

Systemy inteligentne 2		
Temat: Projekt neuronowego systemu rozpoznawania obrazów.		
Numer komputera: 3		Numer projektu: 3
Data: 27.11.2017 r.	Autor: Bartłomiej Osak	Grupa: 3ID13B

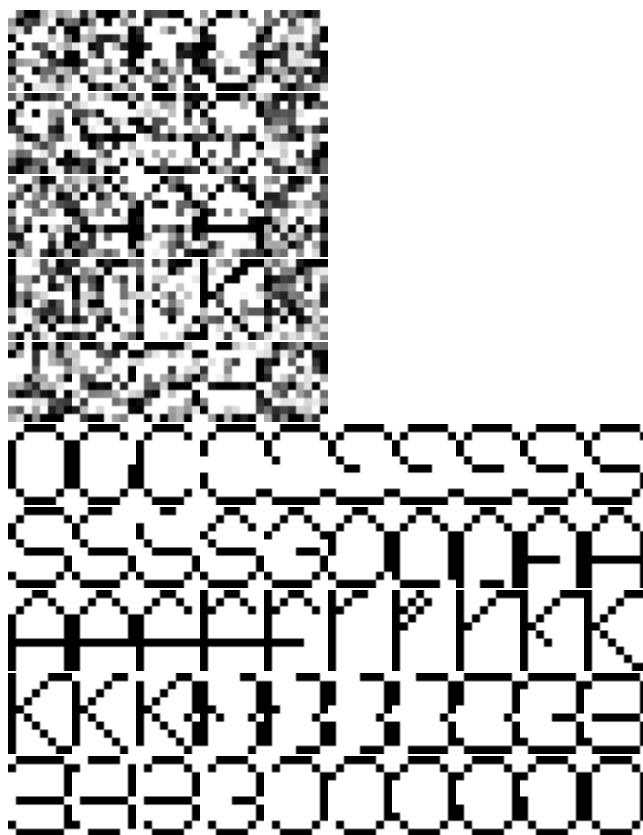
1. Cel projektu.

Celem projektu było przygotowanie unikalnego zestawu odpowiednich danych uczących i weryfikujących w postaci obrazów oraz przeprowadzenie eksperymentów mających na celu zbudowanie najlepszego systemu biorąc pod uwagę wskaźniki tolerancji uczenia oraz wymiary obrazów.

2. Dane uczące 8x10 pikseli (analogicznie dla obrazów 16x20 pikseli).























3. Dane weryfikujące 8x10 pikseli (analogicznie dla obrazów 16x20 pikseli).

































4. Zestawienie odpowiedzi sieci dla danych uczących.

Ustawienia parametrów w fazie uczenia sieci:

- ZPWU = 100% (ZPWU = Zadany Procent Wzorców Uczących)
- Mieszanie wzorców = włączone

L.p	Obraz	Dane uczące										Dane uczące									
		Rozmiar: 8x10										Rozmiar: 16x20									
		Topologia sieci: 0,0,0					Topologia sieci: 5,0,0					Topologia sieci: 5,0,0									
		TU=0.1					TU=0.01					TU=0.1					TU=0.01				
		O	S	A	K	3	O	S	A	K	3	O	S	A	K	3	O	S	A	K	3
1.		0,92	-0,10	-0,11	0,06	-0,03	0,87	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,84	-0,10	-0,04	0,00	0,03	0,87	0,00	-0,01	0,00	0,00
2.		0,91	-0,04	0,07	0,00	-0,06	0,86	0,00	0,01	-0,01	0,01	0,84	-0,11	-0,04	0,04	0,00	0,87	-0,01	0,00	0,00	0,00
3.		0,90	-0,10	-0,01	0,05	-0,02	0,86	0,01	0,01	0,01	0,00	0,84	-0,10	-0,02	-0,02	0,02	0,87	0,01	-0,01	0,00	0,00
4.		0,92	0,00	0,05	0,07	0,00	0,85	-0,01	0,01	0,01	0,00	0,84	-0,12	-0,02	0,07	-0,03	0,87	0,00	-0,01	0,00	-0,01
5.		0,88	-0,05	-0,07	0,04	-0,02	0,86	0,00	0,01	0,00	0,01	0,82	-0,11	0,02	0,00	0,03	0,86	0,00	0,01	0,00	0,00
6.		0,91	-0,06	-0,07	-0,04	-0,01	0,87	0,00	0,01	-0,01	-0,01	0,81	-0,11	0,09	0,00	-0,01	0,87	0,01	0,00	0,00	-0,01
7.		0,88	0,03	0,12	0,04	-0,03	0,87	0,01	0,00	-0,01	-0,01	0,83	-0,10	-0,05	0,03	0,03	0,87	0,00	-0,01	0,01	0,00
8.		0,89	-0,10	0,08	0,02	0,07	0,87	-0,01	0,01	-0,01	0,01	0,83	-0,10	-0,02	-0,02	0,04	0,87	-0,01	0,00	0,00	0,00
9.		0,90	-0,09	0,04	0,06	-0,04	0,86	0,00	0,01	0,00	0,01	0,83	-0,09	-0,09	0,02	0,06	0,87	0,00	-0,01	0,00	0,01
10.		0,89	-0,07	-0,07	0,04	-0,05	0,87	0,00	-0,01	0,00	0,01	0,84	-0,11	-0,03	0,02	0,01	0,88	0,00	-0,01	0,00	-0,01
11.		0,00	0,95	-0,02	0,03	-0,09	0,00	0,89	-0,01	-0,01	-0,01	0,02	0,74	-0,07	0,03	0,07	0,01	0,88	-0,01	0,00	-0,01
12.		0,02	0,92	0,07	0,09	-0,09	0,02	0,87	0,00	0,00	0,00	0,05	0,74	-0,08	0,02	0,06	0,01	0,87	0,00	0,00	-0,01
13.		-0,05	0,92	-0,09	0,07	0,00	-0,01	0,87	0,00	0,00	0,01	-0,03	0,74	-0,04	0,01	0,11	0,00	0,87	0,00	0,00	0,01
14.		-0,05	0,95	0,04	0,08	-0,10	-0,02	0,88	0,01	0,00	0,01	-0,05	0,74	0,02	0,03	0,07	-0,01	0,87	0,02	0,00	-0,01
15.		-0,04	0,93	-0,04	0,05	-0,04	-0,01	0,87	-0,01	-0,01	0,01	-0,02	0,73	-0,04	0,03	0,09	-0,01	0,87	0,01	0,00	-0,01
16.		-0,03	0,89	-0,02	0,11	-0,01	-0,02	0,86	0,01	0,01	0,01	-0,06	0,72	-0,04	0,07	0,12	0,00	0,86	0,01	0,01	0,01
17.		0,02	0,97	-0,03	0,08	-0,06	-0,01	0,88	-0,01	0,01	0,01	-0,02	0,73	-0,02	0,06	0,05	0,00	0,88	0,00	0,00	-0,01
18.		-0,02	0,87	0,00	0,05	-0,05	0,01	0,86	0,00	0,01	0,00	0,05	0,73	-0,09	0,06	0,03	0,01	0,87	-0,01	0,01	0,00
19.		-0,03	0,91	-0,10	0,05	-0,01	-0,01	0,87	0,01	0,00	0,00	-0,03	0,75	-0,04	0,00	0,10	0,00	0,88	-0,01	0,00	-0,02
20.		-0,10	0,90	0,00	0,05	-0,10	0,01	0,86	0,01	0,00	0,01	-0,05	0,72	0,00	-0,03	0,16	-0,01	0,87	0,02	0,00	0,00















21.		-0,03	-0,05	0,89	0,02	-0,10	0,00	0,02	0,86	0,00	0,01	-0,05	-0,13	0,83	0,00	0,15	0,00	0,01	0,87	-0,01	0,00
22.		0,09	-0,01	0,92	-0,01	0,00	-0,01	0,01	0,87	0,00	0,01	-0,02	-0,14	0,83	0,01	0,11	0,00	-0,01	0,87	0,00	0,00
23.		0,10	-0,11	0,89	0,04	-0,04	0,01	0,00	0,87	0,01	-0,01	-0,02	-0,14	0,84	0,01	0,11	0,00	-0,01	0,87	-0,01	0,00
24.		0,08	-0,07	0,79	0,08	0,00	0,01	0,01	0,87	-0,01	0,01	0,04	-0,14	0,82	0,05	0,05	0,02	0,01	0,86	0,00	-0,01
25.		0,02	-0,06	0,84	0,05	-0,14	-0,01	0,00	0,87	0,01	-0,01	-0,03	-0,15	0,84	0,07	0,07	0,01	-0,01	0,87	0,00	-0,01
26.		0,17	-0,04	0,93	0,06	-0,03	0,00	0,00	0,89	0,01	0,00	-0,04	-0,14	0,85	0,02	0,10	-0,01	-0,01	0,88	0,00	0,00
27.		0,07	-0,05	0,93	0,04	-0,05	0,00	0,01	0,88	0,00	-0,01	-0,03	-0,14	0,85	-0,01	0,11	0,01	0,01	0,87	-0,01	-0,01
28.		0,11	-0,06	0,93	0,07	-0,08	0,00	0,01	0,89	-0,01	0,00	-0,04	-0,14	0,85	0,00	0,11	-0,01	-0,01	0,88	0,00	0,00
29.		0,14	-0,06	0,85	-0,03	-0,05	0,01	0,00	0,88	-0,01	-0,01	0,07	-0,14	0,82	0,04	0,03	0,01	0,01	0,87	-0,01	-0,02
30.		0,05	-0,04	0,83	0,07	0,02	-0,01	0,00	0,86	-0,01	-0,01	0,03	-0,13	0,78	0,08	0,08	0,01	0,00	0,86	0,02	0,01
31.		0,01	-0,03	-0,13	0,92	-0,17	0,01	0,01	-0,01	0,87	0,01	0,01	-0,13	-0,07	0,84	0,14	0,01	0,01	-0,01	0,87	-0,01
32.		-0,02	0,04	-0,10	0,90	-0,14	-0,01	0,00	0,00	0,87	0,01	-0,02	-0,09	0,04	0,84	0,02	0,01	0,01	-0,01	0,87	0,00
33.		-0,03	-0,01	-0,07	0,94	-0,12	0,02	0,00	0,00	0,87	0,00	0,02	-0,16	-0,03	0,84	0,12	0,00	-0,01	0,01	0,87	0,00
34.		-0,15	0,04	-0,03	0,93	-0,04	-0,01	0,00	0,01	0,87	0,01	0,01	-0,14	-0,05	0,84	0,14	0,00	0,01	-0,01	0,87	0,00
35.		-0,07	0,10	-0,07	0,89	-0,16	-0,01	0,01	0,00	0,88	-0,01	0,04	-0,13	-0,03	0,84	0,08	-0,01	0,01	0,01	0,87	0,00
36.		-0,03	-0,04	-0,05	0,92	-0,05	0,00	0,00	-0,01	0,87	0,00	-0,02	-0,15	0,00	0,84	0,13	0,00	0,00	-0,01	0,87	0,01
37.		0,04	-0,03	-0,07	0,88	-0,09	0,01	0,00	0,00	0,86	0,01	0,06	-0,12	-0,06	0,84	0,08	0,00	0,00	0,00	0,87	0,00
38.		-0,03	0,11	-0,06	0,89	-0,14	-0,01	0,01	0,01	0,87	0,00	-0,01	-0,13	-0,01	0,84	0,10	0,00	0,00	0,01	0,87	0,00
39.		0,06	0,01	-0,08	0,88	-0,07	0,01	0,01	0,01	0,86	0,00	-0,03	-0,14	0,01	0,83	0,13	0,00	0,00	0,00	0,87	0,01
40.		-0,03	0,08	-0,14	0,88	-0,14	-0,01	0,00	0,01	0,87	0,00	0,00	-0,10	0,11	0,84	-0,04	0,00	0,01	0,01	0,87	-0,01
41.		0,01	-0,03	0,03	0,02	0,91	0,01	-0,01	0,00	-0,01	0,87	0,01	0,05	0,00	0,01	0,72	0,01	0,00	-0,01	0,00	0,87
42.		-0,02	0,06	-0,04	0,04	0,87	0,01	0,00	0,00	-0,01	0,87	0,01	0,05	0,00	0,01	0,71	0,01	0,00	-0,01	0,00	0,87
43.		0,03	-0,06	0,06	-0,02	0,92	0,01	0,01	0,00	0,00	0,87	0,02	0,05	-0,01	0,01	0,72	0,01	-0,01	-0,01	0,00	0,87
44.		-0,01	0,05	-0,04	0,02	0,90	0,01	0,01	0,00	-0,01	0,86	0,01	0,06	0,01	0,01	0,71	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,87
45.		0,02	-0,05	0,06	0,01	0,89	0,01	-0,01	0,00	-0,01	0,87	0,03	0,05	-0,01	0,01	0,72	0,01	-0,01	-0,01	0,00	0,87

46.		-0,01	0,07	0,01	0,05	0,85	0,01	0,01	0,00	-0,01	0,86	-0,02	0,06	0,04	0,01	0,70	0,00	0,02	0,00	0,00	0,86
47.		-0,12	0,03	-0,07	0,00	0,87	-0,01	0,00	0,01	0,00	0,86	0,01	0,08	-0,01	0,02	0,70	0,01	0,01	-0,02	0,00	0,87
48.		-0,07	0,11	0,04	0,08	0,85	0,01	0,01	0,00	-0,01	0,86	0,01	0,06	-0,01	0,01	0,72	0,01	0,00	-0,01	0,00	0,87
49.		-0,04	-0,03	0,03	-0,04	0,91	-0,01	-0,01	0,00	0,01	0,88	0,00	0,04	0,05	0,00	0,71	0,00	-0,02	0,01	0,00	0,87
50.		0,01	0,05	0,00	0,02	0,92	0,00	-0,01	-0,01	0,01	0,88	0,01	0,05	0,00	0,01	0,72	0,00	-0,01	-0,01	0,00	0,88


























5. Zestawienie odpowiedzi sieci dla danych weryfikujących.












Ustawienia parametrów w fazie uczenia sieci:

- ZPWU = 100% (ZPWU = Zadany Procent Wzorców Uczących)
- Mieszanie wzorców = włączone

L.p	Obraz	Dane weryfikujące										Dane weryfikujące									
		Rozmiar: 8x10										Rozmiar: 16x20									
		Topologia sieci: W(0,0,0)					Topologia sieci: W(5,0,0)					Topologia sieci: W(5,0,0)									
		TU=0.1					TU=0.01					TU=0.1					TU=0.01				
		O	S	A	K	3	O	S	A	K	3	O	S	A	K	3	O	S	A	K	3
1.		0,88	0,17	-0,18	0,27	-0,17	0,81	0,08	-0,01	0,09	-0,03	0,76	-0,07	-0,06	0,06	0,11	0,87	0,14	-0,12	0,00	-0,01
2.		0,75	0,16	0,27	0,02	-0,34	0,67	0,05	0,00	0,33	-0,02	0,66	-0,09	0,11	0,01	0,18	0,82	0,04	-0,03	0,02	0,07
3.		0,78	-0,20	-0,04	0,21	0,05	0,75	-0,27	0,00	0,43	0,12	0,40	-0,07	0,08	0,13	0,38	0,83	0,23	-0,21	0,05	0,05
4.		0,46	-0,08	0,39	0,07	-0,10	0,55	-0,27	0,09	0,58	0,14	0,51	-0,05	0,06	0,01	0,36	0,49	0,18	-0,17	0,03	0,55
5.		0,67	-0,15	-0,08	0,21	-0,01	0,56	-0,13	-0,01	0,52	0,13	0,22	-0,06	0,22	0,10	0,44	0,70	0,49	-0,36	0,09	0,19
6.		0,09	0,65	0,17	0,35	0,01	0,06	0,68	-0,01	0,36	-0,05	0,03	0,68	-0,06	0,00	0,16	0,01	0,86	0,00	0,01	0,01
7.		0,05	0,70	0,24	0,06	-0,03	0,13	0,79	0,00	0,21	-0,15	0,08	0,54	-0,01	0,05	0,21	0,09	0,84	-0,07	0,02	0,02
8.		0,01	0,42	-0,09	0,53	-0,12	0,04	0,47	-0,01	0,61	-0,06	0,00	0,30	-0,05	0,38	0,29	0,57	0,77	-0,40	0,03	0,13
9.		-0,05	0,67	0,36	0,35	-0,37	0,11	0,56	0,00	0,54	-0,14	0,13	0,12	-0,01	0,19	0,45	0,46	0,70	-0,31	0,12	0,10
10.		-0,08	0,19	0,26	0,35	0,46	0,11	0,07	-0,01	0,62	0,25	0,07	0,01	0,11	0,04	0,62	0,11	0,54	-0,07	0,01	0,49
11.		0,42	-0,06	0,66	0,10	-0,13	-0,02	0,06	0,81	0,11	-0,02	-0,01	-0,14	0,81	0,03	0,14	0,03	-0,02	0,86	-0,01	0,03
12.		0,44	-0,22	0,71	0,16	-0,20	0,27	-0,13	0,59	0,32	0,04	-0,04	-0,13	0,81	0,05	0,13	0,00	0,02	0,86	0,02	-0,02
13.		0,15	0,04	0,77	-0,12	-0,06	0,08	-0,02	0,70	0,25	0,02	0,02	-0,14	0,76	0,12	0,12	0,21	-0,03	0,74	0,04	0,05
14.		0,63	-0,26	0,26	0,31	0,05	0,50	-0,27	0,12	0,63	0,12	-0,03	-0,13	0,78	0,10	0,14	0,05	0,03	0,79	0,01	0,07

15.		0,16	0,00	0,71	-0,02	-0,11	0,35	-0,15	0,28	0,54	0,07	0,16	-0,09	0,48	0,08	0,31	-0,02	0,42	0,49	0,05	0,14
16.		-0,09	0,09	0,11	0,69	0,13	0,02	0,04	-0,01	0,84	-0,01	-0,03	-0,12	-0,02	0,81	0,18	0,02	0,02	-0,01	0,81	0,12
17.		0,15	-0,12	0,34	0,78	-0,19	0,04	0,09	0,02	0,80	-0,02	0,06	-0,12	0,12	0,64	0,22	0,38	0,22	-0,20	0,70	-0,05
18.		0,01	0,27	0,28	0,80	-0,20	0,02	0,13	0,04	0,80	-0,04	0,07	-0,12	0,03	0,65	0,29	0,05	0,07	-0,03	0,32	0,65
19.		0,15	-0,10	-0,08	0,81	-0,07	-0,01	0,02	0,01	0,84	0,02	-0,04	-0,09	0,08	0,64	0,31	0,01	0,01	0,01	0,44	0,60
20.		0,28	-0,29	0,11	0,59	0,15	0,10	-0,05	0,05	0,79	0,06	0,14	-0,13	0,11	0,56	0,25	0,22	0,28	-0,16	0,65	0,06
21.		0,15	-0,12	0,29	0,19	0,66	0,31	-0,20	-0,01	0,25	0,71	0,01	0,04	0,01	0,01	0,72	0,02	0,00	-0,02	0,00	0,87
22.		0,11	0,14	0,24	0,08	0,50	0,08	0,00	0,00	0,37	0,62	0,02	0,04	0,02	0,05	0,68	0,02	0,02	-0,02	0,01	0,86
23.		0,00	0,02	0,10	0,31	0,77	0,00	-0,02	-0,01	0,53	0,55	0,01	0,04	0,00	0,06	0,69	0,07	0,07	-0,08	0,02	0,84
24.		0,46	-0,28	0,01	0,24	0,73	0,40	-0,28	0,01	0,45	0,55	0,03	0,04	0,04	0,05	0,66	0,04	0,09	-0,03	0,03	0,82
25.		0,18	-0,11	-0,08	0,42	0,38	0,16	-0,07	-0,01	0,64	0,33	0,08	-0,02	0,13	0,04	0,62	0,06	0,07	-0,07	0,01	0,84
26.		0,92	-0,14	-0,04	0,07	-0,11	0,87	0,01	-0,01	0,00	-0,01	0,84	-0,10	-0,04	0,00	0,03	0,87	0,00	-0,01	0,00	0,00
27.		0,91	0,35	0,03	0,08	-0,35	0,72	0,48	-0,01	-0,01	-0,16	0,81	-0,03	-0,06	0,04	0,00	0,77	0,22	0,09	0,01	-0,08
28.		0,90	0,07	0,00	0,33	-0,27	0,63	0,45	-0,01	0,15	-0,15	0,76	-0,09	-0,06	0,23	-0,02	0,82	0,34	-0,20	0,05	-0,04
29.		0,65	0,31	-0,02	0,24	-0,04	0,38	0,41	-0,01	0,41	-0,09	0,45	0,22	-0,09	0,15	0,17	0,40	0,82	-0,28	0,05	-0,01
30.		0,09	0,73	0,00	0,15	0,08	0,15	0,70	-0,01	0,34	-0,15	0,17	0,50	-0,08	0,15	0,15	0,07	0,86	-0,05	0,02	-0,02
31.		0,04	0,75	-0,06	0,22	0,18	0,09	0,73	-0,01	0,30	-0,11	0,04	0,63	-0,09	0,23	0,05	0,16	0,86	-0,13	0,02	0,00
32.		-0,01	0,75	-0,01	0,23	0,11	0,07	0,78	-0,01	0,22	-0,08	-0,01	0,68	-0,06	0,17	0,05	0,10	0,86	-0,08	0,02	-0,01
33.		0,00	0,75	-0,05	0,24	0,17	-0,01	0,81	-0,01	0,14	0,01	-0,02	0,71	-0,07	0,16	0,04	0,10	0,87	-0,09	0,01	-0,01
34.		0,07	0,91	0,00	0,06	-0,04	0,06	0,87	-0,01	0,05	-0,09	0,06	0,73	-0,09	0,05	0,04	0,03	0,87	-0,03	0,00	-0,01
35.		0,05	0,92	-0,02	0,04	-0,10	0,00	0,88	-0,01	-0,02	-0,02	0,02	0,74	-0,07	0,03	0,07	0,01	0,88	-0,01	0,00	-0,01
36.		0,05	0,92	-0,02	0,04	-0,10	0,00	0,88	-0,01	-0,02	-0,02	0,02	0,74	-0,07	0,03	0,07	0,01	0,88	-0,01	0,00	-0,01
37.		0,26	0,88	0,25	-0,06	-0,15	0,15	0,84	-0,01	0,11	-0,17	0,12	0,70	-0,07	0,01	0,05	0,00	0,87	0,01	0,00	0,00
38.		0,27	0,85	0,24	0,00	-0,11	0,16	0,82	-0,01	0,16	-0,18	0,02	0,56	0,03	-0,01	0,26	-0,04	0,84	0,08	0,00	0,04
39.		0,17	0,83	0,54	-0,13	-0,02	0,19	0,78	0,00	0,12	-0,11	0,02	0,27	0,10	-0,01	0,50	-0,11	0,80	0,19	0,00	0,08

40.		0,23	0,60	0,59	-0,18	0,06	0,47	0,54	0,01	0,05	0,01	0,15	-0,05	0,37	-0,05	0,50	-0,11	0,66	0,41	0,00	0,08
41.		0,47	0,30	0,54	-0,15	0,08	0,79	0,09	0,04	0,06	-0,01	0,13	-0,12	0,68	-0,03	0,24	0,11	0,02	0,82	-0,01	-0,01
42.		0,61	0,16	0,69	-0,18	0,13	0,77	-0,20	0,15	0,20	0,09	0,21	-0,13	0,69	-0,01	0,14	0,21	-0,02	0,78	-0,01	0,00
43.		0,51	0,05	0,83	-0,17	0,06	0,63	-0,17	0,43	0,12	0,06	0,21	-0,13	0,69	-0,01	0,14	0,21	-0,02	0,78	-0,01	0,00
44.		0,18	-0,06	0,92	-0,10	-0,11	0,11	-0,08	0,86	-0,04	0,02	-0,01	-0,14	0,84	0,01	0,10	0,02	0,01	0,86	-0,01	-0,01
45.		0,09	-0,03	0,94	-0,12	-0,13	0,08	-0,05	0,88	-0,06	0,01	-0,03	-0,14	0,85	0,00	0,11	0,00	0,00	0,87	-0,01	-0,01
46.		0,09	-0,03	0,94	-0,12	-0,13	0,08	-0,05	0,88	-0,06	0,01	-0,03	-0,14	0,85	0,00	0,11	0,00	0,00	0,87	-0,01	-0,01
47.		0,11	-0,14	0,90	-0,11	-0,13	0,05	-0,03	0,86	-0,02	0,00	-0,03	-0,14	0,85	0,00	0,11	0,00	0,00	0,87	-0,01	-0,01
48.		0,06	0,20	0,92	0,01	-0,26	-0,21	0,24	0,85	0,14	-0,08	-0,05	-0,14	0,85	0,04	0,10	0,02	0,04	0,86	0,00	-0,03
49.		0,07	0,23	0,94	0,08	-0,36	-0,28	0,34	0,82	0,24	-0,11	-0,05	-0,15	0,84	0,11	0,05	0,01	0,05	0,86	0,01	-0,03
50.		0,19	0,05	0,90	0,27	-0,35	-0,16	0,19	0,68	0,42	-0,07	-0,04	-0,18	0,81	0,31	-0,03	0,01	0,10	0,84	0,03	-0,05
51.		0,25	0,05	0,88	0,30	-0,36	0,21	-0,05	0,15	0,70	0,01	0,22	-0,14	0,46	0,19	0,24	0,13	0,25	0,66	0,03	-0,01
52.		0,19	0,07	0,66	0,65	-0,37	0,04	0,02	0,08	0,80	-0,01	0,15	-0,21	0,25	0,72	0,03	0,33	0,40	0,12	0,35	-0,11
53.		0,24	0,01	0,14	0,84	-0,28	0,02	0,05	-0,01	0,84	-0,02	0,07	-0,15	-0,05	0,82	0,14	0,17	0,15	-0,13	0,84	-0,11
54.		0,15	0,00	0,05	0,87	-0,21	0,01	0,03	-0,01	0,85	-0,01	0,03	-0,14	-0,07	0,83	0,15	0,06	0,06	-0,06	0,86	-0,04
55.		0,06	-0,07	-0,01	0,89	-0,12	0,00	0,00	-0,01	0,86	0,00	0,01	-0,13	-0,07	0,84	0,14	0,01	0,01	-0,01	0,87	-0,01
56.		0,06	-0,07	-0,01	0,89	-0,12	0,00	0,00	-0,01	0,86	0,00	0,01	-0,13	-0,07	0,84	0,14	0,01	0,01	-0,01	0,87	-0,01
57.		0,06	-0,09	-0,10	0,86	0,02	0,02	-0,01	-0,02	0,86	0,01	0,03	-0,15	-0,07	0,82	0,18	0,06	0,04	-0,05	0,84	0,02
58.		-0,03	-0,21	-0,11	0,73	0,33	0,14	-0,11	-0,01	0,82	0,09	0,10	-0,12	-0,03	0,64	0,33	0,01	-0,03	0,02	0,64	0,43
59.		0,02	-0,09	0,18	0,53	0,17	0,38	-0,26	0,00	0,75	0,16	0,19	-0,04	0,04	0,17	0,53	0,37	0,23	-0,21	0,10	0,60
60.		0,40	-0,07	0,18	0,29	0,22	0,53	-0,29	-0,01	0,65	0,21	0,41	-0,07	0,10	0,04	0,42	0,66	0,38	-0,31	0,05	0,31
61.		0,29	-0,04	0,19	0,21	0,31	0,43	-0,25	-0,01	0,60	0,33	0,34	-0,04	0,09	-0,01	0,50	0,61	0,45	-0,36	0,02	0,42
62.		0,35	0,11	0,13	0,08	0,44	0,53	-0,23	-0,01	0,39	0,43	0,40	-0,04	0,07	-0,01	0,47	0,70	0,51	-0,39	0,01	0,29
63.		0,10	0,19	0,04	-0,06	0,60	0,16	0,07	-0,01	0,16	0,67	0,16	0,02	0,02	0,00	0,64	0,53	0,44	-0,35	0,01	0,51
64.		0,14	-0,05	0,02	-0,02	0,83	0,08	-0,04	-0,01	-0,01	0,86	0,04	0,03	0,02	0,00	0,71	0,05	0,03	-0,05	0,00	0,85

65.		0,08	-0,08	0,04	0,06	0,88	0,00	-0,01	-0,01	0,00	0,88	0,01	0,05	0,00	0,01	0,72	0,01	0,00	-0,01	0,00	0,87
66.		0,08	-0,08	0,04	0,06	0,88	0,00	-0,01	-0,01	0,00	0,88	0,01	0,05	0,00	0,01	0,72	0,01	0,00	-0,01	0,00	0,87
67.		0,34	-0,04	0,20	0,00	0,83	0,20	-0,08	-0,01	-0,06	0,86	0,03	0,05	-0,01	0,01	0,71	0,13	0,10	-0,11	0,00	0,82
68.		0,75	-0,15	-0,06	0,10	0,58	0,54	-0,04	-0,01	-0,04	0,61	0,27	0,05	-0,07	0,01	0,59	0,59	0,48	-0,38	0,00	0,46
69.		0,78	-0,13	-0,08	0,02	0,47	0,67	-0,07	-0,01	0,02	0,44	0,48	-0,01	-0,03	-0,01	0,44	0,73	0,59	-0,44	0,00	0,25
70.		0,83	-0,14	-0,13	-0,05	0,44	0,82	-0,21	-0,01	0,19	0,19	0,69	-0,04	-0,08	-0,01	0,27	0,80	0,24	-0,23	0,00	0,14
71.		0,83	0,01	-0,13	-0,03	0,29	0,82	-0,04	-0,01	0,08	0,08	0,78	-0,05	-0,12	0,00	0,17	0,82	0,36	-0,31	0,00	0,11
72.		0,86	0,01	-0,08	-0,05	0,22	0,84	-0,09	-0,01	0,11	0,07	0,80	-0,06	-0,10	-0,01	0,13	0,83	0,17	-0,16	0,00	0,09
73.		0,90	-0,08	-0,07	-0,02	0,18	0,85	-0,16	-0,01	0,16	0,09	0,83	-0,08	-0,08	-0,01	0,08	0,84	0,06	-0,07	0,00	0,07
74.		0,93	-0,18	-0,07	0,00	0,18	0,86	-0,17	-0,01	0,15	0,08	0,83	-0,09	-0,06	-0,01	0,07	0,86	-0,01	-0,01	0,00	0,04
75.		0,92	-0,14	-0,04	0,07	-0,11	0,87	0,01	-0,01	0,00	-0,01	0,84	-0,10	-0,04	0,00	0,03	0,87	0,00	-0,01	0,00	0,00


6. Wnioski.

Eksperymenty uczenia sieci zrealizowano dla obrazów w matrycach 8x10 pikseli oraz 16x20 pikseli. Niestety program Neuronix posiada ograniczoną ilość kolumn na dane i obrazy zostały przycięte do wymiaru 16x15 + 11 pikseli. Oznacza to, że ich rozmiar z 320 pikseli zmniejszył się do 251 pikseli. Eksperymenty wykonano dla obrazów w obu matrycach dla dwóch różnych wartości współczynników tolerancji uczenia. Zastosowano TU (tolerancja uczenia) równe 0.1 oraz 0.01. Mieszanie wzorców w każdym eksperymencie pozostawało włączone, a zadany procent wzorców uczących (ZPWU) zawsze wynosił 100%.

Analizując wyniki uruchomienia sieci o tolerancji uczenia równej 0.1 dla obrazów w matrycy 8x10 dla danych uczących można stwierdzić, że większość otrzymanych wyników mieściła się w tolerancji. Sieć posiadała topologię 0,0,0. Program Neuronix zwrócił informację, iż wszystkie rekordy znajdują się w tolerancji, lecz analizując dokładnie otrzymane dane można zauważyć wyniki tj:

0,92	-0,10	-0,11	0,06	-0,03
0,00	0,95	-0,02	0,03	-0,09
0,09	-0,01	0,92	-0,01	0,00
0,01	-0,03	-0,13	0,92	-0,17
0,01	-0,03	0,03	0,02	0,91

Dla zadanej tolerancji uczenia wartościami oczekiwanymi dla kodu 0 są wartości z przedziału $[-0.1, 0.1]$, a dla kodu 1 wartości z przedziału $[0.9, 1.1]$. Pomimo, iż kilka rekordów znajduje się minimalnie poza tolerancją wszystkie obrazy 8x10 stanowiące część danych uczących zostały poprawnie rozpoznane. Zarówno dla obrazów wzorcowych jak i lekko zniekształconych sieć zawsze odpowiadała prawidłowo.

W przypadku danych weryfikujących o tej samej matrycy wyniki były również zadowalające. Obrazy zaszumione były w 80% poprawnie rozpoznawane przez sieć. Występowały przypadki błędnego rozpoznawania, lecz dotyczyło to obrazów o zaszumieniu równym 70%. Dla obrazów reprezentujących stopniowe przejście z jednego ze znaków w kolejny można zauważyć, iż sieć na poszczególnych etapach transformacji rozpoznaje znak, do którego dążymy. Najczęściej ma to miejsce wtedy, gdy obraz zaczyna posiadać elementy charakterystyczne znaku kolejnego. Na przykład: dla przejścia ze znaku A w znak K sieć rozpoczyna rozpoznawanie litery K od momentu, gdy na obrazie znajduje się element charakterystyczny tej litery: . Każda transformacja mieściła się w 10 krokach, rozpoczynając od znaku źródłowego o wyglądzie wzorcowym do znaku docelowego o wyglądzie wzorcowym. W opisywanym przypadku sieć rozpoczęła rozpoznawanie litery docelowej K od kroku 6. W poprzednich krokach rozpoznawany był znak źródłowy, czyli litera A, ponieważ posiadała dotąd wiele elementów charakterystycznych dla swojego wyglądu wzorcowego. Opisany powyżej przypadek ma odzwierciedlenie dla

większości transformacji w macierzy 8x10 pikseli. Na tej podstawie można stwierdzić, że sieć prawidłowo nauczyła się elementów charakterystycznych dla danego obrazu (znaku).

Celem nauczania sieci dla zadanej tolerancji uczenia 0.01 dla danych uczących i weryfikujących w macierzy 8x10 należało zmienić topologię sieci poprzez dodanie jednej warstwy ukrytej z pięcioma neuronami. Finalnie otrzymano topologię W(5,0,0). Niestety wyniki uruchomienia sieci były słabsze od uruchomienia sieci dla wyższego współczynnika tolerancji uczenia. Większość otrzymanych wyników nie mieściła się w tolerancji. Najczęściej wyniki prezentowały się następująco:

0,87	0,00	-0,01	0,00	0,00
0,00	0,89	-0,01	-0,01	-0,01
0,00	0,02	0,86	0,00	0,01
0,01	0,01	-0,01	0,87	0,01
0,01	-0,01	0,00	-0,01	0,87

Dla zadanej tolerancji uczenia wartościami oczekiwanymi dla kodu 0 są wartości z przedziału $[-0.01, 0.01]$, a dla kodu 1 wartości z przedziału $[0.99, 1.01]$. Pomimo, iż kilka rekordów znajduje się minimalnie poza tolerancją wszystkie obrazy 8x10 stanowiące część danych uczących zostały poprawnie rozpoznane. Zarówno dla obrazów wzorcowych jak i lekko zniekształconych sieć zawsze odpowiadała prawidłowo.

W przypadku danych weryfikujących o tej samej macierzy wyniki były bardzo zbliżone do wyników uruchomienia sieci dla tolerancji uczenia równej 0.1. Obrazy zaszumione były rozpoznawane najczęściej w 80%. Obrazy reprezentujące przejścia z jednego obrazu w drugi były rozpoznawane analogicznie jak dla przypadku powyżej, co potwierdza również wniosek, iż sieć prawidłowo nauczyła się znaków charakterystycznych danego obrazu.

Analizując wyniki uruchomienia sieci o tolerancji uczenia równej 0.1 dla obrazów w macierzy 16x15 pikseli dla danych uczących można stwierdzić, że większość otrzymanych wyników nie mieściła się w tolerancji. Celem nauczania sieci należało zastosować topologię z jedną warstwą ukrytą, która zawierała 5 neuronów. Wyniki znacząco odbiegają od zadanej tolerancji. Dla przykładu:

0,84	-0,10	-0,04	0,00	0,03
0,02	0,74	-0,07	0,03	0,07
-0,04	-0,14	0,85	0,00	0,11
-0,01	-0,13	-0,01	0,84	0,10
0,01	0,06	-0,01	0,01	0,72

Pomimo, iż wyniki często nie mieściły się w tolerancji (program Neuronix zwracał informację, iż wszystkie rekordy znajdują się w tolerancji 0.1) obrazy wzorcowe jak i ich postaci lekko zniekształcone są zawsze prawidłowo rozpoznawane.

W przypadku danych weryfikujących obrazy wzorcowe zaszumione są rozpoznawane najczęściej w 60% przypadków. Dla przekształceń znaku w znak sąsiadujący wyniki są dość zadowalające. Analogicznie do uruchomienia sieci dla tolerancji uczenia równej 0.01 dla obrazów weryfikujących w macierzy 8x10 pikseli. Analizując dane można zauważyć moment, w którym sieć rozpoczyna rozpoznawanie znaku docelowego poprzez odczytanie elementów charakterystycznych.

Wyniki uruchomienia sieci o tolerancji uczenia równej 0.01 dla obrazów w macierzy 16x15 pikseli dla danych uczących znacząco lepsze od wyników uruchomienia dla $TU = 0.1$. Topologia sieci pozostała bez zmian – W(5,0,0).

0,91	0,00	-0,01	0,00	0,00
0,01	0,89	-0,01	0,00	-0,01
-0,01	-0,01	0,90	0,00	0,00
0,00	0,01	0,01	0,87	-0,01
0,00	-0,01	-0,01	0,00	0,90

Można zauważyć, że tylko część wyników jest lekko poza tolerancją. Wszystkie obrazy wzorcowe jak i ich forma lekko zniekształcona zostały poprawnie rozpoznane.

W przypadku danych weryfikujących sieć rozpoznawała prawidłowo prawie wszystkie obrazy zaszumione. Wystąpił tylko jeden wyjątek, gdzie sieć nieprawidłowo rozpoznała obraz, lecz był zaszumiony w 70%. W przypadku obrazów reprezentujących przekształcenia wyniki są analogiczne do wszystkich opisywanych powyżej przypadków co ponownie potwierdza, iż sieć potrafi rozpoznawać znaki szczególne danego obrazu wzorcowego.

Reasumując powyższą analizę można stwierdzić, iż współczynnik uczenia ma znaczący wpływ na wyniki uruchomienia sieci. Na podstawie wyników uruchomień sieci dla różnych wartości współczynnika tolerancji uczenia dla obrazów w różnych macierzach można wywnioskować, iż dla obrazów w mniejszej macierzy - w naszym przypadku: 8x10 pikseli lepsze wyniki uruchomienia sieci uzyskamy stosując wyższy współczynnik tolerancji uczenia – w naszym przypadku 0.1. Dla obrazów w macierzy większej – u nas 16x15 pikseli należy stosować współczynnik tolerancji uczenia o niższej wartości – w naszym przypadku wynosił on 0.01. Należy zwrócić uwagę na fakt, iż sieć we wszystkich eksperymentach potrafiła nauczyć się znaków charakterystycznych dla danego obrazu. Jest to zauważalne w przypadku analizy wyników uruchomienia sieci dla danych weryfikujących, które zawierają obrazy reprezentujące przekształcenia jednego znaku w drugi znak – znak

sąsiadujący. Wpływ rozdzielczości matrycy na dokładność funkcjonowania sieci neuronowej jest na podstawie zebranych danych niezauważalny. W przeprowadzonych eksperymentach otrzymane wyniki są dość podobne dla różnych wielkości matryc. Jediną różnicą pomiędzy mniejszą rozdzielczością matrycy a większą jej rozdzielczością są wyniki uruchomienia sieci dla danych weryfikujących. Dla obrazów weryfikujących przedstawiających przekształcenia znaków w wyższej rozdzielczości względem obrazów w mniejszej rozdzielczości sieć nieznacznie szybciej (najczęściej o krok wcześniej) potrafiła odczytać element charakterystyczny.