

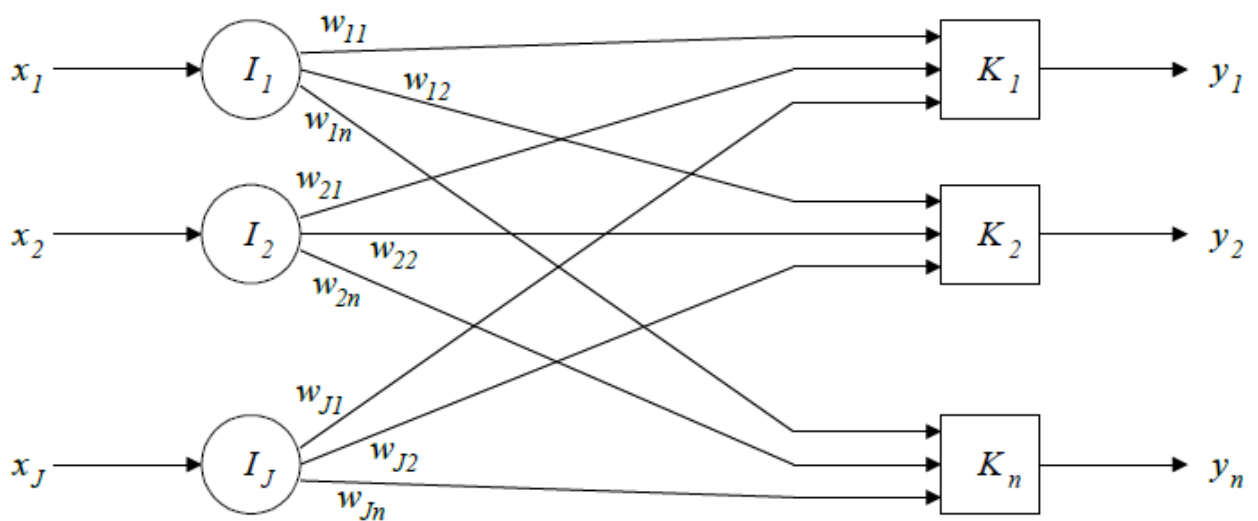
Лабораторная работа № 5. Нейронные сети. Обучение персептрона

Цель работы

Изучение алгоритма обучения персептрона с учителем.

Теоретические сведения

Персептроны являются основой элементной базы современных нейронных сетей. Исторически их появление относят к 1957 году, когда Р. Розенблатт разработал модель, которая вызвала большой интерес у исследователей. Несмотря на некоторые ограничения её исходной формы, она стала основой для многих современных, наиболее сложных алгоритмов обучения с учителем.



Персептрон является двухуровневой нерекуррентной сетью, вид которой показан на рисунке. Она использует алгоритм обучения с учителем. Обучающая выборка состоит из множества входных векторов, для каждого из которых указан свой требуемый вектор цели. Компоненты входного вектора X представлены непрерывным диапазоном значений. Компоненты вектора цели Y являются двоичными величинами (0 или 1). После обучения сеть получает на входе набор непрерывных входов и вырабатывает требуемый выход в виде вектора

с бинарными компонентами.

Обучение осуществляется следующим образом:

1. Все веса сети случайно выбираются как малые величины;
2. На вход сети подаётся входной обучающий вектор X и вычисляется сигнал NET от каждого нейрона, используя стандартное выражение

$$NET_j = \sum_i x_i w_{ij}$$

3. Вычисляется значение пороговой функции активации для сигнала NET от каждого нейрона следующим образом:

$$OUT_j = \begin{cases} 1, & NET_j > \theta_j \\ 0 & \end{cases}$$

Здесь θ_j представляет собой порог, соответствующий нейрону j (в простейшем случае все нейроны имеют один и тот же порог).

4. Вычисляется ошибка для каждого нейрона посредством вычитания полученного выхода из требуемого выхода:

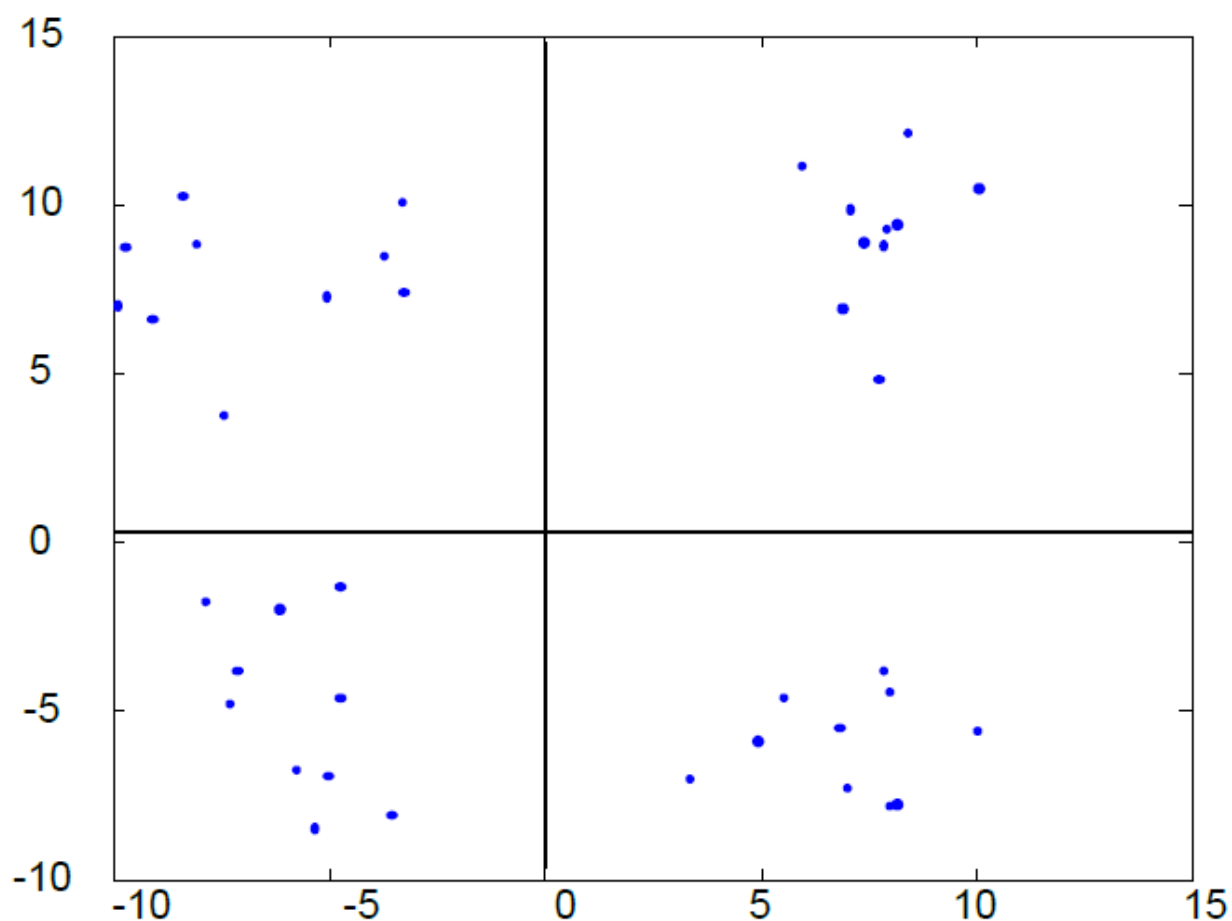
$$error_j = t_j - OUT_j$$

5. Каждый вес модифицируется следующим образом:

$$w_{ij}(t+1) = w_{ij}(t) + \alpha x_i error_j$$

6. Шаги 2-5 повторяются, пока ошибка не станет достаточно малой.

Рассмотрим обсуждаемый метод для решения задачи классификации. Пусть требуется построить сеть для решения задачи о принадлежности точки к тому или иному квадранту декартовой плоскости (от 1 до 4). Вход сети – координаты x и y точки, выход – вектор из 4-х элементов, причем элемент, соответствующий найденному квадранту точки равен 1, остальные равны 0. Таким образом, сеть будет состоять из 2 входов и 4 выходов. Требуется настроить веса сети так, чтобы она могла корректно распознавать принадлежность точки к тому или иному квадранту.



На рисунке показано расположение 40 случайно выбранных точек – по 10 в каждом квадранте. Это будет обучающей выборкой. Точки «вразнобой» проходят через процедуру обучения 1-5. Коэффициент выбран равным 1. В результате, весовые коэффициенты приобретают следующие значения

$$w_{11} = 11.7035 \quad w_{12} = 5.8339$$

$$w_{21} = -4.7798 \quad w_{22} = -3.4843$$

$$w_{31} = -3.5149 \quad w_{32} = -11.5192$$

$$w_{41} = 8.4805 \quad w_{42} = -10.1324$$

После этого сеть становится пригодной к работе над задачей по распознаванию принадлежности точки к квадранту.

Задание

Задать случайно значения точек в пространстве – по 10 в каждой из восьми областей, образуемых осями координат. Обучить нейронную сеть типа пер-

септрон, состоящую из 3 входов и 8 выходов так, чтобы она могла распознавать в какой из 8 областей пространства находится точка (аналогично рассмотренному примеру для плоскости).

Контрольные вопросы

1. Изобразите и опишите структуру нейронной сети.
2. В чем заключается суть алгоритма обучения с учителем?
3. Что такое обучающая выборка и для чего она нужна?