

Лабораторная работа № 6.

Сети Кохонена

Целью работы является исследование свойств слоя Кохонена, карты Кохонена, а также сетей векторного квантования, обучаемых с учителем, алгоритмов обучения, а также применение сетей в задачах кластеризации и классификации.

Основные этапы работы:

1. Использовать слой Кохонена для выполнения кластеризации множества точек. Проверить качество разбиения.
2. Использовать карту Кохонена для выполнения кластеризации множества точек.
3. Использовать карту Кохонена для нахождения одного из решений задачи коммивояжера.
4. Использовать сеть векторного квантования, обучаемую с учителем, (LVQ-сеть) для классификации точек в случае, когда классы не являются линейно разделимыми.

Сценарий работы:

1. Построить и обучить слой Кохонена, который будет содержать координаты центров 8 сформированных кластеров.

1.1 Сформировать множество случайных точек, которые изначально сгруппированы в 8 кластеров. Использовать функцию $nngenc(X, clusters, points, deviation)$, где $X = [0, 1.5; 0, 1.5]$ задает область, в которой находятся точки множества; $clusters = 8$ задает число кластеров; $points = 10$ задает число точек в каждом из кластеров; $deviation = 0.1$ задает среднее квадратическое отклонение от центра кластера.

- 1.2 Не разбивать обучающее множество на подмножества.

- 1.3 Создать сеть с помощью функции *competlayer*. Число кластеров задать равным 8. Сконфигурировать сеть под обучающее множество.

- 1.4 Задать число эпох обучения *net.trainParam.epochs* равным 50. Произвести обучение сети с помощью метода, заданного по умолчанию. Занести в отчет весовые коэффициенты первого слоя, которые являются центрами кластеров. Занести в отчет содержимое окна Neural Network Training.

- 1.5 Отобразить структуру сети и проведенное обучение в отчете, заполнив таблицу 1.

- 1.6 Проверить качество разбиения: случайным образом задать 5 точек и подать их в сеть. Преобразовать выход сети с помощью функции *vec2ind* и занести в отчет номера кластеров. Занести в отчет график, на котором отобразить множество точек, полученные центры кластеров ($net.IW_{1,1}$) и 5 дополнительных точек. На графике исходное множество, центры кластеров и дополнительные точки должны быть изображены разным цветом, также должна быть отображена сетка.

2. Построить и обучить карту Кохонена размера 2x4 с гексагональной сеткой, которая будет содержать координаты центров кластеров.

2.1 Сформировать множество случайных точек, которые изначально сгруппированы в 8 кластеров. Использовать функцию $nngenc(X, clusters, points, deviation)$, где $X = [0, 1.5; 0, 1.5]$ задает область, в которой находятся точки множества; $clusters = 8$ задает число кластеров; $points = 10$ задает число точек в каждом из кластеров; $deviation = 0.1$ задает среднее квадратическое отклонение от центра кластера. Не разбивать обучающее множество на подмножества.

- 2.2 Создать сеть с помощью функции $newsom(X, [2, 4])$.

- 2.3 Задать число эпох обучения *net.trainParam.epochs* равным 150. Произвести обучение сети с помощью метода, заданного по умолчанию. Занести в отчет весовые коэффициенты первого слоя после обучения. Занести в отчет графики SOM Sample Hits, SOM Weight Positions, а также содержимое окна Neural Network Training.

2.4 Отобразить структуру сети и проведенное обучение в отчете, заполнив таблицу 1.

2.5 Проверить качество разбиения: случайным образом задать 5 точек и подать их в сеть. Преобразовать выход сети с помощью функции *vec2ind* и занести в отчет номера кластеров. Занести в отчет график, на котором отобразить множество точек, полученные центры кластеров, связи между ними (*plotsom(net.IW{1,1},net.layers{1}.distances)*), и 5 дополнительных точек. На графике исходное множество, центры кластеров и дополнительные точки должны быть изображены разным цветом, также должна быть отображена сетка.

3. Построить и обучить карту Кохонена, которая будет находить одно из решений задачи коммивояжера.

3.1 С помощью функции *rand* сгенерировать набор из $N = 20$ случайных точек $T = \{x_i, y_i\}$ в диапазоне $[-1.5, 1.5]$. Точки задают координаты каждого города, их последовательность — маршрут, который должен пройти через все города. В данной задаче замыкать маршрут не требуется. Отобразить маршрут, полученный при создании набора точек:

```
hold on
plot(T(1,:),T(2,:), '-V','MarkerEdgeColor','k','MarkerFaceColor','g','MarkerSize',7), grid
hold off
```

Занести график в отчет.

3.2 Не разбивать обучающее множество на подмножества. Создать сеть Кохонена, нейроны которой образуют одномерную цепочку, с помощью функции *newsom(T, N)*.

3.3 Задать число эпох обучения *net.trainParam.epochs* равным 600. Произвести обучение сети с помощью метода, заданного по умолчанию. При обучении сети города, расположенные по соседству друг с другом, будут отображаться на нейроны, расположенные по соседству в сети Кохонена. Провести обучение несколько раз, добиться, чтобы маршрут, генерируемый сетью Кохонена, проходил через наибольшее число городов.

3.4 Отобразить координаты городов и центры кластеров, сгенерированные сетью.

```
hold on
plotsom(net.IW1,1,net.layers1.distances),
plot(T(1,:),T(2,:), '-V','MarkerEdgeColor','k','MarkerFaceColor','g','MarkerSize',7), grid
hold off
```

График занести в отчет.

4. Для обучающей выборки построить LVQ-сеть, которая будет правильно относить точки к двум классам. Классы не являются линейно разделимыми. Отобразить границы классов, которые построила сеть.

4.1 Отобразить входное множество и эталонное распределение по классам с помощью функции *plotpv*, график занести в отчет. Для отображения необходимо индекс класса -1 заменить на 0 .

4.2 Не разбивать обучающее множество на подмножества. Построить вектор индексов классов с помощью функции *ind2vec*. Перед этим в векторе, содержащем распределение по классам заменить -1 на 1 , а 1 на 2 .

4.3 Создать сеть с помощью функции *newlvq*. Число нейронов конкурентного слоя задать равным 12. Задать скорость обучения равной 0.1 . При создании сети задать процентную долю принадлежности входных векторов к классу с индексом 1 и классу с индексом 2 .

4.4 Задать число эпох обучения *net.trainParam.epochs* равным 300. Произвести обучение сети с помощью метода, заданного по умолчанию. Занести в отчет содержимое окна Performance и Neural Network Training.

4.5 Отобразить структуру сети и проведенное обучение в отчете, заполнив таблицу 1.

4.6 Проверить качество обучения: произвести классификацию точек области $[-1.5, 1.5] \times [-1.5, 1.5]$. Для этого задать сетку для указанной области с шагом $h = 0.1$. Рассчитать выход сети

(*sim*) для всех узлов сетки. Преобразовать выходные значения с помощью функции *vec2ind*. Преобразовать индексы классов: $1 \Rightarrow 0$, $2 \Rightarrow 1$. Отобразить границы классов с помощью:

```
plotpv(xyGrid,output);
point = findobj(gca,'type','line');
set(point,'Color','g');
hold on;
plotpv(P,T)
hold off;
```

где P, T — обучающее множество, $xyGrid$ — набор узлов сетки, $output$ — выход LVQ-сети. Полученный график занести в отчет.

Варианты заданий:

Номер варианта соответствует номеру в списке группы.

№	Обучающее множество
1.	$\begin{bmatrix} 0.5 & 0.7 & 0.4 & 0.6 & -0.7 & -1.3 & 0.5 & 1.3 & -0.2 & 0.7 & -1 & -0.2 \\ 0.7 & -0.4 & -1 & -1.5 & -1.4 & 0.9 & -0.6 & -1.4 & -0.4 & 0.8 & -0.1 & 0.4 \end{bmatrix}$ $[1 \quad 1 \quad -1 \quad -1 \quad 1 \quad 1 \quad -1 \quad 1 \quad -1 \quad 1 \quad 1 \quad 1]$
2.	$\begin{bmatrix} 0.1 & 0 & -0.9 & -1.2 & -0.3 & -0.5 & 1.2 & -1 & 0.5 & 0 & 1 \\ 0.6 & 1.4 & -1.2 & -1.4 & -0.2 & 0.7 & 0.8 & 1.4 & -1.1 & -1.3 & 0 & -0.1 \end{bmatrix}$ $[-1 \quad -1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad -1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad -1 \quad 1]$
3.	$\begin{bmatrix} 0 & 0.3 & -1.3 & 1.2 & -1.2 & -0.5 & 0.7 & -1.4 & 0.3 & 0.6 & 0.8 & 0.5 \\ 0.7 & -1.3 & 0.8 & 0.1 & 0.9 & -0.7 & -1.5 & 0.5 & 0 & 0.6 & -0.7 & 0.1 \end{bmatrix}$ $[-1 \quad -1 \quad -1 \quad -1 \quad -1 \quad -1 \quad -1 \quad -1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1]$
4.	$\begin{bmatrix} -0.3 & -1.2 & -1 & 0.8 & 0.8 & -0.7 & 0.5 & -0.2 & -1.4 & 0.8 & -1.2 & -1.3 \\ 0.4 & 1.3 & -0.8 & -0.1 & -0.4 & -1.4 & -0.3 & 0.3 & -0.6 & 0.5 & -1.2 & -1.5 \end{bmatrix}$ $[1 \quad 1 \quad -1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad -1 \quad -1]$
5.	$\begin{bmatrix} -1.2 & -0.6 & -0.4 & -1 & -1.5 & 0.4 & -1.1 & 0.8 & -0.2 & 0.7 & -1.4 & 0.5 \\ 0 & 0.1 & -0.3 & -0.8 & 1.2 & 1.2 & 1.2 & 0.2 & -0.8 & -0.9 & 0.8 & 0.6 \end{bmatrix}$ $[-1 \quad 1 \quad 1 \quad -1 \quad -1 \quad -1 \quad -1 \quad -1 \quad -1 \quad -1 \quad -1 \quad -1]$

№	Обучающее множество
6.	$\begin{bmatrix} 0.5 & 0.7 & 0.4 & 0.6 & -0.7 & -1.3 & 0.5 & 1.3 & -0.2 & 0.7 & -1 & -0.2 \\ 0.7 & -0.4 & -1 & -1.5 & -1.4 & 0.9 & -0.6 & -1.4 & -0.4 & 0.8 & -0.1 & 0.4 \end{bmatrix}$ $[-1 \quad -1 \quad 1 \quad 1 \quad -1 \quad -1 \quad 1 \quad -1 \quad -1 \quad -1 \quad -1 \quad -1]$
7.	$\begin{bmatrix} 1.2 & -1.3 & -0.5 & -1.1 & -1.2 & -0.1 & 0.6 & 1.1 & 0.5 & -1.5 & 0 & 1.2 \\ 0.8 & -0.8 & 0.5 & 0.6 & 0.4 & 0.8 & 1.2 & -0.5 & -1 & 0.7 & -0.1 & 0.3 \end{bmatrix}$ $[-1 \quad -1 \quad 1 \quad -1 \quad -1 \quad 1 \quad -1 \quad -1 \quad -1 \quad -1 \quad 1 \quad -1]$
8.	$\begin{bmatrix} 0.6 & 0.2 & 1.2 & 0.9 & 0.2 & -0.3 & -1.1 & -0.3 & 0.2 & 0.5 & 0.4 & -1.3 \\ -0.5 & -1.2 & 1.1 & -0.8 & -1.5 & -0.6 & -1 & -1.3 & -0.1 & 0.5 & -1.4 & -0.6 \end{bmatrix}$ $[-1 \quad 1 \quad -1 \quad -1 \quad 1 \quad -1 \quad -1 \quad -1 \quad 1 \quad -1 \quad 1 \quad -1]$
9.	$\begin{bmatrix} 1 & -0.4 & 0.7 & -0.5 & 0.2 & -1.4 & -0.8 & 0.5 & 0.7 & 0.5 & -0.2 & -0.6 \\ -0.1 & 0.5 & 0 & -1.1 & -0.8 & 0.7 & -0.2 & -0.5 & -0.4 & 0.6 & -1.5 & -0.3 \end{bmatrix}$ $[1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad -1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad -1 \quad 1]$
10.	$\begin{bmatrix} 0 & 0.3 & -1.3 & 1.2 & -1.2 & -0.5 & 0.7 & -1.4 & 0.3 & 0.6 & 0.8 & 0.5 \\ 0.7 & -1.3 & 0.8 & 0.1 & 0.9 & -0.7 & -1.5 & 0.5 & 0 & 0.6 & -0.7 & 0.1 \end{bmatrix}$ $[-1 \quad -1 \quad -1 \quad -1 \quad -1 \quad -1 \quad -1 \quad -1 \quad 1 \quad 1 \quad -1 \quad 1]$
11.	$\begin{bmatrix} -0.3 & -0.3 & -1.1 & -1.1 & 1.1 & 0.5 & 0 & 0.2 & -0.7 & -0.3 & 0.1 & -0.3 \\ 1.4 & 0.3 & -0.4 & 0.7 & -0.5 & -0.7 & 0.9 & -0.5 & -0.2 & -0.5 & 0.7 & -0.3 \end{bmatrix}$ $[1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad -1 \quad -1 \quad 1 \quad -1]$
12.	$\begin{bmatrix} -0.4 & -1.5 & -1 & -0.4 & 0.7 & -1 & -0.8 & -0.9 & -1.3 & -1 & 0.6 & 0.4 \\ -1.1 & -0.3 & 0.6 & 1 & 0.2 & 1.3 & 1.2 & -0.4 & 0.4 & -1.4 & -0.5 & -0.4 \end{bmatrix}$ $[1 \quad 1 \quad -1 \quad 1 \quad 1 \quad -1 \quad -1 \quad -1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1]$
13.	$\begin{bmatrix} -0.6 & -0.5 & 0 & 0.3 & -0.4 & 0 & 1.4 & -0.1 & -1.1 & 1.2 & 0.6 & -0.5 \\ -1 & -0.9 & 1.2 & -1.2 & -1.4 & -0.3 & 0.9 & 1.1 & -0.4 & 1.2 & 0.3 & 1.3 \end{bmatrix}$ $[1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad -1 \quad 1 \quad 1 \quad -1 \quad 1 \quad -1 \quad 1]$
14.	$\begin{bmatrix} 0.2 & 1.3 & 0.6 & -1.5 & 0.4 & -0.4 & 0.9 & -0.4 & 1.1 & 0.5 & 0.4 & -0.3 \\ 1.1 & 0.1 & 0.2 & -0.2 & 0 & 1.3 & 1 & 0.2 & 1.3 & -0.9 & -1.3 & 0.5 \end{bmatrix}$ $[1 \quad 1 \quad -1 \quad 1 \quad -1 \quad 1 \quad -1 \quad 1 \quad -1 \quad 1 \quad 1 \quad 1]$

№	Обучающее множество
15.	$\begin{bmatrix} 1.4 & 1.4 & 0 & -0.3 & -1.3 & -1.4 & 0.9 & 0.3 & 1.1 & -1 & 1.1 & 0 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} 0.2 & 0.1 & -0.6 & -0.1 & 1.1 & -0.2 & -0.4 & 0.9 & 1.2 & -0.8 & 0.2 & 0.3 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & -1 & 1 & 1 & 1 & -1 & 1 & 1 & 1 & -1 \end{bmatrix}$
16.	$\begin{bmatrix} -1.3 & -0.8 & -0.3 & -0.1 & -0.8 & -1.3 & -1.5 & -1.5 & -1.1 & -1 & 0.2 & 1.3 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} -0.3 & -0.7 & -1.2 & 0.6 & 0.8 & -0.4 & -0.9 & -1 & -0.7 & -1.1 & 1.2 & -0.9 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} -1 & 1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & 1 & 1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$
17.	$\begin{bmatrix} -1.3 & 0 & 0.6 & 0 & 1 & -0.6 & 0.7 & -1.2 & 0 & 0.6 & -0.7 & 1.2 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} -0.6 & -1.4 & 0.1 & 0.9 & 0.8 & -0.2 & -1.2 & -0.7 & 1.4 & -0.6 & 1 & 0.4 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} -1 & 1 & 1 & 1 & 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$
18.	$\begin{bmatrix} 0.6 & 0.7 & 1.3 & 1.3 & -1.4 & 0.2 & 1.2 & -0.3 & 0.6 & 0.9 & -0.1 & -0.4 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} 0.1 & 1.4 & 0.1 & -1.2 & -0.6 & 0 & 0.1 & 0.1 & -1.5 & -1.1 & -0.8 & 0.4 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} 1 & -1 & -1 & 1 & -1 & -1 & -1 & -1 & 1 & 1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$
19.	$\begin{bmatrix} 0.3 & -1 & -0.5 & -1.1 & 0.3 & 0.9 & 1.3 & 0.7 & 0.9 & -0.2 & 1.2 & 1.1 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} 1.1 & 0.7 & -0.3 & 0.9 & 0.7 & -1.3 & -0.1 & 0.7 & -1.1 & 0.3 & 1 & 0.2 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} -1 & 1 & 1 & 1 & -1 & 1 & 1 & 1 & 1 & -1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$
20.	$\begin{bmatrix} 0.8 & 0.7 & -0.8 & -0.9 & -0.7 & -1.4 & -1.1 & -1 & 1.4 & -1.4 & -0.4 & -0.9 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} -0.4 & 1.1 & -1.2 & -0.5 & 1.2 & 0.2 & 1 & 0 & -0.5 & -0.9 & -0.5 & 1.3 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$
21.	$\begin{bmatrix} -1.2 & 0.5 & 1.4 & 0.7 & -0.3 & -0.1 & 0.7 & -1.3 & -0.4 & -1 & 1.2 & 1.4 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} -0.8 & 1 & -0.9 & 0.2 & 0 & 0.4 & -0.6 & 0.9 & 0.8 & -1.2 & 1.1 & 1 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} -1 & 1 & -1 & -1 & 1 & 1 & -1 & -1 & 1 & -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$
22.	$\begin{bmatrix} 1.2 & 0.8 & -1 & 0.3 & 0.4 & 0.7 & 0.3 & 1.2 & 0 & -0.4 & -0.8 & 0.6 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} 1.1 & 1.2 & 0 & 1.2 & -0.4 & 0.9 & -1.3 & -1.4 & -1.2 & 0.9 & 1.1 & -0.4 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} 1 & 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & -1 \end{bmatrix}$

№	Обучающее множество
23.	$\begin{bmatrix} -1 & 0.6 & -1.2 & 0.2 & 0 & 0.5 & 1.1 & -0.5 & 0.1 & -0.6 & 0.8 & -0.5 \\ -1.5 & 1.1 & -1.4 & 0.3 & -1.5 & 1.3 & -1.2 & -0.8 & 0.3 & 0.8 & 0.8 & -1.4 \end{bmatrix}$ $[1 \quad 1 \quad 1 \quad -1 \quad -1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad -1 \quad 1 \quad 1 \quad 1]$
24.	$\begin{bmatrix} 0 & -1.2 & -0.5 & 0.2 & -1 & 1.2 & -0.7 & 1.1 & -0.7 & 0.2 & -1.5 & 0 \\ 0.8 & 0.3 & -0.5 & 1 & 0.5 & -1 & -0.1 & 0 & 0.1 & -0.3 & 0.6 & -0.4 \end{bmatrix}$ $[1 \quad 1 \quad -1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad -1 \quad 1 \quad -1]$
25.	$\begin{bmatrix} -1.3 & -0.8 & -0.7 & 1.4 & 0.6 & 0.5 & -0.4 & -0.5 & -0.4 & 0 & -0.9 & 0.2 \\ 0.6 & -0.4 & 0.9 & 0.4 & 1.2 & 0.2 & 0.4 & -0.3 & -0.1 & 1.2 & -0.5 & -0.1 \end{bmatrix}$ $[1 \quad -1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad -1 \quad -1 \quad -1 \quad 1 \quad -1 \quad 1]$
26.	$\begin{bmatrix} 0.9 & 0.6 & 0.6 & 0 & 0.8 & -0.8 & 0.3 & -1.2 & -0.7 & -0.3 & 1.3 & -1.4 \\ 0.8 & -0.1 & 1.3 & -0.6 & -0.8 & -0.2 & 0.3 & -1.2 & -0.7 & 0.9 & -0.4 & 0.2 \end{bmatrix}$ $[-1 \quad 1 \quad -1 \quad 1 \quad 1 \quad -1 \quad -1 \quad -1 \quad -1 \quad -1 \quad -1 \quad -1]$
27.	$\begin{bmatrix} -0.7 & -1.5 & -0.3 & 1.3 & -0.7 & 0.2 & -1.3 & -0.7 & 0.6 & -0.5 & 1.3 & 0.8 \\ 0 & 1.1 & -0.6 & -0.2 & -1.3 & -1.1 & 0.2 & -0.5 & 1 & 1.3 & -0.9 & 0.3 \end{bmatrix}$ $[-1 \quad 1 \quad -1 \quad 1 \quad -1 \quad -1 \quad 1 \quad -1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1]$
28.	$\begin{bmatrix} -0.8 & -1 & 0.1 & -0.4 & 1 & -0.3 & -0.9 & 0.5 & -0.5 & -1 & -0.1 & 0.8 \\ 1.1 & -1.2 & -0.6 & 0.8 & 0.5 & 0.4 & 0.3 & 0.3 & -0.5 & 0.8 & -0.5 & -0.8 \end{bmatrix}$ $[-1 \quad -1 \quad 1 \quad -1 \quad -1 \quad -1 \quad -1 \quad -1 \quad 1 \quad -1 \quad 1 \quad -1]$
29.	$\begin{bmatrix} 0 & 1.4 & -1.2 & 0.2 & -0.3 & -1.3 & 0.4 & 0.6 & -1.3 & -0.8 & 0.6 & 0.1 \\ 1.2 & 0.2 & 1.2 & 1.1 & 0.3 & 1.2 & -1.2 & -0.4 & -0.9 & -0.9 & 0.7 & 0.1 \end{bmatrix}$ $[-1 \quad 1 \quad 1 \quad -1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad -1 \quad 1]$
30.	$\begin{bmatrix} 1.2 & -0.5 & -0.1 & 0 & 0.6 & 0.4 & -0.9 & -1.1 & -0.9 & -1.5 & -1.5 & -0.7 \\ -1.3 & 0.2 & 0.9 & -0.9 & -1.1 & 0.4 & -1 & -1.1 & 1.3 & 1.3 & 1.4 & 0 \end{bmatrix}$ $[1 \quad -1 \quad -1 \quad 1 \quad 1 \quad -1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad -1]$

№	Обучающее множество
---	---------------------

Литература

1. *Beale M., Hagan M., Demuth H.* Neural Network Toolbox User's guide R2011b. The MathWorks, 2011. –pp. 6-3–6-48.
2. *Медведев В. С., Потемкин В. Г.* Нейронные сети. MATLAB 6/Под общ. ред. к. т. н. В. Г. Потемкина – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2006. – с. 147–174.
3. *Hagan M., Demuth H.* Neural Network Design. 1996. – Chapter 13-14. – 76 pp.