

演習問題1

- 式(1)と(2)の直線($u_1 = u_2 = 0$)と境界データの距離が最大となるように w_{ji} を決め、直線を図示せよ。
- 1で求めた w_{ji} を用いたときの y_1, y_2 を求めて、プロットせよ(横軸: y_1 , 縦軸: y_2). □と○で表示する。但し、非線形関数は次のステップ関数とする。

$$f(u) = \begin{cases} 1, & u > 0 \\ -1, & u < 0 \end{cases}$$
- 式(3)の直線($v = 0$)と境界データの距離が最大となるように w_j を決めよ。また、この直線を図示せよ。
- 1と3で求めた w_{ji}, w_j を用いたときの z の値を求めよ。

1

演習問題2

3ニューロンから成るホップフィールドネットワークにおいて、次の2つのパターンを記憶する場合を考える。

$$N = 3, M = 2$$

$$p_1 = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ -1 \end{bmatrix}, \quad p_2 = \begin{bmatrix} -1 \\ -1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

- 結合重み w_{ji} を求めよ。
- 全てのパターンを初期状態として、状態遷移の過程とその結果(安定状態)を求めよ。
- 状態遷移の様子を立方体上に示せ。

7

- $[-1, 1, -1]$ と $[1, 1, -1]$ におけるエネルギー E を求めて、比較せよ。同様に $[1, -1, 1]$ と $[-1, -1, 1]$ についてもエネルギーを求めて比較せよ。
- 2と3において、全てのニューロンの状態を同時に変化させたときの結果を示せ。
(参考)ホップフィールドネットワークとは違う方法であり、ある状態に落ち着くことは保証されていない。

8

演習問題3

入力データ $x_1(n), x_2(n)$ に対する出力を $y(n)$ とし、目標値を $d(n)$ とする。勾配法(最急降下法)により $w_1(n), w_2(n)$ を更新する式を求めよ。

式は $w_i(n), x_i(n), y(n), d(n)$ を用いて表せ。

$$y(n) = w_1(n)x_1(n) + w_2(n)x_2(n)$$

$$e(n) = d(n) - y(n) \dots \text{誤差}$$

$$J(w) = e^2(n) \dots \text{誤差関数}$$

$$w_i(n+1) = w_i(n) - \frac{\mu}{2} \cdot \frac{\partial J(w)}{\partial w_i(n)} \dots (1)$$

$$\frac{\partial J(w)}{\partial w_j(n)} = \frac{dJ(w)}{de(n)} \cdot \frac{de(n)}{dy(n)} \cdot \frac{dy(n)}{dw_j(n)}$$

9

演習問題4

パーセプトロンにおいて、入力データ $x_1(n), x_2(n)$ に対する出力を $y(n)$ とし、目標値を $d(n)$ とする。

$$u(n) = w_1(n)x_1(n) + w_2(n)x_2(n)$$

$$y(n) = f(u(n)) = \begin{cases} 1, & u(n) \geq 0 \\ -1, & u(n) < 0 \end{cases}$$

$$e(n) = d(n) - y(n)$$

$w_1(n), w_2(n)$ を次式で更新することにより、誤差 $e(n)$ が減少することを示せ。

$$w_i(n+1) = w_i(n) + \mu e(n)x_i(n), 0 < \mu \dots (*)$$

(場合分け)

$$(1) e(n) > 0, x_i(n) > 0 \quad (3) e(n) < 0, x_i(n) > 0$$

$$(2) e(n) > 0, x_i(n) < 0 \quad (4) e(n) < 0, x_i(n) < 0$$

11

演習問題5

ホップフィールドネットワークによる連想記憶に関して以下の問に答えよ。但し、ニューロン数を4個とする。Excelプログラムを用いて計算すること。

- 4個の記憶パターン $p_1 \sim p_4$ を決定せよ(次頁に例題)。
- 記憶パターンが安定度を求めよ。
安定度 = 安定である記憶パターン数 / 4
- 16通りの初期パターンに対する収束パターンを求めよ。
- 収束パターンが記憶パターンである場合は「連想成功」、そうでない場合は「不成功」とし、次の成功率を求めよ。
成功率 = (成功した初期パターン数) / 16
- 記憶パターンを変えて2~4を繰り返せ(3通り)。
- 上記の結果から、記憶パターンの組合せと安定度、成功率の関係について考察せよ(ハミング距離が関係)。

14

記憶パターンの例

$$\begin{array}{l} p_1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \\ p_2 \quad -1 \quad -1 \quad -1 \quad -1 \\ p_3 \quad 1 \quad 1 \quad -1 \quad -1 \\ p_4 \quad -1 \quad -1 \quad 1 \quad 1 \end{array}$$
$$\begin{array}{l} p_1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \\ p_2 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad -1 \\ p_3 \quad 1 \quad 1 \quad -1 \quad 1 \\ p_4 \quad 1 \quad -1 \quad 1 \quad 1 \end{array}$$
$$\begin{array}{l} p_1 \quad -1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \\ p_2 \quad 1 \quad -1 \quad 1 \quad 1 \\ p_3 \quad 1 \quad 1 \quad -1 \quad 1 \\ p_4 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad -1 \end{array}$$

15