

Перевели:
 Свистун Д.Н. (1st week)
 Лобачевский А.П. (2nd week)
 Ковалевич В.А. (3rd, 4th, 5th week)

Свистун Д.Н.
 Ассоциативная память и нейронная сеть Хопфилда.
 Лабораторная работа №1 (Неделя №1).

На первом практическом занятии нужно создать свою модель сети Хопфилда:

- Количество нейронов $N=100$;
- За время t , j -ый нейронный элемент принимает значение $S_i(t)=1$ или $-1 (i=0,1,2,\dots,99)$;
 - Время для них дискретное (непостоянное) ($t=0,1,2,\dots$).
- Все нейронные элементы связаны между собой;
 - Таким образом окончательное количество связей для нашей сети Хопфилда равно $N^2 = 10000$;
- Весовой коэффициент между i -ым и j -м нейронами обозначается w_{ji} и должен принимать случайное значение в диапазоне от -1 до 1 .

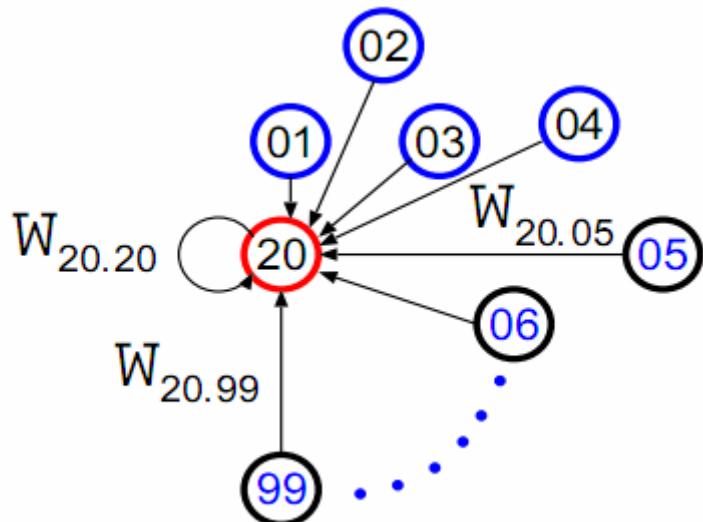


Рисунок 1.

Состояние нейронного элемента в момент времени $t+1$ активно (+1), если взвешенная сумма для всех нейронов (для остальных 99 нейронов и для самого себя) положительная, иначе неактивен (-1). Таким образом получим что:

$$S_i(t+1) = \text{sgn} \left(\sum_{j=0}^{99} w_{ij} S_i(t) \right) \quad (1)$$

Задание 1: Выведите на экран начальные значения весовых коэффициентов для 100 нейронов (их значения должны быть заданы случайным образом в диапазоне от -1 до 1), то есть в момент времени $t=0$. Далее, используя формулу (1) выведите на экран значения весовых коэффициентов в следующий момент времени.

2 Неделя

В сети Хопфилда созданной на первой неделе, мы пытались хранить образец. На первой неделе обе начальные установки и весовые коэффициенты были случайными, но на этой неделе мы зададим их. Образец был сконструирован как двуразмерный массив из $N=100$ нейронов.

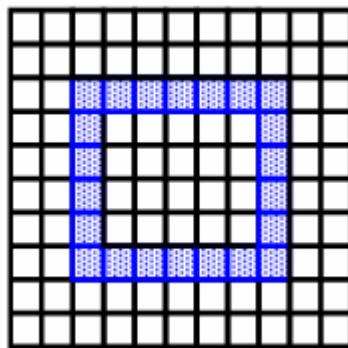


Рисунок 2

Мы интерпретируем это как двуразмерные пиксели, не цветные, не серые, только чёрные и белые. При состоянии 1 цвет чёрный, и при состоянии -1 цвет белый. Следовательно, сегодня $W_{ij}=W_{ji}$

Если оба соединения заканчиваются 1 то значение весового коэффициента устанавливается в 1, во всех остальных случаях -1. Значение весового коэффициента нейрона который замыкается на себя выставляется на 0, сегодня $W_{ii}=0$

Рисунок №3. Пример заданных весовых коэффициентов. Значение коэффициентов 1, -1 или 0, в зависимости от состояний нейронов на обоих концах соединения



Если вам нравится больше математика, то вы можете вычислить W_{ij} по следующей формуле (2)

$$w_{ij} = \xi_i \xi_j \quad (i \neq j), \quad w_{ii} = 0$$

Где ξ_i это состояние *i-го* нейрона.

Задание 2: На вашем мониторе отображено 100 нейронов, каждый из которых принимает значение -1 или 1, так те нейроны у которых состояние 1 создают границы прямоугольника, тогда как нейроны с состоянием -1 создают задний фон. Получите весовые соединения используя формулу (4). Начните с нескольких зашумленных образов и попытайтесь наблюдать за ними на промежутке времени 1,2,....

3 неделя

С той же основой что и на 2 неделе, давайте увеличим количество элементов. После сохранения 1-го элемента который был получен в прошлый раз, добавьте следующие элементы, один за другим прибавляя +1 к весовым соединениям если оба конца связи +1 для 2-ого элемента иначе вычитаем 1. Более специально(3):

$$w_{ij} = \sum_{\mu=1}^p \xi_i^\mu \xi_j^\mu \quad (i \neq j), \quad w_{ii} = 0. \quad (3)$$

В результате, если вы храните элементы, то диапазоны весовых коэффициентов будут от - до

Задание 3. Попытайтесь сохранить множество элементов и понаблюдать за их обучением. Для эксперимента, попытайтесь начать со всех элементов пикселей белого цвета.

4 неделя

Тогда нам становится любопытно, сколько элементов мы можем сохранить.

Задание 4. Попытайтесь сохранить столько элементов чтобы понаблюдать за их хаотическим движением.

5 неделя (дополнительная) – для тех, кто не сдал.

Сеть Хопфилда может также изображать мультиликацию, составленную из элементов, весовые коэффициенты которых определяются по формуле:

$$w_{ij} = \sum_{\mu=1}^p \xi_i^{\mu+1} \xi_j^\mu \quad (i \neq j), \quad w_{ii} = 0. \quad (4)$$

Задание 5 Приготовьте, 3 элемента весовые коэффициенты которого определяются по формуле (4). Наблюдайте результат, который начинается с одного из тех 3 элементов.