

Нейронная сеть: метод Хебба

Ашурализода Амиджон Ашурали

студент 4-ого курса НИУ «БелГУ»

Г. Белгород, Российская Федерация

aminjonsalimov5@gmail.com

АННОТАЦИЯ. Применение метода Хебба для распознавания алфавита в однослойной нейронной сети, реализация алгоритма в MATLAB.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА. Весовой коэффициент, Хебб, нейроны, бинарный сигнал, биполярный сигнал, входной и выходной сигнал.

Целью данной статьи является разработка алгоритма распознавания изображения с использованием правила Хебба в среде MATLAB. Объектом исследования является правило Хебба с целью распознавания изображений.

Прежде чем приступить к решению поставленной задачи необходимо описать некоторые термины, используемые в работе.

Нейрон представляет собой элемент, который вычисляет выходной сигнал (по определенному правилу) из совокупности входных сигналов. То есть основные действия одного нейрона выглядят таким образом:

Прием сигналов от предыдущих элементов сети.

Комбинирование входных сигналов.

Вычисление выходного сигнала.

Передача выходного сигнала следующим элементам нейронной сети. [2]

Нейронная сеть представляет собой совокупность нейронов, соединенных друг с другом определенным образом. [1]

Обучение нейронной сети – это процесс, в котором параметры нейронной сети настраиваются посредством моделирования среды, в которую эта сеть встроена. Тип обучения определяется способом подстройки параметров [3].

Однослойная нейронная сеть (single layer network) состоит из входного слоя нейронов (input layer) и выходного слоя нейронов (output layer). Задача входного слоя заключается в том, чтобы передать сигналы из внешней среды в нейронную сеть. Нейроны входного слоя не выполняют никаких вычислений, поэтому, при подсчете количества слоев, нейроны входного слоя игнорируются. Все вычисления выполняются в нейронах выходного слоя, благодаря чему они также называются вычислительными узлами сети.

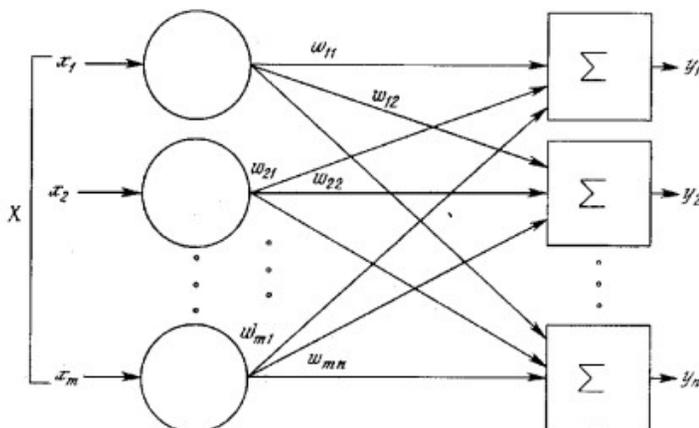


Рис. 1. Однослойная нейронная сеть



Пусть имеется множество M изображений, для которых известна корректная классификация на два класса

$$X_1 = \{X_{11}, X_{12}, \dots, X_{1q}\}, X_2 = \{X_{21}, X_{22}, \dots, X_{2p}\},$$

$$X_1 \cup X_2 = M, X_1 \cap X_2 = \theta,$$

и пусть первому классу X_1 соответствует выходной сигнал $y = 0$, а классу X_2 – сигнал $y = 1$. Если, например, предъявлено некоторое изображение

$$X^a = (X_1^a, \dots, X_n^a), X^a \in M$$

и его взвешенная сумма входных сигналов превышает нулевое значение:

$$S = \sum_{i=1}^n x_i^a w_i + w_0 > 0,$$

то выходной сигнал $y = 0$ и, следовательно, входное изображение X принадлежит классу X_1 . Если $S < 0$, то $y = 1$ и предъявленное изображение принадлежит второму классу.

В соответствии с правилом Хебба, если предъявленному биполярному изображению

$$X = (x_1, \dots, x_n)$$

соответствует неправильный выходной сигнал y , то веса $w_i = (i = \overline{1, n})$ связей нейрона адаптируются по формуле:

$$w_i(t+1) = w_i(t) + x_i(y), i = \overline{0, n},$$

Где

$$w_i(t), w_i(t+1)$$

соответственно вес i -й связи нейрона до и после адаптации;

$$x_i (i = \overline{1, n}) \quad - \text{компоненты входного изображения};$$

$x_0 = 1$ – сигнал смещения; y – выходной сигнал нейрона[3].

В более полной и строгой форме алгоритм настройки весов связей нейрона с использованием правила Хебба выглядит следующим образом:

Шаг 1. Задается множество

$$M = \{(X_1, t_1), \dots, (X_m, t_m)\}$$

состоящее из пар (входное изображение $X_k = (x_1^k, \dots, x_n^k)$, необходимый выходной сигнал нейрона t_k), $i = \overline{1, m}$

Инициализируются веса связей нейрона:

$$w_i = 0, i = \overline{0, n}$$

Шаг 2. Для каждой пары (X_k, t_k) , $k = \overline{1, m}$ пока не соблюдаются условия останова, выполняются шаги 3 – 5.

Шаг 3. Инициализируется множество входов нейрона:

$$x_0 = 1, x_i = x_{ik}, i = \overline{1, n}$$

Шаг 4. Инициализируется выходной сигнал нейрона: $y = t_k$

Шаг 5. Корректируются веса связей нейрона по правилу

$$w_i(new) = w_i(old) + x_i y, i = \overline{0, n}$$

Шаг 6. Проверка условий останова.

Для каждого входного изображения X_k рассчитывается соответствующий ему выходной сигнал y_k :

$$y^k = \begin{cases} 1, & \text{если } S^k > 0, \\ -1, & \text{если } S^k \leq 0, \end{cases} \quad k = \overline{1, m},$$

где

$$S^k = \sum_{i=1}^n x_i^k w_i + w_0.$$

Если вектор (y_1, \dots, y_m) рассчитанных выходных сигналов равен вектору (t_1, \dots, t_m) заданных сигналов нейрона, т.е. каждому входному изображению соответствует заданный выходной сигнал, то вычисления прекращаются (переход к шагу 7), если же $(y_1, \dots, y_m) \neq (t_1, \dots, t_m)$, то переход к шагу 2 алгоритма.

Шаг 7. Останов [4].

Задача: пусть требуется обучить бинарный нейрон распознаванию изображений X_1 и X_2 . При этом изображению X_1 пусть соответствует выходной сигнал нейрона "+1", а изображению X_2 – "0".

X^1		
1	0	0
0	0	0
0	0	0

X^2		
0	1	1
1	1	1
1	1	1

Рис. 2. Изображение X_1 и X_2

Реализация алгоритма в матлаб

```
function [w1, y, S] = HebbNN(x, t, w_init)
m = size(x, 1) % number of neurons
n = size(x, 2) % number of training samples (rows)
w = zeros(1, n); % initialization of weights
y = zeros(1, m);
s = 0;
S = zeros(1, m);
w0 = 0;
while isequal(y, t) == 0
for i = 1 : m
for j = 1 : n
if x(i, j) * t(i) == 1
```



```
        delta=1;
    elseif x(i,j)==0
        delta=0;
    elseif x(i,j)~=0 && t(i)==0
        delta=-1;
    end
    w(j)=w(j)+delta;
end
W(i,:)=w;
    w1=W;
end
y=y;
for i=1:m
    a=0;
        %w0=1;
    for j=1:n
        a=a+x(i,j)*W(m,j);
    end

    s(i)=a+w_init;
        if s(i)>1
            y(i)=1;
        else
            y(i)=0;
        end
end
S=s;
End
end
```

Результат работы представлен на рисунке 3

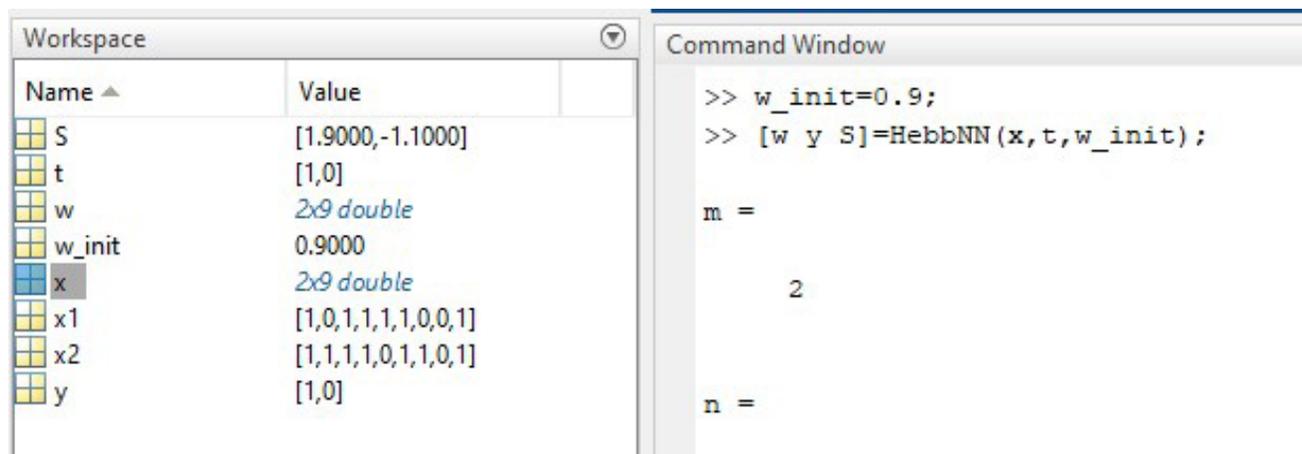


Рис. 3 результат распознавания с применением метода Хебба

Из рисунка 3 видно, что сумма входных сигналов (S) содержит два значения: 1.900 и -1.1000. Из правила Хебба вытекает следующее условие, если $S > 0$, то выход $y=1$ в противном случае $y=0$. Исходя из выполнения поставленного условия можно сделать вывод, что изображения и распознаны.

В ходе выполнения поставленной задачи, было реализовано правило Хебба в среде MATLAB, данная реализация облегчит вычисления весовых коэффициентов при больших наборах компонентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гафаров Ф.М Г12 Искусственные нейронные сети и приложения: учеб. пособие / Ф.М. Гафаров, А.Ф. Галимянов. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2018. – 121 с. // URL https://kpfu.ru/staff_files/F1493580427/NejronGafGal.pdf (дата обращения 11.07.2020)
2. Галушкин, А.И. Нейронные сети: основы теории. / А.И. Галушкин. - М.: РиС, 2014. - 496 с.
3. Галушкин, А.И. Нейронные сети: история развития теории: Учебное пособие для вузов. / А.И. Галушкин, Я.З. Цыпкин. - М.: Альянс, 2015. - 840 с.
4. Нейрокомпьютеры. Нейронная сеть Хебба. // URL https://life-prog.ru/view_neurocomputer.php?id=2 (дата обращения 11.07.2020)