

Podstawy Sztucznej Inteligencji

Sprawozdanie nr 5

Budowa i działanie sieci Kohonena dla WTA

1. Cel ćwiczenia:

Celem ćwiczenia jest poznanie budowy i działania sieci Kohonena przy wykorzystaniu reguły WTA do odwzorowywania istotnych cech kwiatów.

2. Zadania do wykonania:

- Przygotowanie danych uczących zawierających numeryczny opis cech kwiatów.
- Przygotowanie (implementacja lub wykorzystanie gotowych narzędzi) sieci Kohonena i algorytmu uczenia opartego o regułę Winner Takes All (WTA).
- Uczenie sieci dla różnych współczynników uczenia.
- Testowanie sieci.

3. Opis sieci Kohena:

Sieć Kohonena – sieć neuronowa uczona w trybie bez nauczyciela w celu wytworzenia niskowymiarowej (przeważnie dwuwymiarowej) zdyskretyzowanej reprezentacji przestrzeni wejściowej. Sieć Kohonena wyróżnia się tym od innych sieci, że zachowuje odwzorowanie sąsiedztwa przestrzeni wejściowej. Wynikiem działania sieci jest klasyfikacja przestrzeni w sposób grupujący zarówno przypadki ze zbioru uczącego, jak i wszystkie inne wprowadzenia po procesie uczenia.

Sieci Kohonena są jednym z podstawowych typów sieci samoorganizujących się. Właśnie dzięki zdolności samoorganizacji otwierają się zupełnie nowe możliwości - adaptacja do wcześniej nieznanymi danych wejściowych, o których bardzo niewiele wiadomo. Wydaje się to naturalnym sposobem uczenia, który jest używany chociażby w naszych mózgach, którym nikt nie definiuje żadnych wzorców, tylko muszą się one krystalizować w trakcie procesu uczenia, połączonego z normalnym funkcjonowaniem. Sieci Kohonena stanowią synonim całej grupy sieci, w których uczenie odbywa się metodą samoorganizującą typu konkurencyjnego. Polega ona na podawaniu na wejścia sieci sygnałów, a następnie wybraniu w drodze konkurencji zwycięskiego neuronu, który najlepiej odpowiada wektorowi wejściowemu. Dokładny schemat konkurencji i późniejszej modyfikacji wag synaptycznych może mieć różną postać. Wyróżnia się wiele podtypów sieci opartych na konkurencji, które różnią się dokładnym algorytmem samoorganizacji.

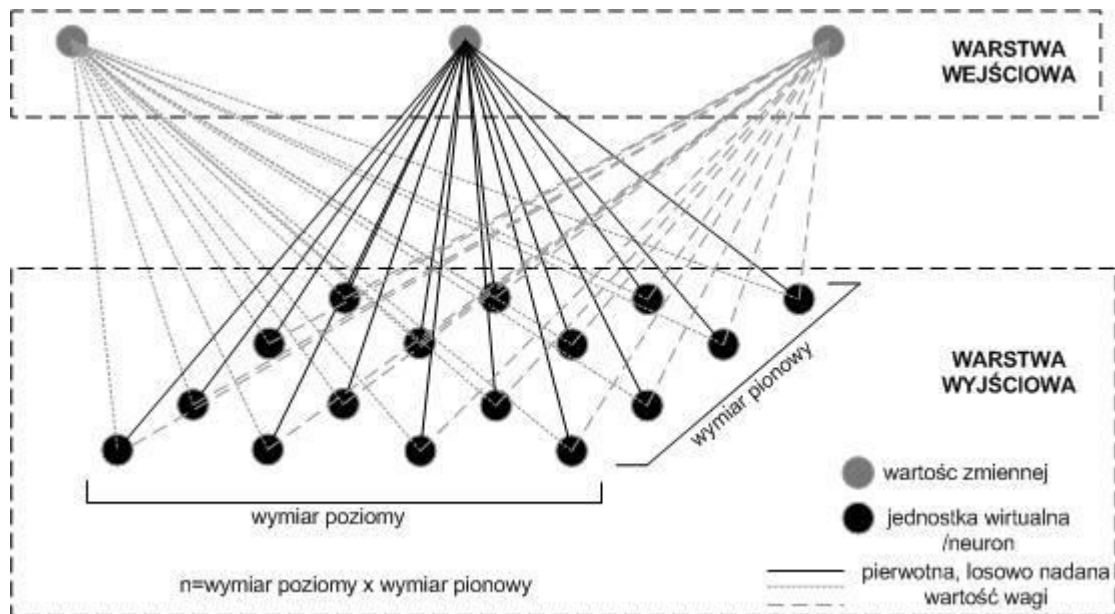
Bardzo istotną kwestią jest struktura sieci neuronowej. Pojedynczy neuron jest mechanizmem bardzo

prosty i przez to niewiele potrafiącym. Dopiero połączenie wielu neuronów ze sobą umożliwia prowadzenie dowolnie skomplikowanych operacji. Ze względu na raczej niewielką wiedzę o faktycznych zasadach funkcjonowania ludzkiego mózgu, powstało wiele różnych architektur, które starają się naśladować budowę i zachowanie poszczególnych fragmentów układu nerwowego. Najczęściej stosuje się w tego typu sieciach architekturę jednokierunkową jednowarstwową. Jest to podyktowane faktem, że wszystkie neurony muszą uczestniczyć w konkurencji na równych prawach. Dlatego każdy z nich musi mieć tyle wejść ile jest wejść całego systemu.

Zasada działania sieci Kohena:

Wejścia połączone są ze wszystkimi węzłami sieci.

- Każdy węzeł przechowuje wektor wag o takim samym wymiarze co wektory wejściowe
- Każdy węzeł oblicza swój poziom aktywacji jako iloczyn skalarny wektora wag i wektora Wejściowego.
- Ten węzeł, który dla danego wektora wejściowego ma najwyższy poziom aktywacji, zostaje zwycięzcą i jest uaktywniony
- Wzmacniamy podobieństwo węzła-zwycięzcy do aktualnych danych wejściowych poprzez dodanie do wektora wag wektora wejściowego (z pewnym współczynnikiem uczenia)
- Każdy węzeł może być stowarzyszony z pewnymi innymi, sąsiednimi węzłami – wówczas te węzły również zostają zmodyfikowane, jednak w mniejszym stopniu.



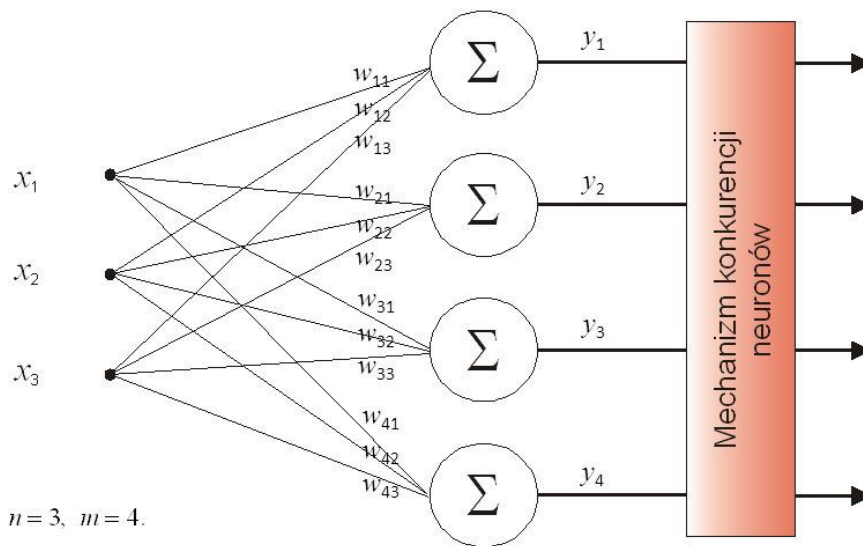
Algorytm WTA

WTA – (Winner Takes All). W uczeniu tego typu neurony współzawodniczą ze sobą, aby stać się aktywnymi (pobudzonymi). W odróżnieniu od uczenia Hebba, gdzie dowolna liczba neuronów mogła być pobudzona, w uczeniu konkurencyjnym tylko jeden neuron może być aktywny, a pozostałe są w stanie spoczynkowym. Grupa neuronów współzawodniczących otrzymuje te same sygnały wejściowe x_i . W zależności od aktualnych wartości wag sygnały wyjściowe neuronów :

$$y_m = \sum_i w_{mi} \cdot x_i$$

różnią się między sobą. W wyniku porównania tych sygnałów zwycięża neuron, którego wartość y_m jest największa. Neuron zwycięzca przyjmuje na swoim wyjściu stan 1, a pozostałe (przegrywające) stan 0.

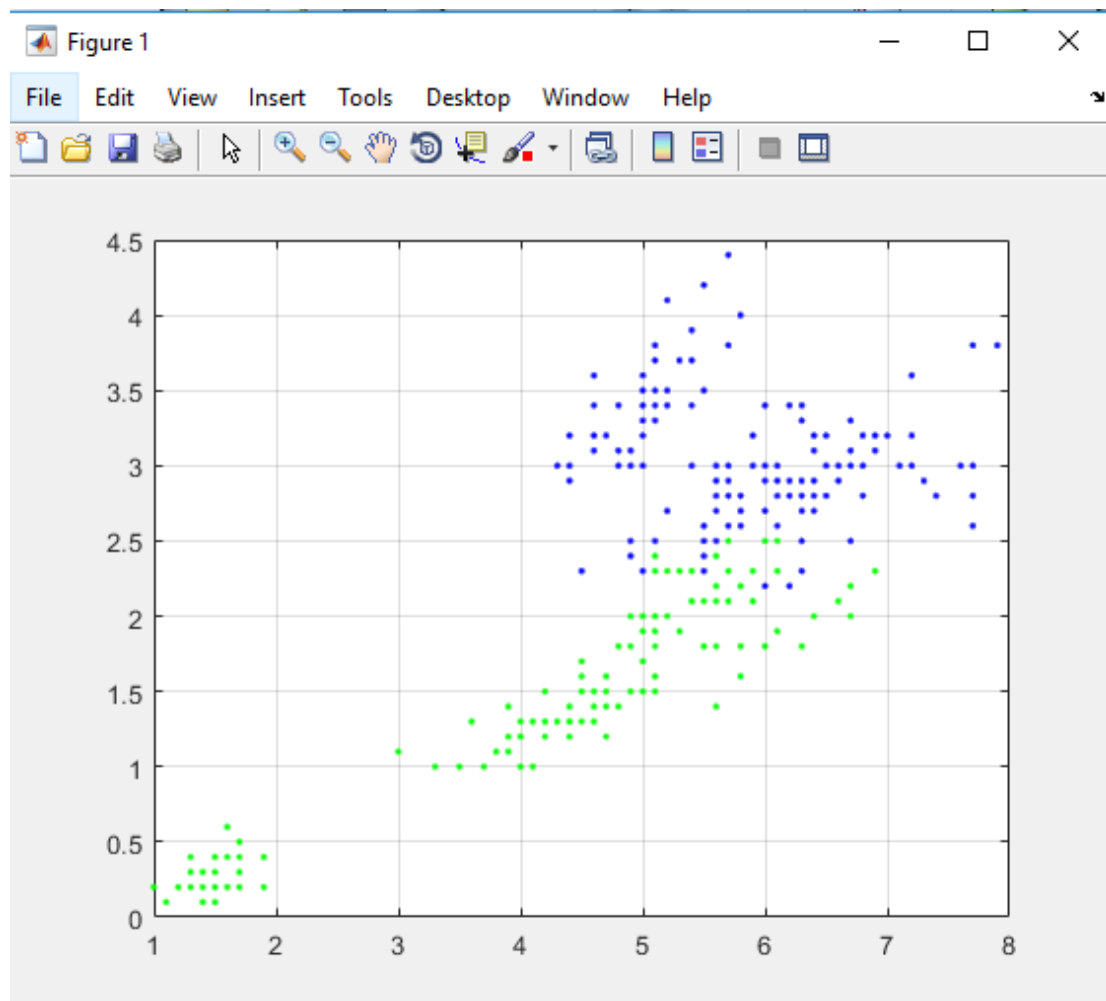
Sieć samoorganizująca się typu WTA



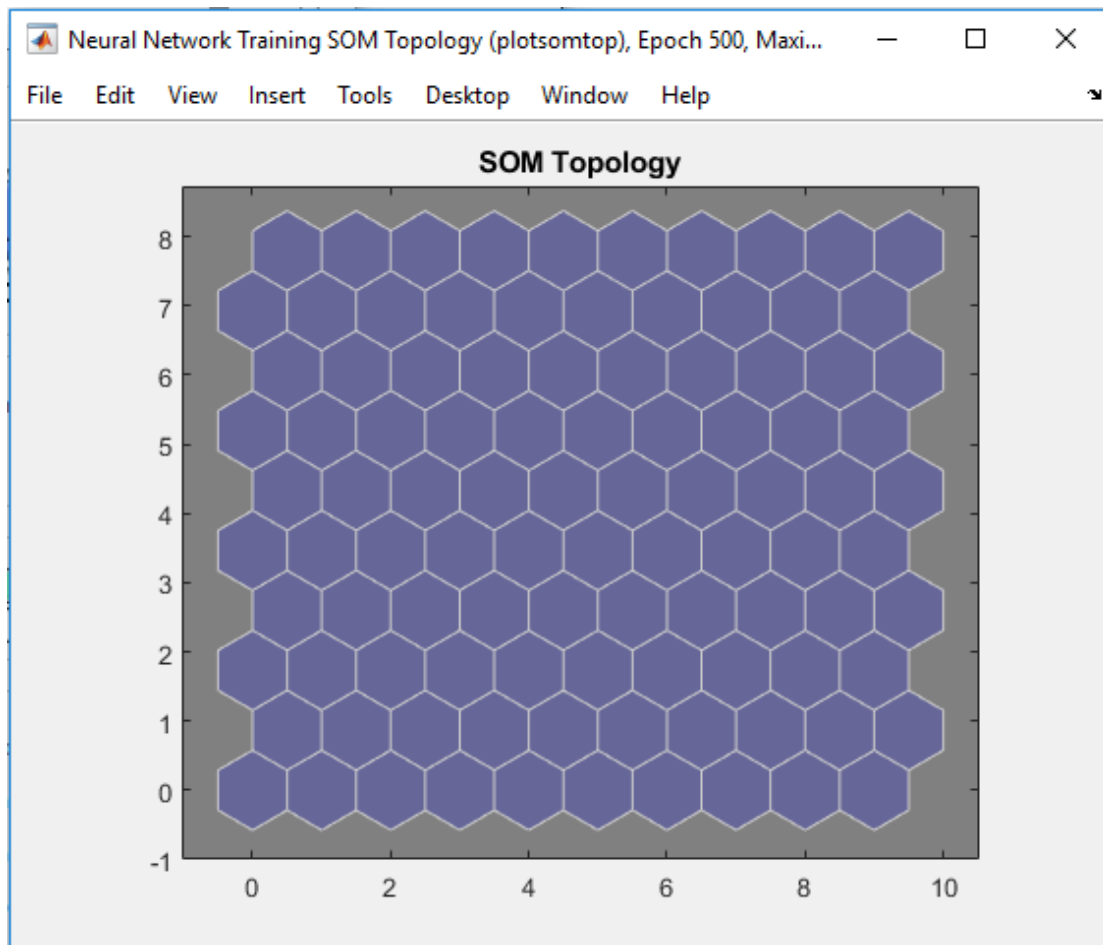
Po podaniu na wejście wektora uczącego $x = (x_1, x_2, x_3)$ mechanizm konkurencji wybierze tylko jeden z czterech pokazanych neuronów (zwycięzcę). Tylko jego wagi będą modyfikowane (w tym cyklu, gdyż dla następnego wektora zwycięzca może być inny).

4. Wyniki:

Wykres punktów płatków kwiatów oraz kielichów dla wszystkich danych uczących

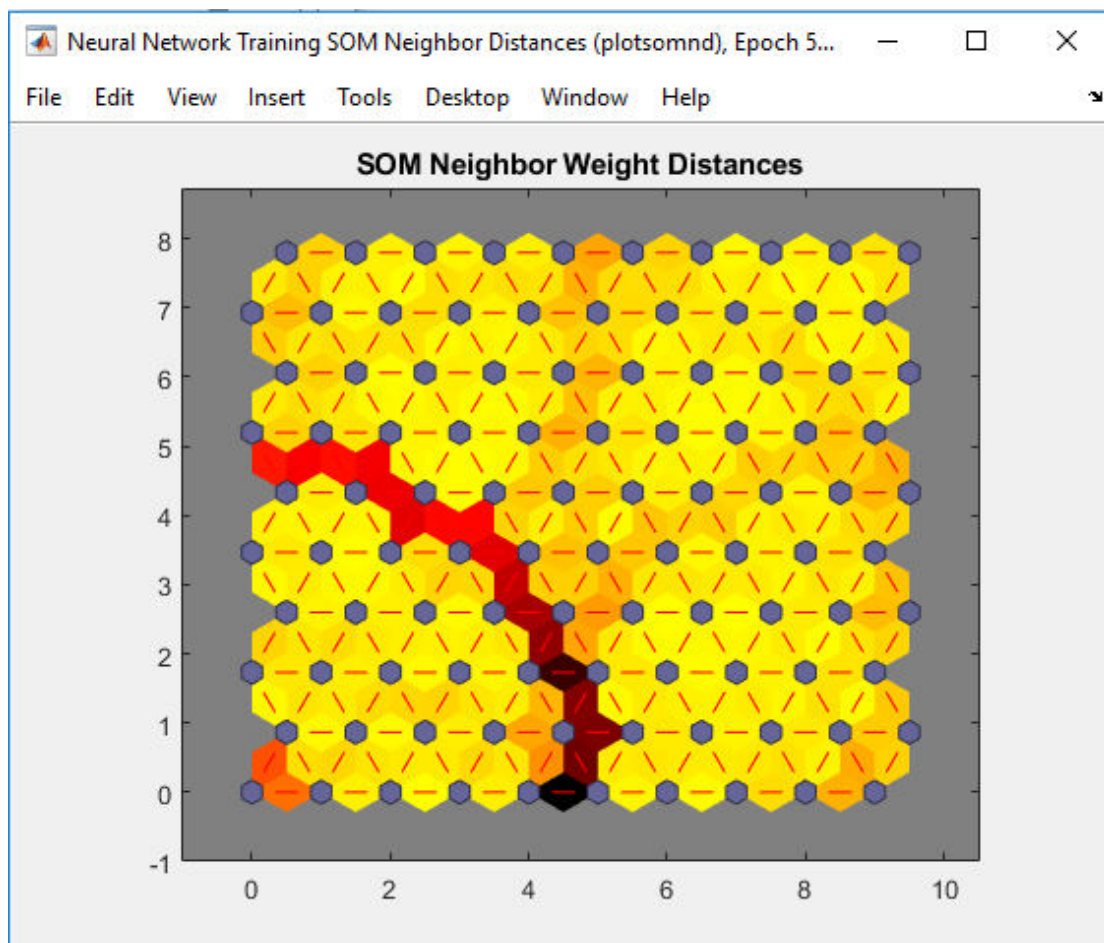


Topologia

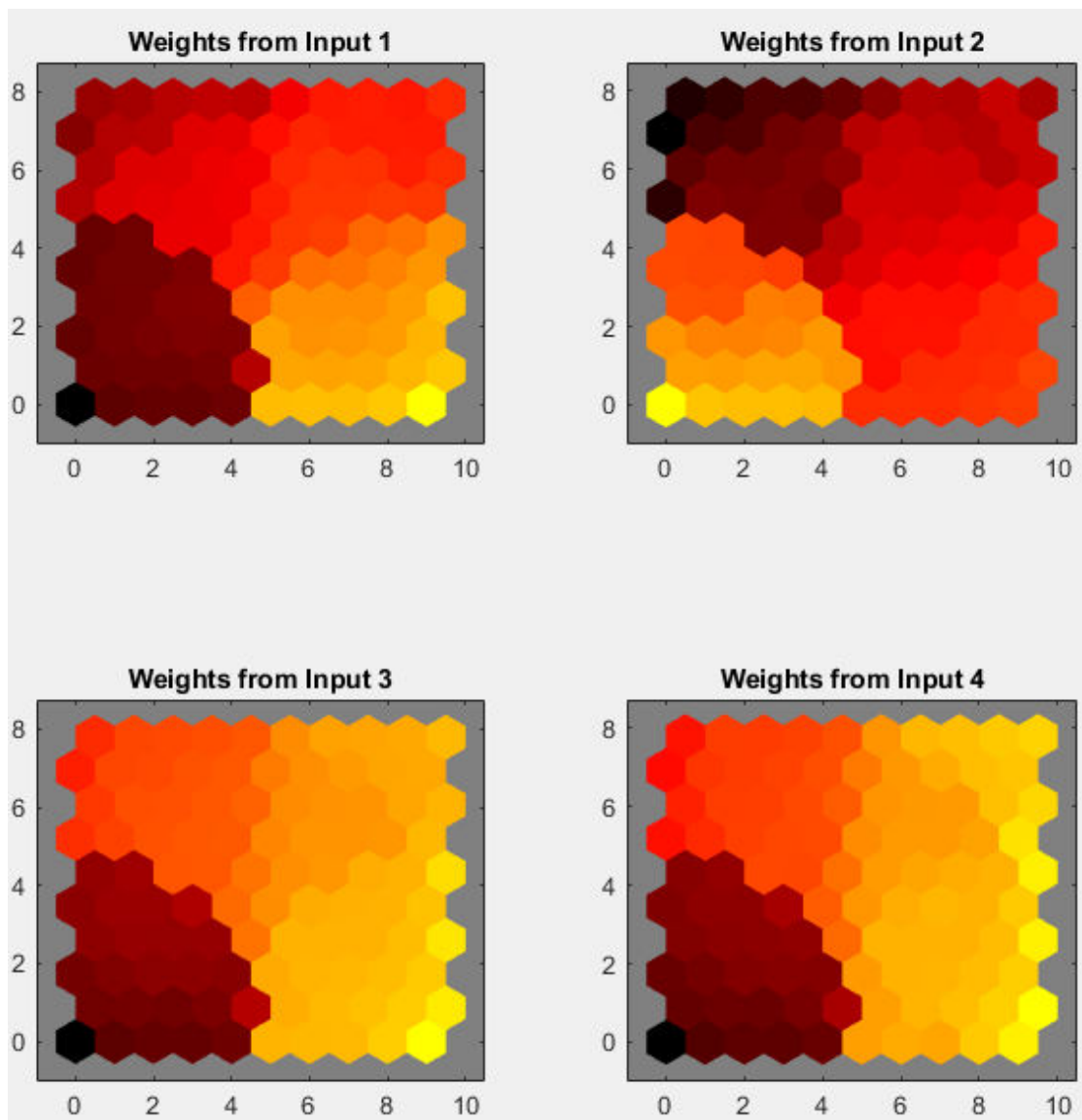


Połączenia dla sieci:

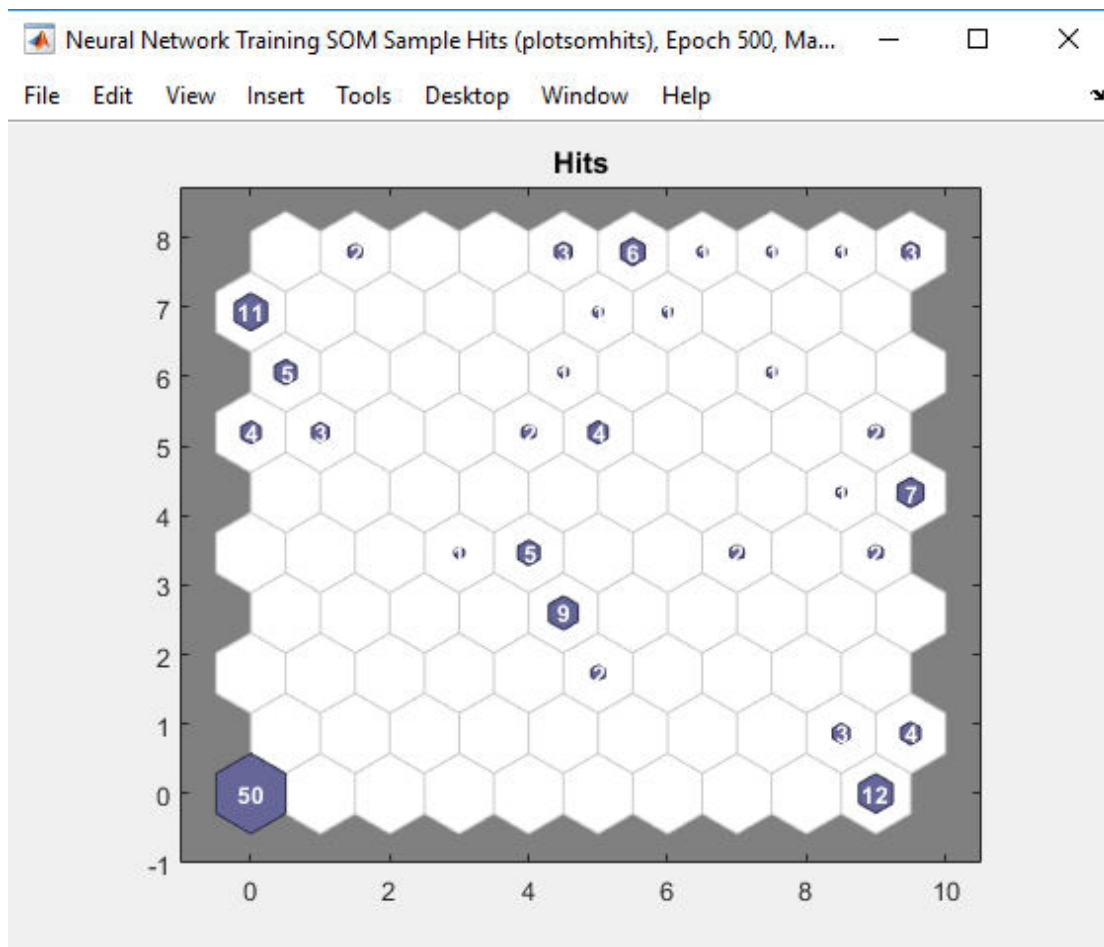
Wagi sąsiednich neuronów:



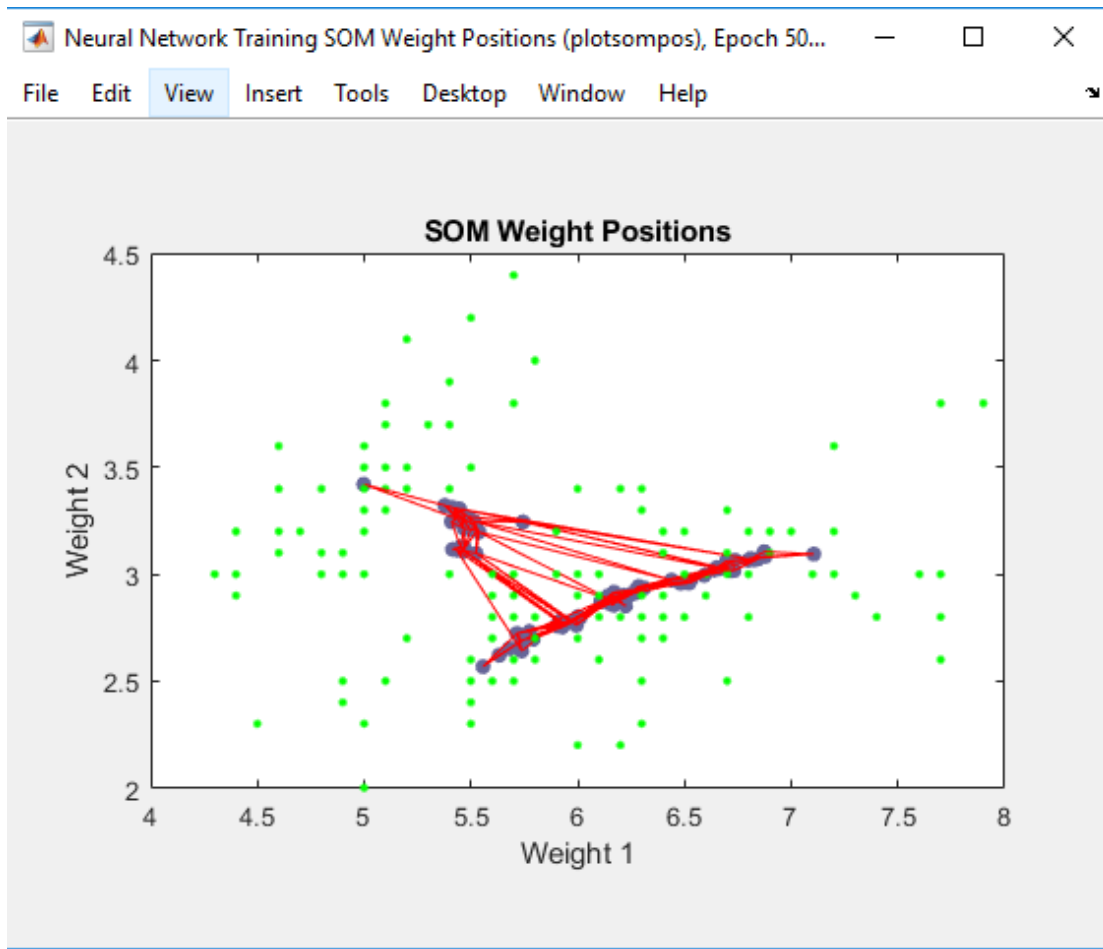
Zestawienie kolejnych wejść. Ciemniejszy kolor oznacza wyższą wagę



Wynik działania zasady WTA –
obraz pokazuje ile razy zwyciężyły poszczególne neurony podczas rywalizacji



Efekt końcowy –
kropki zielone przedstawiają poszczególne kwiaty, a niebieskie to kwiaty, które zawierają typowe cechy
irysa.



5. Kod programu:

```
close all; clear all; clc;
```

```
wejscie = iris_dataset;  
size(wejscie);  
plot(wejscie(1,:),wejscie(2,:), 'b.',wejscie(3,:),wejscie(4,:), 'g.');
```

```
hold on; grid on;
```

```
% Parametry sieci:  
dimensions = [10 10];  
coverSteps = 100;  
initNeighbor = 0;  
topologyFcn = 'hextop';  
distanceFcn = 'dist';
```

```
%Tworzenie SOM:
```

```
net = selforgmap(dimensions, coverSteps, initNeighbor, topologyFcn, distanceFcn);  
net.trainParam.epochs = 500;
```

```
%Trenowanie sieci:
```

```
[net,tr] = train(net,wejscie);  
y = net(wejscie);  
grid on;
```

6. Wnioski:

- Celem sieci SOM jest klasyfikowanie wielowymiarowych danych wejściowych w taki sposób, by przedstawić reprezentację tych danych w jak najmniejszej ilości wymiarów.
- Im mniej jest dobranych neuronów, tym większe ryzyko wystąpienia błędu, natomiast zbyt duża liczba neuronów znacznie wydłuży czas potrzebny na naukę sieci.
- Brak normalizacji może doprowadzić do sytuacji, w której na niewielkim obszarze znajduje się kilka silnych neuronów lub kilka niewielkich stref wpływów, natomiast pozostały obszar nie posiada żadnego silnego neuronu
- Pomimo treningu bez nadzoru sieć prawidłowo odwzorowała cechy kwiatu. Widoczne jest, że kwiat irysa posiada długie i szerokie liście, oraz długi i szeroki kielich.