

Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет)

Факультет информационных технологий и прикладной
математики

Кафедра вычислительной математики и программирования

Лабораторная работа №6 по курсу «Нейроинформатика»

Студент: К. О. Вахрамян
Преподаватель: Н.П. Аносова
Группа: М8О-406Б
Дата:
Оценка:
Подпись:

Москва, 2021

Лабораторная работа №6

Задача:

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.

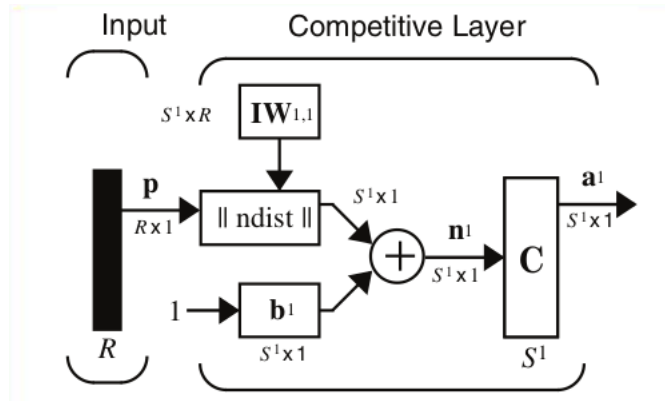
Вариант 2:

$$\begin{bmatrix} 0.5 & 0.7 & 0.4 & 0.6 & -0.7 & -1.3 & 0.5 & 1.3 & -0.2 & 0.7 & -1 & -0.2 \\ 0.7 & -0.4 & -1 & -1.5 & -1.4 & 0.9 & -0.6 & -1.4 & -0.4 & 0.8 & -0.1 & 0.4 \end{bmatrix}$$

$$[1 \ 1 \ -1 \ -1 \ 1 \ 1 \ -1 \ 1 \ -1 \ 1 \ 1 \ 1]$$

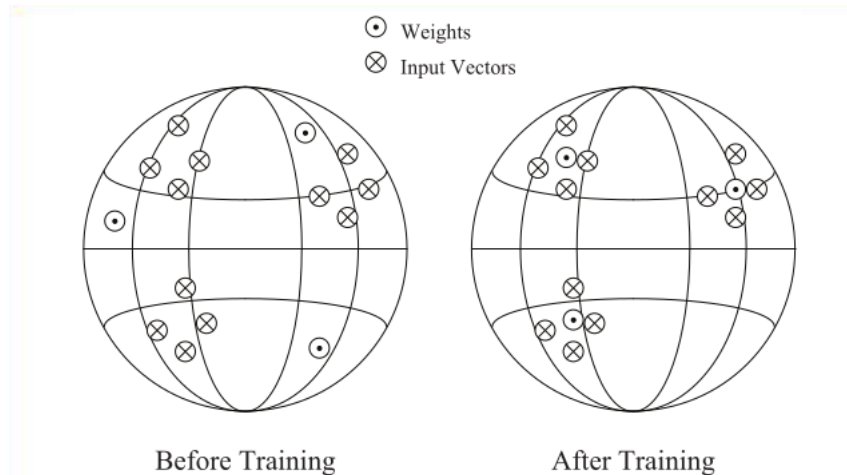
1 Описание

Слой Кохонена:

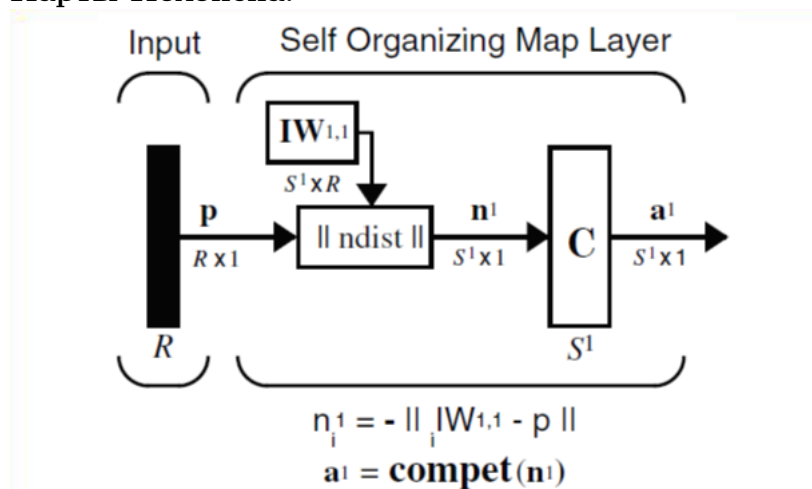


НС обучается без учителя и решает задачу кластеризации. Количество нейронов равно количеству кластеров, количество входных переменных нейронной сети равно размерности входного вектора.

После прохождения слоя линейных элементов сигналы посылаются на обработку по правилу «победитель забирает всё»: среди выходных сигналов выполняется поиск максимального $y_{max} = \arg \max_j y_j$. Окончательно, на выходе сигнал с номером j_{max} равен единице, остальные — нулю. При предъявлении очередного входного вектора обновляются только веса нейрона-победителя, остальные веса не изменяются.



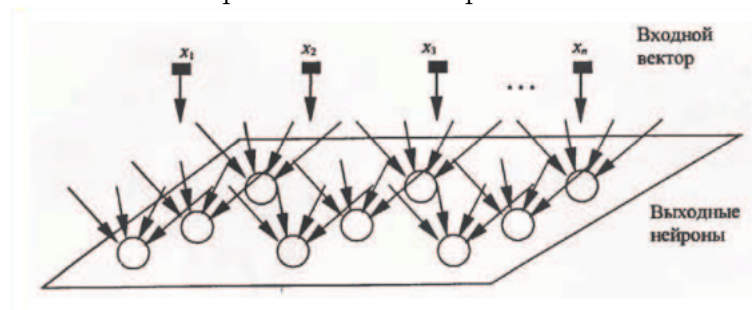
Карты Кохонена:



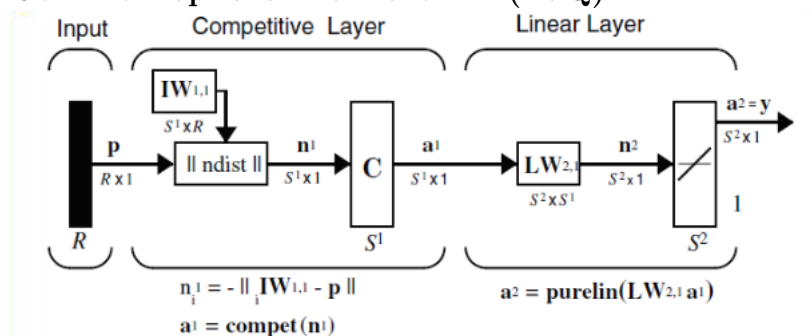
SOM используют для отображения нелинейных взаимосвязей многомерных данных на достаточно легко интерпретируемые (чаще всего — двумерные) сетки.

Состоит из сегментов прямоугольной или шестиугольной формы. Каждая ячейка связана с определенным выходным нейроном и представляет собой «сферу влияния» данного нейрона.

SOM имеет один слой нейронов, число входов каждого нейрона равно размерности входного паттерна (образца), количество нейронов в слое определяет, сколько различных кластеров сеть сможет распознать.



Сеть векторного квантования (LVQ):



Сеть LVQ ориентирована на решение задач классификации (распознавания), т.е. она должна разделить пространство входных данных на области, отвечающие классам.

1. Соревновательный слой - воспринимает входные векторы и выполняет их кластеризацию, выделяя заданное число подклассов n .
2. Линейный слой - объединяет эти подклассы в m классов, $n \geq m$, в ходе обучения с учителем, используя информацию о принадлежности входных данных векторов определенным классам.

2 Ход работы

Задание 1:

Использовать слой Кохонена для выполнения кластеризации множества точек. Проверить качество разбиения

Формируем входные данные для сети
Построим и обучим слой Кохонена:

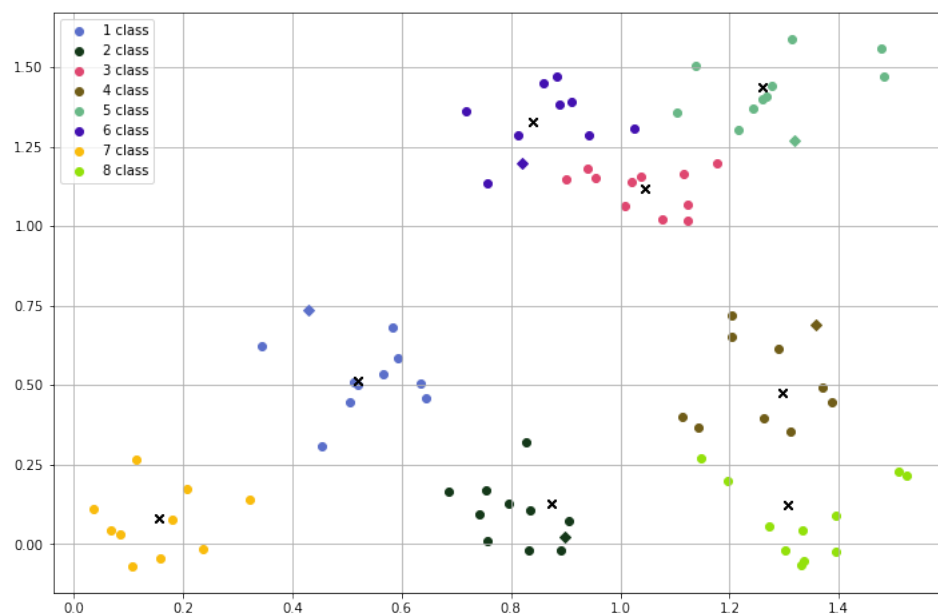
```
1 | Epoch: 100; Error: 14.540243324292737;  
2 | Epoch: 200; Error: 12.814849301789927;  
3 | Epoch: 300; Error: 12.822122035580527;  
4 | Epoch: 400; Error: 12.887312142127804;  
5 | Epoch: 500; Error: 12.905676342452011;
```

Центры кластеров:

```
1 | array([[0.52010871, 0.51516656],  
2 |        [0.87340769, 0.12744294],  
3 |        [1.04550893, 1.1198544 ],  
4 |        [1.2973425 , 0.47594185],  
5 |        [1.25975953, 1.43569282],  
6 |        [0.83875438, 1.32984925],  
7 |        [0.15712908, 0.0800968 ],  
8 |        [1.30641257, 0.12203851]])
```

Проверим качество разбиения. Создадим случайным образом 5 точек

```
1 | [[1.3182479766177662, 1.267101668088333],  
2 |  [1.3580884780629738, 0.6898203987252105],  
3 |  [0.8195202240305599, 1.1979053867280591],  
4 |  [0.42857827760122136, 0.7353802839298915],  
5 |  [0.8986654614688175, 0.023299913326253585]]
```



Крестики - центры кластеров, ромбики - 5 точек для проверки качества обучения.

Задание 2:

Использовать карту Кохонена для выполнения кластеризации множества точек.
Построим и обучим сеть:

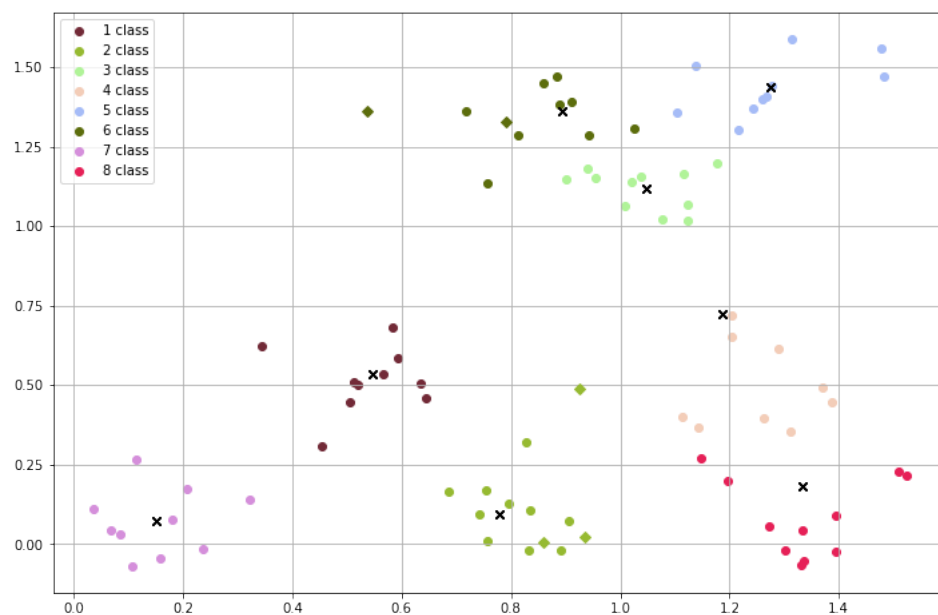
```
1 || [ 500 / 500 ] 100% - 0:00:00 left
2 || quantization error: 0.13106901880330818
```

Центры кластеров:

```
1 || array([[0.79023729, 0.09205505],
2 ||         [0.14908193, 0.07749172],
3 ||         [1.345935 , 0.13103264],
4 ||         [0.52998183, 0.53017433],
5 ||         [1.14922819, 1.00304019],
6 ||         [1.21230266, 0.5159144 ],
7 ||         [1.27254216, 1.42887332],
8 ||         [0.93428023, 1.25911401]])
```

Сгенерируем случайные точки и определим их кластеры:

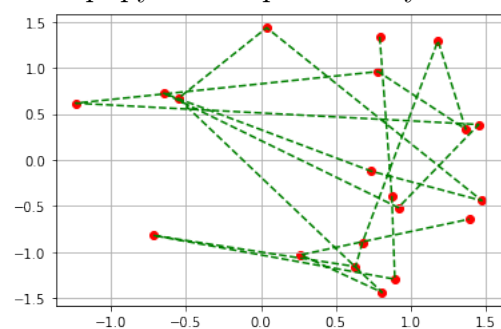
```
1 || [[0.8605192300084288, 0.004305490546738455],
2 || [0.9257173704310858, 0.48996735265814423],
3 || [0.7905871533864139, 1.3289131489661616],
4 || [0.5359046400037497, 1.362802726379699],
5 || [0.9350401736877041, 0.023731864269834424]]
```



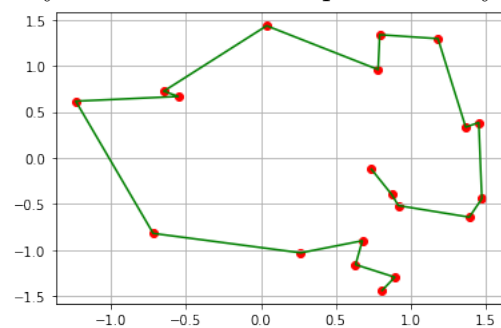
Задание 3:

Использовать карту Кохонена для нахождения одного из решений задачи коммивояжера.

Сгенерируем набор из 20 случайных точек из диапазона $[-1.5, 1.5]$.

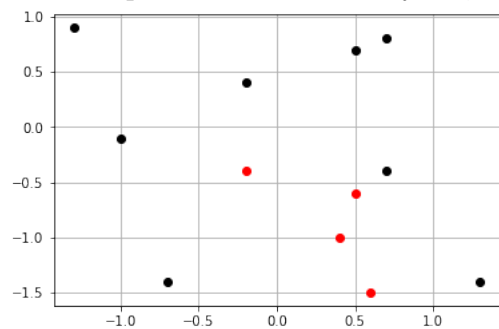


Обучим сеть и посмотрим на полученный результат.



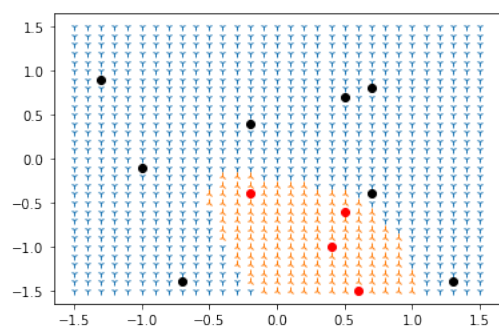
Задание 4:

Использовать сеть векторного квантования, обучаемую с учителем, (LVQ-сеть) для классификации точек в случае, когда классы не являются линейно разделимыми.



Строим LVQ-сеть и обучаем на 300 эпохах.

Классифицируем точки области $[-1.5; 1.5] \times [-1.5; 1.5]$ с шагом 0.1.



3 Выводы

Выполнив шестую лабораторную работу я ознакомился с нейронными сетями Кохонена. Основным их назначением является кластеризация образцов, то есть разделение образцов на группы (кластеры) по тем или иным признакам. Обучение этих сетей происходит без учителя. Также реализовал карту Кохоннена - разновидность НС Кохонена. Уникальность метода самоорганизующихся карт состоит в преобразовании n -мерного пространства в двухмерное. Имея такое представление данных, можно визуально определить наличие или отсутствие взаимосвязи во входных данных.