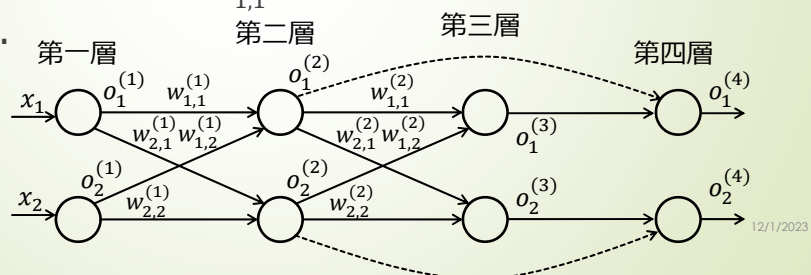


1

演習課題 1 0 解答

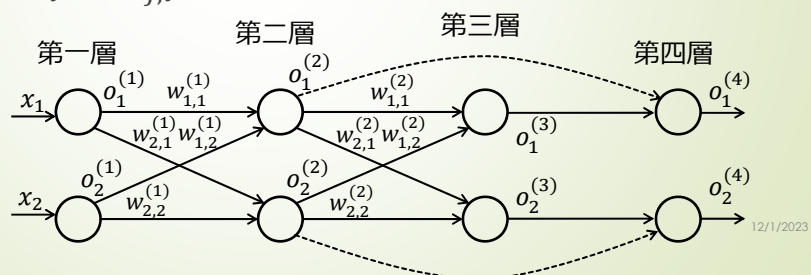
- 下の多層ニューラルネットワークを考える。ただし誤差関数 $E = E(o_1^{(4)}, o_2^{(4)})$ とし, $o_j^{(4)} = o_j^{(3)} + o_j^{(2)}$ (破線部が無い場合は $o_j^{(4)} = o_j^{(3)}$) , 第2層と第3層の活性化関数は $f(\text{net}_i^{(l)})$ とする。このとき, 実線部のみからなるネットワーク, および破線部も含むネットワークの $\frac{\partial E}{\partial w_{1,1}^{(1)}}$ をそれぞれ求めよ。なお, 閾値 θ は考えない。



2

演習課題 1 0 解答

- $E = E(o_1^{(4)}, o_2^{(4)})$
- $o_j^{(4)} = o_j^{(3)} + o_j^{(2)}$ (破線部が無い場合は $o_j^{(4)} = o_j^{(3)}$)
- $o_j^{(l)} = f(\text{net}_j^{(l)})$ ($l = 2, 3$)
- $\text{net}_j^{(l)} = \sum_{i=1}^2 o_i^{(l-1)} w_{j,i}^{(l-1)}$ ($l = 2, 3$)



3

演習課題 1 0 解答

■ 実線部のみの場合

$$\frac{\partial E}{\partial w_{1,1}^{(1)}} = o_1^{(1)} f'(net_1^{(2)}) \sum_j \left(\frac{\partial E}{\partial o_j^{(4)}} f'(net_j^{(3)}) w_{j,1}^{(2)} \right)$$

$$\frac{\partial E}{\partial w_{1,1}^{(1)}} = \frac{\partial E}{\partial net_1^{(2)}} \frac{\partial net_1^{(2)}}{\partial w_{1,1}^{(1)}} = o_1^{(1)}$$

$$\frac{\partial E}{\partial net_1^{(2)}} = \frac{\partial E}{\partial o_1^{(2)}} \frac{\partial o_1^{(2)}}{\partial net_1^{(2)}} = f'(net_1^{(2)})$$

$$\frac{\partial E}{\partial o_1^{(2)}} = \sum_j \frac{\partial E}{\partial net_j^{(3)}} \frac{\partial net_j^{(3)}}{\partial o_1^{(2)}} = w_{j,1}^{(2)}$$

$$\frac{\partial E}{\partial net_j^{(3)}} = \frac{\partial E}{\partial o_j^{(3)}} \frac{\partial o_j^{(3)}}{\partial net_j^{(3)}} = f'(net_j^{(3)})$$

$$\frac{\partial E}{\partial o_j^{(3)}} = \frac{\partial E}{\partial o_j^{(4)}} \frac{\partial o_j^{(4)}}{\partial o_j^{(3)}} = \frac{\partial E}{\partial o_j^{(4)}} \cdot 1 = \frac{\partial E}{\partial o_j^{(4)}}$$

12/1/2023

4

演習課題 1 0 解答

■ 破線部も含む場合

$$\frac{\partial E}{\partial w_{1,1}^{(1)}} = \frac{\partial E}{\partial net_1^{(2)}} \frac{\partial net_1^{(2)}}{\partial w_{1,1}^{(1)}} = o_1^{(1)}$$

$$\frac{\partial E}{\partial net_1^{(2)}} = \frac{\partial E}{\partial o_1^{(2)}} \frac{\partial o_1^{(2)}}{\partial net_1^{(2)}} = f'(net_1^{(2)})$$

$$\frac{\partial E}{\partial o_1^{(2)}} = \sum_j \frac{\partial E}{\partial o_j^{(4)}} \frac{\partial o_j^{(4)}}{\partial o_1^{(2)}} = \sum_j \frac{\partial E}{\partial o_j^{(4)}} \left(\frac{\partial o_j^{(3)}}{\partial o_1^{(2)}} + \frac{\partial o_j^{(2)}}{\partial o_1^{(2)}} \right) = \sum_j \left(\frac{\partial E}{\partial o_j^{(4)}} \frac{\partial o_j^{(3)}}{\partial o_1^{(2)}} \right) + \frac{\partial E}{\partial o_1^{(4)}}$$

$$\frac{\partial o_2^{(2)}}{\partial o_1^{(2)}} = 0 \text{ より}$$

$$\frac{\partial o_j^{(3)}}{\partial o_1^{(2)}} = \frac{\partial o_j^{(3)}}{\partial net_j^{(3)}} \frac{\partial net_j^{(3)}}{\partial o_1^{(2)}} = f'(net_j^{(3)}) w_{j,1}^{(2)}$$

$$\frac{\partial E}{\partial w_{1,1}^{(1)}} = o_1^{(1)} f'(net_1^{(2)}) \left\{ \frac{\partial E}{\partial o_1^{(4)}} + \sum_j \left(\frac{\partial E}{\partial o_j^{(4)}} f'(net_j^{(3)}) w_{j,1}^{(2)} \right) \right\}$$

12/1/2023

5

演習課題 10 解答 (2)

■ 破線部も含む場合

$$\Rightarrow \frac{\partial E}{\partial w_{1,1}^{(1)}} = \sum_j \frac{\partial E}{\partial o_j^{(4)}} \frac{\partial o_j^{(4)}}{\partial w_{1,1}^{(1)}} = \frac{\partial E}{\partial o_1^{(4)}} \left(\frac{\partial o_1^{(3)}}{\partial w_{1,1}^{(1)}} + \frac{\partial o_1^{(2)}}{\partial w_{1,1}^{(1)}} \right) + \frac{\partial E}{\partial o_2^{(4)}} \left(\frac{\partial o_2^{(3)}}{\partial w_{1,1}^{(1)}} + \frac{\partial o_2^{(2)}}{\partial w_{1,1}^{(1)}} \right)$$

$$\Rightarrow = \sum_j \frac{\partial E}{\partial o_j^{(4)}} \frac{\partial o_j^{(3)}}{\partial w_{1,1}^{(1)}} + \frac{\partial E}{\partial o_1^{(4)}} \frac{\partial o_1^{(2)}}{\partial w_{1,1}^{(1)}} = \sum_j \frac{\partial E}{\partial o_j^{(4)}} \frac{\partial o_j^{(3)}}{\partial w_{1,1}^{(1)}} + \frac{\partial E}{\partial o_1^{(4)}} \frac{\partial o_1^{(2)}}{\partial w_{1,1}^{(1)}}$$

$$\Rightarrow \frac{\partial o_j^{(3)}}{\partial w_{1,1}^{(1)}} = \frac{\partial o_j^{(3)}}{\partial net_j^{(3)}} \frac{\partial net_j^{(3)}}{\partial o_1^{(2)}} \frac{\partial o_1^{(2)}}{\partial w_{1,1}^{(1)}} = f'(net_j^{(3)}) w_{j,1}^{(2)} \frac{\partial o_1^{(2)}}{\partial w_{1,1}^{(1)}}$$

$$\Rightarrow \frac{\partial o_1^{(2)}}{\partial w_{1,1}^{(1)}} = \frac{\partial o_1^{(2)}}{\partial net_1^{(2)}} \frac{\partial net_1^{(2)}}{\partial w_{1,1}^{(1)}} = f'(net_1^{(2)}) o_1^{(1)}$$

$$\Rightarrow \frac{\partial E}{\partial w_{1,1}^{(1)}} = o_1^{(1)} f'(net_1^{(2)}) \left\{ \frac{\partial E}{\partial o_1^{(4)}} + \sum_j \left(\frac{\partial E}{\partial o_j^{(4)}} f'(net_j^{(3)}) w_{j,1}^{(2)} \right) \right\}$$

12/1/2023