

1

(1)

$$P(\bar{E}\bar{S}\bar{M}\bar{B}) = P(\bar{E})P(\bar{M})P(\bar{B}|\bar{M})P(\bar{S}|\bar{E}\bar{M}) = \dots = 0.4374.$$

(2)

$$P(B) = P(B|M)P(M) + P(B|\bar{M})P(\bar{M}) = 1.0 \times 0.1 + 0.1 \times 0.9 = 0.19.$$

(3)

$$P(M|B) = \frac{P(B|M)P(M)}{P(B)} = \frac{1.0 \times 0.1}{0.19} \approx 0.53.$$

(4)

$$P(M|SBE) = \frac{P(E)P(M)P(S|EM)P(B|M)}{P(E)P(B)(P(S|EM)P(M|B) + P(S|\bar{E}\bar{M})P(\bar{M}|B))} = \dots \approx 0.58.$$

(5)

由独立性知 $P(E|M) = P(E) = 0.4$.

2

首先计算整体熵：

$$\text{Entropy}(S) = -\frac{2}{5} \cdot \log_2\left(\frac{2}{5}\right) - \frac{3}{5} \cdot \log_2\left(\frac{3}{5}\right) \approx 0.97094.$$

之后分别计算每个属性的信息增益：

$$\text{Entropy}(\text{天气}) = \frac{2}{5} \cdot 0 + \frac{1}{5} \cdot 0 + \frac{2}{5} \cdot 0 = 0,$$

$$\text{Gain}(\text{天气}) = \text{Entropy}(S) - \text{Entropy}(\text{天气}) \approx 0.97.$$

$$\text{Entropy}(\text{高}) = -\frac{2}{3} \cdot \log_2\left(\frac{2}{3}\right) - \frac{1}{3} \cdot \log_2\left(\frac{1}{3}\right) \approx 0.918,$$

$$\text{Entropy}(\text{湿度}) \approx \frac{3}{5} \cdot 0.918 + \frac{2}{5} \cdot 0 \approx 0.5508,$$

$$\text{Gain}(\text{湿度}) = \text{Entropy}(S) - \text{Entropy}(\text{湿度}) \approx 0.42$$

故属性“天气”更适合作为根节点。

3

假设损失函数定义为：

$$L = \frac{1}{2}(y - t)^2,$$

则算法流程可用如下伪代码表示：

```
// 前向传播
// 隐藏层神经元 h1
z1 = x1*w1 + x2*w2 = 1*0.5 + 0.5*1.5 = 1.25
h1 = ReLU(z1) = 1.25 // 因为 1.25 > 0
```

```

// 隐藏层神经元 h2
z2 = x1*w3 + x2*w4 = 1*2.3 + 0.5*3 = 3.8
h2 = ReLU(z2) = 3.8

// 输出层
net_y = h1*w5 + h2*w6 = 1.25*1 + 3.8*1 = 5.05
y = ReLU(net_y) = 5.05

// 计算损失 L = 1/2*(y - t)^2, 其中 t = 4

// 反向传播
// 输出节点梯度
delta_output = (y - t)*dReLU(net_y) = (5.05 - 4)*1 = 1.05

// 更新隐藏层到输出层的权重
dL/dw5 = delta_output * h1 = 1.05 * 1.25 = 1.3125
w5_new = w5 - 0.1*(1.3125) = 1 - 0.13125 = 0.86875

// 对隐藏层节点 h1 的梯度 (只对 h1 求导)
delta_h1 = dReLU(z1) * (w5 * delta_output) = 1 * (1 * 1.05) = 1.05

// 对输入到 h1 的权重 w1 的梯度
dL/dw1 = delta_h1 * x1 = 1.05 * 1 = 1.05
w1_new = w1 - 0.1*(1.05) = 0.5 - 0.105 = 0.395

```

即经过一轮反向传播后，新权重为：

$$w_5^+ \approx 0.86875,$$

$$w_1^+ \approx 0.395.$$

4

(1)

采用步长 $S = 1$ ，填充 $P = 1$ ，对每个通道先填充 0 得到 5×5 矩阵。

- 卷积核 1 得到特征图 Y_1 :

```

2  6  6  2
6  9  6  7
6  6 12  4
2  7  4  3

```

- 卷积核 2 得到特征图 Y_2 :

```

1 -3 -3  1
3  0  3  2
1  3  3  1
3  8  5  4

```

输出尺寸验证：

$$\text{宽} = \text{高} = \left(\frac{3 + 2 \times 1 - 2}{1} \right) + 1 = 4$$

因此卷积结果均为 4×4 。

(2)

假设采用 2×2 池化窗口、步长 2。

对 Y_1 进行池化：

- 平均池化：

5.75	5.25
5.25	5.75

- 最大池化：

9	7
7	12

对 Y_2 进行池化：

- 平均池化：

0.25	0.75
3.75	3.25

- 最大池化：

3	3
8	5