

ETAPY REALIZACJI PROJEKTU (dotyczy projektów nr 1 i nr 2)

A. Etapy realizacji projektu w ujęciu ogólnym:

- I. Przygotowanie (z wykorzystaniem programu EDYTOR DANYCH DWUWYMIAROWYCH):
 - a) danych uczących
 - b) danych testowych
 - c) danych weryfikujących.
- II. Prezentacja w postaci graficznej (z wykorzystaniem możliwości programu NEURONIX 4.0):
 - a) danych uczących
 - b) danych testowych
 - c) danych weryfikującychtak aby obiekty (punkty) należące do poszczególnych klas były oznaczone różnymi symbolami graficznymi.
- III. Przeprowadzenie szeregu eksperymentów uczenia sieci neuronowej mających na celu zbudowanie *najlepszego systemu* (patrz *Uwaga 1* na str. 8 w podpunkcie 1.3) dla $TU = 0.4$ i $TT = 0.4$ (TU i TT oznaczają, odpowiednio, tolerancję uczenia i tolerancję testowania) oraz weryfikacja działania uzyskanego *najlepszego systemu* z wykorzystaniem danych weryfikujących i danych testowych.
- IV. Przeprowadzenie szeregu eksperymentów uczenia sieci neuronowej mających na celu zbudowanie *najlepszego systemu* dla $TU = 0.3$ i $TT = 0.3$ oraz weryfikacja działania uzyskanego *najlepszego systemu* z wykorzystaniem danych weryfikujących i danych testowych.
- V. Przeprowadzenie szeregu eksperymentów uczenia sieci neuronowej mających na celu zbudowanie *najlepszego systemu* dla $TU = 0.2$ i $TT = 0.2$ oraz weryfikacja działania uzyskanego *najlepszego systemu* z wykorzystaniem danych weryfikujących i danych testowych.
- VI. Przeprowadzenie szeregu eksperymentów uczenia sieci neuronowej mających na celu zbudowanie *najlepszego systemu* dla $TU = 0.1$ i $TT = 0.2$ oraz weryfikacja działania uzyskanego *najlepszego systemu* z wykorzystaniem danych weryfikujących i danych testowych.
- VII. Analiza porównawcza uzyskanych *najlepszych systemów*.

B. Etapy realizacji projektu w ujęciu bardziej szczegółowym:

I. Przygotowanie danych uczących, testowych i weryfikujących z wykorzystaniem programu EDYTOR DANYCH DWUWYMIAROWYCH

- (*opcjonalnie*) przed rozpoczęciem edycji danych możliwe jest naszkicowanie granic pomiędzy skupiskami (klastrami) danych przy pomocy linii prostych lub łamanych (dane te mają wyłącznie charakter pomocniczy i nie są wykorzystywane przez sieć neuronową):

wybac ikonkę ‘Wyświetl linie pomocnicze’ → wybac ikonkę ‘Włącz edycję linii pomocniczych’ → przytrzymując klawisz *Ctrl* oraz klikając lewym przyciskiem myszki zaznaczać na płaszczyźnie (x1,x2) w prawej części okna kolejne punkty łamanej aż do zwolnienia klawisza *Ctrl*; szkicowanie kolejnych łamanych w analogiczny sposób;

Uwagi: po wybraniu kursorem określonego węzła łamanej (lub odcinka pomiędzy węzłami):

- a) naciskając klawisz *Shift* można przesuwać ten węzeł po płaszczyźnie (z równoczesną korektą kształtu łamanej),
- b) naciskając prawy klawisz myszki można usunąć dany węzeł z łamanej (z równoczesną korektą kształtu łamanej) lub usunąć całą łamana;

- edycja danych uczących:

wybac ikonkę ‘Włącz edycję danych uczących’ → wybac ikonkę ‘Nowe rekordy przypisz do klasy 1’ (czerwony kwadracik) → przytrzymując klawisz *Ctrl* oraz klikając lewym przyciskiem myszki zaznaczać odpowiednie punkty na płaszczyźnie (x1,x2) w prawej części okna (w lewej części okna jednocześnie rozwija się ramka zawierająca dane numeryczne wybieranych punktów; wytłuszczony wiersz w ramce opisuje aktualnie wybrany punkt); po wybraniu wszystkich danych należących do klasy 1 → wybac ikonkę ‘Nowe rekordy przypisz do klasy 2’ (niebieska gwiazdka) → postępować analogicznie jak w przypadku edycji danych należących do klasy 1 → w analogiczny sposób dokonać edycji danych należących do kolejnych klas;

Uwagi: po wybraniu kursorem określonego punktu:

- a) naciskając klawisz *Shift* można przesuwać punkt po płaszczyźnie (z równoczesną korektą opisu numerycznego w ramce w lewej części okna),
- b) naciskając prawy klawisz myszki można usunąć dany punkt z płaszczyzny (z równoczesnym usunięciem opisu numerycznego z ramki w lewej części okna);

- edycja danych testowych – analogicznie jak edycja danych uczących (dla tych samych klas co dane uczące);
- edycja danych weryfikujących – analogicznie jak edycja danych uczących i testowych;

Uwaga: w przypadku danych weryfikujących nie występują etykiety klas; są to dane występujące w obszarach pomiędzy klasami (‘przybliżając się’ do i ‘oddalając się’ od skupisk punktów reprezentujących poszczególne klasy).

Uwaga: powiększanie obrazu danych: przytrzymując lewy przycisk myszki przesuwać kurSOR ukośnie (lewo w góre) lub przytrzymując lewy przycisk myszki obrysować odpowiedni obszar i zwolnić przycisk myszki; zmniejszanie obrazu: przytrzymując lewy przycisk myszki przesuwać kurSOR ukośnie (prawo w dół).

- zapis: 1) <Plik> → <Zapisz do pliku binarnego jako...> → **wybac dysk ‘D’ i wejść do katalogu ‘SI’**, nazwać zbiór (najlepiej jedną literą, np. ‘a’) i zapisać; powstanie plik z rozszerzeniem .2dd do przyszłego wykorzystania przez program EDYTOR DANYCH DWUWYMIAROWYCH;

2) <Edycja> → <Kopiuj obraz zbioru danych do schowka> → <Kopiuj obraz jako Enhanced Metafile (EMF)>; ze schowka można obraz przekopiować do pliku WORD'a;

Uwagi: 1) do programu NEURONIX 4.0 dane będą przenoszone przez schowek (patrz poniżej),

- 2) nie jest zalecane korzystanie z opcji <Plik> → <Eksportuj> → <Obraz zbioru danych...> → ... ze względu na duży rozmiar uzyskiwanego pliku typu .bmp.

Uwaga: program EDYTOR DANYCH DWUWYMIAROWYCH umożliwia również edycję danych zapisanych w arkuszu programu NEURONIX 4.0 lub przygotowanych w pliku tekstowym (przy założeniu, że kolejne pozycje w wierszach pliku tekstopowego są oddzielone znakami tabulacji):

- zaznaczyć – w arkuszu NEURONIX'a 4.0 lub pliku tekstowym – wyłącznie dwie kolumny zawierające współrzędne (x_1 , x_2) wszystkich punktów należących do tej samej klasy oraz zapisać do schowka (*Ctrl C*),
- w programie EDYTOR DANYCH DWUWYMIAROWYCH wybrać <Nowy zbiór danych> oraz odczytać dane ze schowka (*Ctrl V*); punktom tym zostanie przypisana aktualnie wybrana (w tym programie) etykieta klasy; powtórzyć powyższy zabieg dla danych pozostałych klas;
- od tego momentu jest możliwa edycja danych w programie EDYTOR DANYCH DWUWYMIAROWYCH (zmiana położenia punktów, zmiana liczby rekordów, itp.), zapis do pliku oraz przenoszenie przez schowek do NEURONIX'a 4.0.

II. Prezentacja danych w postaci graficznej w programie NEURONIX 4.0:

- zanim możliwa będzie graficzna prezentacja danych w programie NEURONIX 4.0 należy utworzyć nowy projekt i dokonać edycji pliku danych uczących i pliku danych testowych;
- utworzenie nowego projektu (wskażane jest korzystanie z *Kreatora nowego projektu* ale tylko do pewnego momentu jego działania): <plik> → <Nowy projekt> → <Kreator nowego projektu> → w oknie dialogowym ‘Nowy projekt’, w ‘Zapisz w’ **wybrać dysk ‘D’ i wejść do katalogu ‘SI’**, nazwać projekt (najlepiej jedną literą, np. ‘a’) i zapisać → 4 razy kliknąć przycisk ‘>’ w żółtym oknie Kreatora a następnie przycisk ‘Koniec’ w tym oknie → dokonać edycji plików: uczącego ‘a.lrn’ i testowego ‘a.tst’ wykorzystując przygotowane przez siebie dane,
 - edycja pliku ‘a.lrn’ z wykorzystaniem danych przygotowanych w programie EDYTOR DANYCH DWUWYMIAROWYCH: otworzyć plik ‘a.lrn’ → otworzyć plik ‘a.2dd’ w programie EDYTOR DANYCH DWUWYMIAROWYCH → wybrać ikonkę ‘Włącz edycję danych uczących’ → zaznaczyć w ramce w lewej części okna kolumny x1, x2 oraz Klasa (bez wiersza z nagłówkami x1, x2, Klasa) → zapisać do schowka (*Ctrl C*) → przejść do pliku ‘a.lrn’ → wybrać komórkę A3 arkusza → wpisać zawartość schowka (*Ctrl V*).

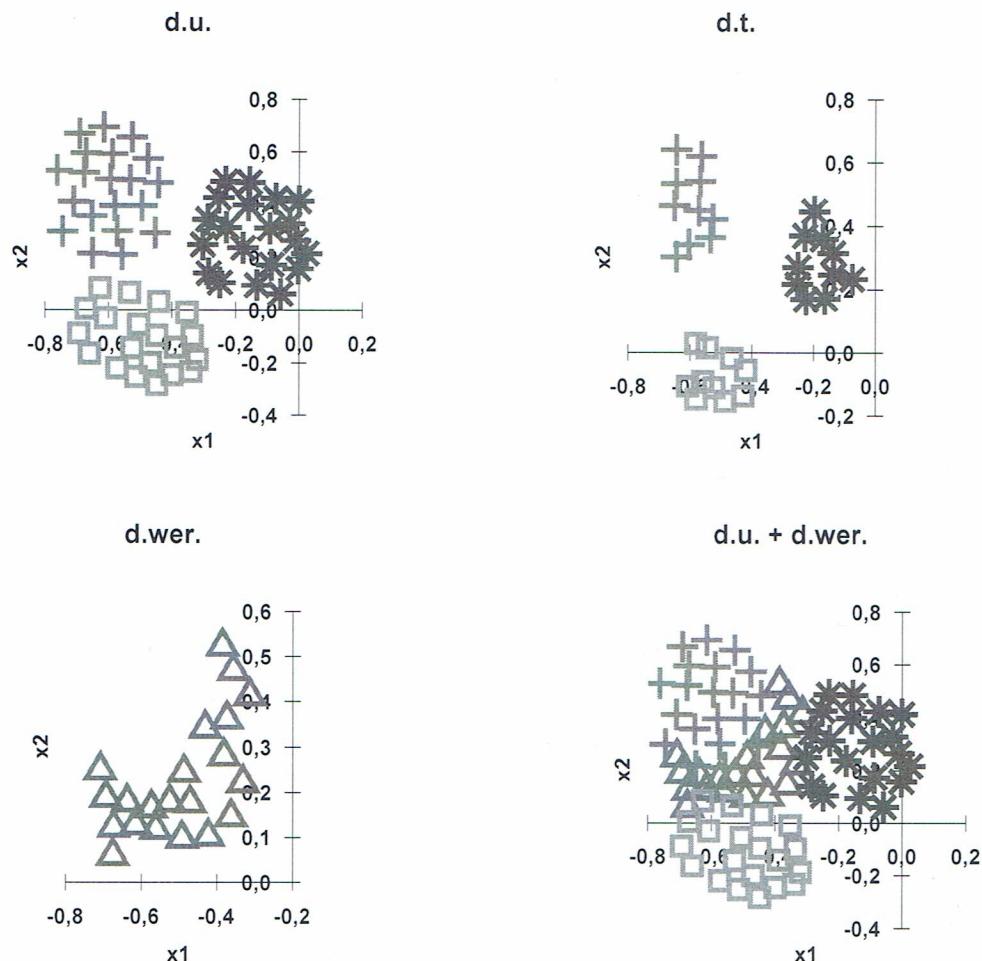
Uwaga: 1) należy dokonać edycji nagłówka arkusza ‘a.lrn’ (kliknąć prawy klawisz myszki na obszarze arkusza → <Edycja nagłówka>) zgodnie z zasadami obowiązującymi w programie NEURONIX 4.0; zmienić kodowanie klas w stosunku do tego, które występuje w programie EDYTOR DANYCH DWUWYMIAROWYCH – przyjąć kod typu ‘1 z 3’ (kod Klasy 1: 100, kod Klasy 2: 010, kod Klasy 3: 001) co oznacza wykorzystanie 3 kolumn arkusza dla kodowania klas.

2) po zakończeniu edycji pliku ‘a.lrn’ należy go zapisać (zamknąć arkusz i zapisać).

- edycja pliku ‘a.tst’ z wykorzystaniem danych przygotowanych w programie EDYTOR DANYCH DWUWYMIAROWYCH – analogicznie.
- prezentacja w postaci graficznej danych uczących, testowych i weryfikujących (każde w innym oknie; okna te należy następnie zwinąć do paska na dole ekranu):
 - dla danych uczących: otworzyć nowy arkusz → otworzyć plik ‘a.lrn’ → zaznaczyć w pliku ‘a.lrn’ **części wejściowe** (kolumny typu ‘we’) dla punktów należących do pierwszej klasy i przekopiować je do pierwszych dwóch kolumn w nowym arkuszu → zaznaczyć w pliku ‘a.lrn’ **części wejściowe** (kolumny typu ‘we’) dla punktów należących do drugiej klasy i przekopiować je do kolejnych dwóch kolumn w nowym arkuszu → czynności te powtórzyć dla punktów należących do trzeciej klasy → zaznaczyć całą zawartość nowego arkusza (dla trzech klas zawierających po n punktów będzie to sześć n -elementowych kolumn) → wybrać <Plik> → <Nowy> → <Wykres> → zapisać arkusz pod nazwą np. ‘a-l’ (rozszerzenie .vts) → wybrać z ‘Gallery’ ‘2D’, ‘XY(Scat)’ → ‘Dalej’ → style ‘5’ → ‘Dalej’ → w ‘Chart Title’ wpisać ‘D. U.’ → ‘Dalej’ → ‘Zakończ’ → okno zwinąć do paska na dole ekranu (przy jego zamykaniu zapisać do pliku ‘a-l’(rozszerzenie .vtc)); zamknąć arkusz ‘a-l’; każdy plik można potem otworzyć przy pomocy <Plik> → <Otwórz>,
 - dla danych testowych – analogicznie (nazwa ‘a-t’),
 - dla danych uczących i weryfikujących łącznie – analogicznie (nazwa ‘a-l-we’).

Uwaga: na następnej stronie przedstawiono w postaci graficznej przykładowe zbiory danych: uczących (d.u.), testowych (d.t.), weryfikujących (d.wer.) oraz łącznie uczących i weryfikujących (d.u. + d.wer.).

Prezentacja w postaci graficznej przykładowych zbiorów danych: uczących (d.u.), testowych (d.t.), weryfikujących (d.wer.) oraz łącznie uczących i weryfikujących (d.u. + d.wer.).



III. Przeprowadzenie szeregu eksperymentów uczenia sieci neuronowej mających na celu zbudowanie *najlepszego systemu* (patrz ***Uwaga 1*** na str. 8 w podpunkcie 1.3) dla $TU = 0.4$ i $TT = 0.4$ oraz weryfikacja działania uzyskanego *najlepszego systemu* z wykorzystaniem danych weryfikujących i danych testowych –

– **główe etapy:**

- ustawianie parametrów niezmieniających się w ramach p. III;
- etap uczenia sieci;
 - 1) ‘Mieszanie wzorców’ włączone (sposób podawania danych uczących);
 - 2) ‘Mieszanie wzorców’ wyłączone (sposób podawania danych uczących);

Uwaga: jeśli w trakcie powyższych eksperymentów uzyska się *najlepszy system* (patrz ***Uwaga 1*** na str. 8 w podpunkcie 1.3) należy przejść do etapu ‘uruchomienie sieci’ a następnie powrócić do niniejszego etapu celem jego dokończenia – przejście do etapu ‘uruchomienie sieci’ należy wykonać TYLKO RAZ – dla *najlepszego systemu* uzyskanego po raz pierwszy.

- etap uruchomienia sieci;

---SZCZEGÓLOWA REALIZACJA POWYŻSZYCH ETAPÓW---

- **ustawianie parametrów niezmieniających się w ramach p. III –**
wybrać <Narzędzia> → <Parametry sieci>;
 - 1) ustawianie założonych wartości tolerancji uczenia ($TU = 0.4$) i testowania ($TT = 0.4$) – wybrać <Warunki zakończenia procesu uczenia>;
 - 1.1) ustawianie TU : ‘Warunek zakończenia procesu uczenia’ ustawić na ‘% wzorców uczących’ mieści się w tolerancji’, w okienku ‘Tolerancja uczenia’ ustawić pożądaną wartość,
 - 1.2) ustawianie TT : ‘Warunek zakończenia procesu uczenia’ ustawić na ‘% wzorców testowych’ mieści się w tolerancji’, w okienku ‘Tolerancja testowania’ ustawić pożądaną wartość,
 - 2) kryterium stopu – wybrać <Warunki zakończenia procesu uczenia>, ‘Warunek zakończenia procesu uczenia’ ustawić na ‘% wzorców uczących’ mieści się w tolerancji’ (dalej będzie on określany również jako ‘Zadany Procent Wzorców Uczęcych mieszczących się w tolerancji’ – *ZPWU*),
 - 3) częstotliwość testowania – wybrać <Parametry procesu testowania>, ‘Częstotliwość testowania’ **ustawić na 1** (testowanie po każdej epoce uczenia),

■ etap uczenia sieci:

1) sposób podawania danych uczących (<Parametry procesu uczenia>: ‘Mieszanie wzorców’ – **włączone** (pozostałych parametrów – **nie zmieniać**);

struktura sieci – **bez warstw ukrytych** (<Parametry strukturalne sieci>:

‘Warstwa ukryta 1’, ‘2’, ‘3’ = 0 lub, skrótnie, $WU1,2,3=(0,0,0)$);

1.1) ustawianie konkretnej wartości kryterium stopu: wybrać <Warunki zakończenia procesu uczenia>;

parametr ‘Procent wzorców uczących’ (czyli konkretną wartość $ZPWU$) ustawić na 50 (pozostałych parametrów **nie zmieniać**),

1.2) wybrać <Sieć> → <Uczenie sieci>;

zapoznać się z ‘Podstawowymi czynnościami przed rozpoczęciem każdego eksperymentu uczenia sieci neuronowej’ przedstawionymi na str. 12;

powtórzyć kilka razy eksperiment uczenia sieci wybierając ten eksperiment, który daje przede wszystkim minimalną wartość $LWTPT$ oraz – na drugim miejscu – minimalną wartość $LWUPT$ (patrz wyjaśnienia nad kopią arkusza z przykładowymi danymi przedstawionego na str. 10); $LWTPT$ oraz $LWUPT$ system podaje w oknie dialogowym ‘Monitoring procesu uczenia’ jako oraz ‘TESTOWANIE – Poza tolerancją ...’ oraz ‘UCZENIE – Poza tolerancją ...’;

dane te należy wpisywać w nowym arkuszu ‘a-uczenie’ (rozszerzenie .vts), którego postać przedstawiono na str. 10,

1.3) powtórzyć analogiczne czynności do tych z punktów 1.1) i 1.2) dla wartości parametru ‘Procent wzorców uczących’ ($ZPWU$) równych 60, 70, 80, 90 i 100; wyniki wpisać w arkuszu ‘a-uczenie’

Uwaga: 1) jeśli w trakcie powyższych eksperimentów uzyska się wyniki: $LWUPT = 0$ i $LWTPT = 0$ (czyli 100% poprawnych decyzji dla danych uczących i testowych co odpowiada *najlepszemu systemowi*) należy przejść do etapu ‘uruchomienie sieci’ (patrz str. 11) a następnie powrócić do niniejszego etapu celem jego dokończenia – przejście do etapu ‘uruchomienie sieci’ należy wykonać **TYŁKO RAZ – dla najlepszego systemu uzyskanego po raz pierwszy**,

2) jeśli w trakcie powyższych eksperimentów napotka się powtarzającą się sytuację, polegającą na tym, że proces uczenia nie zatrzymuje się (system nie jest w stanie nauczyć się) należy zmodyfikować strukturę sieci zgodnie z następującą zasadą:

- jeśli dotychczas było $WU1,2,3=(0,0,0)$, należy przyjąć $WU1,2,3=(3,0,0)$, (struktura sieci – z jedną warstwą ukrytą o liczbie elementów wynikającej z ‘reguły piramidy’ czyli $\approx \sqrt{n \cdot m}$, gdzie n jest liczbą wejść a m – liczbą wyjść sieci; w naszym przypadku $\sqrt{n \cdot m} = \sqrt{2 \cdot 3} \approx 3$),
- jeśli dotychczas było $WU1,2,3=(3,0,0)$, należy przyjąć $WU1,2,3=(6,0,0)$,
- jeśli dotychczas było $WU1,2,3=(6,0,0)$, należy przyjąć $WU1,2,3=(9,0,0)$, itd...
- jeśli dotychczas było $WU1,2,3=(12,0,0)$, należy przyjąć $WU1,2,3=(15,0,0)$,
- jeśli dotychczas było $WU1,2,3=(15,0,0)$, należy przyjąć $WU1,2,3=(3,3,0)$, (struktura sieci – z dwoma warstwami ukrytymi),
- jeśli dotychczas było $WU1,2,3=(3,3,0)$, należy przyjąć $WU1,2,3=(6,6,0)$,
- jeśli dotychczas było $WU1,2,3=(6,6,0)$, należy przyjąć $WU1,2,3=(9,9,0)$, itd.
- jeśli dotychczas było $WU1,2,3=(12,12,0)$, należy przyjąć $WU1,2,3=(15,15,0)$.

1.4) po zakończeniu eksperimentów z p. 1.3, wyznaczyć $PPDU[\%]$ oraz $PPDT[\%]$ i przedstawić je na wykresach (patrz przykłady na str. 10),

- 2) sposób podawania danych uczących (<Parametry procesu uczenia>: ‘Mieszanie wzorców’ – **wyłączone** (pozostałych parametrów – **nie zmieniać**);
należy przeprowadzić analogiczne eksperymenty jak te przedstawione w punktach 1.1), 1.2), 1.3) i 1.4); wyniki zapisać w arkuszu ‘a-uczenie’.

Uwaga: przejścia do etapu ‘uruchomienie sieci’ należy dokonać WYŁĄCZNIE wtedy, gdy w trakcie eksperymentów przeprowadzonych w punkcie 1) NIE UZYSKANO najlepszego systemu (jest to bardzo mało prawdopodobne).

Przykładowa postać arkusza z wybranymi wynikami uczenia sieci oraz odpowiadające im wykresy (arkusz zawiera przykładowe wyniki wyłącznie dla $TU = 0.4$, $TT = 0.4$ oraz dla $TU = 0.1$, $TT = 0.2$; pełny eksperyment obejmuje również wyniki dla $TU = 0.3$, $TT = 0.3$ oraz $TU = 0.2$, $TT = 0.2$)

Oznaczenia:

TU – Tolerancja Uczenia, TT – Tolerancja Testowania,

$MW=WYL$ – Mieszanie Wzorców = WYL aczne, $MW=WL$ – Mieszanie Wzorców = WL aczne,

$ZPWU[\%]$ – Zadany Procent Wzorców Uczęcych mieszczących się w tolerancji,

$WU1,2,3$ – Warstwa Ukryta 1, 2, 3 (a dokładniej: liczba elementów w tej warstwie),

$LWUPT$ – Liczba Wzorców Uczęcych Poza Tolerancją,

$LWTPT$ – Liczba Wzorców Testowych Poza Tolerancją,

$PPDDU[\%]$ – Procent Poprawnych Decyzji dla Danych Uczęcych

$$PPDDU[\%] = \frac{LWWU - LWUPT}{LWWU} \cdot 100\%, \text{ gdzie } LWWU - \text{Liczba Wszystkich Wzorców Uczęcych}$$

Uwaga: aby uzyskać $PPDDU$ należy w komórce E6 arkusza wpisać formułę $= (90-SC6)/90\%$ (liczba 90 oznacza liczbę rekordów uczących; przy innej liczbie tych rekordów należy ją wstawić w miejsce 90)

$PPDDT[\%]$ – Procent Poprawnych Decyzji dla Danych Testowych

$$PPDDT[\%] = \frac{LWWT - LWTPT}{LWWT} \cdot 100\%, \text{ gdzie } LWWT - \text{Liczba Wszystkich Wzorców Testowych}$$

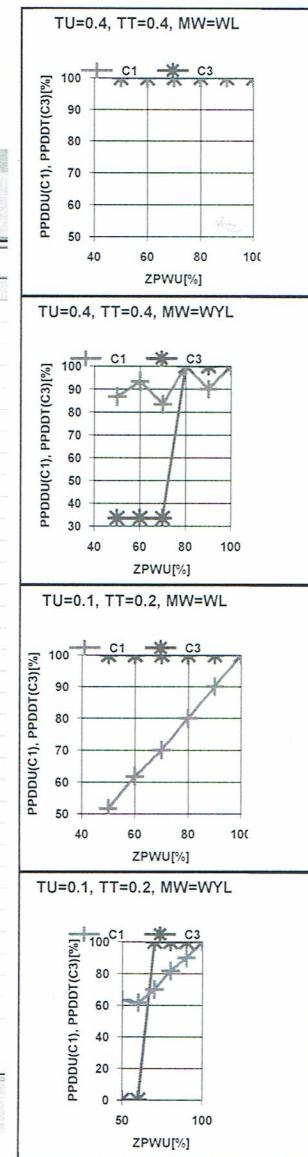
Uwaga: aby uzyskać $PPDDT$ należy w komórce F6 arkusza wpisać formułę $= (45-SD6)/45\%$ (liczba 45 oznacza liczbę rekordów testowych; przy innej liczbie tych rekordów należy ją wstawić w miejsce 45)

Neuronix 4.0 - [D:\...\A-UCZENIE-KON.xls]

Plik Edycja Wstaw Sieć Narzędzia Okno Pomoc

A3 TU=0.4

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
3	TU=0.4	TT=0.4										
4	MW=WL											
5	ZPWU	WU1,2,3	LWUPT	LWTPT	PPDDU	PPDDT	DANE	DO	WYKRES	OW		
6	50 0,0,0		0	0	100,00	100,00	ZPWU	PPDDU	ZPWU	PPDDT		
7	60 0,0,0		0	0	100,00	100,00		50	100,00	50	100,00	
8	70 0,0,0		0	0	100,00	100,00		60	100,00	60	100,00	
9	80 0,0,0		0	0	100,00	100,00		70	100,00	70	100,00	
10	90 0,0,0		0	0	100,00	100,00		80	100,00	80	100,00	
11	100 0,0,0		0	0	100,00	100,00		90	100,00	90	100,00	
12	MW=WYL							100	100,00	100	100,00	
13	ZPWU	WU1,2,3	LWUPT	LWTPT	PPDDU	PPDDT						
14	50 0,0,0		8	20	86,67	33,33		50	86,67	50	33,33	
15	60 0,0,0		4	20	93,33	33,33		60	93,33	60	33,33	
16	70 0,0,0		10	20	83,33	33,33		70	83,33	70	33,33	
17	80 0,0,0		0	0	100,00	100,00		80	100,00	80	100,00	
18	90 0,0,0		6	0	90,00	100,00		90	90,00	90	100,00	
19	100 0,0,0		0	0	100,00	100,00		100	100,00	100	100,00	
20	...											
21	TU=0.1	TT=0.2										
22	MW=WL											
23	ZPWU	WU	LWUPT	LWTPT	PPDDU	PPDDT	DANE	DO	WYKRES	OW		
24	50 3,0,0		29	0	51,67	100,00	ZPWU	PPDDU	ZPWU	PPDDT		
25	60 3,0,0		23	0	61,67	100,00		60	61,67	60	100,00	
26	70 3,0,0		18	0	70,00	100,00		70	70,00	70	100,00	
27	80 3,0,0		12	0	80,00	100,00		80	80,00	80	100,00	
28	90 3,0,0		6	0	90,00	100,00		90	90,00	90	100,00	
29	100 3,0,0		0	0	100,00	100,00		100	100,00	100	100,00	
30	MW=WYL											
31	ZPWU	WU	LWUPT	LWTPT	PPDDU	PPDDT						
32	50 0,0,0		22	30	63,33	0,00		50	63,33	50	0,00	
33	60 0,0,0		23	30	61,67	0,00		60	61,67	60	0,00	
34	70 3,0,0		18	0	70,00	100,00		70	70,00	70	100,00	
35	80 3,0,0		11	0	81,67	100,00		80	81,67	80	100,00	
36	90 3,0,0		6	0	90,00	100,00		90	90,00	90	100,00	
37	100 3,0,0		0	0	100,00	100,00		100	100,00	100	100,00	



- **etap uruchomienia sieci** (wybrać <Sieć> → <Uruchomienie sieci> bezpośrednio po zakończeniu eksperymentu uczenia w którym uzyskano *najlepszy system*):
(jest to bardzo ważny etap, gdyż pokazuje on praktyczne efekty uczenia sieci w postaci jej zdolności do klasyfikowania nowych obiektów – zarówno danych testowych jak i – a może przede wszystkim – danych weryfikujących)
 - system zgłosi się z arkuszem o identycznym nagłówku jak w arkuszach: uczącym i testowym,
 - należy przekopiować do tego arkusza zawartość arkusza testowego oraz pod nim zawartość arkusza z danymi weryfikującymi (zachowując format taki jak dla danych testowych),
 - dodatkowo, należy przekopiować kolumny wyjściowe (typu ‘wy’) w bieżącym arkuszu do kolejnych wolnych kolumn tego arkusza zmieniając ich typ na typ komentarza (np. przez usunięcie z nagłówka określeń ‘wy’),
 - naciskając prawy klawisz myszki, gdy kurSOR jest w obszarze arkusza oraz wybierając polecenie ‘Uruchomienie sieci’ uzyskujemy odpowiedź systemu dla wszystkich rekordów danych (**odpowiedź znajduje się w kolumnach typu ‘wy’**) natomiast przekopiowane – w formie komentarza – pożądane odpowiedzi systemu służą do celów porównania z faktycznymi odpowiedziami systemu,

Uwaga: aby uzyskać odpowiedzi sieci w formie bardziej czytelnej (z dwoma miejscami po przecinku) należy zaznaczyć 3 kolumny z odpowiedziami sieci, kliknąć prawym przyciskiem myszy, wybrać <Ustawienia> → <Komórek> → w zakładce <Liczby> w lewym oknie <Kategoria> wybrać <Liczbowe> a w prawym oknie <Typ> wybrać opcję <0.00> → <OK.>, arkusz ten należy zapisać nazywając go np. ‘a-odp0404’ (tzn. Odpowiedzi sieci dla *najlepszego systemu* zbudowanego dla $TU = 0.4$ i $TT = 0.4$),

- możliwe jest również uzyskanie odpowiedzi systemu dla dowolnych ‘nowych danych’ przez wpisanie ich do części wejściowej (‘we’) arkusza, zaznaczenie i wybór polecenia ‘Uruchomienie sieci’ jak wyżej.

IV. ▪ scenariusz eksperymentów jest identyczny jak w punkcie III, przy czym

- należy ustawić tolerancję uczenia $TU = 0.3$ i tolerancję testowania $TT = 0.3$.

V. ▪ scenariusz eksperymentów jest identyczny jak w punktach III i IV, przy czym

- należy ustawić tolerancję uczenia $TU = 0.2$ i tolerancję testowania $TT = 0.2$.

VI. ▪ scenariusz eksperymentów jest identyczny jak w punktach III, IV i V, przy czym

- należy ustawić tolerancję uczenia $TU = 0.1$ i tolerancję testowania $TT = 0.2$.

Podstawowe czynności przed rozpoczęciem każdego eksperymentu uczenia sieci neuronowej

- po poprawnym utworzeniu nowego projektu, edycji plików: uczącego i testowego oraz ustawieniu wymaganych parametrów sieci (są to również parametry sterujące procesem uczenia) należy wybrać <Sieć> → <Uczenie sieci>,
- system zgłosi się z oknem dialogowym ‘Monitoring procesu uczenia’; w jego części ‘Prezentacja’ należy zaznaczyć ‘Statystyki’ oraz ‘Wykresu RMS’ (**nie zaleca się** zaznaczania ‘Struktury sieci’),
- w celu prezentacji struktury uczonej sieci należy wybrać <Narzędzia> → <Topologia sieci>,
Uwaga: przed wybraniem <Narzędzia> → <Topologia sieci> (lub niezalecanym zaznaczeniem ‘Struktury sieci’) koniecznie trzeba dokonać inicjalizacji wag – przycisk ‘Inicjacja wag’; w przeciwnym razie może nastąpić zawieszenie się programu – wynika to ze specyficznego sposobu obsługi tej opcji,
- przed każdym eksperymentem uczenia sieci trzeba koniecznie dokonać inicjalizacji wag (przycisk ‘Inicjacja wag’ czyli wybór losowych wartości wag) (w przeciwnym razie system rozpoczęcie aktualny eksperyment uczenia od wag, które wyznaczył w poprzednim eksperymencie; oznacza to konieczność najpierw ‘oduczenia’ tego co się wcześniej ‘zlego’ nauczył i dopiero wówczas uczenia się aktualnego zadania – często przekracza to możliwości algorytmu uczenia typu wstecznej propagacji błędów).

Uwaga: 1) aby znacznie przyspieszyć proces uczenia sieci należy wyłączyć obsługę opcji ‘Statystyki’ oraz ‘Wykres RMS’,
 2) opcje te można włączać (w celu podglądu aktualnego stanu uczenia) i wyłączać na bieżąco w trakcie procesu uczenia,
 3) jeśli proces uczenia zakończy się w czasie, gdy opcja ‘Statystyki’ jest wyłączona, program samoczynnie ją uaktywni podając końcowe wartości ‘Statystyk’.

Plik zawierający wyniki pracy:

Ocena łączna: 100%

- 1) nazwa pliku zawierającego wyniki pracy (Word, Excel):

Gxxxx-Kyy-Pz.doc (.xls)

Grupa	xxxx=311A xxxx=311B xxxx=312A xxxx=312B xxxx=313A itd.	Komputer	yy=01 yy=02 yy=03 yy=04 yy=.... yy=16	Projekt	$z=1$ $z=2$ $z=3$ $z=4$ $z=5$
--------------	---	-----------------	--	----------------	---

W przypadku grupy dwuosobowej wyniki należy umieścić na komputerze o **nieparzystym** numerze

- 2) zawartość pliku:

2.1) tytuł projektu oraz nazwiska członków zespołu,

2.2) syntetyczne określenie celu i zakresu projektu,

2.3) dane uczące, dane testowe, dane weryfikujące w wersji numerycznej (kopie odpowiednich fragmentów arkuszy z programu NEURONIX 4.0 wraz z nagłówkami) oraz w wersji graficznej (w tym celu – po otwarciu w programie NEURONIX 4.0 pliku .vtc z rysunkiem – umieścić kurSOR na obszarze rysunku, kliknąć prawym klawiszem myszki i wybrać opcję <Kopiuj> a następnie przejść do pliku w programie WORD, wybrać <Edycja> → <Wklej specjalnie...> → <Rysunek> → <OK.>,

ocena: max 15%

2.4) eksperymenty dotyczące uczenia sieci neuronowej (z mieszaniem wzorców i bez) dla $TU = 0.4$ i $TT = 0.4$ (wyniki numeryczne – kopia fragmentu arkusza i graficzne w postaci dwóch rysunków)

oraz weryfikacja uzyskanego *najlepszego systemu* (kopia fragmentu arkusza z odpowiedziami sieci),

ocena: max 10%

2.5) eksperymenty dotyczące uczenia sieci neuronowej (z mieszaniem wzorców i bez) dla $TU = 0.3$ i $TT = 0.3$ (wyniki numeryczne – kopia fragmentu arkusza i graficzne w postaci dwóch rysunków)

oraz weryfikacja uzyskanego *najlepszego systemu* (kopia fragmentu arkusza z odpowiedziami sieci),

ocena: max 15%

2.6) eksperymenty dotyczące uczenia sieci neuronowej (z mieszaniem wzorców i bez) dla $TU = 0.2$ i $TT = 0.2$ (wyniki numeryczne – kopia fragmentu arkusza i graficzne w postaci dwóch rysunków)

oraz weryfikacja uzyskanego *najlepszego systemu* (kopia fragmentu arkusza z odpowiedziami sieci),

ocena: max 30%

2.7) eksperymenty dotyczące uczenia sieci neuronowej (z mieszaniem wzorców i bez) dla $TU = 0.1$ i $TT = 0.2$ (wyniki numeryczne – kopia fragmentu arkusza i graficzne w postaci dwóch rysunków)

oraz weryfikacja uzyskanego *najlepszego systemu* (kopia fragmentu arkusza z odpowiedziami sieci),

ocena: max 30%