 conv1 , conv2 , 请计算经过卷积 (stride=1, 边界用 0 补齐) 和 max pooling (2×2) 后的结果, 给出计算过程。

-2	4	-1	-1
-2	-2	4	-1

1	-0.5	-0.5
-0.5	1	-0.5

0.5	0.5	-1
0.5	0.5	-1

-2	-2	4	4
-2	-2	4	-2

X

-0.5	-0.5	1
------	------	---

Conv1

0.5	0.5	-1
-----	-----	----

Conv2