

情報Ⅲ

学習指導要領 (3) - 知・技 - ア

学習指導要領 (3) - 思・判・表 - ア

学習内容 (3) - ア コンピュータの仕組みと処理

次の文章の空欄 ～ に入るもっとも適した数字を解答欄にマークしなさい。

ニューラルネットワークは人間の神経細胞をモデル化したネットワークであり、従来のコンピュータプログラムでは難しかったような複雑な情報処理を実現する技術として応用が進んでいる。

神経細胞に相当するニューロンは、入力と出力があり、入力値に応じて出力値が決定される。あるニューロンの出力を別のニューロンの入力に接続してネットワーク構造にしたものをニューラルネットワークと呼ぶ。

(ア) 図1に示す簡単なニューラルネットワークを考える。図左側2つの円は入力層のニューロンと呼び、外部からの入力 x_1 , x_2 をその入力値とする。 x_1 , x_2 はそれぞれ1または0の値を持つ。右側の1つの円を出力層のニューロンと呼び、その出力値 z を外部に出力するものとする。

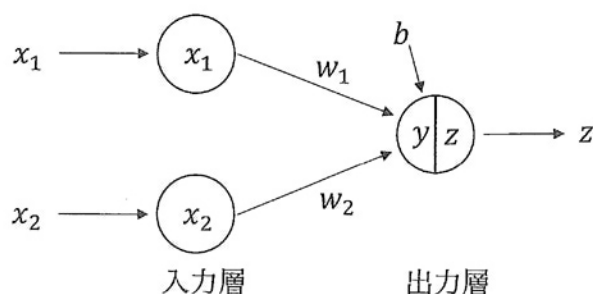


図1

入力層のニューロンは外部からの入力 x_1 , x_2 をそのまま出力する。出力層は、入力層の出力 x_1 , x_2 に対してそれぞれ変数 w_1 , w_2 を掛けたものに変数 b を加えた値を入力として受け取り、これを元に出力値を決定する。出力層への入力を y とすると次のように表現される。

$$y = x_1 w_1 + x_2 w_2 + b$$

出力層のニューロンは、次の関数によって入力 y から出力 z を決定する。

$$z = \begin{cases} 1 & (y > 0) \\ 0 & (y \leq 0) \end{cases}$$

このニューラルネットワークで各変数が $w_1 = 1$, $w_2 = 2$, $b = -2$ という値を持つとすると、 $x_1 = 1$, $x_2 = 0$ を入力として与えた場合、 $y =$, $z =$ となる。

次に、入力値 x_1, x_2 および出力値 z については真を 1、偽を 0 と表現しているものと考え、 x_1, x_2 の論理和を z として出力するようにしたい。そのためには $w_1 = \begin{matrix} (40) \\ (41) \end{matrix}$, $w_2 = \begin{matrix} (42) \\ (43) \end{matrix}$, $b = -2$ とすればよい。ただし、 w_1, w_2 は $-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3$ のいずれかの値を取るものとする。

(イ) 次に、ニューラルネットワークを用いて下の真理値表に示す排他的論理和 (XOR) と呼ばれる論理演算を実現することを考える。なお x_1, x_2, z_3 については真を 1、偽を 0 と表現しているものとする。

x_1	x_2	z_3
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

この場合図 1 よりも複雑なネットワークが必要となる。これを実現するために図 2 のようにネットワークを拡張した。

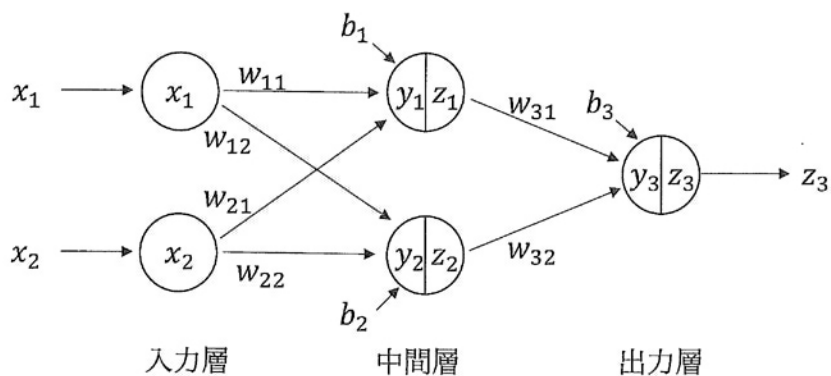


図2

入力層のニューロンは外部より受け取る入力 x_1, x_2 をそのまま出力する。中間層のニューロンに対する入力はいずれも

$$y_1 = x_1 w_{11} + x_2 w_{21} + b_1$$

$$y_2 = x_1 w_{12} + x_2 w_{22} + b_2$$

と計算される。中間層のニューロンはそれぞれの入力 y_1, y_2 に対して次の関数で示される値 z_1, z_2 を

出力する。

$$z_1 = \begin{cases} 1 & (y_1 > 0) \\ 0 & (y_1 \leq 0) \end{cases}, \quad z_2 = \begin{cases} 1 & (y_2 > 0) \\ 0 & (y_2 \leq 0) \end{cases}$$

出力層に対する入力 y_3 は次のように計算される。

$$y_3 = z_1 w_{31} + z_2 w_{32} + b_3$$

出力層への入力 y_3 に対して出力 z_3 は次のように計算される。

$$z_3 = \begin{cases} 1 & (y_3 > 0) \\ 0 & (y_3 \leq 0) \end{cases}$$

このニューラルネットワークが、 x_1 および x_2 の各入力値に対して上記真理値表に示す排他的論理和の論理演算結果を出力するようにしたい。そのためには各変数の値を次のようにすればよい。ただし、各変数は $-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3$ のいずれかの値を取るものとする。

$$\begin{aligned} w_{11} &= \begin{matrix} (44) & (45) \end{matrix} & b_1 &= 2 \\ w_{12} &= \begin{matrix} (46) & (47) \end{matrix} & b_2 &= -2 \\ w_{21} &= \begin{matrix} (48) & (49) \end{matrix} & b_3 &= -3 \\ w_{22} &= 3 \\ w_{31} &= \begin{matrix} (50) & (51) \end{matrix} \\ w_{32} &= 1 \end{aligned}$$