

Budowa i działanie sieci Kohonena dla WTA

sprawozdanie z projektu 5:

Agnieszka Majkut

nr indeksu 286116

Wprowadzenie:

Celem projektu było poznanie budowy i działania sieci Kohonena przy wykorzystaniu reguły WTA do odwzorowania istotnych cech gatunków kwiatów.

Zadania do wykonania:

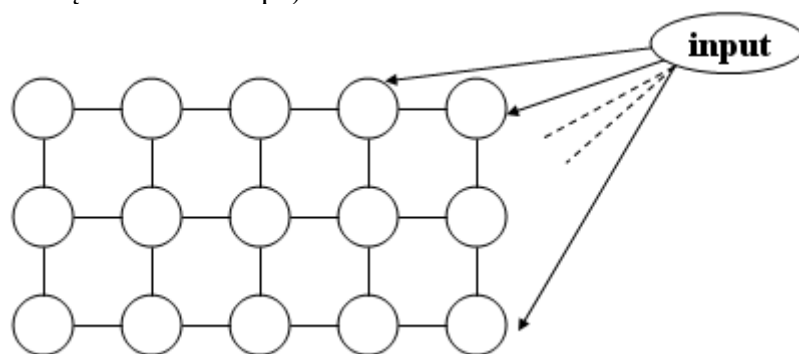
- wygenerowanie danych uczących i testujących
- przygotowanie sieci Kohonena i algorytmu opartego o regułę Winner Takes All (WTA)
- uczenie sieci dla różnych współczynników uczenia
- testowanie sieci

Sieć neuronowa (sztuczna sieć neuronowa) – ogólna nazwa struktur matematycznych i ich programowych lub sprzętowych modeli, realizujących obliczenia lub przetwarzanie sygnałów poprzez rzędy elementów, zwanych sztucznymi neuronami, wykonujących pewną podstawową operację na swoim wejściu. Oryginalną inspiracją takiej struktury była budowa naturalnych neuronów, łączących je synaps, oraz układów nerwowych, w szczególności mózgu.

Uczenie sieci neuronowych - wymuszenie na niej określonej reakcji na zadane sygnały wejściowe. Uczenie jest konieczne tam, gdzie brak jest informacji doświadczalnych o powiązaniu wejścia z wyjściem lub jest ona niekompletna, co uniemożliwia szczegółowe zaprojektowanie sieci. Uczenie może być realizowane krok po kroku lub poprzez pojedynczy zapis. Istotnym czynnikiem przy uczeniu jest wybór odpowiedniej strategii (metody) uczenia. Wyróżnić możemy dwa podstawowe podejścia: uczenie z nauczycielem (supervised learning) i uczenie bez nauczyciela (unsupervised learning).

Sieć Kohonena - jest szczególnym przypadkiem algorytmu realizującego uczenie się bez nadzoru. Jej głównym zadaniem jest organizacja wielowymiarowej informacji (np. obiektów opisanych 50 parametrami) w taki sposób, żeby można ją było prezentować i analizować w przestrzeni o znacznie mniejszej liczbie wymiarów, czyli mapie (np. na dwuwymiarowym ekranie). Warunek: rzuty "podobnych" danych wejściowych powinny być bliskie również na mapie. Sieć Kohonena znana jest też pod nazwami Self-Organizing Maps, Competitive Filters.

Topologia sieci Kohonena odpowiada topologii docelowej przestrzeni. Jeśli np. chcemy prezentować wynik na ekranie, rozsądnym modelem jest prostokątna siatka węzłów (im więcej, tym wyższą rozdzielczość będzie miała mapa):



Topologia sieci Kohonena

Zasady działania sieci Kohonena:

- Wejścia (tyle, iloma parametrami opisano obiekty) połączone są ze wszystkimi węzłami sieci
- Każdy węzeł przechowuje wektor wag o wymiarze identycznym z wektorami wejściowymi
- Każdy węzeł oblicza swój poziom aktywacji jako iloczyn skalarny wektora wag i wektora

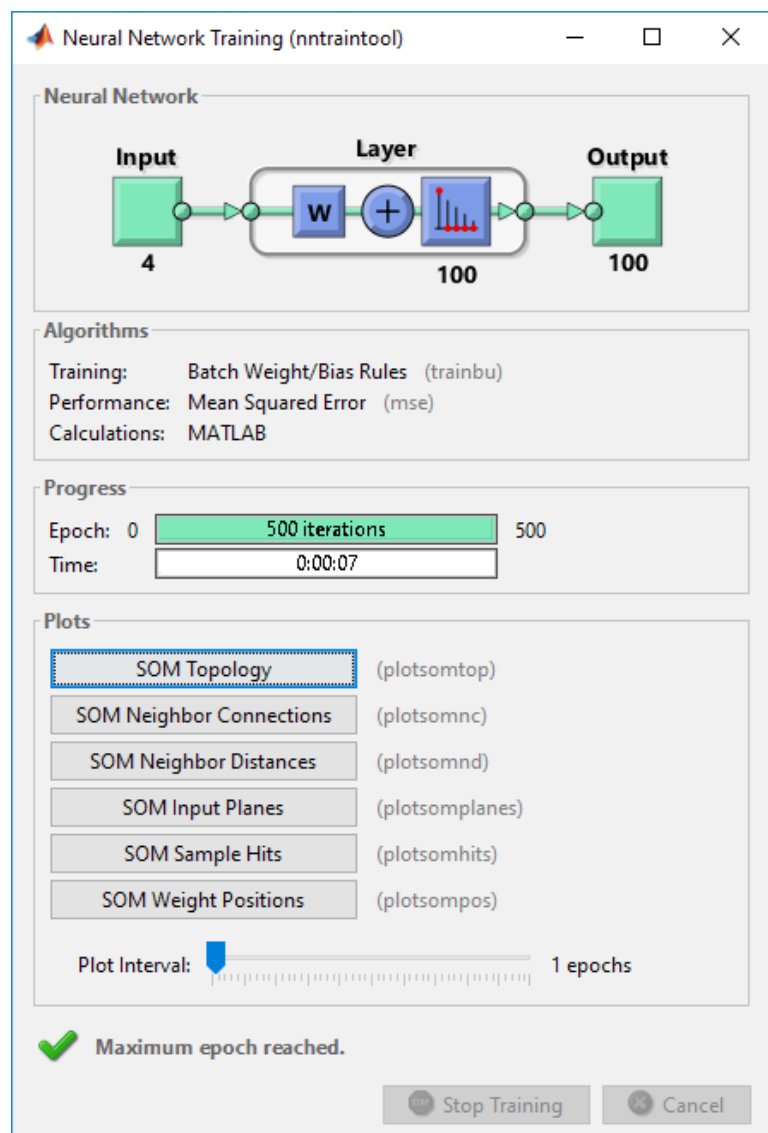
- wejściowego (podobnie jak w zwykłym neuronie)
- Ten węzeł, który dla danego wektora wejściowego ma najwyższy poziom aktywacji, zostaje zwycięzcą i jest uaktywniony
- Wzmacniamy podobieństwo węzła-zwycięzcy do aktualnych danych wejściowych poprzez dodanie do wektora wag wektora wejściowego (z pewnym współczynnikiem uczenia)
- Każdy węzeł może być stowarzyszony z pewnymi innymi, sąsiednimi węzłami – wówczas te węzły również zostają zmodyfikowane, jednak w mniejszym stopniu.

Inicjalizacja wag sieci Kohonena jest losowa. Wektory wejściowe stanowią próbę uczącą, podobnie jak w przypadku zwykłych sieci rozpatrywaną w pętli podczas budowy mapy. Wykorzystanie utworzonej w ten sposób mapy polega na tym, że zbiór obiektów umieszczamy na wejściu sieci i obserwujemy, które węzły sieci się uaktywniają. Obiekty podobne powinny trafiać w podobne miejsca mapy.

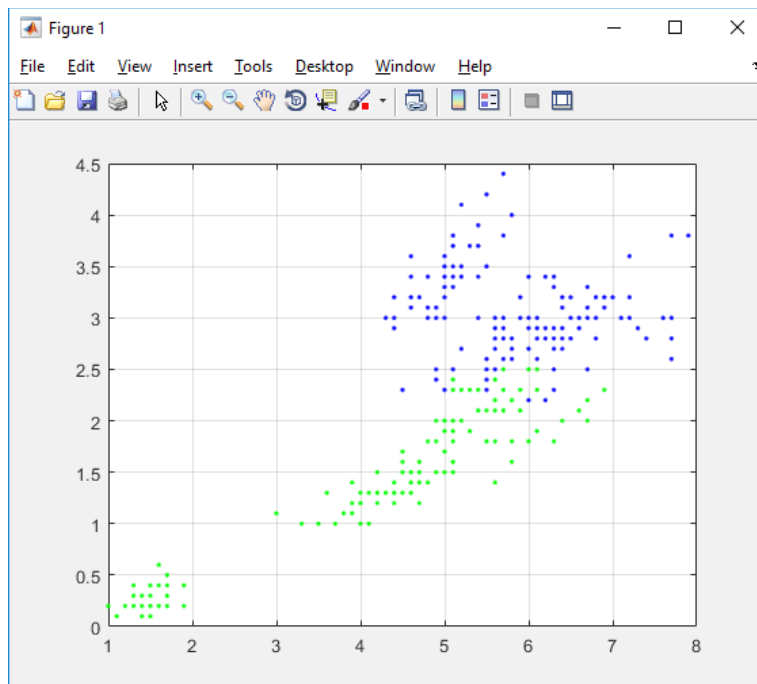
Winner Takes All (WTA) - zwycięzca bierze wszystko. Po przedstawieniu sieci wektora wejściowego, neuron najbardziej podobny do elementu prezentowanego (którego wagi są najbardziej podobne składowym wektora wejściowego) zostaje zmodyfikowany zgodnie z funkcją f tak, aby jego wagi były jak najbardziej zbliżone do wektora wejściowego.

W programie Matlab, za pomocą biblioteki Neural Network Toolbox, zaimplementowałam sztuczną sieć neuronową. Danymi wejściowymi jest zestaw zaimplementowany w oprogramowaniu MATLAB o nazwie `iris_dataset`. Zawiera on opis 4 cech kwiatów irysa, tj. długość i szerokość płatków oraz długość i szerokość działki kielicha.

Otrzymane wyniki:

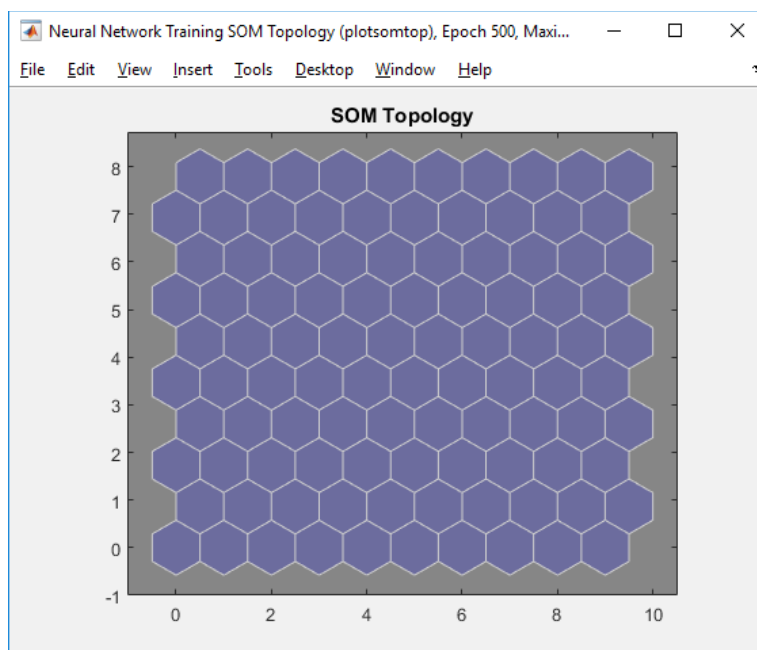


rys1. Wynik działania sieci

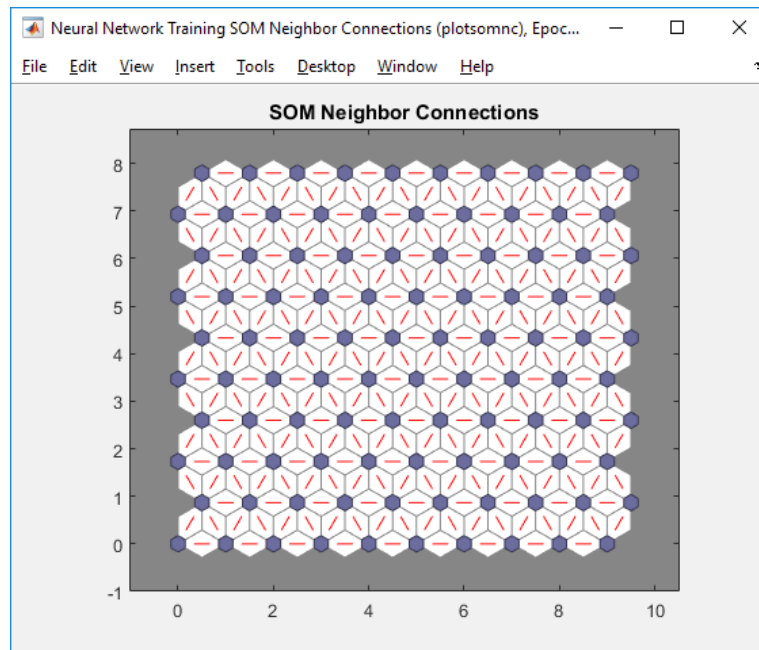


rys2. Wykres przedstawia długość i szerokość płatków (fioletowe kropki) oraz długość i szerokość kielicha (zielone kropki) wszystkich kwiatów znajdujących się w danych uczących

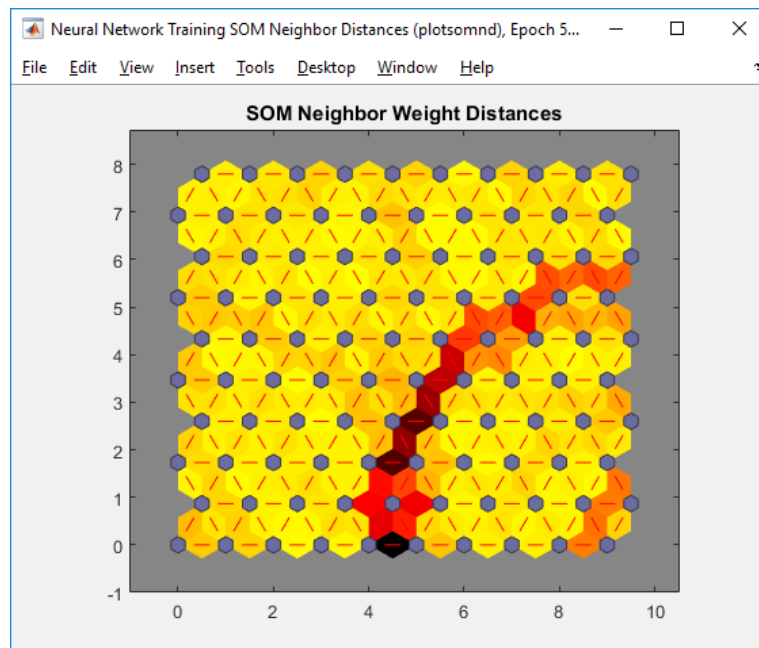
Wykorzystałam heksagonalną siatkę neuronów. Uczenie sieci nastąpiło wg reguły Kohonena oraz WTA. Program odwzorowuje istotne cechy kwiatów irysa na podstawie danych wejściowych.



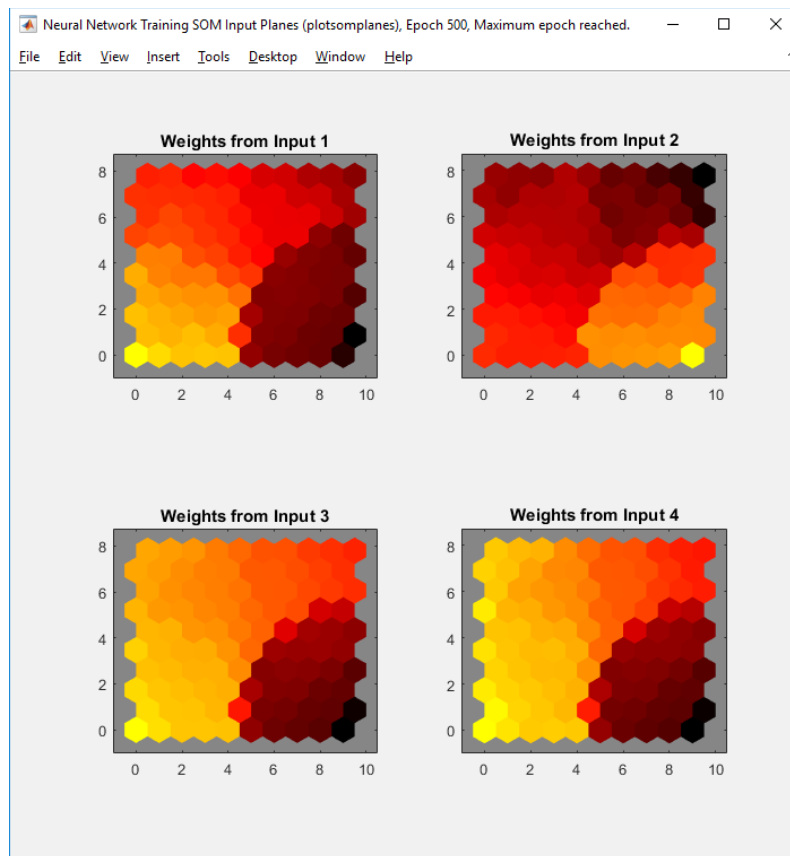
rys3. Topologia sieci



rys4. Połączenia pomiędzy sąsiadującymi neuronami



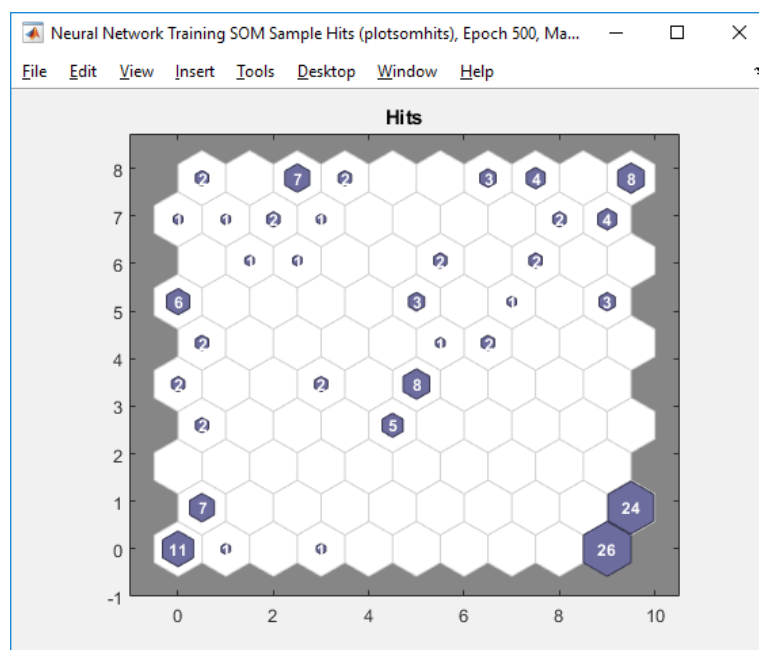
rys5. Dystans pomiędzy neuronami – im kolor ciemniejszy tym dystans jest większy



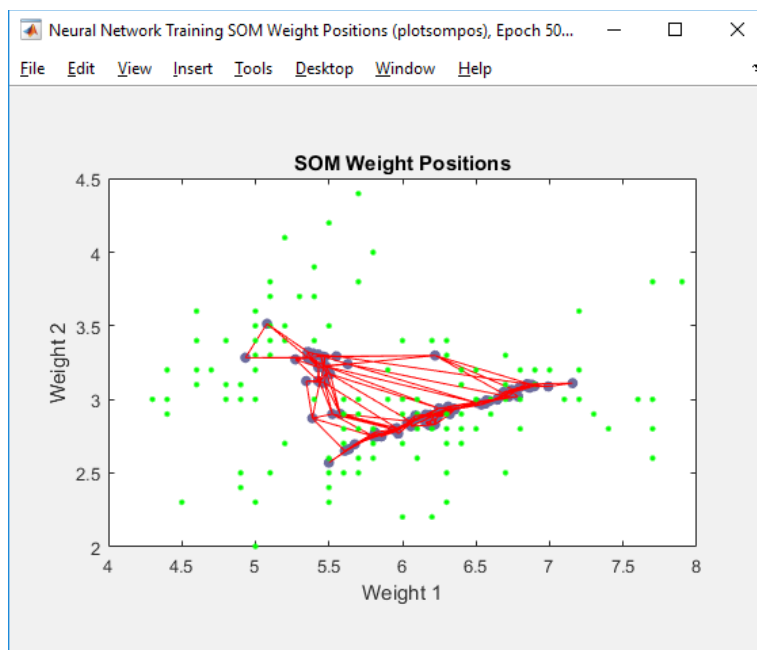
rys6. Rozkład wag dla każdego z wejść – kolor ciemniejszy oznacza wyższe wagi

Wejścia to:

1. długość płatka
2. szerokość płatka
3. długość kielicha
4. szerokość kielicha



rys7. Wynik działania zasady WTA – obraz pokazuje ile razy zwyciężyły poszczególne neurony podczas rywalizacji



rys8. Efekt końcowy – kropki zielone przedstawiają poszczególne kwiaty, a niebieskie to kwiaty, które zawierają typowe cechy irysa

Wnioski:

Na rys6 można zauważyć zjawisko tworzenia się stref wpływu. Analiza rozkładu barw na wykresach pozwala ustalić jak wygląda typowy kwiat irysa wg sieci neuronowej. Ciemne kolory oznaczają istotniejsze wagi, tak więc dana cecha jest typowa dla irysa im ciemniejszy kolor oznaczenia.

Na podstawie zdobytych informacji przez sieć można domyślić się, że kwiat irysa posiada długie i szerokie liście oraz długi i szeroki kielich. Informacje te pokrywają się z wyglądem kwiatu irysa.

Z rys7 dowiadujemy się ile razy poszczególne neurony zostały zwycięzcami podczas trwania rywalizacji. Jeżeli pominiemy normalizację, która wyłącza z rywalizacji te neurony, które zwyciężały zbyt często, to prawdopodobnie zwycięstwa zgarnęły by neurony znajdujące się w dolnym rogu, ponieważ mają przewagę nad pozostałymi neuronami.

Odległości wag są powiązane z ilością zwycięstw podczas realizacji WTA. Można to zauważyć porównując rys5 i rys7.

Analizując rys8 można wywnioskować, że sieć w poprawny sposób wytypowała typowe cechy irysa. Kwiaty znajdujące się pośrodku wyresu miały przeważnie parametry w okolicach ich średnich. Sugeruje, to że były zbliżone do kwiatu irysa.

Liczba epok 500 jest optymalna do poprawnego działania programu.

Kod programu:

```
close all; clear all; clc;

WE = iris_dataset;
size(WE);
plot(WE(1,:),WE(2,:), 'b.',WE(3,:),WE(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,WE);
y = net(WE);

grid on
```

Cały kod znajduje się również na Githubie.