**Podstawy Sztucznej Inteligencji – Laboratorium nr 5**

Wykonał: Kamil Wieniecki

Temat ćwiczenia: 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.

1. Realizacja ćwiczenia

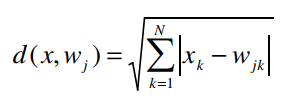
Wybrany przeze mnie język programowania do wykonania laboratorium to **Python.**

Sieć Kohonena nazywana jest inaczej mapą samoorganizującą. Bazuje na algorytmie uczenia bez nauczyciela, wagi na początku są losowane. Charakterystyczne jest tutaj uczenie konkurencyjne tzn. neurony konkurują ze sobą o prawo do reprezentacji danych wejściowych.

Metoda WTA (Winner Takes All – „Zwycięzca bierze wszystko”) oznacza, że tylko jeden element wyjściowy może znajdować się w stanie aktywnym, którego nazywamy zwycięzcą. Zwycięski neuron osiąga wartość minimalną wektora wag z wartością wektora wejściowego. Relacja ta wygląda następująco:



Wykorzystana przeze mnie miara odległości między wektorami to norma Manhattan, która przedstawia się następująco:



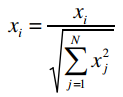
Dane wejściowe tworzą samoistną „bazę wiedzy” na podstawie której sieć uczy się i podejmuje decyzje. Ważna jest duża ilość rekordów, aby minimalizować ryzyko błędów.

Dane wejściowe zostały zaczerpnięte z linku podanego w instrukcji do laboratorium – pochodzą zatem z Wikipedii. Dane te zostały znormalizowane.

Normalizacja danych wejściowych polegała na tym samym co w poprzednim laboratorium – podziale każdej składowej wektora przez długość tego wektora. Przedstawia się następująco:



Każda składowa wektora opisana jest wzorem:



Potrzeba normalizacji dotyczyła tylko i wyłącznie danych wejściowych, wagi natomiast nie musiały już być normalizowane jako, że wektory uczące już takie były, więc wagi zachowywały się jako automatycznie znormalizowane.

Uczenie dotyczy tylko i wyłącznie zwycięskiego neuronu (wynika to z WTA), adaptacja wag opisana jest wzorem:



, gdzie **η – współczynnik uczenia**

**Xk – wartość składowej wektora wejściowego**

**Wj\*k – wartość składowej wektora wag**

Nadmiarowa ilość neuronów wynika z inicjalizacji wag losowo – przez co część neuronów może znaleźć się w strefie, gdzie nie ma danych lub ich liczba jest znikoma. Neurony te automatycznie zostają wykluczone z sieci, ponieważ nie mają szans na wygraną, nazywamy je neuronami martwymi.

1. Wyniki

Poniższa tabela przedstawia zebrane wyniki dla poszczególnych współczynników uczenia.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Współczynnik uczenia | 0.01 | | 0.1 | | 0.25 | |
| Lp. | Poprawność nauki [%] | Liczba epok | Poprawność nauki [%] | Liczba epok | Poprawność nauki [%] | Liczba epok |
| 1. |  |  |  |  |  |  |
| 2. |  |  |  |  |  |  |
| 3. |  |  |  |  |  |  |
| 4. |  |  |  |  |  |  |
| 5. |  |  |  |  |  |  |
| 6. |  |  |  |  |  |  |
| 7. |  |  |  |  |  |  |
| 8. |  |  |  |  |  |  |

1. Analiza wyników

TODO

1. Wnioski

TODO

1. Listing kodu

**Normalize.py - - - - > służy do normalizacji danych wejściowych i zapisu do pliku**

from openpyxl import load\_workbook

from math import pow

from math import sqrt

### rekordy w excelu ###

### 1-50 ---> setosa

### 51-100 ---> versicolor

### 101-150 ---> virginica

workbook = load\_workbook('./Iris.xlsx', data\_only=True)

sheet = workbook.get\_sheet\_names()[0]

worksheet = workbook.get\_sheet\_by\_name(sheet)

text\_file = open("flowers.txt", "a")

def normalize(array, number):

sum = 0

for i in range(0, len(array)):

sum += pow(array[i], 2)

return number / sqrt(sum)

list = []

for row in worksheet.iter\_rows():

for i in range(0, len(row)):

list.append(row[i].value)

text\_file.write("[ ")

for i in range(0, 4):

result = normalize(list, list[i])

text\_file.write(str(result))

if i != 3:

text\_file.write(", ")

text\_file.write(" ],\n")

list.clear()

text\_file.close()

**Kohonen.py**

from random import uniform

class Kohonen:

def \_\_init\_\_(self, inputs):

"Konstruktor"

self.inputs = inputs

self.weights = []

for i in range(0, inputs):

self.weights.append(uniform(0, 1))

def learn(self, vector, learning\_rate):

"Metoda uczenia"

for i in range(0, self.inputs):

self.weights[i] += learning\_rate \* (vector[i] - self.weights[i])

**Data.py**

flower\_to\_learn = [

[

[ 0.8037727730153805, 0.5516087657948691, 0.2206435063179476, 0.03152050090256395 ],

[ 0.8281328733868766, 0.5070201265633938, 0.23660939239625042, 0.033801341770892925 ],

[ 0.8053330753805038, 0.5483118811101303, 0.22275170170099043, 0.03426949256938314 ],

[ 0.8000302474620596, 0.5391508189418229, 0.2608794285202369, 0.03478392380269825 ],

[ 0.7909649964604158, 0.5694947974514994, 0.22147019900891643, 0.03163859985841664 ],

[ 0.7841749862818121, 0.5663486012035309, 0.2468699030887186, 0.05808703602087497 ],

[ 0.7801093556963544, 0.5766025672538272, 0.23742458651628176, 0.05087669711063181 ],

[ 0.8021849185198158, 0.5454857445934748, 0.24065547555594474, 0.03208739674079263 ],

[ 0.8064236561517831, 0.5315065006454933, 0.2565893451392037, 0.03665562073417196 ],

[ 0.8180311900353678, 0.5175299365529878, 0.2504177112353167, 0.016694514082354447 ],

[ 0.8037351880735529, 0.550707443680027, 0.2232597744648758, 0.02976796992865011 ],

[ 0.7869910029407435, 0.55745196041636, 0.2623303343135812, 0.03279129178919765 ],

[ 0.8230721775566244, 0.5144201109728903, 0.24006271845401547, 0.01714733703242968 ],

[ 0.8025125990367244, 0.5598925109558542, 0.20529392068381325, 0.018663083698528475 ],

[ 0.8112086463534661, 0.5594542388644593, 0.16783627165933782, 0.02797271194322297 ],

[ 0.773811110254379, 0.5973278745823276, 0.20363450269852076, 0.054302534052938875 ],

[ 0.7942894410353187, 0.5736534851921746, 0.19121782839739154, 0.058836254891505096 ],

[ 0.8032741236882647, 0.5512665554723385, 0.22050662218893538, 0.04725141904048616 ],

[ 0.8068282029952023, 0.5378854686634681, 0.24063297282313048, 0.04246464226290538 ],

[ 0.7796488324493954, 0.5809148163348437, 0.22930848013217514, 0.04586169602643503 ],

[ 0.8173378965356997, 0.5146201570780331, 0.25731007853901655, 0.030271773945766654 ],

[ 0.7859185787017703, 0.5701762237640295, 0.23115252314757953, 0.061640672839354545 ],

[ 0.7757707459581176, 0.6071249316193964, 0.16864581433872122, 0.033729162867744245 ],

[ 0.8059779150822928, 0.5215151215238365, 0.2686593050274309, 0.07901744265512675 ],

[ 0.7761140001162655, 0.5497474167490214, 0.3072117917126884, 0.03233808333817773 ],

[ 0.8264745061341078, 0.49588470368046467, 0.2644718419629145, 0.033058980245364314 ],

[ 0.7977820578407535, 0.5424917993317123, 0.25529025850904113, 0.06382256462726028 ],

[ 0.806419649012008, 0.5427824560657746, 0.23262105259961768, 0.031016140346615696 ],

[ 0.8160942667466479, 0.5336000974881928, 0.21971768720102056, 0.03138824102871723 ],

[ 0.7952406381013439, 0.5414404344519789, 0.27072021722598943, 0.03384002715324868 ],

[ 0.8084658442238581, 0.5221341910612418, 0.2694886147412861, 0.03368607684266076 ],

[ 0.8222502813356185, 0.5177131401002042, 0.22840285592656068, 0.060907428247082854 ],

[ 0.7657831084892457, 0.6037905278472898, 0.22089897360266703, 0.014726598240177802 ],

[ 0.7786744728423064, 0.5946241428977613, 0.19820804763258706, 0.028315435376083872 ],

[ 0.8180311900353678, 0.5175299365529878, 0.2504177112353167, 0.016694514082354447 ],

[ 0.8251229524805619, 0.5280786895875597, 0.19802950859533486, 0.03300491809922248 ],

[ 0.8269975440259818, 0.5262711643801703, 0.19547214676977753, 0.03007263796458116 ],

[ 0.8180311900353678, 0.5175299365529878, 0.2504177112353167, 0.016694514082354447 ],

[ 0.8021241325140698, 0.5469028176232293, 0.23699122097006606, 0.03646018784154863 ],

[ 0.8077956848980377, 0.5385304565986918, 0.23758696614648167, 0.03167826215286423 ]

], ### setosa

[

[ 0.7670110293065677, 0.35063361339728816, 0.5149931196772669, 0.15340220586131353 ],

[ 0.7454975663530118, 0.3727487831765059, 0.5241779763419614, 0.17472599211398712 ],

[ 0.7551928518011777, 0.3392895421135726, 0.5362963730182276, 0.16417235908721253 ],

[ 0.7538491620232948, 0.31524601320974144, 0.5482539360169416, 0.17818252920550604 ],

[ 0.7581753965757455, 0.3265986323710904, 0.5365548960382199, 0.17496355305594127 ],

[ 0.7223296180302092, 0.3548285842955413, 0.5702602247606915, 0.1647418427086442 ],

[ 0.726348457433742, 0.38046823960815057, 0.5418790079267599, 0.1844694495069821 ],

[ 0.7591654715238996, 0.3718361493178283, 0.5112747053120139, 0.15493172888242845 ],

[ 0.7630185275970008, 0.3352657166714095, 0.5318007919615461, 0.15029152816304564 ],

[ 0.7246023348632823, 0.37623582771747355, 0.5434517511474617, 0.19508524400165292 ],

[ 0.7692307692307693, 0.3076923076923077, 0.5384615384615384, 0.15384615384615385 ],

[ 0.7392346162730675, 0.37588200827444107, 0.5262348115842176, 0.18794100413722054 ],

[ 0.7889275245573255, 0.2892734256710194, 0.5259516830382169, 0.13148792075955423 ],

[ 0.7308141200229885, 0.3474362209945355, 0.5630862891980404, 0.16772783082494816 ],

[ 0.7591170716092961, 0.3931141977976712, 0.48800383174883327, 0.1762236059093009 ],

[ 0.7694544446831323, 0.3560162355996582, 0.5053133666575794, 0.16078152575468435 ],

[ 0.706318918233044, 0.3783851347677022, 0.5675777021515532, 0.1891925673838511 ],

[ 0.7567649730125051, 0.3522871426092697, 0.5349545498881502, 0.13047671948491468 ],

[ 0.7644423782009608, 0.27125374710356676, 0.5548372099845683, 0.18494573666152278 ],

[ 0.7618518793947621, 0.34011244615837594, 0.5305754160070665, 0.14964947630968542 ],

[ 0.6985796007419847, 0.3788906309109069, 0.5683359463663603, 0.21312597988738513 ],

[ 0.770118538251249, 0.3534970339513929, 0.5049957627877042, 0.16412362290600388 ],

[ 0.7414330662236145, 0.29421947072365656, 0.5766701626183669, 0.17653168243419393 ],

[ 0.7365989486022555, 0.3381109928010353, 0.5675434522017379, 0.1449047112004437 ],

[ 0.7674169845534856, 0.34773582112579815, 0.5156082864968731, 0.15588157498742675 ],

[ 0.7678572552779229, 0.3490260251263286, 0.5119048368519487, 0.16287881172562 ],

[ 0.7646726945514761, 0.3148652271682549, 0.5397689608598655, 0.15743261358412744 ],

[ 0.7408857633640885, 0.3317398940436217, 0.5528998234060362, 0.1879859399580523 ],

[ 0.7335094873189085, 0.35452958553747244, 0.5501321154891814, 0.18337737182972713 ],

[ 0.7866747376502838, 0.3588340908580242, 0.48304589153964794, 0.13801311186847084 ],

[ 0.765218548535542, 0.3339135484518729, 0.5286964517154654, 0.15304370970710843 ],

[ 0.7724292477636958, 0.3370600353877945, 0.51963422122285, 0.14044168141158106 ],

[ 0.7643498123486223, 0.3558180160933242, 0.513959356579246, 0.15814134048592185 ],

[ 0.7077952502929945, 0.31850786263184755, 0.6016259627490452, 0.18874540007813187 ],

[ 0.6933340941942109, 0.3851856078856727, 0.5777784118285091, 0.19259280394283634 ],

[ 0.7152493550527451, 0.4053079678632222, 0.5364370162895589, 0.1907331613473987 ],

[ 0.7545734058794259, 0.3491309788397344, 0.5293276130795973, 0.16893434459987147 ],

[ 0.7753002085956333, 0.2830461078999931, 0.5414795107652043, 0.1599825827260831 ],

[ 0.7299244278720567, 0.39103094350288753, 0.5344089561206129, 0.1694467421845846 ],

[ 0.7471419369831229, 0.33960997135596493, 0.5433759541695439, 0.17659718510510178 ]

], ### versicolor

[

[ 0.6538774709871312, 0.3425072467075449, 0.6227404485591725, 0.25947518689965526 ],

[ 0.6905251239789963, 0.3214513508178087, 0.607185884878083, 0.22620650613105053 ],

[ 0.7149140499059414, 0.30207635911518654, 0.5940835062598668, 0.21145345138063057 ],

[ 0.6927679615927916, 0.31889318866969774, 0.6157937436380371, 0.1979337033122262 ],

[ 0.6861902181544978, 0.3167031776097682, 0.6122928100455518, 0.23224899691383002 ],

[ 0.7095370785652947, 0.28008042574945846, 0.6161769366488086, 0.1960562980246209 ],

[ 0.6705411755923674, 0.3421128446899833, 0.6158031204419699, 0.23263673438918864 ],

[ 0.7136655737001575, 0.2835109813329393, 0.6159031663439715, 0.17597233324113473 ],

[ 0.7141412519867053, 0.2664706164129497, 0.6182118300780434, 0.1918588438173238 ],

[ 0.6919878753680463, 0.34599393768402315, 0.5862675055201503, 0.2402735678361272 ],

[ 0.7156264473321344, 0.3523084048404354, 0.5614915202144439, 0.22019275302527214 ],

[ 0.7157654644679906, 0.3019635553224335, 0.5927432752625547, 0.21249287226393468 ],

[ 0.7171814811987383, 0.31640359464650214, 0.5800732568519207, 0.22148251625255153 ],

[ 0.692551795442857, 0.3037507874749373, 0.6075015749498746, 0.24300062997994984 ],

[ 0.6776792358909037, 0.3271554931887121, 0.5958903625937256, 0.28041899416175325 ],

[ 0.6958988736692162, 0.3479494368346081, 0.5762912547573196, 0.25008865772487454 ],

[ 0.706104739897313, 0.32589449533722137, 0.5974732414515725, 0.19553669720233283 ],

[ 0.6929909911756716, 0.3419955540866951, 0.6029921611528571, 0.1979974260501919 ],

[ 0.7060061789207179, 0.23839169677842423, 0.6326548876042797, 0.21088496253475988 ],

[ 0.727125847996813, 0.26661281093216477, 0.6059382066640108, 0.18178146199920325 ],

[ 0.7055893432004945, 0.327229840324867, 0.5828781530786694, 0.23519644773349813 ],

[ 0.6830792286072526, 0.3415396143036263, 0.597694325031346, 0.24395686735973307 ],

[ 0.7148654283077015, 0.25995106483916414, 0.6220257622937143, 0.1856793320279744 ],

[ 0.731224643079982, 0.3133819898914209, 0.5687302779510972, 0.2089213265942806 ],

[ 0.6959560108929095, 0.34278430387262704, 0.5920819794163558, 0.21813546610076268 ],

[ 0.7152945332140833, 0.3179086814284815, 0.5960787776784028, 0.17882363330352083 ],

[ 0.7278519543665409, 0.3287073342300507, 0.5634982872515155, 0.21131185771931832 ],

[ 0.7117121386170342, 0.35002236325427916, 0.5717031933153226, 0.2100134179525675 ],

[ 0.6959400158179216, 0.3044737569203407, 0.6089475138406814, 0.22835531769025555 ],

[ 0.7308985536964403, 0.30454106404018344, 0.588779390477688, 0.16242190082143118 ],

[ 0.7276615932660223, 0.2753314136682246, 0.5998291512057751, 0.18683203070343812 ],

[ 0.7157899883667153, 0.34430404503715417, 0.5798804969046808, 0.18121265528271271 ],

[ 0.6941774650196998, 0.30370264094611865, 0.6074052818922373, 0.2386235036005218 ],

[ 0.7236600467806032, 0.3216266874580459, 0.5858200378700121, 0.17230001113823887 ],

[ 0.6938541359029943, 0.29574110710619433, 0.63698084607488, 0.15924521151872 ],

[ 0.7315439854044734, 0.28501713717057403, 0.5795348455801672, 0.21851313849744008 ],

[ 0.6701748440536647, 0.3616816618702317, 0.5957109724921463, 0.2553047024966342 ],

[ 0.6980479904039343, 0.3381169953519057, 0.5998849917533811, 0.19632599730110653 ],

[ 0.7106690545187015, 0.3553345272593508, 0.5685352436149612, 0.21320071635561044 ],

[ 0.7241525806193215, 0.3253439130318691, 0.566728106571643, 0.22039426366675005 ]

] ### virginica

]

florwer\_to\_test = [

[

[ 0.8003330078112875, 0.5602331054679013, 0.20808658203093475, 0.04801998046867725 ],

[ 0.8609385732675535, 0.44003527078119403, 0.2487155878328488, 0.057395904884503565 ],

[ 0.7860903755415094, 0.5717020913029159, 0.2322539745918096, 0.035731380706432246 ],

[ 0.7888947910127371, 0.5522263537089159, 0.2524463331240759, 0.09466737492152845 ],

[ 0.7669389719546461, 0.571444724201501, 0.2857223621007505, 0.060152076231736955 ],

[ 0.8221058465189321, 0.5138161540743327, 0.23978087190135522, 0.05138161540743326 ],

[ 0.7772909266606612, 0.5791579453550025, 0.24385597699158001, 0.030481997123947502 ],

[ 0.7959478212368801, 0.5537028321647862, 0.24224498907209396, 0.03460642701029914 ],

[ 0.7983702482709741, 0.5573528148306801, 0.2259538438502757, 0.030127179180036764 ],

[ 0.8122836313809656, 0.5361071967114373, 0.22743941678667037, 0.03249134525523863 ]

], ### setosa

[

[ 0.7233711847707108, 0.3419572873461542, 0.5786969478165688, 0.15782644031360962 ],

[ 0.7326039145409681, 0.3602970071512958, 0.5524554109653201, 0.16813860333727135 ],

[ 0.7626299404054147, 0.34186859397484104, 0.5259516830382169, 0.1577855049114651 ],

[ 0.7698687947429833, 0.3541396455817723, 0.508113404530369, 0.15397375894859666 ],

[ 0.7354428354362763, 0.3545885099424904, 0.5515821265772073, 0.1707278010834213 ],

[ 0.7323961772671147, 0.38547167224584983, 0.5396603411441898, 0.15418866889833993 ],

[ 0.734460466367082, 0.3736728688534276, 0.5411813962704815, 0.16750852741705377 ],

[ 0.7572810334533846, 0.35421209629271216, 0.5252110393305731, 0.15878473282087097 ],

[ 0.7825805422808448, 0.3836179128827671, 0.4603414954593205, 0.16879188166841752 ],

[ 0.7431482021659327, 0.36505525720431775, 0.5345451980491795, 0.16948994084486185 ]

], ### versicolor

[

[ 0.6999703739013986, 0.32386688941706504, 0.5850498647534077, 0.250735656322889 ],

[ 0.7333788617780355, 0.32948905384230576, 0.5420626369663739, 0.24445962059267845 ],

[ 0.6905251239789963, 0.3214513508178087, 0.607185884878083, 0.22620650613105053 ],

[ 0.6919350210150538, 0.3256164804776724, 0.6003553858807085, 0.234036845343327 ],

[ 0.6891487078995805, 0.3394314531445695, 0.5862906917951656, 0.2571450402610375 ],

[ 0.721557247888883, 0.32308533487561925, 0.5600145804510733, 0.24769875673797473 ],

[ 0.7296535932873784, 0.28954507670134066, 0.5790901534026813, 0.2200542582930189 ],

[ 0.7165389871201644, 0.3307103017477682, 0.5732311896961315, 0.22047353449851215 ],

[ 0.6746707198515326, 0.36998071733793725, 0.5876164334190769, 0.25028107349331047 ],

[ 0.6902591585738451, 0.35097923317314156, 0.5966646963943406, 0.21058753990388496 ]

] ### virginica

]

**Main.py**

**TODO**

1. Bibliografia

<http://aragorn.pb.bialystok.pl/~gkret/SSN/SSN_w10.PDF>

<https://pl.wikipedia.org/wiki/Sie%C4%87_Kohonena>

<http://galaxy.agh.edu.pl/~vlsi/AI/koho_t/>

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