

#### Завдання 4. Одношаровий перцептрон. Розпізнавання образів.

**Мета роботи:** вивчити принцип роботи одношарової мережі і алгоритм навчання, заснований на дельта-правилі

Теоретичні відомості.

Розвиток ідеї елементарного перцептрона призвів до появи одношарового перцептрона і створення алгоритму його навчання, заснованого на дельта-правилі Уїдроу-Хоффа.

На рис. 1 зображена схема одношарового перцептрона, призначеного для розпізнавання цифр.

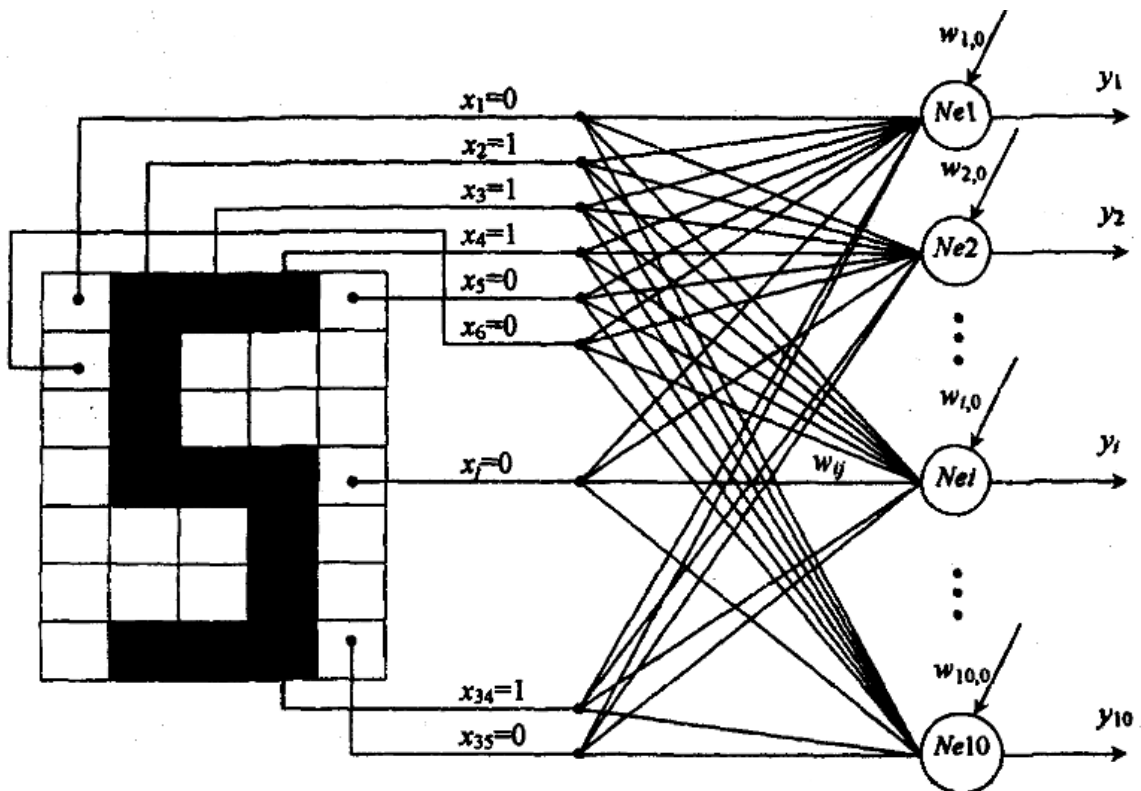


Рис.1

Розглянемо алгоритм навчання перцептрона на простому прикладі. Перцептрон навчають, подаючи сукупність (множину) зображень по одному на його вхід і змінюють ваги доти, доки для всіх зображень не буде досягнуто необхідний вихід. Припустимо, що вхідні зображення нанесено на демонстраційні карти. Кожну карту розбито на квадрати і від кожного квадрата на персептрон подається вхідний сигнал. Якщо квадрат зафарбований, то від нього подається одиниця, у протилежному випадку – нуль. Сукупність

квадратів на карті задає сукупність нулів і одиниць, котрі подаються на входи персептрона.

Мета полягає в тому, щоб навчити персептрон «вмикати» потрібний індикатор за умови подавання на нього сукупності входів, що задають ту чи іншу цифру.

Алгоритм навчання одношарового персептрона за дельта-правилом виглядає наступним чином:

Крок 0. Підготовка множини навчальних прикладів - карт. Вся множина прикладів ділиться у такому відношенні: 80% всієї множини використовується для навчання мережі, 20% - для тестування. Образи цифр можуть бути дещо спотворені.

Крок 1. [Ініціалізація]. Всім ваг персептрона  $W_{ij}$  і  $W_{i0}$  присвоюються невеликі випадкові значення з діапазону  $[-0,1; +0,1]$ .

Крок 2. На вхід персептрона подається черговий вхідний вектор  $X[t]$ , де  $t$  - номер ітерації.

Кожен нейрон виконує зважене підсумовування вхідних сигналів

$$\sigma_i[t] = \sum_j W_{ij}[t] + W_{i0}[t]$$

і формує вихідний сигнал

$$Y_i = \begin{cases} 1, & \text{якщо } \sigma_i[t] \geq 0 \\ 0, & \text{якщо } \sigma_i[t] < 0 \end{cases}$$

Крок 3. Для кожного вихідного нейрона визначається помилка

$$\beta_i[t] = (d_i[t] - y_i[t])$$

де  $d_i[t]$  - необхідне значення виходу  $i$ -го нейрона, а  $y_i[t]$  - отримане на кроці 2 значення  $i$ -го виходу.

Крок 4. [Дельта-правило]. Проводиться модифікація вагових коефіцієнтів персептрона відповідно до формулами:

$$w_{ij}[t+1] = w_{ij}[t] + \Delta w_{ij}[t]; \quad \Delta w_{ij}[t] = \alpha \cdot \beta_i[t] \cdot x_j[t];$$

$$w_{i,0}[t+1] = w_{i,0}[t] + \Delta w_{i,0}[t]; \quad \Delta w_{i,0}[t] = \alpha \cdot \beta_i[t],$$

де  $\alpha$  - коефіцієнт швидкості навчання за допомогою якого можна керувати величиною корекції ваг  $\Delta$  ( $0 < \alpha < 1$ ).

### Завдання:

Виконати програмну реалізацію для моделювати роботи одношарової мережі, з 9 входами і 4 нейронами, яка здатна розпізнавати 8 об'єктів, представлених на рис.2

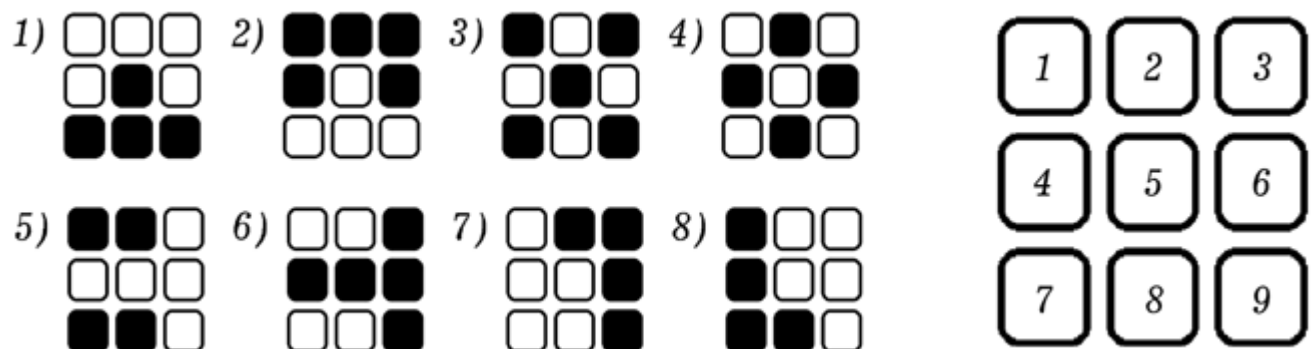


Рис. 2. Об'єкти для розпізнавання

Вхідні об'єкти закодируємо так:

$$o[1] = \{000010111\},$$

$$o[2] = \{111101000\},$$

....

$$o[8] = \{100100110\}.$$

Нехай їм відповідають такі сигнали на виходах нейронів:

$y[1,j]=\{0000\}$ ,  $y[2,j]=\{1111\}$ ,  $y[3,j]=\{1001\}$ ,  $y[4,j]=\{0110\}$ ,  
 $y[5,j]=\{1010\}$ ,  $y[6,j]=\{0101\}$ ,  $y[7,j]=\{1100\}$ ,  $y[8,j]=\{0011\}$ .

### **Контрольні запитання**

1. У чому полягає відмінність елементарного персептрона від одношарового персептрона?
2. Який алгоритм використовується для навчання одношарового персептрона?
3. Як оцінюється якість розпізнавання одношарового персептрона?