Kamil Wasilonek

Podstawy Sztucznej Inteligencji

Sprawozdanie z projektu nr 5

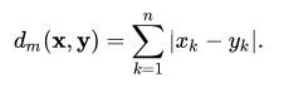
Celem ćwiczenia było poznanie budowy i działania sieci Kohonena przy wykorzystaniu reguły WTA do odwzorowania istotnych cech kwiatów.

1. **Syntetyczny opis budowy użytej sieci i algorytmów uczenia**

Sieć Kohonena  jest to sieć neuronowa uczona w trybie bez nauczyciela w celu wytworzenia niskowymiarowej (przeważnie dwuwymiarowej) zdyskretyzowanej reprezentacji przestrzeni wejściowej.

W trakcie pokazywania elementów zbioru uczącego każdorazowo wyłaniany jest neuron „zwycięski”. Właśnie ten „zwycięzca” jest uczony. Zwycięski jest ten neuron, którego wektor wag jest najbliższy w stosunku do aktualnego wektora wejściowego.

Gdzie d(x, w) oznacza odległość w sensie wybranej metryki między wektorem **x** i wektorem **w**. **n** to ilość neuronów. Miara według normy L1 (Manhattan)



Na skutek uczenia zwycięzcy neuron który „lubił” określone sygnały wejściowe (bo przy ich pojawianiu się dawał silny pozytywny sygnał wyjściowy, który czynił go zwycięzcą), po każdym kroku procesu uczenia będzie „lubił” te sygnały coraz bardziej.

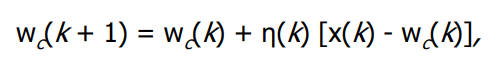
Uczenie sieci odbywa się poprzez wielokrotne pokazywanie przykładów (wektorów wejściowych) i modyfikacje wag neuronów wyjściowych. W zależności od przyjętej strategii modyfikowany może być tylko jeden neuron lub pewna grupa neuronów.

Taki neuron po wytrenowaniu będzie więc rozpoznawał pewną klasę sygnałów. Ponieważ tylko on będzie rozpoznawał te klasę, będzie, wiec mógł służyć jako swoisty detektor wszelkich sygnałów podobnych do tych, jakie w trakcie uczenia powodowały, że był on zwycięzcą.

Metodyka zmian wag neuronów wyjściowych nazywa się strategia.

* Winner Takes All Zwycięzca bierze wszystko. Po przedstawieniuν 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.

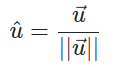
Modyfikacja wag nastepuje zgodnie ze wzorem:



We wzorze powyższym:

- ƞ(k) oznacza współczynnik uczenia,

- c oznacza numer wektora-zwycięzcy, tj. numer wektora w znajdującego się najbliżej prezentowanego w k-tym kroku wektora x(k),

Dane uczące zaczerpnięte z Wikipedii zostały poddane normalizacji zgodnie ze wzorem (polega na podzieleniu każdej ze składowej wektora przez długość tego wektora):

1. **Zestawienie otrzymanych wyników**

Każdy wektor do nauki oraz testowania składa się z 4 składowych. W programie wykorzystałem zestaw cech kwiatów przedstawiony na Wikipedii. Proces uczenia został przeprowadzony 10 razy dla 3 różnych współczynników uczenia zgodnie z poleceniem prowadzącego ( 0.1 , 0.5 , 0.01 ). Do nauki wykorzystałem 20 kwiatów dla każdego z 3 gatunków. Do testowania wybrałem po 10 kwiatów dla każdego gatunku.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Numer pomiaru | Liczba epok potrzebna do nauczenia | | |
| Współczynnik uczenia = 0.1 | Współczynnik uczenia = 0.5 | Współczynnik uczenia = 0.01 |
| 1 | 9 | 1 | 21 |
| 2 | 9 | 1 | 25 |
| 3 | 2 | 4 | 24 |
| 4 | 9 | 1 | 27 |
| 5 | 4 | 1 | 41 |
| 6 | 9 | 3 | 51 |
| 7 | 11 | 1 | 11 |
| 8 | 8 | 1 | 11 |
| 9 | 3 | 5 | 10 |
| 10 | 12 | 1 | 12 |
| Minimalna liczba epok | **4** | **1** | **10** |
| Maksymalna liczba epok | **12** | **5** | **51** |
| Średnia ilość epok | **7,6** | **1,9** | **23,3** |

Tab.1 Zestawienie liczby epok uzyskanych w procesie nauki

Tab.2 Zestawienie procentowych wartości uzyskanych w procesie testowania

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Numer pomiaru | Procent poprawności wyniku testowania w każdej epoce | | |
| Współczynnik uczenia = 0.1 | Współczynnik uczenia = 0.5 | Współczynnik uczenia = 0.01 |
| 1 | 100% | 100% | 100% |
| 2 | 100% | 100% | 100% |
| 3 | 100% | 100% | **95%** |
| 4 | 100% | **95%** | **95%** |
| 5 | 100% | 100% | 100% |
| 6 | 100% | 100% | 100% |
| 7 | 100% | 100% | **95%** |
| 8 | 100% | 100% | 100% |
| 9 | 100% | 100% | 100% |
| 10 | 100% | 100% | 100% |

*Wykres 1. Minimalna liczba epok potrzebnych do nauczenia*

*Wykres 2. Maksymalna liczba epok potrzebnych do nauczenia*

*Wykres 3. Średnia ilość epok*

*Wykres 4. Ilość popełnionych błędów testowania*

1. **Analiza i dyskusja błędów uczenia i testowania oraz wyłonionych cech dla wyników opracowanej sieci w zależności od wartości współczynnika uczenia**

Działanie programu zostało sprawdzone przy uwzględnieniu 3 różnych współczynników uczenia. Wartością początkową był współczynnik uczenia 0.1. Po przeanalizowaniu otrzymanych wyników postanowiłem zwiększyć oraz zmniejszyć jego wartość w celu poszukiwania najbardziej optymalnego rozwiązania . Na podstawie uzyskanych wartości zdecydowanie najlepszym wyborem była wartość 0.5 ponieważ przy jej zastosowaniu program potrzebował najmniej epok do nauczenia sieci ( najczęściej była to wartość 1) a także ilość popełnionych błędów ( tylko w jednym pomiarze pojawił się błąd testowania) jest bardzo mała. Warto zwrócić uwagę ze współczynnik uczenia 0.1 do nauczenia potrzebował większej ilości epoko niż opcja z użyciem wartości 0.01 jednak podczas testowania wszystkie wyniki były w 100% poprawne. Należy jednak zaznaczyć że sytuacja tak może być spowodowana zbyt małą ilością prób. W programie zostało użyte 200 neuronów. Wartość ta jest duża jednak niezbędna ponieważ początkowe wagi generowane są losowo dlatego cześć z wektorów wag może znaleźć się zbyt daleko wejściowego wektora.

1. **Sformułowanie wniosków**

Podsumowując , działanie programu znacząco różniło się w każdym z trzech przedstawionych przypadków. Wartością zmienna był współczynnik uczenia i to ona miał największy wpływ na uzyskanie jak najlepszego rezultatu. Analizując wyniki można wnioskować, iż najlepsze wyniki można uzyskać stosując wyższy współczynnik uczenia . Warto podkreślić ze niezależnie od kombinacji parametrów ilość popełnianych przez program błędów byłą bardzo mała. Wskazuje to na dużą skuteczność procesu uczenia. Należy również zwrócić uwagę na normalizacje danych wejściowych oraz danych testujących które zostały użyte w programie. Dzięki zastosowaniu tego procesu umieszczamy wektor wag wszystkich neuronów w otoczeniu danych uczących od samego początku. Zabieg ten jest niezbędny ponieważ bez niego wyłanianie zwycięskiego neuronu dawałoby błędne wyniki ponieważ po modyfikacji pierwszego wag pierwszego wygranego neuronu reszta z nich miała by bardzo małą szanse na stanie się zwycięzcą ponieważ znajdowałyby się zbyt daleko od wektorów uczących.

1. **Listing z komentarzami całego kodu programu**

package Kamil;  
  
*/\*\*  
 \* Created by Kamil on 2018-01-06.  
 \*/*public class DataToLearnAndTest {  
  
   
 public static double[][][] *dataToLearn* = {  
 {  
 {0.809246635, 0.5446852351, 0.217874094, 0.0311248706},  
 {0.8281328734, 0.5070201266, 0.2366093924, 0.0338013418},  
 {0.8053330754, 0.5483118811, 0.2227517017, 0.0342694926},  
 {0.8000302475, 0.5391508189, 0.2608794285, 0.0347839238},  
 {0.7904706124, 0.5691388409, 0.2213317715, 0.0474282367},  
 {0.7841749863, 0.5663486012, 0.2468699031, 0.058087036},  
 {0.7801093557, 0.5766025673, 0.2374245865, 0.0508766971},  
 {0.8021849185, 0.5454857446, 0.2406554756, 0.0320873967},  
 {0.8064236562, 0.5315065006, 0.2565893451, 0.0366556207},  
 {0.81803119, 0.5175299366, 0.2504177112, 0.0166945141},  
 {0.8037351881, 0.5507074437, 0.2232597745, 0.0297679699},  
 {0.7869910029, 0.5574519604, 0.2623303343, 0.0327912918},  
 {0.8230721776, 0.514420111, 0.2400627185, 0.017147337},  
 {0.802512599, 0.559892511, 0.2052939207, 0.0186630837},  
 {0.8112086464, 0.5594542389, 0.1678362717, 0.0279727119},  
 {0.7738111103, 0.5973278746, 0.2036345027, 0.0543025341},  
 {0.794289441, 0.5736534852, 0.1912178284, 0.0588362549},  
 {0.8032741237, 0.5512665555, 0.2205066222, 0.047251419},  
 {0.806828203, 0.5378854687, 0.2406329728, 0.0424646423},  
 {0.7796488324, 0.5809148163, 0.2293084801, 0.045861696},  
 {0.8173378965, 0.5146201571, 0.2573100785, 0.0302717739},  
 {0.7859185787, 0.5701762238, 0.2311525231, 0.0616406728},  
 {0.775770746, 0.6071249316, 0.1686458143, 0.0337291629},  
 {0.8059779151, 0.5215151215, 0.268659305, 0.0790174427},  
 {0.7761140001, 0.5497474167, 0.3072117917, 0.0323380833},  
 {0.8264745061, 0.4958847037, 0.264471842, 0.0330589802},  
 {0.7977820578, 0.5424917993, 0.2552902585, 0.0638225646},  
 {0.806419649, 0.5427824561, 0.2326210526, 0.0310161403},  
 {0.8160942667, 0.5336000975, 0.2197176872, 0.031388241},  
 {0.7952406381, 0.5414404345, 0.2707202172, 0.0338400272},  
 {0.8084658442, 0.5221341911, 0.2694886147, 0.0336860768},  
 {0.8222502813, 0.5177131401, 0.2284028559, 0.0609074282},  
 {0.7657831085, 0.6037905278, 0.2208989736, 0.0147265982},  
 {0.7786744728, 0.5946241429, 0.1982080476, 0.0283154354},  
 {0.8176894181, 0.5173137135, 0.2503130872, 0.0333750783},  
 {0.8251229525, 0.5280786896, 0.1980295086, 0.0330049181},  
 {0.826997544, 0.5262711644, 0.1954721468, 0.030072638},  
 {0.7852322109, 0.5769052978, 0.2243520603, 0.0160251472},  
 {0.8021241325, 0.5469028176, 0.236991221, 0.0364601878}  
 }, //setosa  
  
 {  
 {0.7670110293, 0.3506336134, 0.5149931197, 0.1534022059},  
 {0.7454975664, 0.3727487832, 0.5241779763, 0.1747259921},  
 {0.7551928518, 0.3392895421, 0.536296373, 0.1641723591},  
 {0.753849162, 0.3152460132, 0.548253936, 0.1781825292},  
 {0.7581753966, 0.3265986324, 0.536554896, 0.1749635531},  
 {0.722329618, 0.3548285843, 0.5702602248, 0.1647418427},  
 {0.7263484574, 0.3804682396, 0.5418790079, 0.1844694495},  
 {0.7591654715, 0.3718361493, 0.5112747053, 0.1549317289},  
 {0.7630185276, 0.3352657167, 0.531800792, 0.1502915282},  
 {0.7246023349, 0.3762358277, 0.5434517511, 0.195085244},  
 {0.7692307692, 0.3076923077, 0.5384615385, 0.1538461538},  
 {0.7392346163, 0.3758820083, 0.5262348116, 0.1879410041},  
 {0.7889275246, 0.2892734257, 0.525951683, 0.1314879208},  
 {0.73081412, 0.347436221, 0.5630862892, 0.1677278308},  
 {0.7591170716, 0.3931141978, 0.4880038317, 0.1762236059},  
 {0.7694544447, 0.3560162356, 0.5053133667, 0.1607815258},  
 {0.7063189182, 0.3783851348, 0.5675777022, 0.1891925674},  
 {0.756764973, 0.3522871426, 0.5349545499, 0.1304767195},  
 {0.7644423782, 0.2712537471, 0.55483721, 0.1849457367},  
 {0.7618518794, 0.3401124462, 0.530575416, 0.1496494763},  
 {0.6985796007, 0.3788906309, 0.5683359464, 0.2131259799},  
 {0.7701185383, 0.353497034, 0.5049957628, 0.1641236229},  
 {0.7414330662, 0.2942194707, 0.5766701626, 0.1765316824},  
 {0.7365989486, 0.3381109928, 0.5675434522, 0.1449047112},  
 {0.7674169846, 0.3477358211, 0.5156082865, 0.155881575},  
 {0.7678572553, 0.3490260251, 0.5119048369, 0.1628788117},  
 {0.7646726946, 0.3148652272, 0.5397689609, 0.1574326136},  
 {0.7408857634, 0.331739894, 0.5528998234, 0.18798594},  
 {0.7335094873, 0.3545295855, 0.5501321155, 0.1833773718},  
 {0.7866747377, 0.3588340909, 0.4830458915, 0.1380131119},  
 {0.7652185485, 0.3339135485, 0.5286964517, 0.1530437097},  
 {0.7724292478, 0.3370600354, 0.5196342212, 0.1404416814},  
 {0.7643498123, 0.3558180161, 0.5139593566, 0.1581413405},  
 {0.7077952503, 0.3185078626, 0.6016259627, 0.1887454001},  
 {0.6933340942, 0.3851856079, 0.5777784118, 0.1925928039},  
 {0.7152493551, 0.4053079679, 0.5364370163, 0.1907331613},  
 {0.7545734059, 0.3491309788, 0.5293276131, 0.1689343446},  
 {0.7753002086, 0.2830461079, 0.5414795108, 0.1599825827},  
 {0.7299244279, 0.3910309435, 0.5344089561, 0.1694467422}  
 }, //versicolor  
  
 {  
 {0.653877471, 0.3425072467, 0.6227404486, 0.2594751869},  
 {0.690525124, 0.3214513508, 0.6071858849, 0.2262065061},  
 {0.7149140499, 0.3020763591, 0.5940835063, 0.2114534514},  
 {0.6927679616, 0.3188931887, 0.6157937436, 0.1979337033},  
 {0.6861902182, 0.3167031776, 0.61229281, 0.2322489969},  
 {0.7095370786, 0.2800804257, 0.6161769366, 0.196056298},  
 {0.6705411756, 0.3421128447, 0.6158031204, 0.2326367344},  
 {0.7136655737, 0.2835109813, 0.6159031663, 0.1759723332},  
 {0.714141252, 0.2664706164, 0.6182118301, 0.1918588438},  
 {0.6919878754, 0.3459939377, 0.5862675055, 0.2402735678},  
 {0.7156264473, 0.3523084048, 0.5614915202, 0.220192753},  
 {0.7157654645, 0.3019635553, 0.5927432753, 0.2124928723},  
 {0.7171814812, 0.3164035946, 0.5800732569, 0.2214825163},  
 {0.6925517954, 0.3037507875, 0.6075015749, 0.24300063},  
 {0.6776792359, 0.3271554932, 0.5958903626, 0.2804189942},  
 {0.6958988737, 0.3479494368, 0.5762912548, 0.2500886577},  
 {0.7061047399, 0.3258944953, 0.5974732415, 0.1955366972},  
 {0.6929909912, 0.3419955541, 0.6029921612, 0.1979974261},  
 {0.7060061789, 0.2383916968, 0.6326548876, 0.2108849625},  
 {0.727125848, 0.2666128109, 0.6059382067, 0.181781462},  
 {0.7055893432, 0.3272298403, 0.5828781531, 0.2351964477},  
 {0.6830792286, 0.3415396143, 0.597694325, 0.2439568674},  
 {0.7148654283, 0.2599510648, 0.6220257623, 0.185679332},  
 {0.7312246431, 0.3133819899, 0.568730278, 0.2089213266},  
 {0.6959560109, 0.3427843039, 0.5920819794, 0.2181354661},  
 {0.7152945332, 0.3179086814, 0.5960787777, 0.1788236333},  
 {0.7278519544, 0.3287073342, 0.5634982873, 0.2113118577},  
 {0.7117121386, 0.3500223633, 0.5717031933, 0.210013418},  
 {0.6959400158, 0.3044737569, 0.6089475138, 0.2283553177},  
 {0.7308985537, 0.304541064, 0.5887793905, 0.1624219008},  
 {0.7276615933, 0.2753314137, 0.5998291512, 0.1868320307},  
 {0.7157899884, 0.344304045, 0.5798804969, 0.1812126553},  
 {0.694177465, 0.3037026409, 0.6074052819, 0.2386235036},  
 {0.7236600468, 0.3216266875, 0.5858200379, 0.1723000111},  
 {0.6938541359, 0.2957411071, 0.6369808461, 0.1592452115},  
 {0.6701748441, 0.3616816619, 0.5957109725, 0.2553047025},  
 {0.6980479904, 0.3381169954, 0.5998849918, 0.1963259973},  
 {0.7106690545, 0.3553345273, 0.5685352436, 0.2132007164},  
 {0.7241525806, 0.325343913, 0.5667281066, 0.2203942637}  
 } //virginica  
 };  
  
 public static double[][][] *dataToTest* = {  
 {  
 {0.8077956849, 0.5385304566, 0.2375869661, 0.0316782622},  
 {0.8003330078, 0.5602331055, 0.208086582, 0.0480199805},  
 {0.8609385733, 0.4400352708, 0.2487155878, 0.0573959049},  
 {0.7860903755, 0.5717020913, 0.2322539746, 0.0357313807},  
 {0.788894791, 0.5522263537, 0.2524463331, 0.0946673749},  
 {0.766938972, 0.5714447242, 0.2857223621, 0.0601520762},  
 {0.8221058465, 0.5138161541, 0.2397808719, 0.0513816154},  
 {0.7772909267, 0.5791579454, 0.243855977, 0.0304819971},  
 {0.7959478212, 0.5537028322, 0.2422449891, 0.034606427},  
 {0.7983702483, 0.5573528148, 0.2259538439, 0.0301271792}  
 }, //setosa  
  
 {  
 {0.747141937, 0.3396099714, 0.5433759542, 0.1765971851},  
 {0.7326039145, 0.3602970072, 0.552455411, 0.1681386033},  
 {0.7626299404, 0.341868594, 0.525951683, 0.1577855049},  
 {0.7698687947, 0.3541396456, 0.5081134045, 0.1539737589},  
 {0.7354428354, 0.3545885099, 0.5515821266, 0.1707278011},  
 {0.7323961773, 0.3854716722, 0.5396603411, 0.1541886689},  
 {0.7344604664, 0.3736728689, 0.5411813963, 0.1675085274},  
 {0.7572810335, 0.3542120963, 0.5252110393, 0.1587847328},  
 {0.7233711848, 0.3419572873, 0.5786969478, 0.1578264403},  
 {0.7825805423, 0.3836179129, 0.4603414955, 0.1687918817}  
 }, //versicolor  
 {  
 {0.6999703739, 0.3238668894, 0.5850498648, 0.2507356563},  
 {0.690525124, 0.3214513508, 0.6071858849, 0.2262065061},  
 {0.691935021, 0.3256164805, 0.6003553859, 0.2340368453},  
 {0.6891487079, 0.3394314531, 0.5862906918, 0.2571450403},  
 {0.7215572479, 0.3230853349, 0.5600145805, 0.2476987567},  
 {0.7296535933, 0.2895450767, 0.5790901534, 0.2200542583},  
 {0.7165389871, 0.3307103017, 0.5732311897, 0.2204735345},  
 {0.6746707199, 0.3699807173, 0.5876164334, 0.2502810735},  
 {0.7333788618, 0.3294890538, 0.542062637, 0.2444596206},  
 {0.6902591586, 0.3509792332, 0.5966646964, 0.2105875399}  
 } //virginica  
 };  
  
}

package Kamil;  
  
import java.util.Random;  
  
*/\*\*  
 \* Created by Kamil on 2018-01-06.  
 \*/*public class Kohonen {  
  
 //private int numberOfInputs;  
 private double[] wages;  
  
 public Kohonen(int numberOfInputs) {  
  
 Random random = new Random();  
 //this.numberOfInputs = numberOfInputs;  
 wages = new double[numberOfInputs];  
  
 for (int i = 0; i < wages.length; i++) {  
 wages[i] = random.nextDouble();  
 }  
 }  
  
 public void learn(double[] x, double learnRate) {  
 for (int i = 0; i < x.length; i++) {  
 x[i] += learnRate \* (x[i] - wages[i]);  
 }  
 }  
  
 public double[] getWages() {  
 return wages;  
 }  
}

//\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*

package Kamil;  
  
*/\*\*  
 \* Created by Kamil on 2018-01-06.  
 \*/*public class Main {  
  
 DataToLearnAndTest dataToLearnAndTest = new DataToLearnAndTest();  
  
 private static double *learningRate* = 0.01; //współczynnik uczenia się  
 private static int *numberOfInputs* = 4; //ilość wejść  
 private static int *numberOfNeurons* = 200; //liczba neuronów  
 private static int *numberOfFlowers* = 3; //liczba kwiatów  
 private static int *numberOfLearnData* = 20; //liczba danych uczących dla każdego kwiatu  
 private static int *numberOfTestData* = 10; //liczba danych testujacych dla każdego kwiatu  
 private static int *learnLimit* = 10000; //limit epok uczenia  
  
  
 //uczenie sieci  
 private static int learn(Kohonen[] kohonens) {  
  
 int counter = 0;  
 int winner;  
  
 int[][] winners = new int[*numberOfFlowers*][*numberOfLearnData*];  
 for (int i = 0; i < *numberOfFlowers*; i++)  
 for (int j = 0; j < *numberOfLearnData*; j++)  
 winners[i][j] = -1;  
  
 while (!*isTeached*(winners)) { //dopóki sieć się uczy  
  
 //uczymy sieć po kolei każdy kwiat z każdego gatunku  
 for (int i = 0; i < *numberOfFlowers*; i++) {  
 for (int j = 0; j < *numberOfLearnData*; j++) {  
 winner = *searchWinner*(kohonens, DataToLearnAndTest.*dataToLearn*[i][j]);  
 kohonens[winner].learn(DataToLearnAndTest.*dataToLearn*[i][j], *learningRate*);  
 }  
 }  
  
 //po zakończeniu epoki pobieramy zwycięzców  
 for (int i = 0; i < *numberOfFlowers*; i++)  
 for (int j = 0; j < *numberOfLearnData*; j++)  
 winners[i][j] = *searchWinner*(kohonens, DataToLearnAndTest.*dataToLearn*[i][j]);  
  
 if (++counter == *learnLimit*)  
 break;  
 }  
  
 return counter;  
 }  
  
  
 //sprawdza czy sieć jest już nauczona  
 private static boolean isTeached(int[][] winners) {  
  
 //czy kwiaty danego gatunku mają tylko jednego zwycięzcę  
 for (int i = 0; i < *numberOfFlowers*; i++)  
 for (int j = 1; j < *numberOfLearnData*; j++)  
 if (winners[i][0] != winners[i][j])  
 return false;  
  
 //czy zwycięzca każdego z gatunków różni się od zwycięzców pozostałych gatunków  
 for (int i = 0; i < *numberOfFlowers*; i++)  
 for (int j = 0; j < *numberOfFlowers*; j++)  
 if (i != j)  
 if (winners[i][0] == winners[j][0])  
 return false;  
  
 return true;  
 }  
  
  
 //zwraca zwycięzcę dla danego kwiatu  
 private static int searchWinner(Kohonen[] kohonens, double[] vector) {  
  
 int winner = 0;  
 double minDistance = *distance*(kohonens[0].getWages(), vector);  
  
 //sprawdza który neuron jest zwycięzcą  
   
 for (int i = 0; i < *numberOfNeurons*; i++) {  
 if (*distance*(kohonens[i].getWages(), vector) < minDistance) {  
 winner = i;  
 minDistance = *distance*(kohonens[i].getWages(), vector);  
 }  
 }  
  
 return winner;  
 }  
  
  
 //zwraca odległość między zadanymi wektorami  
 public static double distance(double[] vector1, double[] vector2) {  
  
 double suma = 0.0;  
  
 for (int i = 0; i < vector1.length; i++)  
 suma += Math.*abs*(vector1[i] - vector2[i]); //miara Manhattan  
  
 return suma;  
 }  
  
 public static void main(String[] args) {  
  
 int success=0, unsuccess=0;  
  
 while (success != 10 && unsuccess <100) {  
  
 Kohonen[] kohonens = new Kohonen[*numberOfNeurons*];  
 for (int i = 0; i < *numberOfNeurons*; i++)  
 kohonens[i] = new Kohonen(*numberOfInputs*);  
  
 int ages = *learn*(kohonens);  
 if (ages != *learnLimit*) {  
 success++;  
 int winner;  
  
 System.*out*.println("Uczenie:");  
 for (int i = 0; i < *numberOfFlowers*; i++) {  
 winner = *searchWinner*(kohonens, DataToLearnAndTest.*dataToLearn*[i][0]);  
 System.*out*.println("Kwiat [" + i + " ] posiada neuron = " + winner);  
 }  
 System.*out*.println();  
  
 System.*out*.println("PO TESTOWANIU");  
 for (int i = 0; i < *numberOfFlowers*; i++) {  
 for (int j = 0; j < *numberOfTestData*; j++) {  
 winner = *searchWinner*(kohonens, DataToLearnAndTest.*dataToTest*[i][j]);  
 System.*out*.println("Kwiat [" + i + "][" + j + "]posiada neuron = " + winner);  
 }  
 System.*out*.println();  
 }  
 System.*out*.println();  
  
 System.*out*.println("Ilość epok = " + ages + "\n\n\n");  
 }  
 else unsuccess++;  
 }  
 }  
}

**Bibliografia:**

http://zsi.tech.us.edu.pl/~nowak/wi/som.pdf

S. Osowski – „Sieci neuronowe do przetwarzania informacji”

https://en.wikipedia.org/wiki/Iris\_flower\_data\_set