**第6章 人工智能网络与连接学习**

**6.3** 假设w1(0)=0.2, w2(0)=0.4, θ(0)=0.3, η=0.4，请用单层感知器完成逻辑或运算的学习过程。

**参考解：**

根据“与”运算的逻辑关系，可将问题转换为：

输入向量：X1=[0, 0, 1, 1]

X2=[0, 1, 0, 1]

输出向量：Y=[0, 0, 0, 1]

为减少算法的迭代次数，我们对初始连接权值和阈值取值如下：

W1(0)=0.5, w2(0)=0.7, θ(0)=0.6

并取增益因子η=0.4。算法的学习过程如下：

设感知器的两个输入为x1(0)=0和x2(0)=0，其期望输出为d(0)=0，实际输出为：

y(0)=f(w1(0) x1(0)+ w2(0) x2(0)-θ(0))

=f(0.5\*0+0.7\*0-0.6)=f(-0.6)=0

实际输出与期望输出相同，不需要调节权值，再取下一组输入：x1(0)=0和x2(0)=1，其期望输出为d(0)=0，实际输出为：

y(0)=f(w1(0) x1(0)+ w2(0) x2(0)-θ(0))

=f(0.5\*0+0.7\*1-0.6)=f(0.1)=1

实际输出与期望输出不同，需要调节权值，其调整如下：

θ(1)=θ(0)+η(d(0)- y(0))\*(-1)=0.6+0.4\*(0-1)\*(-1)=1

w1(1)=w1(0)+η(d(0)- y(0))x1(0)=0.5+0.4\*(0-1)\*0=0.5

w2(1)=w2(0)+η(d(0)- y(0))x2(0)=0.7+0.4\*(0-1)\*1=0.3

取下一组输入：x1(1)=1和x2(1)=0，其期望输出为d(1)=0，实际输出为：

y(1)=f(w1(1) x1(1)+ w2(1) x2(1)-θ(1))

=f(0.5\*1+0.3\*0-1)=f(-0.51)=0

实际输出与期望输出相同，不需要调节权值，再取下一组输入：x1(1)=1和x2(1)=1，其期望输出为d(1)=1，实际输出为：

y(1)=f(w1(1) x1(1)+ w2(1) x2(1)-θ(1))

=f(0.5\*1+0.3\*1-1)=f(-0.2)=0

实际输出与期望输出不同，需要调节权值，其调整如下：

θ(2)=θ(1)+η(d(1)- y(1))\*(-1)=1+0.4\*(1-0)\*(-1)=0.6

w1(2)=w1(1)+η(d(1)- y(1))x1(1)=0.5+0.4\*(1-0)\*1=0.9

w2(2)=w2(1)+η(d(1)- y(1))x2(1)=0.3+0.4\*(1-0)\*1=0.7

取下一组输入：x1(2)=0和x2(2)=0，其期望输出为d(2)=0，实际输出为：

y(2)=f(0.9\*0+0.7\*0-0.6)=f(-0.6)=0

实际输出与期望输出相同，不需要调节权值，再取下一组输入：x1(2)=0和x2(2)=1，其期望输出为d(2)=0，实际输出为：

y(2)=f(0.9\*0+0.7\*1-0.6)=f(0.1)=1

实际输出与期望输出不同，需要调节权值，其调整如下：

θ(3)=θ(2)+η(d(2)- y(2))\*(-1)=0.6+0.4\*(0-1)\*(-1)=1

w1(3)=w1(2)+η(d(2)- y(2))x1(2)=0.9+0.4\*(0-1)\*0=0.9

w2(3)=w2(2)+η(d(2)- y(2))x2(2)=0.7+0.4\*(0-1)\*1=0.3

实际上，由上一章关于与运算的阈值条件可知，此时的阈值和连接权值以满足结束条件，算法可以结束。不妨我们可以检验如下：

对输入：“0 0”有y=f(0.9\*0+0.3\*0-1)=f(-1)=0

对输入：“0 1”有y=f(0.9\*0+0.3\*0.1-1)=f(-0.7)=0

对输入：“1 0”有y=f(0.9\*1+0.3\*0-1)=f(-0.1)=0

对输入：“1 1”有y=f(0.9\*1+0.3\*1-1)=f(0.2)=0

**6.5**下图是一个有4个节点的Hopfield网络：

5.2

-3.2

-1.6

-7.6

2.5

2.8

4.5

-2.6

-1.1

-5.5

v1

v2

v3

v4

若给定的初始状态为：

v0={1, 0, 1, 0}

请计算该状态的网络能量。

**参考解：**

这里，n=4，各节点之间的连接权值为：

W12=w21=2.8，w13=w31=2.5，w14=w41=-0.26

W23=w32=4.5，w24=w42=-1.1，w34=w43=-5.5

给定的初始状态为：

根据能量函数计算公式

即

也即

故有

= -2.5-2.4 = -4.9

6.12 设有输入特征图和卷集核，请求出卷积操作后的输出特征图。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 0 | 0.2 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0.4 |
| 0 | 0 | 0.6 | 0 |
| 0.8 | 0 | 0 | 0 |

|  |  |
| --- | --- |
| 0.8 | 1.6 |
| 3.2 | 2.4 |

（卷集核）

（输入特征图）

**参考解：**

由于卷集核的大小为2\*2，故卷积后得到的特征图大小为3\*3，该特征图中个元素的大小为：

O11=0\*0.8+0.2\*1.6+0\*3.2+0\*2.4=0.32

O12=0.2\*0.8+0\*1.6+0\*3.2+0\*2.4=0.16

O13=0\*0.8+0\*1.6+0\*3.2+0.4\*2.4=0.96

O21=0\*0.8+0\*1.6+0\*3.2+0\*2.4=0

O22=0\*0.8+0\*1.6+0\*3.2+0.6\*2.4=1.44

O23=0\*0.8+0.4\*1.6+0.6\*3.2+0 \*2.4=0.64+1.92=2.56

O31=0\*0.8+0\*1.6+0.8\*3.2+0\*2.4=2.56

O32=0\*0.8+0.6\*1.6+0\*3.2+0\*2.4=0.96

O33=0.6\*0.8+0\*1.6+0\*3.2+0\*2.4=0.48

故所得输出特征图

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 0.32 | 0.16 | 0.96 |
| 0 | 1.44 | 2.56 |
| 2.56 | 0.96 | 0.8 |

6.13 设有如下特征图，给定池化窗口为2\*2，请分别用最大池化法和平均池化法求出池化后的输出特征图。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 0 | 0.2 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0.4 |
| 0 | 0 | 0.6 | 0 |
| 0.8 | 0 | 0 | 0 |

（输入特征图）

**参考解：**

(1) 先按最大池化

由于池化窗口为2\*2，故池化后的特征图大小为2\*2，其各元素为

O11=max( 0, 0.2, 0 , 0 ) = 0.2

O12=max( 0, 0, 0 , 0.4 ) = 0.4

O21=max( 0, 0, 0.8 , 0 ) = 0.8

O22=max( 0.6, 0, 0 , 0 ) = 0.6

即所得特征图为

|  |  |
| --- | --- |
| 0.2 | 0.4 |
| 0.8 | 0.6 |

(2) 再按平均池化

池化后的特征图的大小仍为2\*2，各元素分别为

O11= ( 0 + 0.2 + 0 + 0 ) /4= 0.05

O12= ( 0 + 0 + 0 + 0.4 ) /4 = 0.1

O21= ( 0 + 0 + 0.8 + 0 ) /4 = 0.2

O22= ( 0.6 + 0 + 0 + 0 ) /4 = 0.15

即所得特征图为

|  |  |
| --- | --- |
| 0.05 | 0.1 |
| 0.2 | 0.15 |