Raport z realizacji projektu

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nazwa przedmiotu:  **Systemy Inteligentne 2** | | | | | |
| Projekt nr:  **3** | Autor (nazwisko i imię):  **Kacper Celary** | | | | Ocena: |
| Grupa laboratoryjna:  **3ID15B** | Stanowisko:  **1** | Data wykonania projektu:  **1-12-2021** | Data oddania raportu:  **15-12-2021** |

Temat: **Projekt i realizacja systemu klasyfikującego dane wielowymiarowe   
z wykorzystaniem sztucznej sieci neuronowej.**

Cel: Celem projektu jest skonstruowanie klasyfikatora danych wielowymiarowych z wykorzystaniem sztucznej sieci neuronowej (tzw. perceptronu wielowarstwowego) oraz przeprowadzenie testów funkcjonowania systemu.

Szczegółowy zakres zadań:

1. Utworzyć trzy zbiory danych pierwotnych: uczących, testowych i weryfikujących, reprezentujące obrazy wybranych znaków alfabetu łacińskiego.

*Parametry zadania:*

* 1. typ zbiorów: dane wielowymiarowe, reprezentujące obrazy monochromatyczne w 8-bitowej palecie kolorów, w rozdzielczości 5x7 lub 10x14 (rozważyć oba przypadki),
  2. liczba klas: 5 (nie dotyczy danych weryfikujących); etykiety klas: 4 różne litery wybrane z nazwiska (w pierwszej kolejności) lub imienia (w drugiej kolejności) oraz najmniej znacząca cyfra numeru stanowiska lub identyfikatora licencji programu anns.exe (tylko w przypadku zajęć on-line),
  3. liczba próbek danych uczących: 105 obrazów; 5 obrazów wzorcowych bez zniekształceń (4 różne litery i cyfra) oraz po 20 wariantów każdego obrazu wzorcowego ze zniekształceniami, tj. z losowo zmienionymi kolorami w losowo wybranych pikselach (po 5 obrazów ze zmianami odpowiednio do 5%, 10%, 15% i 20% pikseli),
  4. liczba próbek danych testowych: 100 obrazów; po 20 wariantów każdego obrazu wzorcowego ze zniekształceniami (po 5 obrazów ze zmianami odpowiednio do 20%, 30%, 40% i 50% pikseli),
  5. liczba próbek danych weryfikujących: 50 obrazów; po 10 obrazów reprezentujących kolejne fazy stopniowej transformacji danego obrazu wzorcowego w inny obraz wzorcowy (rozważyć 5 transformacji: z wzorca nr 1 do wzorca nr 2, następnie analogicznie, 2 → 3, 3 → 4, 4 → 5 i 5 → 1).

1. Przeprowadzić proces wstępnego przetwarzania zbiorów danych pierwotnych z pkt. 1 do zbiorów danych numerycznych.

*Parametry zadania:*

* 1. kodowanie atrybutu klasy: kod 1 z N,
  2. skalowanie danych: liniowe do przedziału [-1, 1].

1. Zaprojektować po 2 struktury sieci neuronowej, odpowiednio do przetwarzania obrazów w rozdzielczości 5x7 i 10x14 pikseli, w reprezentacji numerycznej z pkt. 2.

*Parametry zadania:*

* 1. liczba warstw ukrytych: 0 lub 1 (rozważyć oba przypadki; liczba neuronów w warstwie ukrytej: dobrać wg uznania),
  2. funkcja aktywacji neuronów: ciągła (funkcja sigmoidalna); wejście BIAS: włączone.

1. Przeprowadzić procesy uczenia sieci neuronowej z pkt. 3.

*Parametry zadania:*

* 1. algorytm uczenia: algorytm wstecznej propagacji błędu,
  2. współczynnik uczenia: dobrać wg uznania (np. 0.2, 0.5, 0.8),
  3. współczynnik momentu: dobrać wg uznania (np. 0.9),
  4. warunek zakończenia procesu uczenia: po upływie określonej z góry liczby epok (np. liczba epok: 1000),
  5. inicjacja początkowych wektorów wagowych sieci: losowanie z przedziału [-0.5, 0.5],
  6. losowa kolejność podawania próbek danych uczących na wejścia sieci: włączone,
  7. aktualizacja wag sieci po zakończeniu każdej epoki uczenia: włączone lub wyłączone (rozważyć oba przypadki),
  8. zaszumianie próbek uczących: włączone lub wyłączone (rozważyć oba przypadki; amplituda szumu: 1%).

Przeprowadzić analizę porównawczą procesów uczenia oraz wskazać, która konfiguracja procesu uczenia jest najlepsza i dlaczego.

1. Analiza najlepszego procesu uczenia z pkt 4, dla różnych zadanych tolerancji uczenia.

*Parametry zadania takie jak w pkt. 4 z wyjątkiem:*

* 1. warunek zakończenia procesu uczenia: gdy dla danych uczących sieć osiągnie określoną liczbę odpowiedzi mieszczących się w zadanej z góry tolerancji (liczba odpowiedzi: 50%, 60%, 70%, 80%, 90% i 100%, tolerancja uczenia/testowania: 0.1/0.1 oraz 0.01/0.01),
  2. aktualizacja wag sieci tylko po zakończeniu każdej epoki uczenia: włączone lub wyłączone (rozważyć korzystniejszy przypadek).
  3. zaszumianie próbek uczących: włączone lub wyłączone (rozważyć korzystniejszy przypadek).

Przeprowadzić analizę porównawczą procesów uczenia oraz wskazać, która konfiguracja procesu uczenia jest najlepsza i dlaczego.

1. Zaprojektować klasyfikator neuronowy dla wybranego problemu decyzyjnego z obszaru medycyny, z wykorzystaniem metod uczenia maszynowego i rzeczywistych danych wielowymiarowych.

*Parametry zadania:*

* 1. źródło danych: serwer Uniwersytetu Kalifornijskiego (archive.ics.uci.edu/ml/index.php),
  2. zbiór danych: wg wskazówek prowadzącego zajęcia (np. “Breast Cancer Wisconsin (Original)”),
  3. struktura sieci: dobrać wg uznania,
  4. parametry uczenia sieci: dobrać wg uznania, z zastrzeżeniem pkt. e) i f),
  5. warunek zakończenia procesu uczenia: gdy dla danych uczących sieć osiągnie 100% odpowiedzi mieszczących się w tolerancji 0.1 (tolerancja testowania: 0.1),
  6. punkt startowy generatora pseudolosowego: reszta z dzielenia identyfikatora licencji przez 1000.

Przeprowadzić eksperymenty dla różnych konfiguracji parametrów procesu uczenia klasyfikatora (z zastrzeżeniem wymienionych wyżej parametrów zadania), w celu wybrania najlepszego pod względem dokładności dla danych testowych (klasyfikator o najlepszych zdolnościach do generalizacji wiedzy). Następnie, przeprowadzić analizę najlepszej konfiguracji parametrów uczenia klasyfikatora z wykorzystaniem metody walidacji krzyżowej (5 krotna walidacja krzyżowa). Wyznaczyć uśrednione dokładności systemu dla danych uczących i testowych.

1. Zaprojektować klasyfikator neuronowy dla wybranego problemu decyzyjnego z innego obszaru niż rozważany w pkt. 6 (o większej liczbie klas), z wykorzystaniem metod uczenia maszynowego i rzeczywistych danych wielowymiarowych.

*Parametry zadania analogiczne jak w pkt. 6 z wyjątkiem:*

* 1. zbiór danych: wg wskazówek prowadzącego zajęcia (np. “Wine”).

Przeprowadzić eksperymenty analogicznie jak w pkt. 6.

1. Przedstawić wnioski z realizacji projektu.

**Ad. 1. Zbiory danych pierwotnych: uczących, testowych i weryfikujących.**

Tabela 1. Zbiór pierwotnych danych uczących (105 obrazów w rozdzielczości 5 x 7 pikseli)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Lp.** | **Obraz** | **Klasa** |  | **Lp.** | **Obraz** | **Klasa** |  | **Lp.** | **Obraz** | **Klasa** |  | **Lp.** | **Obraz** | **Klasa** |  | **Lp.** | **Obraz** | **Klasa** |
| wzorzec | 1 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 1.bmp | C | 22 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 22.bmp | E | 43 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 43.bmp | L | 64 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 64.bmp | A | 85 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 85.bmp | 1 |
| zaszumienie do 5% | 2 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 2.bmp | C | 23 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 23.bmp | E | 44 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 44.bmp | L | 65 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 65.bmp | A | 86 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 85.bmp | 1 |
| 3 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 3.bmp | C | 24 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 24.bmp | E | 45 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 45.bmp | L | 66 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 66.bmp | A | 87 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 87.bmp | 1 |
| 4 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 4.bmp | C | 25 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 25.bmp | E | 46 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 46.bmp | L | 67 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 67.bmp | A | 88 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 88.bmp | 1 |
| 5 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 5.bmp | C | 26 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 26.bmp | E | 47 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 47.bmp | L | 68 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 68.bmp | A | 89 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 89.bmp | 1 |
| 6 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 6.bmp | C | 27 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 27.bmp | E | 48 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 48.bmp | L | 69 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 69.bmp | A | 90 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 90.bmp | 1 |
| zaszumienie do 10% | 7 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 7.bmp | C | 28 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 28.bmp | E | 49 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 49.bmp | L | 70 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 70.bmp | A | 91 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 91.bmp | 1 |
| 8 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 8.bmp | C | 29 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 29.bmp | E | 50 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 50.bmp | L | 71 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 71.bmp | A | 92 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 92.bmp | 1 |
| 9 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 9.bmp | C | 30 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 30.bmp | E | 51 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 51.bmp | L | 72 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 72.bmp | A | 93 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 93.bmp | 1 |
| 10 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 10.bmp | C | 31 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 31.bmp | E | 52 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 52.bmp | L | 73 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 73.bmp | A | 94 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 94.bmp | 1 |
| 11 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 11.bmp | C | 32 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 32.bmp | E | 53 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 53.bmp | L | 74 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 74.bmp | A | 95 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 95.bmp | 1 |
| zaszumienie do 15% | 12 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 12.bmp | C | 33 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 33.bmp | E | 54 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 54.bmp | L | 75 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 75.bmp | A | 96 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 96.bmp | 1 |
| 13 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 13.bmp | C | 34 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 34.bmp | E | 55 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 55.bmp | L | 76 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 76.bmp | A | 97 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 97.bmp | 1 |
| 14 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 14.bmp | C | 35 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 35.bmp | E | 56 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 56.bmp | L | 77 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 77.bmp | A | 98 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 98.bmp | 1 |
| 15 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 15.bmp | C | 36 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 36.bmp | E | 57 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 57.bmp | L | 78 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 78.bmp | A | 99 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 99.bmp | 1 |
| 16 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 16.bmp | C | 37 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 37.bmp | E | 58 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 58.bmp | L | 79 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 79.bmp | A | 100 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 100.bmp | 1 |
| zaszumienie do 20% | 17 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 17.bmp | C | 38 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 38.bmp | E | 59 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 59.bmp | L | 80 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 80.bmp | A | 101 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 101.bmp | 1 |
| 18 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 18.bmp | C | 39 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 39.bmp | E | 60 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 60.bmp | L | 81 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 81.bmp | A | 102 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 102.bmp | 1 |
| 19 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 19.bmp | C | 40 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 40.bmp | E | 61 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 61.bmp | L | 82 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 82.bmp | A | 103 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 103.bmp | 1 |
| 20 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 20.bmp | C | 41 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 41.bmp | E | 62 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 62.bmp | L | 83 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 83.bmp | A | 104 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 104.bmp | 1 |
| 21 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 21.bmp | C | 42 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 42.bmp | E | 63 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 63.bmp | L | 84 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 84.bmp | A | 105 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 uczące\miniatura obrazu 105.bmp | 1 |

Tabela 2. Zbiór pierwotnych danych testowych (100 obrazów w rozdzielczości 5 x 7 pikseli)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Lp.** | **Obraz** | **Klasa** |  | **Lp.** | **Obraz** | **Klasa** |  | **Lp.** | **Obraz** | **Klasa** |  | **Lp.** | **Obraz** | **Klasa** |  | **Lp.** | **Obraz** | **Klasa** |
| zaszumienie do 20% | 1 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 1.bmp | C | 21 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 21.bmp | E | 41 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 41.bmp | L | 61 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 61.bmp | A | 81 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 81.bmp | 1 |
| 2 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 2.bmp | C | 22 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 22.bmp | E | 42 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 42.bmp | L | 62 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 62.bmp | A | 82 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 82.bmp | 1 |
| 3 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 3.bmp | C | 23 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 23.bmp | E | 43 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 43.bmp | L | 63 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 63.bmp | A | 83 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 83.bmp | 1 |
| 4 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 4.bmp | C | 24 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 24.bmp | E | 44 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 44.bmp | L | 64 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 64.bmp | A | 84 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 84.bmp | 1 |
| 5 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 5.bmp | C | 25 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 25.bmp | E | 45 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 45.bmp | L | 65 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 65.bmp | A | 85 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 85.bmp | 1 |
| zaszumienie do 30% | 6 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 6.bmp | C | 26 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 26.bmp | E | 46 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 46.bmp | L | 66 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 66.bmp | A | 86 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 86.bmp | 1 |
| 7 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 7.bmp | C | 27 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 27.bmp | E | 47 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 47.bmp | L | 67 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 67.bmp | A | 87 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 87.bmp | 1 |
| 8 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 8.bmp | C | 28 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 28.bmp | E | 48 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 48.bmp | L | 68 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 68.bmp | A | 88 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 88.bmp | 1 |
| 9 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 9.bmp | C | 29 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 29.bmp | E | 49 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 49.bmp | L | 69 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 69.bmp | A | 89 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 89.bmp | 1 |
| 10 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 10.bmp | C | 30 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 30.bmp | E | 50 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 50.bmp | L | 70 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 70.bmp | A | 90 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 90.bmp | 1 |
| zaszumienie do 40% | 11 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 11.bmp | C | 31 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 31.bmp | E | 51 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 51.bmp | L | 71 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 71.bmp | A | 91 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 91.bmp | 1 |
| 12 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 12.bmp | C | 32 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 32.bmp | E | 52 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 52.bmp | L | 72 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 72.bmp | A | 92 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 92.bmp | 1 |
| 13 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 13.bmp | C | 33 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 33.bmp | E | 53 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 53.bmp | L | 73 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 73.bmp | A | 93 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 93.bmp | 1 |
| 14 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 14.bmp | C | 34 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 34.bmp | E | 54 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 54.bmp | L | 74 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 74.bmp | A | 94 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 94.bmp | 1 |
| 15 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 15.bmp | C | 35 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 35.bmp | E | 55 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 55.bmp | L | 75 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 75.bmp | A | 95 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 95.bmp | 1 |
| zaszumienie do 50% | 16 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 16.bmp | C | 36 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 36.bmp | E | 56 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 56.bmp | L | 76 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 76.bmp | A | 96 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 96.bmp | 1 |
| 17 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 17.bmp | C | 37 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 37.bmp | E | 57 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 57.bmp | L | 77 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 77.bmp | A | 97 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 97.bmp | 1 |
| 18 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 18.bmp | C | 38 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 37.bmp | E | 58 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 58.bmp | L | 78 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 78.bmp | A | 98 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 98.bmp | 1 |
| 19 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 19.bmp | C | 39 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 39.bmp | E | 59 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 59.bmp | L | 79 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 79.bmp | A | 99 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 99.bmp | 1 |
| 20 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 20.bmp | C | 40 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 40.bmp | E | 60 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 60.bmp | L | 80 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 80.bmp | A | 100 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 testowe\miniatura obrazu 100.bmp | 1 |

Tabela 3. Zbiór pierwotnych danych weryfikujących (50 obrazów w rozdzielczości 5 x 7 pikseli)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Lp.** | **Obraz** |  | **Lp.** | **Obraz** |  | **Lp.** | **Obraz** |  | **Lp.** | **Obraz** |  | **Lp.** | **Obraz** |
| 1 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 weryfikujące\miniatura obrazu 1.bmp | 11 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 weryfikujące\miniatura obrazu 11.bmp | 21 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 weryfikujące\miniatura obrazu 21.bmp | 31 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 weryfikujące\miniatura obrazu 31.bmp | 41 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 weryfikujące\miniatura obrazu 41.bmp |
| 2 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 weryfikujące\miniatura obrazu 2.bmp | 12 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 weryfikujące\miniatura obrazu 12.bmp | 22 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 weryfikujące\miniatura obrazu 22.bmp | 32 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 weryfikujące\miniatura obrazu 32.bmp | 42 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 weryfikujące\miniatura obrazu 42.bmp |
| 3 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 weryfikujące\miniatura obrazu 3.bmp | 13 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 weryfikujące\miniatura obrazu 13.bmp | 23 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 weryfikujące\miniatura obrazu 23.bmp | 33 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 weryfikujące\miniatura obrazu 33.bmp | 43 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 weryfikujące\miniatura obrazu 43.bmp |
| 4 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 weryfikujące\miniatura obrazu 4.bmp | 14 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 weryfikujące\miniatura obrazu 14.bmp | 24 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 weryfikujące\miniatura obrazu 24.bmp | 34 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 weryfikujące\miniatura obrazu 34.bmp | 44 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 weryfikujące\miniatura obrazu 44.bmp |
| 5 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 weryfikujące\miniatura obrazu 5.bmp | 15 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 weryfikujące\miniatura obrazu 15.bmp | 25 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 weryfikujące\miniatura obrazu 25.bmp | 35 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 weryfikujące\miniatura obrazu 35.bmp | 45 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 weryfikujące\miniatura obrazu 45.bmp |
| 6 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 weryfikujące\miniatura obrazu 6.bmp | 16 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 weryfikujące\miniatura obrazu 16.bmp | 26 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 weryfikujące\miniatura obrazu 26.bmp | 36 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 weryfikujące\miniatura obrazu 36.bmp | 46 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 weryfikujące\miniatura obrazu 46.bmp |
| 7 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 weryfikujące\miniatura obrazu 7.bmp | 17 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 weryfikujące\miniatura obrazu 17.bmp | 27 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 weryfikujące\miniatura obrazu 27.bmp | 37 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 weryfikujące\miniatura obrazu 37.bmp | 47 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 weryfikujące\miniatura obrazu 47.bmp |
| 8 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 weryfikujące\miniatura obrazu 8.bmp | 18 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 weryfikujące\miniatura obrazu 18.bmp | 28 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 weryfikujące\miniatura obrazu 27.bmp | 38 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 weryfikujące\miniatura obrazu 38.bmp | 48 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 weryfikujące\miniatura obrazu 48.bmp |
| 9 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 weryfikujące\miniatura obrazu 9.bmp | 19 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 weryfikujące\miniatura obrazu 19.bmp | 29 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 weryfikujące\miniatura obrazu 29.bmp | 39 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 weryfikujące\miniatura obrazu 39.bmp | 49 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 weryfikujące\miniatura obrazu 49.bmp |
| 10 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 weryfikujące\miniatura obrazu 10.bmp | 20 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 weryfikujące\miniatura obrazu 20.bmp | 30 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 weryfikujące\miniatura obrazu 30.bmp | 40 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 weryfikujące\miniatura obrazu 40.bmp | 50 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\5-7 weryfikujące\miniatura obrazu 50.bmp |

Tabela 4. Zbiór pierwotnych danych uczących (105 obrazów w rozdzielczości 10 x 14 pikseli)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Lp.** | **Obraz** | **Klasa** |  | **Lp.** | **Obraz** | **Klasa** |  | **Lp.** | **Obraz** | **Klasa** |  | **Lp.** | **Obraz** | **Klasa** |  | **Lp.** | **Obraz** | **Klasa** |
| wzorzec | 1 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 1.bmp | C | 22 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 22.bmp | E | 43 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 43.bmp | L | 64 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 64.bmp | A | 85 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 85.bmp | 1 |
| zaszumienie do 5% | 2 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 2.bmp | C | 23 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 23.bmp | E | 44 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 44.bmp | L | 65 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 65.bmp | A | 86 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 86.bmp | 1 |
| 3 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 3.bmp | C | 24 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 24.bmp | E | 45 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 45.bmp | L | 66 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 66.bmp | A | 87 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 87.bmp | 1 |
| 4 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 4.bmp | C | 25 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 25.bmp | E | 46 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 46.bmp | L | 67 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 67.bmp | A | 88 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 88.bmp | 1 |
| 5 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 5.bmp | C | 26 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 26.bmp | E | 47 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 47.bmp | L | 68 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 68.bmp | A | 89 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 89.bmp | 1 |
| 6 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 6.bmp | C | 27 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 27.bmp | E | 48 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 48.bmp | L | 69 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 69.bmp | A | 90 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 90.bmp | 1 |
| zaszumienie do 10% | 7 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 7.bmp | C | 28 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 28.bmp | E | 49 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 49.bmp | L | 70 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 70.bmp | A | 91 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 91.bmp | 1 |
| 8 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 8.bmp | C | 29 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 29.bmp | E | 50 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 50.bmp | L | 71 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 71.bmp | A | 92 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 92.bmp | 1 |
| 9 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 9.bmp | C | 30 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 30.bmp | E | 51 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 51.bmp | L | 72 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 72.bmp | A | 93 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 93.bmp | 1 |
| 10 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 10.bmp | C | 31 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 31.bmp | E | 52 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 52.bmp | L | 73 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 72.bmp | A | 94 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 94.bmp | 1 |
| 11 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 11.bmp | C | 32 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 32.bmp | E | 53 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 53.bmp | L | 74 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 74.bmp | A | 95 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 95.bmp | 1 |
| zaszumienie do 15% | 12 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 12.bmp | C | 33 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 33.bmp | E | 54 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 54.bmp | L | 75 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 75.bmp | A | 96 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 96.bmp | 1 |
| 13 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 13.bmp | C | 34 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 34.bmp | E | 55 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 55.bmp | L | 76 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 76.bmp | A | 97 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 97.bmp | 1 |
| 14 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 14.bmp | C | 35 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 35.bmp | E | 56 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 56.bmp | L | 77 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 77.bmp | A | 98 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 98.bmp | 1 |
| 15 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 15.bmp | C | 36 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 36.bmp | E | 57 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 57.bmp | L | 78 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 78.bmp | A | 99 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 99.bmp | 1 |
| 16 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 16.bmp | C | 37 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 37.bmp | E | 58 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 58.bmp | L | 79 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 79.bmp | A | 100 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 100.bmp | 1 |
| zaszumienie do 20% | 17 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 17.bmp | C | 38 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 38.bmp | E | 59 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 59.bmp | L | 80 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 80.bmp | A | 101 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 101.bmp | 1 |
| 18 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 18.bmp | C | 39 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 39.bmp | E | 60 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 60.bmp | L | 81 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 81.bmp | A | 102 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 102.bmp | 1 |
| 19 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 19.bmp | C | 40 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 40.bmp | E | 61 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 61.bmp | L | 82 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 82.bmp | A | 103 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 102.bmp | 1 |
| 20 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 20.bmp | C | 41 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 41.bmp | E | 62 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 62.bmp | L | 83 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 83.bmp | A | 104 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 104.bmp | 1 |
| 21 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 21.bmp | C | 42 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 42.bmp | E | 63 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 63.bmp | L | 84 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 84.bmp | A | 105 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 uczące\miniatura obrazu 105.bmp | 1 |

Tabela 5. Zbiór pierwotnych danych testowych (100 obrazów w rozdzielczości 10 x 14 pikseli)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Lp.** | **Obraz** | **Klasa** |  | **Lp.** | **Obraz** | **Klasa** |  | **Lp.** | **Obraz** | **Klasa** |  | **Lp.** | **Obraz** | **Klasa** |  | **Lp.** | **Obraz** | **Klasa** |
| zaszumienie do 20% | 1 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 1.bmp | C | 21 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 21.bmp | E | 41 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 41.bmp | L | 61 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 61.bmp | A | 81 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 81.bmp | 1 |
| 2 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 2.bmp | C | 22 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 22.bmp | E | 42 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 42.bmp | L | 62 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 62.bmp | A | 82 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 82.bmp | 1 |
| 3 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 3.bmp | C | 23 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 23.bmp | E | 43 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 43.bmp | L | 63 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 63.bmp | A | 83 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 83.bmp | 1 |
| 4 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 4.bmp | C | 24 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 24.bmp | E | 44 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 44.bmp | L | 64 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 64.bmp | A | 84 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 84.bmp | 1 |
| 5 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 5.bmp | C | 25 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 25.bmp | E | 45 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 45.bmp | L | 65 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 65.bmp | A | 85 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 85.bmp | 1 |
| zaszumienie do 30% | 6 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 6.bmp | C | 26 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 26.bmp | E | 46 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 46.bmp | L | 66 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 66.bmp | A | 86 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 86.bmp | 1 |
| 7 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 7.bmp | C | 27 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 27.bmp | E | 47 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 47.bmp | L | 67 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 67.bmp | A | 87 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 87.bmp | 1 |
| 8 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 8.bmp | C | 28 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 28.bmp | E | 48 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 48.bmp | L | 68 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 68.bmp | A | 88 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 88.bmp | 1 |
| 9 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 9.bmp | C | 29 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 29.bmp | E | 49 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 49.bmp | L | 69 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 69.bmp | A | 89 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 89.bmp | 1 |
| 10 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 10.bmp | C | 30 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 30.bmp | E | 50 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 50.bmp | L | 70 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 70.bmp | A | 90 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 90.bmp | 1 |
| zaszumienie do 40% | 11 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 11.bmp | C | 31 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 31.bmp | E | 51 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 51.bmp | L | 71 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 71.bmp | A | 91 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 91.bmp | 1 |
| 12 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 12.bmp | C | 32 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 32.bmp | E | 52 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 52.bmp | L | 72 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 72.bmp | A | 92 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 92.bmp | 1 |
| 13 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 13.bmp | C | 33 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 33.bmp | E | 53 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 53.bmp | L | 73 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 73.bmp | A | 93 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 93.bmp | 1 |
| 14 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 14.bmp | C | 34 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 34.bmp | E | 54 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 54.bmp | L | 74 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 74.bmp | A | 94 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 94.bmp | 1 |
| 15 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 15.bmp | C | 35 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 35.bmp | E | 55 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 55.bmp | L | 75 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 75.bmp | A | 95 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 95.bmp | 1 |
| zaszumienie do 50% | 16 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 16.bmp | C | 36 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 36.bmp | E | 56 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 56.bmp | L | 76 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 76.bmp | A | 96 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 96.bmp | 1 |
| 17 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 17.bmp | C | 37 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 37.bmp | E | 57 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 57.bmp | L | 77 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 77.bmp | A | 97 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 97.bmp | 1 |
| 18 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 18.bmp | C | 38 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 38.bmp | E | 58 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 58.bmp | L | 78 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 78.bmp | A | 98 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 98.bmp | 1 |
| 19 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 19.bmp | C | 39 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 39.bmp | E | 59 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 58.bmp | L | 79 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 79.bmp | A | 99 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 99.bmp | 1 |
| 20 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 20.bmp | C | 40 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 40.bmp | E | 60 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 60.bmp | L | 80 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 80.bmp | A | 100 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 testowe\miniatura obrazu 100.bmp | 1 |

Tabela 6. Zbiór pierwotnych danych weryfikujących (50 obrazów w rozdzielczości 10 x 14 pikseli)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Lp.** | **Obraz** |  | **Lp.** | **Obraz** |  | **Lp.** | **Obraz** |  | **Lp.** | **Obraz** |  | **Lp.** | **Obraz** |
| 1 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 werfyikujące\miniatura obrazu 1.bmp | 11 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 werfyikujące\miniatura obrazu 11.bmp | 21 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 werfyikujące\miniatura obrazu 21.bmp | 31 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 werfyikujące\miniatura obrazu 31.bmp | 41 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 werfyikujące\miniatura obrazu 41.bmp |
| 2 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 werfyikujące\miniatura obrazu 2.bmp | 12 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 werfyikujące\miniatura obrazu 12.bmp | 22 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 werfyikujące\miniatura obrazu 22.bmp | 32 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 werfyikujące\miniatura obrazu 32.bmp | 42 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 werfyikujące\miniatura obrazu 42.bmp |
| 3 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 werfyikujące\miniatura obrazu 3.bmp | 13 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 werfyikujące\miniatura obrazu 13.bmp | 23 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 werfyikujące\miniatura obrazu 23.bmp | 33 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 werfyikujące\miniatura obrazu 33.bmp | 43 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 werfyikujące\miniatura obrazu 43.bmp |
| 4 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 werfyikujące\miniatura obrazu 4.bmp | 14 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 werfyikujące\miniatura obrazu 14.bmp | 24 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 werfyikujące\miniatura obrazu 24.bmp | 34 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 werfyikujące\miniatura obrazu 34.bmp | 44 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 werfyikujące\miniatura obrazu 44.bmp |
| 5 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 werfyikujące\miniatura obrazu 5.bmp | 15 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 werfyikujące\miniatura obrazu 15.bmp | 25 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 werfyikujące\miniatura obrazu 25.bmp | 35 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 werfyikujące\miniatura obrazu 35.bmp | 45 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 werfyikujące\miniatura obrazu 45.bmp |
| 6 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 werfyikujące\miniatura obrazu 6.bmp | 16 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 werfyikujące\miniatura obrazu 16.bmp | 26 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 werfyikujące\miniatura obrazu 26.bmp | 36 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 werfyikujące\miniatura obrazu 36.bmp | 46 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 werfyikujące\miniatura obrazu 46.bmp |
| 7 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 werfyikujące\miniatura obrazu 7.bmp | 17 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 werfyikujące\miniatura obrazu 17.bmp | 27 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 werfyikujące\miniatura obrazu 27.bmp | 37 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 werfyikujące\miniatura obrazu 37.bmp | 47 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 werfyikujące\miniatura obrazu 47.bmp |
| 8 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 werfyikujące\miniatura obrazu 8.bmp | 18 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 werfyikujące\miniatura obrazu 18.bmp | 28 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 werfyikujące\miniatura obrazu 28.bmp | 38 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 werfyikujące\miniatura obrazu 38.bmp | 48 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 werfyikujące\miniatura obrazu 47.bmp |
| 9 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 werfyikujące\miniatura obrazu 9.bmp | 19 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 werfyikujące\miniatura obrazu 19.bmp | 29 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 werfyikujące\miniatura obrazu 29.bmp | 39 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 werfyikujące\miniatura obrazu 39.bmp | 49 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 werfyikujące\miniatura obrazu 49.bmp |
| 10 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 werfyikujące\miniatura obrazu 10.bmp | 20 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 werfyikujące\miniatura obrazu 20.bmp | 30 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 werfyikujące\miniatura obrazu 30.bmp | 40 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 werfyikujące\miniatura obrazu 40.bmp | 50 | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\10-14 werfyikujące\miniatura obrazu 50.bmp |

**Ad. 2. Proces wstępnego przetwarzania zbiorów danych pierwotnych do zbiorów danych numerycznych.**

Tabela 7. Zbiory pierwotnych i numerycznych danych uczących (po 12 wybranych próbek danych dla każdej klasy i 6 pierwszych atrybutów danych) – obrazy w rozdzielczości 5x7 pikseli:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Lp.** | **Zbiór danych pierwotnych** | | | | | | | **Zbiór danych numerycznych** | | | | | | | | | | |
| **C1x1** | **C1x2** | **C1x3** | **C1x4** | **C1x5** | **C2x1** | **Klasa** | **C1x1** | **C1x2** | **C1x3** | **C1x4** | **C1x5** | **C2x1** | **y1** | **y2** | **y3** | **y4** | **y5** |
| **1** | **255** | **0** | **0** | **0** | **255** | **0** | **C** | 1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | 1,00 | -1,00 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **2** | **255** | **0** | **0** | **0** | **255** | **0** | **C** | 1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | 1,00 | -1,00 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **3** | **255** | **0** | **0** | **184** | **255** | **0** | **C** | 1,00 | -1,00 | -1,00 | 0,44 | 1,00 | -1,00 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **4** | **255** | **0** | **0** | **0** | **255** | **0** | **C** | 1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | 1,00 | -1,00 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **5** | **255** | **0** | **0** | **0** | **255** | **0** | **C** | 1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | 1,00 | -1,00 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **6** | **255** | **0** | **0** | **0** | **255** | **125** | **C** | 1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | 1,00 | -0,02 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **7** | **255** | **0** | **0** | **0** | **255** | **108** | **C** | 1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | 1,00 | -0,15 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **8** | **255** | **0** | **0** | **0** | **255** | **0** | **C** | 1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | 1,00 | -1,00 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **9** | **183** | **0** | **0** | **0** | **255** | **0** | **C** | 0,44 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | 1,00 | -1,00 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **10** | **255** | **0** | **61** | **0** | **255** | **0** | **C** | 1,00 | -1,00 | -0,52 | -1,00 | 1,00 | -1,00 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **11** | **34** | **0** | **0** | **0** | **255** | **0** | **C** | -0,73 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | 1,00 | -1,00 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **12** | **255** | **0** | **0** | **0** | **255** | **0** | **C** | 1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | 1,00 | -1,00 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **22** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **E** | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| **23** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **E** | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| **24** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **E** | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| **25** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **E** | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| **26** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **E** | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| **27** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **E** | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| **28** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **E** | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| **29** | **0** | **0** | **122** | **0** | **0** | **0** | **E** | -1,00 | -1,00 | -0,04 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| **30** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **E** | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| **31** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **E** | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| **32** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **E** | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| **33** | **0** | **109** | **0** | **0** | **0** | **0** | **E** | -1,00 | -0,15 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| **43** | **0** | **255** | **255** | **255** | **255** | **0** | **L** | -1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | -1,00 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| **44** | **0** | **255** | **255** | **255** | **255** | **0** | **L** | -1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | -1,00 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| **45** | **0** | **255** | **255** | **255** | **255** | **255** | **L** | -1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| **46** | **0** | **255** | **255** | **255** | **255** | **0** | **L** | -1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | -1,00 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| **47** | **0** | **255** | **255** | **255** | **255** | **0** | **L** | -1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | -1,00 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| **48** | **0** | **255** | **255** | **255** | **255** | **0** | **L** | -1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | -1,00 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| **49** | **0** | **255** | **255** | **255** | **255** | **0** | **L** | -1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | -1,00 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| **50** | **71** | **255** | **255** | **255** | **255** | **0** | **L** | -0,44 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | -1,00 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| **51** | **0** | **255** | **255** | **255** | **255** | **0** | **L** | -1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | -1,00 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| **52** | **0** | **255** | **255** | **255** | **255** | **0** | **L** | -1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | -1,00 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| **53** | **0** | **255** | **255** | **255** | **255** | **0** | **L** | -1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | -1,00 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| **54** | **0** | **255** | **194** | **255** | **255** | **0** | **L** | -1,00 | 1,00 | 0,52 | 1,00 | 1,00 | -1,00 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| **64** | **255** | **255** | **0** | **255** | **255** | **255** | **A** | 1,00 | 1,00 | -1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| **65** | **255** | **255** | **0** | **255** | **255** | **255** | **A** | 1,00 | 1,00 | -1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| **66** | **255** | **255** | **0** | **255** | **255** | **255** | **A** | 1,00 | 1,00 | -1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| **67** | **255** | **255** | **0** | **255** | **255** | **255** | **A** | 1,00 | 1,00 | -1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| **68** | **255** | **255** | **0** | **255** | **255** | **255** | **A** | 1,00 | 1,00 | -1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| **69** | **255** | **255** | **0** | **255** | **255** | **255** | **A** | 1,00 | 1,00 | -1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| **70** | **255** | **255** | **0** | **255** | **255** | **255** | **A** | 1,00 | 1,00 | -1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| **71** | **255** | **255** | **0** | **255** | **255** | **255** | **A** | 1,00 | 1,00 | -1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| **72** | **193** | **255** | **0** | **255** | **255** | **197** | **A** | 0,51 | 1,00 | -1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,55 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| **73** | **255** | **255** | **0** | **255** | **255** | **255** | **A** | 1,00 | 1,00 | -1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| **74** | **255** | **255** | **0** | **255** | **2** | **255** | **A** | 1,00 | 1,00 | -1,00 | 1,00 | -0,98 | 1,00 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| **75** | **255** | **255** | **0** | **255** | **255** | **255** | **A** | 1,00 | 1,00 | -1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| **85** | **255** | **255** | **0** | **255** | **255** | **255** | **1** | 1,00 | 1,00 | -1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| **86** | **255** | **255** | **0** | **255** | **255** | **255** | **1** | 1,00 | 1,00 | -1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| **87** | **255** | **255** | **155** | **255** | **255** | **255** | **1** | 1,00 | 1,00 | 0,22 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| **88** | **255** | **255** | **0** | **117** | **255** | **255** | **1** | 1,00 | 1,00 | -1,00 | -0,08 | 1,00 | 1,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| **89** | **255** | **255** | **0** | **255** | **255** | **255** | **1** | 1,00 | 1,00 | -1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| **90** | **255** | **133** | **0** | **255** | **255** | **255** | **1** | 1,00 | 0,04 | -1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| **91** | **255** | **255** | **0** | **255** | **255** | **255** | **1** | 1,00 | 1,00 | -1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| **92** | **44** | **255** | **0** | **145** | **255** | **255** | **1** | -0,65 | 1,00 | -1,00 | 0,14 | 1,00 | 1,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| **93** | **74** | **255** | **0** | **255** | **255** | **255** | **1** | -0,42 | 1,00 | -1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| **94** | **255** | **255** | **0** | **42** | **255** | **255** | **1** | 1,00 | 1,00 | -1,00 | -0,67 | 1,00 | 1,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| **95** | **255** | **255** | **0** | **238** | **255** | **255** | **1** | 1,00 | 1,00 | -1,00 | 0,87 | 1,00 | 1,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| **96** | **255** | **255** | **0** | **255** | **255** | **255** | **1** | 1,00 | 1,00 | -1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |

Tabela 8. Zbiory pierwotnych i numerycznych danych testowych (po 12 wybranych próbek danych dla każdej klasy i 6 pierwszych atrybutów danych) – obrazy w rozdzielczości 5x7 pikseli:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Lp.** | **Zbiór danych pierwotnych** | | | | | | | **Zbiór danych numerycznych** | | | | | | | | | | |
| **C1x1** | **C1x2** | **C1x3** | **C1x4** | **C1x5** | **C2x1** | **Klasa** | **C1x1** | **C1x2** | **C1x3** | **C1x4** | **C1x5** | **C2x1** | **y1** | **y2** | **y3** | **y4** | **y5** |
| **1** | **255** | **0** | **23** | **0** | **255** | **0** | C | 1,00 | -1,00 | -0,82 | -1,00 | 1,00 | -1,00 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **2** | **254** | **0** | **0** | **174** | **255** | **0** | C | 0,99 | -1,00 | -1,00 | 0,36 | 1,00 | -1,00 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **3** | **255** | **197** | **8** | **0** | **255** | **0** | C | 1,00 | 0,55 | -0,94 | -1,00 | 1,00 | -1,00 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **4** | **255** | **0** | **0** | **0** | **24** | **0** | C | 1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -0,81 | -1,00 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **5** | **255** | **0** | **0** | **131** | **188** | **89** | C | 1,00 | -1,00 | -1,00 | 0,03 | 0,47 | -0,30 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **6** | **124** | **0** | **0** | **0** | **255** | **159** | C | -0,03 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | 1,00 | 0,25 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **7** | **255** | **0** | **88** | **0** | **247** | **125** | C | 1,00 | -1,00 | -0,31 | -1,00 | 0,94 | -0,02 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **8** | **255** | **61** | **108** | **0** | **111** | **0** | C | 1,00 | -0,52 | -0,15 | -1,00 | -0,13 | -1,00 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **9** | **255** | **249** | **144** | **0** | **196** | **0** | C | 1,00 | 0,95 | 0,13 | -1,00 | 0,54 | -1,00 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **10** | **34** | **0** | **0** | **221** | **255** | **0** | C | -0,73 | -1,00 | -1,00 | 0,73 | 1,00 | -1,00 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **11** | **107** | **170** | **140** | **0** | **255** | **0** | C | -0,16 | 0,33 | 0,10 | -1,00 | 1,00 | -1,00 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **12** | **255** | **105** | **195** | **243** | **255** | **0** | C | 1,00 | -0,18 | 0,53 | 0,91 | 1,00 | -1,00 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **21** | **0** | **0** | **0** | **0** | **193** | **0** | E | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | 0,51 | -1,00 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| **22** | **0** | **0** | **0** | **0** | **58** | **0** | E | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -0,55 | -1,00 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| **23** | **0** | **0** | **0** | **0** | **114** | **1** | E | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -0,11 | -0,99 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| **24** | **0** | **0** | **250** | **254** | **66** | **0** | E | -1,00 | -1,00 | 0,96 | 0,99 | -0,48 | -1,00 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| **25** | **0** | **0** | **0** | **0** | **137** | **0** | E | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | 0,07 | -1,00 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| **26** | **170** | **0** | **0** | **88** | **0** | **0** | E | 0,33 | -1,00 | -1,00 | -0,31 | -1,00 | -1,00 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| **27** | **118** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | E | -0,07 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| **28** | **88** | **0** | **0** | **220** | **0** | **1** | E | -0,31 | -1,00 | -1,00 | 0,73 | -1,00 | -0,99 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| **29** | **0** | **154** | **0** | **0** | **0** | **0** | E | -1,00 | 0,21 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| **30** | **57** | **134** | **0** | **0** | **88** | **0** | E | -0,55 | 0,05 | -1,00 | -1,00 | -0,31 | -1,00 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| **31** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **92** | E | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -0,28 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| **32** | **0** | **0** | **0** | **0** | **190** | **0** | E | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | 0,49 | -1,00 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| **41** | **0** | **255** | **255** | **255** | **255** | **0** | L | -1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | -1,00 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| **42** | **0** | **255** | **255** | **255** | **255** | **0** | L | -1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | -1,00 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| **43** | **0** | **247** | **255** | **255** | **255** | **0** | L | -1,00 | 0,94 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | -1,00 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| **44** | **0** | **255** | **255** | **255** | **255** | **0** | L | -1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | -1,00 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| **45** | **0** | **255** | **255** | **255** | **255** | **0** | L | -1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | -1,00 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| **46** | **239** | **255** | **255** | **77** | **255** | **0** | L | 0,87 | 1,00 | 1,00 | -0,40 | 1,00 | -1,00 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| **47** | **0** | **255** | **255** | **100** | **255** | **0** | L | -1,00 | 1,00 | 1,00 | -0,22 | 1,00 | -1,00 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| **48** | **220** | **255** | **255** | **104** | **255** | **0** | L | 0,73 | 1,00 | 1,00 | -0,18 | 1,00 | -1,00 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| **49** | **0** | **255** | **255** | **124** | **201** | **0** | L | -1,00 | 1,00 | 1,00 | -0,03 | 0,58 | -1,00 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| **50** | **0** | **31** | **255** | **255** | **255** | **0** | L | -1,00 | -0,76 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | -1,00 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| **51** | **0** | **255** | **255** | **255** | **255** | **0** | L | -1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | -1,00 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| **52** | **5** | **49** | **255** | **223** | **61** | **186** | L | -0,96 | -0,62 | 1,00 | 0,75 | -0,52 | 0,46 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| **61** | **255** | **196** | **0** | **63** | **255** | **255** | A | 1,00 | 0,54 | -1,00 | -0,51 | 1,00 | 1,00 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| **62** | **255** | **255** | **0** | **1** | **255** | **255** | A | 1,00 | 1,00 | -1,00 | -0,99 | 1,00 | 1,00 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| **63** | **255** | **255** | **0** | **186** | **255** | **255** | A | 1,00 | 1,00 | -1,00 | 0,46 | 1,00 | 1,00 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| **64** | **255** | **255** | **0** | **255** | **170** | **255** | A | 1,00 | 1,00 | -1,00 | 1,00 | 0,33 | 1,00 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| **65** | **255** | **190** | **82** | **255** | **255** | **255** | A | 1,00 | 0,49 | -0,36 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| **66** | **255** | **255** | **199** | **184** | **255** | **255** | A | 1,00 | 1,00 | 0,56 | 0,44 | 1,00 | 1,00 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| **67** | **255** | **255** | **0** | **255** | **255** | **189** | A | 1,00 | 1,00 | -1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,48 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| **68** | **255** | **65** | **0** | **255** | **161** | **42** | A | 1,00 | -0,49 | -1,00 | 1,00 | 0,26 | -0,67 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| **69** | **255** | **255** | **0** | **116** | **255** | **220** | A | 1,00 | 1,00 | -1,00 | -0,09 | 1,00 | 0,73 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| **70** | **255** | **255** | **0** | **255** | **255** | **255** | A | 1,00 | 1,00 | -1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| **71** | **233** | **255** | **0** | **204** | **75** | **255** | A | 0,83 | 1,00 | -1,00 | 0,60 | -0,41 | 1,00 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| **72** | **122** | **187** | **0** | **255** | **255** | **255** | A | -0,04 | 0,47 | -1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| **81** | **255** | **255** | **0** | **255** | **126** | **74** | **1** | 1,00 | 1,00 | -1,00 | 1,00 | -0,01 | -0,42 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| **82** | **41** | **255** | **0** | **255** | **255** | **255** | **1** | -0,68 | 1,00 | -1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| **83** | **255** | **255** | **0** | **255** | **255** | **255** | **1** | 1,00 | 1,00 | -1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| **84** | **255** | **255** | **0** | **13** | **76** | **50** | **1** | 1,00 | 1,00 | -1,00 | -0,90 | -0,40 | -0,61 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| **85** | **61** | **108** | **0** | **255** | **255** | **255** | **1** | -0,52 | -0,15 | -1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| **86** | **25** | **255** | **233** | **255** | **255** | **255** | **1** | -0,80 | 1,00 | 0,83 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| **87** | **73** | **255** | **151** | **155** | **255** | **255** | **1** | -0,43 | 1,00 | 0,18 | 0,22 | 1,00 | 1,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| **88** | **255** | **255** | **206** | **255** | **255** | **41** | **1** | 1,00 | 1,00 | 0,62 | 1,00 | 1,00 | -0,68 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| **89** | **37** | **255** | **74** | **255** | **255** | **255** | **1** | -0,71 | 1,00 | -0,42 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| **90** | **255** | **255** | **0** | **255** | **255** | **0** | **1** | 1,00 | 1,00 | -1,00 | 1,00 | 1,00 | -1,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| **91** | **124** | **116** | **0** | **255** | **255** | **255** | **1** | -0,03 | -0,09 | -1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| **92** | **188** | **255** | **62** | **255** | **255** | **255** | **1** | 0,47 | 1,00 | -0,51 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |

Tabela 9. Zbiory pierwotnych i numerycznych danych uczących (po 12 wybranych próbek danych dla każdej klasy i 6 pierwszych atrybutów danych) – obrazy w rozdzielczości 10x14 pikseli:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Lp.** | **Zbiór danych pierwotnych** | | | | | | | **Zbiór danych numerycznych** | | | | | | | | | | |
| **C1x1** | **C1x2** | **C1x3** | **C1x4** | **C1x5** | **C1x6** | **Klasa** | **C1x1** | **C1x2** | **C1x3** | **C1x4** | **C1x5** | **C1x6** | **y1** | **y2** | **y3** | **y4** | **y5** |
| 1 | **255** | **255** | **0** | **0** | **0** | **0** | **C** | 1,00 | 1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | **255** | **255** | **181** | **0** | **0** | **0** | **C** | 1,00 | 1,00 | 0,42 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | **255** | **255** | **0** | **0** | **0** | **0** | **C** | 1,00 | 1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | **255** | **255** | **0** | **0** | **0** | **0** | **C** | 1,00 | 1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | **255** | **255** | **0** | **0** | **0** | **0** | **C** | 1,00 | 1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | **255** | **255** | **0** | **0** | **0** | **0** | **C** | 1,00 | 1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | **255** | **255** | **0** | **0** | **0** | **0** | **C** | 1,00 | 1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | **255** | **255** | **0** | **0** | **0** | **0** | **C** | 1,00 | 1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | **69** | **255** | **0** | **25** | **0** | **0** | **C** | -0,46 | 1,00 | -1,00 | -0,80 | -1,00 | -1,00 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | **155** | **255** | **0** | **0** | **0** | **0** | **C** | 0,22 | 1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | **74** | **255** | **0** | **0** | **0** | **0** | **C** | -0,42 | 1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | **255** | **88** | **0** | **0** | **0** | **0** | **C** | 1,00 | -0,31 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22 | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **E** | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 23 | **0** | **0** | **0** | **211** | **0** | **0** | **E** | -1,00 | -1,00 | -1,00 | 0,65 | -1,00 | -1,00 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 24 | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **E** | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 25 | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **E** | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 26 | **0** | **0** | **0** | **191** | **0** | **0** | **E** | -1,00 | -1,00 | -1,00 | 0,50 | -1,00 | -1,00 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 27 | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **E** | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 28 | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **E** | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 29 | **0** | **0** | **0** | **67** | **0** | **12** | **E** | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -0,47 | -1,00 | -0,91 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 30 | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **E** | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 31 | **0** | **0** | **0** | **0** | **226** | **52** | **E** | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | 0,77 | -0,59 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 32 | **0** | **114** | **0** | **0** | **0** | **0** | **E** | -1,00 | -0,11 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 33 | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **E** | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 43 | **0** | **0** | **255** | **255** | **255** | **255** | **L** | -1,00 | -1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 44 | **0** | **0** | **170** | **255** | **255** | **255** | **L** | -1,00 | -1,00 | 0,33 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 45 | **0** | **0** | **255** | **255** | **255** | **255** | **L** | -1,00 | -1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 46 | **0** | **0** | **255** | **255** | **255** | **255** | **L** | -1,00 | -1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 47 | **0** | **145** | **255** | **255** | **255** | **255** | **L** | -1,00 | 0,14 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 48 | **0** | **0** | **255** | **255** | **255** | **255** | **L** | -1,00 | -1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 49 | **0** | **0** | **255** | **109** | **255** | **255** | **L** | -1,00 | -1,00 | 1,00 | -0,15 | 1,00 | 1,00 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 50 | **0** | **0** | **255** | **255** | **255** | **255** | **L** | -1,00 | -1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 51 | **5** | **48** | **255** | **255** | **255** | **255** | **L** | -0,96 | -0,62 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 52 | **0** | **0** | **255** | **255** | **255** | **255** | **L** | -1,00 | -1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 53 | **0** | **0** | **255** | **255** | **255** | **255** | **L** | -1,00 | -1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 54 | **0** | **0** | **255** | **255** | **255** | **255** | **L** | -1,00 | -1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 64 | **255** | **255** | **255** | **255** | **0** | **0** | **A** | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | -1,00 | -1,00 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 65 | **255** | **255** | **255** | **255** | **0** | **0** | **A** | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | -1,00 | -1,00 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 66 | **255** | **255** | **255** | **147** | **0** | **0** | **A** | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,15 | -1,00 | -1,00 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 67 | **175** | **255** | **255** | **255** | **0** | **0** | **A** | 0,37 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | -1,00 | -1,00 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 68 | **255** | **255** | **255** | **255** | **0** | **0** | **A** | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | -1,00 | -1,00 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 69 | **255** | **255** | **255** | **255** | **0** | **0** | **A** | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | -1,00 | -1,00 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 70 | **255** | **255** | **226** | **255** | **0** | **174** | **A** | 1,00 | 1,00 | 0,77 | 1,00 | -1,00 | 0,36 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 71 | **255** | **255** | **255** | **255** | **0** | **0** | **A** | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | -1,00 | -1,00 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 72 | **255** | **255** | **255** | **255** | **0** | **0** | **A** | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | -1,00 | -1,00 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 73 | **255** | **255** | **255** | **79** | **0** | **0** | **A** | 1,00 | 1,00 | 1,00 | -0,38 | -1,00 | -1,00 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 74 | **255** | **255** | **250** | **255** | **0** | **0** | **A** | 1,00 | 1,00 | 0,96 | 1,00 | -1,00 | -1,00 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 75 | **35** | **255** | **255** | **255** | **0** | **0** | **A** | -0,73 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | -1,00 | -1,00 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 85 | **255** | **255** | **255** | **255** | **0** | **0** | **1** | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | -1,00 | -1,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 86 | **255** | **255** | **255** | **255** | **0** | **0** | **1** | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | -1,00 | -1,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 87 | **255** | **255** | **255** | **1** | **0** | **175** | **1** | 1,00 | 1,00 | 1,00 | -0,99 | -1,00 | 0,37 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 88 | **255** | **255** | **255** | **255** | **0** | **0** | **1** | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | -1,00 | -1,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 89 | **255** | **255** | **255** | **255** | **0** | **0** | **1** | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | -1,00 | -1,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 90 | **255** | **255** | **255** | **255** | **0** | **0** | **1** | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | -1,00 | -1,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 91 | **255** | **255** | **255** | **255** | **0** | **0** | **1** | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | -1,00 | -1,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 92 | **255** | **255** | **255** | **255** | **0** | **0** | **1** | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | -1,00 | -1,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 93 | **255** | **255** | **255** | **255** | **0** | **0** | **1** | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | -1,00 | -1,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 94 | **255** | **255** | **235** | **255** | **0** | **0** | **1** | 1,00 | 1,00 | 0,84 | 1,00 | -1,00 | -1,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 95 | **255** | **255** | **255** | **255** | **0** | **0** | **1** | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | -1,00 | -1,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 96 | **255** | **255** | **255** | **255** | **167** | **0** | **1** | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,31 | -1,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |

Tabela 10. Zbiory pierwotnych i numerycznych danych testowych (po 12 wybranych próbek danych dla każdej klasy i 6 pierwszych atrybutów danych) – obrazy w rozdzielczości 10x14 pikseli:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Lp.** | **Zbiór danych pierwotnych** | | | | | | | **Zbiór danych numerycznych** | | | | | | | | | | |
| **C1x1** | **C1x2** | **C1x3** | **C1x4** | **C1x5** | **C1x6** | **Klasa** | **C1x1** | **C1x2** | **C1x3** | **C1x4** | **C1x5** | **C1x6** | **y1** | **y2** | **y3** | **y4** | **y5** |
| 1 | **255** | **255** | **61** | **0** | **214** | **0** | **C** | 1,00 | 1,00 | -0,52 | -1,00 | 0,68 | -1,00 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | **255** | **188** | **0** | **0** | **0** | **180** | **C** | 1,00 | 0,47 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | 0,41 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | **255** | **255** | **95** | **0** | **0** | **0** | **C** | 1,00 | 1,00 | -0,25 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | **255** | **255** | **0** | **0** | **187** | **145** | **C** | 1,00 | 1,00 | -1,00 | -1,00 | 0,47 | 0,14 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | **174** | **255** | **0** | **0** | **56** | **6** | **C** | 0,36 | 1,00 | -1,00 | -1,00 | -0,56 | -0,95 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | **255** | **255** | **0** | **55** | **0** | **0** | **C** | 1,00 | 1,00 | -1,00 | -0,57 | -1,00 | -1,00 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | **255** | **255** | **251** | **91** | **0** | **0** | **C** | 1,00 | 1,00 | 0,97 | -0,29 | -1,00 | -1,00 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | **255** | **99** | **0** | **0** | **0** | **241** | **C** | 1,00 | -0,22 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | 0,89 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | **255** | **255** | **0** | **0** | **0** | **0** | **C** | 1,00 | 1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | **255** | **255** | **0** | **0** | **241** | **0** | **C** | 1,00 | 1,00 | -1,00 | -1,00 | 0,89 | -1,00 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | **123** | **255** | **0** | **0** | **0** | **0** | **C** | -0,04 | 1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | **206** | **255** | **72** | **0** | **0** | **0** | **C** | 0,62 | 1,00 | -0,44 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21 | **0** | **0** | **98** | **0** | **0** | **152** | **E** | -1,00 | -1,00 | -0,23 | -1,00 | -1,00 | 0,19 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 22 | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **E** | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 23 | **0** | **141** | **0** | **0** | **0** | **0** | **E** | -1,00 | 0,11 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 24 | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **E** | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 25 | **0** | **0** | **0** | **0** | **215** | **0** | **E** | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | 0,69 | -1,00 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 26 | **0** | **0** | **0** | **182** | **0** | **0** | **E** | -1,00 | -1,00 | -1,00 | 0,43 | -1,00 | -1,00 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 27 | **0** | **54** | **0** | **227** | **0** | **218** | **E** | -1,00 | -0,58 | -1,00 | 0,78 | -1,00 | 0,71 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 28 | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **E** | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 29 | **0** | **0** | **127** | **0** | **0** | **214** | **E** | -1,00 | -1,00 | 0,00 | -1,00 | -1,00 | 0,68 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 30 | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **E** | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | -1,00 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 31 | **0** | **67** | **0** | **56** | **0** | **0** | **E** | -1,00 | -0,47 | -1,00 | -0,56 | -1,00 | -1,00 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 32 | **185** | **98** | **0** | **0** | **152** | **200** | **E** | 0,45 | -0,23 | -1,00 | -1,00 | 0,19 | 0,57 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 41 | **0** | **0** | **255** | **255** | **255** | **255** | **L** | -1,00 | -1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 42 | **0** | **0** | **200** | **255** | **255** | **255** | **L** | -1,00 | -1,00 | 0,57 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 43 | **0** | **0** | **255** | **114** | **255** | **106** | **L** | -1,00 | -1,00 | 1,00 | -0,11 | 1,00 | -0,17 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 44 | **0** | **0** | **235** | **255** | **255** | **255** | **L** | -1,00 | -1,00 | 0,84 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 45 | **75** | **0** | **255** | **255** | **255** | **255** | **L** | -0,41 | -1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 46 | **0** | **0** | **255** | **255** | **255** | **255** | **L** | -1,00 | -1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 47 | **127** | **0** | **6** | **255** | **255** | **255** | **L** | 0,00 | -1,00 | -0,95 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 48 | **0** | **0** | **255** | **69** | **50** | **255** | **L** | -1,00 | -1,00 | 1,00 | -0,46 | -0,61 | 1,00 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 49 | **0** | **0** | **49** | **10** | **255** | **255** | **L** | -1,00 | -1,00 | -0,62 | -0,92 | 1,00 | 1,00 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 50 | **0** | **0** | **132** | **255** | **255** | **233** | **L** | -1,00 | -1,00 | 0,04 | 1,00 | 1,00 | 0,83 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 51 | **199** | **0** | **255** | **255** | **255** | **255** | **L** | 0,56 | -1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 52 | **129** | **0** | **255** | **5** | **255** | **255** | **L** | 0,01 | -1,00 | 1,00 | -0,96 | 1,00 | 1,00 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 61 | **88** | **255** | **255** | **255** | **0** | **0** | **A** | -0,31 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | -1,00 | -1,00 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 62 | **255** | **3** | **17** | **46** | **178** | **0** | **A** | 1,00 | -0,98 | -0,87 | -0,64 | 0,40 | -1,00 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 63 | **255** | **255** | **255** | **255** | **0** | **0** | **A** | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | -1,00 | -1,00 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 64 | **23** | **255** | **185** | **180** | **0** | **121** | **A** | -0,82 | 1,00 | 0,45 | 0,41 | -1,00 | -0,05 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 65 | **255** | **255** | **255** | **255** | **0** | **0** | **A** | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | -1,00 | -1,00 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 66 | **255** | **255** | **240** | **255** | **218** | **223** | **A** | 1,00 | 1,00 | 0,88 | 1,00 | 0,71 | 0,75 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 67 | **255** | **255** | **255** | **255** | **0** | **96** | **A** | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | -1,00 | -0,25 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 68 | **255** | **255** | **255** | **255** | **235** | **0** | **A** | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,84 | -1,00 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 69 | **255** | **255** | **139** | **255** | **0** | **10** | **A** | 1,00 | 1,00 | 0,09 | 1,00 | -1,00 | -0,92 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 70 | **120** | **255** | **255** | **255** | **0** | **0** | **A** | -0,06 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | -1,00 | -1,00 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 71 | **255** | **240** | **77** | **255** | **220** | **0** | **A** | 1,00 | 0,88 | -0,40 | 1,00 | 0,73 | -1,00 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 72 | **255** | **255** | **255** | **255** | **0** | **0** | **A** | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | -1,00 | -1,00 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 81 | **255** | **197** | **255** | **182** | **15** | **0** | **1** | 1,00 | 0,55 | 1,00 | 0,43 | -0,88 | -1,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 82 | **255** | **255** | **255** | **255** | **40** | **21** | **1** | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | -0,69 | -0,84 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 83 | **255** | **255** | **255** | **255** | **0** | **0** | **1** | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | -1,00 | -1,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 84 | **255** | **255** | **255** | **255** | **0** | **0** | **1** | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | -1,00 | -1,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 85 | **255** | **255** | **255** | **255** | **0** | **0** | **1** | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | -1,00 | -1,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 86 | **255** | **255** | **255** | **255** | **189** | **151** | **1** | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,48 | 0,18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 87 | **255** | **189** | **255** | **255** | **0** | **0** | **1** | 1,00 | 0,48 | 1,00 | 1,00 | -1,00 | -1,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 88 | **255** | **255** | **255** | **255** | **234** | **0** | **1** | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,84 | -1,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 89 | **159** | **255** | **150** | **255** | **0** | **0** | **1** | 0,25 | 1,00 | 0,18 | 1,00 | -1,00 | -1,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 90 | **255** | **255** | **255** | **255** | **0** | **0** | **1** | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | -1,00 | -1,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 91 | **255** | **255** | **255** | **255** | **0** | **0** | **1** | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | -1,00 | -1,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 92 | **255** | **62** | **49** | **255** | **0** | **0** | **1** | 1,00 | -0,51 | -0,62 | 1,00 | -1,00 | -1,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |

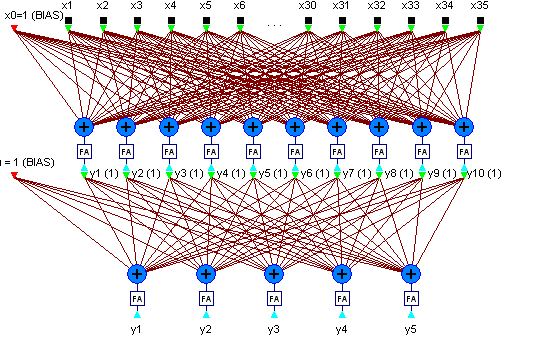
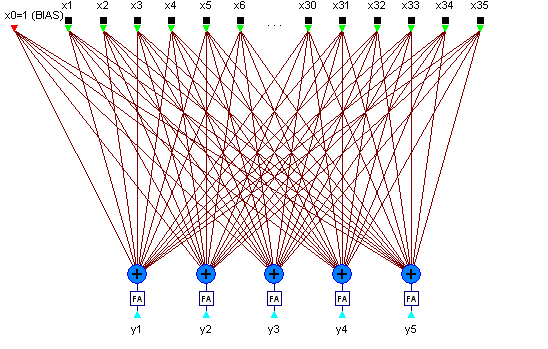
**Ad. 3. Projektowanie struktury sieci neuronowej.**

W dalszej części raportu będą rozważane cztery struktury sieci neuronowej:

a) 1W-SIG - jednowarstwowa sieć neuronowa z sigmoidalną funkcją aktywacji neuronów (rys. 1a i 2a),

b) 2W-SIG - dwuwarstwowa sieć neuronowa z sigmoidalną funkcją aktywacji neuronów; liczba neuronów w warstwie ukrytej: 10 (rys. 1b i 2b).

a) b)



Rys. 1. Struktura sieci neuronowej 1W-SIG (a) i 2W-SIG (b) dla eksperymentów   
z wykorzystaniem obrazów w rozdzielczości 5 x 7 pikseli



Rys. 2. Struktura sieci neuronowej 1W-SIG (a) i 2W-SIG (b) dla eksperymentów   
z wykorzystaniem obrazów w rozdzielczości 10 x 14 pikseli

**Ad. 4. A.** **Procesy uczenia sieci neuronowych 1W-SIG i 2W-SIG z wykorzystaniem obrazów w rozdzielczości 5x7 pikseli**

Tabela 11. Analiza wpływu zaszumienia próbek danych uczących w trakcie trwania procesu uczenia na dokładność odpowiedzi sieci neuronowych (liczba epok uczenia: 100; kolejność prezentacji próbek danych na wejścia sieci: losowa; **aktualizacja wag sieci po zakończeniu każdej iteracji**)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Lp.** | **Najważniejsze parametry procesu uczenia** | **Przebieg błędów uczenia / testowania** | **Wyniki uczenia** |
| 1 | Współczynnik uczenia:  0.4 |  | Błąd uczenia / testowania:  **0.0196552 / 0.180598** |
| Współczynnik momentu:  0.6 |
| Model sieci neuronowej:  **1W-SIG** | Liczba próbek danych uczących / testowych w tolerancji 0.1 / 0.3:  **104 (99%) / 65 (65%)** |
| Zaszumianie próbek:  **wyłączone** |
| 2 | Współczynnik uczenia:  0.4 |  | Błąd uczenia / testowania:  **0.00719304 / 0.12086** |
| Współczynnik momentu:  0.6 |
| Model sieci neuronowej:  **2W-SIG** | Liczba próbek danych uczących / testowych w tolerancji 0.1 / 0.3:  **105 (100%) / 86 (86%)** |
| Zaszumianie próbek:  **wyłączone** |
| 3 | Współczynnik uczenia:  0.4 |  | Błąd uczenia / testowania:  **0/ 0.148482** |
| Współczynnik momentu:  0.6 |
| Model sieci neuronowej:  **1W-SIG** | Liczba próbek danych uczących / testowych w tolerancji 0.1 / 0.3:  **105 (100%) / 87 (87%)** |
| Zaszumianie próbek:  **włączone; amplituda 1%** |
| 4 | Współczynnik uczenia:  0.4 |  | Błąd uczenia / testowania:  **0.0119956 / 0.0776188** |
| Współczynnik momentu:  0.6 |
| Model sieci neuronowej:  **2W-SIG** | Liczba próbek danych uczących / testowych w tolerancji 0.1 / 0.3:  **104 (99%) / 98 (98%)** |
| Zaszumianie próbek:  **włączone; amplituda 1%** |

**Wnioski:** ………………………………………………………………………………………………

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

Tabela 12. Analiza wpływu zaszumienia próbek danych uczących w trakcie trwania procesu uczenia na dokładność odpowiedzi sieci neuronowych (liczba epok uczenia: 1000; **aktualizacja wag sieci po zakończeniu każdej epoki**)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Lp.** | **Najważniejsze parametry procesu uczenia** | **Przebieg błędów uczenia / testowania** | **Wyniki uczenia** |
| 1 | Współczynnik uczenia:  0.4 |  | Błąd uczenia / testowania:  **0.0260577 / 0.202081** |
| Współczynnik momentu:  0.6 |
| Model sieci neuronowej:  **1W-SIG** | Liczba próbek danych uczących / testowych w tolerancji 0.1 / 0.3:  **103 (98%) / 56 (56%)** |
| Zaszumianie próbek:  **wyłączone** |
| 2 | Współczynnik uczenia:  0.4 |  | Błąd uczenia / testowania:  **0.0243589 / 0.138247** |
| Współczynnik momentu:  0.6 |
| Model sieci neuronowej:  **2W-SIG** | Liczba próbek danych uczących / testowych w tolerancji 0.1 / 0.3:  **103 (98%) / 82 (82%)** |
| Zaszumianie próbek:  **wyłączone** |
| 3 | Współczynnik uczenia:  0.4 |  | Błąd uczenia / testowania:  **0.0637484 / 0.181134** |
| Współczynnik momentu:  0.6 |
| Model sieci neuronowej:  **1W-SIG** | Liczba próbek danych uczących / testowych w tolerancji 0.1 / 0.3:  **68 (64%) / 49 (49%)** |
| Zaszumianie próbek:  **włączone; amplituda 1%** |
| 4 | Współczynnik uczenia:  0.4 |  | Błąd uczenia / testowania:  **0.0241 / 0.0711** |
| Współczynnik momentu:  0.6 |
| Model sieci neuronowej:  **2W-SIG** | Liczba próbek danych uczących / testowych w tolerancji 0.1 / 0.3:  **104 (99%) / 90 (90%)** |
| Zaszumianie próbek:  **włączone; amplituda 1%** |

**Wnioski:** ………………………………………………………………………………………………

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

**Ad. 4. B.** **Procesy uczenia sieci neuronowych 1W-SIG i 2W-SIG z wykorzystaniem obrazów w rozdzielczości 10x14 pikseli**

Tabela 13. Analiza wpływu zaszumienia próbek danych uczących w trakcie trwania procesu uczenia na dokładność odpowiedzi sieci neuronowych (liczba epok uczenia: 100; kolejność prezentacji próbek danych na wejścia sieci: losowa; **aktualizacja wag sieci po zakończeniu każdej iteracji**)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Lp.** | **Najważniejsze parametry procesu uczenia** | **Przebieg błędów uczenia / testowania** | **Wyniki uczenia** |
| 1 | Współczynnik uczenia:  0.4 |  | Błąd uczenia / testowania:  **0.0145482 / 0.265854** |
| Współczynnik momentu:  0.6 |
| Model sieci neuronowej:  **1W-SIG** | Liczba próbek danych uczących / testowych w tolerancji 0.1 / 0.3:  **102 (97%) / 39 (39%)** |
| Zaszumianie próbek:  **wyłączone** |
| 2 | Współczynnik uczenia:  0.4 |  | Błąd uczenia / testowania:  **0.00338358/ 0.0817198** |
| Współczynnik momentu:  0.6 |
| Model sieci neuronowej:  **2W-SIG** | Liczba próbek danych uczących / testowych w tolerancji 0.1 / 0.3:  **105 (100%) / 94 (94%)** |
| Zaszumianie próbek:  **wyłączone** |
| 3 | Współczynnik uczenia:  0.4 |  | Błąd uczenia / testowania:  **0 / 0.0765242** |
| Współczynnik momentu:  0.6 |
| Model sieci neuronowej:  **1W-SIG** | Liczba próbek danych uczących / testowych w tolerancji 0.1 / 0.3:  **105 (100%) / 97 (97%)** |
| Zaszumianie próbek:  **włączone; amplituda 1%** |
| 4 | Współczynnik uczenia:  0.4 |  | Błąd uczenia / testowania:  **0.00303296 / 0.012299** |
| Współczynnik momentu:  0.6 |
| Model sieci neuronowej:  **2W-SIG** | Liczba próbek danych uczących / testowych w tolerancji 0.1 / 0.3:  **105 (100%) / 100 (100%)** |
| Zaszumianie próbek:  **włączone; amplituda 1%** |

**Wnioski:** ………………………………………………………………………………………………

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

Tabela 14. Analiza wpływu zaszumienia próbek danych uczących w trakcie trwania procesu uczenia na dokładność odpowiedzi sieci neuronowych (liczba epok uczenia: 1000; **aktualizacja wag sieci po zakończeniu każdej epoki**)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Lp.** | **Najważniejsze parametry procesu uczenia** | **Przebieg błędów uczenia / testowania** | **Wyniki uczenia** |
| 1 | Współczynnik uczenia:  0.4 |  | Błąd uczenia / testowania:  **0.0195465 / 0.307444** |
| Współczynnik momentu:  0.6 |
| Model sieci neuronowej:  **1W-SIG** | Liczba próbek danych uczących / testowych w tolerancji 0.1 / 0.3:  **104 (99%) / 90 (90%)** |
| Zaszumianie próbek:  **wyłączone** |
| 2 | Współczynnik uczenia:  0.4 |  | Błąd uczenia / testowania:  **0.19281 / 0.24184** |
| Współczynnik momentu:  0.6 |
| Model sieci neuronowej:  **2W-SIG** | Liczba próbek danych uczących / testowych w tolerancji 0.1 / 0.3:  **0 (0%) / 31 (31%)** |
| Zaszumianie próbek:  **wyłączone** |
| 3 | Współczynnik uczenia:  0.4 |  | Błąd uczenia / testowania:  **0 / 0.0174727** |
| Współczynnik momentu:  0.6 |
| Model sieci neuronowej:  **1W-SIG** | Liczba próbek danych uczących / testowych w tolerancji 0.1 / 0.3:  **105 (100%) / 99 (99%)** |
| Zaszumianie próbek:  **włączone; amplituda 1%** |
| 4 | Współczynnik uczenia:  0.4 |  | Błąd uczenia / testowania:  **0.00952923/ 0.0126185** |
| Współczynnik momentu:  0.6 |
| Model sieci neuronowej:  **2W-SIG** | Liczba próbek danych uczących / testowych w tolerancji 0.1 / 0.3:  **105 (100%) / 100 (100%)** |
| Zaszumianie próbek:  **włączone; amplituda 1%** |

**Wnioski:** ………………………………………………………………………………………………

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

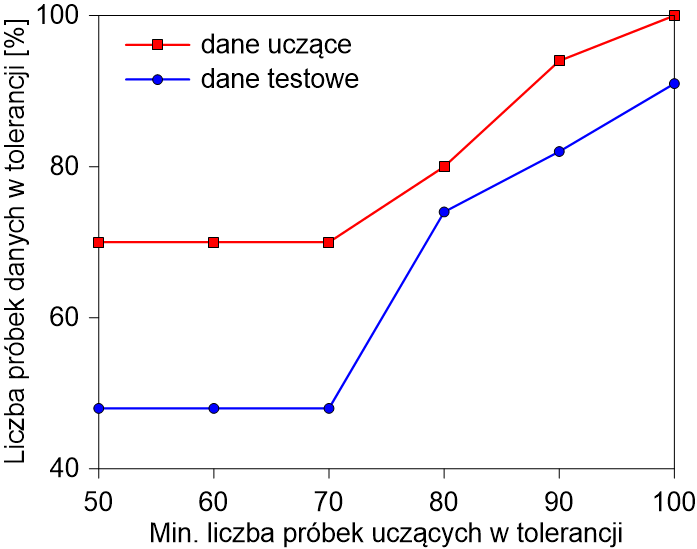
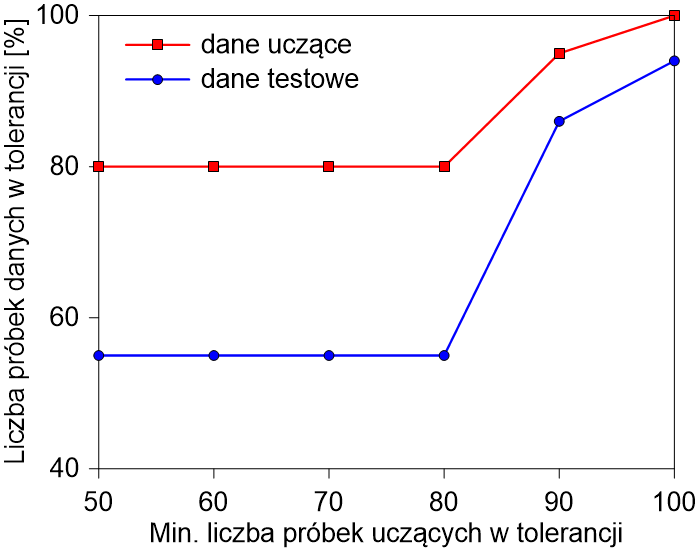
**Ad. 5. Analiza procesów uczenia najlepszego systemu z pkt 4 dla różnych zadanych tolerancji uczenia**

Do przeprowadzenia procesów uczenia sieci neuronowej wykorzystano algorytm uczenia wstecznej propagacji błędu, ze współczynnikami uczenia / momentu: 0.4 / 0.6, aktualizacją wag po zakończeniu każdej epoki oraz włączonym zaszumieniem próbek danych uczących (amplituda szumu: 1%).

Tabela 15. Procesy uczenia sieci neuronowej przy zadanej liczbie odpowiedzi sieci neuronowej na próbki danych uczących i testowych mieszczących się w tolerancji 0.1

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Parametry:**  - tolerancja uczenia: **0.1**  - tolerancja testowania: **0.1**  **-** obrazy w rozdzielczości: **5x7 pikseli** | | | | | | |
| **Min. liczba próbek uczących w tolerancji** | **Liczba neuronów w warstwie ukrytej** | **Liczba epok uczenia** | **Liczba próbek**  **danych uczących**  **w tolerancji** | | **Liczba próbek**  **danych testowych**  **w tolerancji** | |
| 50 | 0 | 24 | 53 | 50% | 22 | 22% |
| 60 | 0 | 29 | 64 | 60% | 24 | 24% |
| 70 | 0 | 34 | 74 | 70% | 27 | 27% |
| 80 | 10 | 499 | 84 | 80% | 32 | 32% |
| 90 | 10 | 539 | 94 | 89% | 38 | 38% |
| 100 | 10 | 837 | 105 | 100% | 61 | 61% |
| **Parametry:**  - tolerancja uczenia: **0.1**  - tolerancja testowania: **0.1**  **-** obrazy w rozdzielczości: **10x14 pikseli** | | | | | | |
| **Min. liczba próbek uczących w tolerancji** | **Liczba neuronów w warstwie ukrytej** | **Liczba epok uczenia** | **Liczba próbek**  **danych uczących**  **w tolerancji** | | **Liczba próbek**  **danych testowych**  **w tolerancji** | |
| 50 | 0 | 17 | 55 | 52% | 20 | 20% |
| 60 | 0 | 22 | 68 | 64% | 21 | 21% |
| 70 | 0 | 24 | 75 | 71% | 24 | 24% |
| 80 | 0 | 33 | 84 | 80% | 25 | 25% |
| 90 | 0 | 167 | 94 | 89% | 18 | 18% |
| **100** | **0** | **532** | **105** | **100%** | **11** | **11%** |

a) b)

Rys. 3. Graficzna ilustracja wyników z tabeli 15: eksperymenty dla obrazów   
w rozdzielczości 5x7 pikseli (a) oraz 10 x 14 pikseli (b).

Tabela 16. Zbiór odpowiedzi sieci neuronowej na dane uczące najlepszego systemu z tabeli 15 (wyróżnionego pogrubioną czcionką):

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Lp.** | **K** | **Odpowiedź sieci** | | | | |  | **Lp.** | **K** | **Odpowiedź sieci** | | | | |  | **Lp.** | **K** | **Odpowiedź sieci** | | | | |  | **Lp.** | **K** | **Odpowiedź sieci** | | | | |  | **Lp.** | **K** | **Odpowiedź sieci** | | | | |
| **y1** | **y2** | **y3** | **y4** | **y5** |  | **y1** | **y2** | **y3** | **y4** | **y5** |  | **y1** | **y2** | **y3** | **y4** | **y5** |  | **y1** | **y2** | **y3** | **y4** | **y5** |  | **y1** | **y2** | **y3** | **y4** | **y5** |
| 1 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 22 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 43 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 64 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 85 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 2 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 23 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 44 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 65 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 86 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 3 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 24 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 45 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 66 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 87 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 4 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 25 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 46 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 67 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 88 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 5 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 26 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 47 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 68 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 89 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 6 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 27 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 48 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 69 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 90 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 7 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 28 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 49 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 70 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 91 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 8 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 29 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 50 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 71 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 92 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 9 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 30 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 51 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 72 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 93 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 10 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 31 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 52 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 73 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 94 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 11 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 32 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 53 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 74 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 95 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 12 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 33 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 54 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 75 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 96 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 13 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 34 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 55 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 76 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 97 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 14 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 35 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 56 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 77 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 98 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 15 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 36 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 57 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 78 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 99 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 16 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 37 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 58 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 79 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 100 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 17 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 38 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 59 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 80 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 101 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 18 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 39 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 60 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 81 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 102 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 19 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 40 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 61 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 82 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 103 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 20 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 41 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 62 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 83 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 104 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 21 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 42 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 63 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 84 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 105 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |

Tabela 17. Zbiór odpowiedzi sieci neuronowej na dane testowe najlepszego systemu z tabeli 15 (wyróżnionego pogrubioną czcionką):

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Lp.** | **K** | **Odpowiedź sieci** | | | | |  | **Lp.** | **K** | **Odpowiedź sieci** | | | | |  | **Lp.** |  | **Odpowiedź sieci** | | | | |  | **Lp.** | **K** | **Odpowiedź sieci** | | | | |  | **Lp.** | **K** | **Odpowiedź sieci** | | | | |
| **y1** | **y2** | **y3** | **y4** | **y5** |  | **y1** | **y2** | **y3** | **y4** | **y5** |  | **K** | **y1** | **y2** | **y3** | **y4** | **y5** |  | **y1** | **y2** | **y3** | **y4** | **y5** |  | **y1** | **y2** | **y3** | **y4** | **y5** |
| 1 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 21 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 41 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 61 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 81 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 2 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 22 | U | 0 | 1 | 0.11 | 0 | 0 |  | 42 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 62 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 82 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 3 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 23 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 43 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 63 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 83 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 4 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 24 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 44 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 64 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 84 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 5 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 25 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 45 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 65 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 85 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 6 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 26 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 46 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 66 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 86 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 7 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 27 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 47 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 67 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 87 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 8 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 28 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 48 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 68 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 88 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 9 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 29 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 49 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 69 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 89 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 10 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 30 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 50 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 70 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 90 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 11 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 31 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 51 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 71 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 91 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 12 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 32 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 52 | D | 0 | 0 | 0.09 | 0 | 0 |  | 72 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 92 | 1 | 0 | 0.14 | 0 | 0 | 1 |
| 13 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 33 | U | 0 | 1 | 0.34 | 0 | 0 |  | 53 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 73 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 93 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 14 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 34 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 54 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 74 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 94 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 15 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 35 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 55 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 75 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 95 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 16 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 36 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 56 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 76 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 96 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 17 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 37 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 57 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 77 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 97 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 18 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 38 | U | 0 | 0.15 | 0 | 0 | 0 |  | 58 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 78 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 98 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 19 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 39 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 59 | D | 0 | 0 | 0.60 | 0 | 0 |  | 79 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.13 |  | 99 | 1 | 0 | 0 | 0.88 | 0 | 1 |
| 20 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 40 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 60 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 80 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 100 | 1 | 0 | 1 | 0.88 | 0 | 1 |

Tabela 18. Zbiór odpowiedzi sieci neuronowej na dane weryfikujące najlepszego systemu z tabeli 15 (wyróżnionego pogrubioną czcionką):

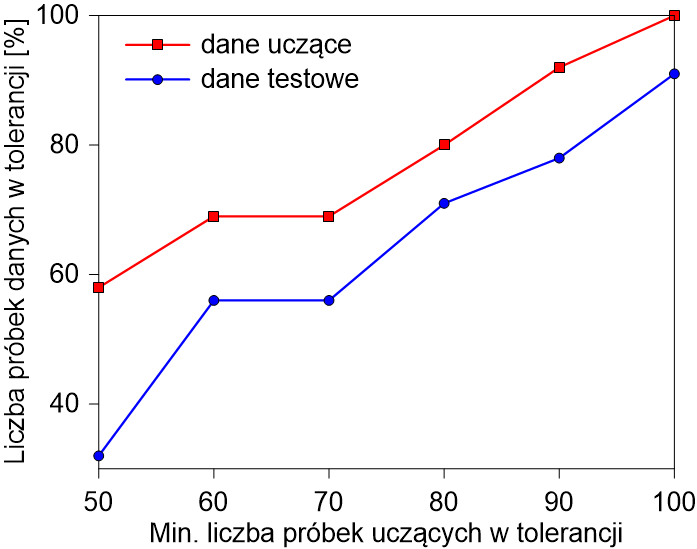
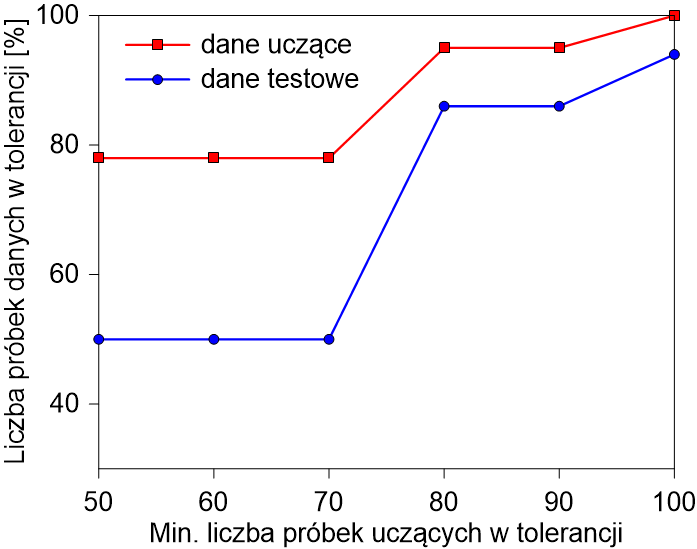
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Lp.** | **P** | **Odpowiedź sieci** | | | | |  | **Lp.** | **P** | **Odpowiedź sieci** | | | | |  | **Lp.** | **P** | **Odpowiedź sieci** | | | | |  | **Lp.** | **P** | **Odpowiedź sieci** | | | | |  | **Lp.** | **P** | **Odpowiedź sieci** | | | | |
| **y1** | **y2** | **y3** | **y4** | **y5** |  | **y1** | **y2** | **y3** | **y4** | **y5** |  | **y1** | **y2** | **y3** | **y4** | **y5** |  | **y1** | **y2** | **y3** | **y4** | **y5** |  | **y1** | **y2** | **y3** | **y4** | **y5** |
| 1 | R−U | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 11 | U−D | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 21 | D−Z | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 31 | Z−1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 41 | 1−R | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 2 | R−U | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 12 | U−D | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 22 | D−Z | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 32 | Z−1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 42 | 1−R | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 3 | R−U | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 13 | U−D | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 23 | D−Z | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 33 | Z−1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 43 | 1−R | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 4 | R−U | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 14 | U−D | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 24 | D−Z | 0 | 0 | 0.96 | 0 | 0 |  | 34 | Z−1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |  | 44 | 1−R | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 5 | R−U | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 15 | U−D | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 25 | D−Z | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 35 | Z−1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |  | 45 | 1−R | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 6 | R−U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 16 | U−D | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 26 | D−Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 36 | Z−1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |  | 46 | 1−R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0.12 |
| 7 | R−U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 17 | U−D | 0 | 0.99 | 0 | 0 | 0 |  | 27 | D−Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 37 | Z−1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |  | 47 | 1−R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | R−U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 18 | U−D | 0 | 0 | 0.25 | 0 | 0 |  | 28 | D−Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 38 | Z−1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |  | 48 | 1−R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | R−U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 19 | U−D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 29 | D−Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 39 | Z−1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |  | 49 | 1−R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | R−U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 20 | U−D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 30 | D−Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 40 | Z−1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |  | 50 | 1−R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Oznaczenia w tabelach 16 - 18:

K – kolumna etykiet klas, P – kolumna komentarza rodzaj transformacji danego obrazu wzorcowego w inny obraz wzorcowy.Tabela 19 Procesy uczenia sieci neuronowej przy zadanej liczbie odpowiedzi sieci neuronowej na próbki danych uczących i testowych mieszczących się w tolerancji 0.01

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Parametry:**  - tolerancja uczenia: **0.01**  - tolerancja testowania: **0.01**  **-** obrazy w rozdzielczości: **5x7 pikseli** | | | | | | |
| **Min. liczba próbek uczących w tolerancji** | **Liczba neuronów w warstwie ukrytej** | **Liczba epok uczenia** | **Liczba próbek**  **danych uczących**  **w tolerancji** | | **Liczba próbek**  **danych testowych**  **w tolerancji** | |
| 50 | 0 | 1 | 61 | 58% | 32 | 32% |
| 60 | 0 | 2 | 73 | 69% | 56 | 56% |
| 70 | 0 | 2 | 73 | 69% | 56 | 56% |
| 80 | 0 | 6 | 84 | 80% | 71 | 71% |
| 90 | 0 | 9 | 97 | 92% | 78 | 78% |
| 100 | 0 | 315 | 105 | 100% | 91 | 91% |
| **Parametry:**  - tolerancja uczenia: **0.01**  - tolerancja testowania: **0.01**  **-** obrazy w rozdzielczości: **10x14 pikseli** | | | | | | |
| **Min. liczba próbek uczących w tolerancji** | **Liczba neuronów w warstwie ukrytej** | **Liczba epok uczenia** | **Liczba próbek**  **danych uczących**  **w tolerancji** | | **Liczba próbek**  **danych testowych**  **w tolerancji** | |
| 50 | 0 | 1 | 82 | 78% | 50 | 50% |
| 60 | 0 | 1 | 82 | 78% | 50 | 50% |
| 70 | 0 | 1 | 82 | 78% | 50 | 50% |
| 80 | 0 | 2 | 100 | 95% | 86 | 86% |
| 90 | 0 | 2 | 100 | 95% | 86 | 86% |
| **100** | **0** | **5** | **105** | **100%** | **94** | **94%** |

a) b)

Rys. 4. Graficzna ilustracja wyników z tabeli 19: eksperymenty dla obrazów   
w rozdzielczości 5x7 pikseli (a) oraz 10 x 14 pikseli (b).

Tabela 20. Zbiór odpowiedzi sieci neuronowej na dane uczące najlepszego systemu z tabeli 19 (wyróżnionego pogrubioną czcionką):

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Lp.** | **K** | **Odpowiedź sieci** | | | | |  | **Lp.** | **K** | **Odpowiedź sieci** | | | | |  | **Lp.** |  | **Odpowiedź sieci** | | | | |  | **Lp.** | **K** | **Odpowiedź sieci** | | | | |  | **Lp.** | **K** | **Odpowiedź sieci** | | | | |
| **y1** | **y2** | **y3** | **y4** | **y5** |  | **y1** | **y2** | **y3** | **y4** | **y5** |  | **K** | **y1** | **y2** | **y3** | **y4** | **y5** |  | **y1** | **y2** | **y3** | **y4** | **y5** |  | **y1** | **y2** | **y3** | **y4** | **y5** |
| 1 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 22 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 43 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 64 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 85 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 2 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 23 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 44 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 65 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 86 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 3 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 24 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 45 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 66 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 87 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 4 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 25 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 46 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 67 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 88 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 5 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 26 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 47 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 68 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 89 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 6 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 27 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 48 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 69 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 90 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 7 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 28 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 49 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 70 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 91 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 8 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 29 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 50 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 71 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 92 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 9 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 30 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 51 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 72 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 93 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 10 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 31 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 52 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 73 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 94 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 11 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 32 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 53 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 74 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 95 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 12 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 33 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 54 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 75 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 96 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 13 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 34 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 55 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 76 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 97 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 14 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 35 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 56 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 77 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 98 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 15 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 36 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 57 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 78 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 99 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 16 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 37 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 58 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 79 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 100 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 17 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 38 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 59 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 80 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 101 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 18 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 39 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 60 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 81 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 102 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 19 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 40 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 61 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 82 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 103 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 20 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 41 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 62 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 83 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 104 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 21 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 42 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 63 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 84 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 105 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |

Tabela 21. Zbiór odpowiedzi sieci neuronowej na dane testowe najlepszego systemu z tabeli 19 (wyróżnionego pogrubioną czcionką):

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Lp.** | **K** | **Odpowiedź sieci** | | | | |  | **Lp.** | **K** | **Odpowiedź sieci** | | | | |  | **Lp.** |  | **Odpowiedź sieci** | | | | |  | **Lp.** | **K** | **Odpowiedź sieci** | | | | |  | **Lp.** | **K** | **Odpowiedź sieci** | | | | |
| **y1** | **y2** | **y3** | **y4** | **y5** |  | **y1** | **y2** | **y3** | **y4** | **y5** |  | **K** | **y1** | **y2** | **y3** | **y4** | **y5** |  | **y1** | **y2** | **y3** | **y4** | **y5** |  | **y1** | **y2** | **y3** | **y4** | **y5** |
| 1 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 21 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 41 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 61 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 81 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 2 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 22 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 42 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 62 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 82 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 3 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 23 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 43 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 63 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 83 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 4 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 24 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 44 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 64 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 84 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 5 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 25 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 45 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 65 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 85 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 6 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 26 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 46 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 66 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 86 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 7 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 27 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 47 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 67 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 87 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 8 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 28 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 48 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 68 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 88 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 9 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 29 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 49 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 69 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 89 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 10 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 30 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 50 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 70 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 90 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 11 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 31 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 51 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 71 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 91 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 12 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 32 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 52 | D | 0 | 0 | 0.09 | 0 | 0 |  | 72 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 92 | 1 | 0 | 0.14 | 0 | 0 | 1 |
| 13 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 33 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 53 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 73 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 93 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 14 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 34 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 54 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 74 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 94 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 15 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 35 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 55 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 75 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 95 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 16 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 36 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 56 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 76 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 96 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 17 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 37 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 57 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 77 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 97 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 18 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 38 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 58 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 78 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 98 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 19 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 39 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 59 | D | 0 | 0 | 0.6 | 0 | 0 |  | 79 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.13 |  | 99 | 1 | 0 | 0 | 0.88 | 0 | 1 |
| 20 | R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 40 | U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 60 | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 80 | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 100 | 1 | 0 | 1 | 0.88 | 0 | 1 |

Tabela 22. Zbiór odpowiedzi sieci neuronowej na dane weryfikujące najlepszego systemu z tabeli 19 (wyróżnionego pogrubioną czcionką):

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Lp.** | **P** | **Odpowiedź sieci** | | | | |  | **Lp.** | **P** | **Odpowiedź sieci** | | | | |  | **Lp.** | **P** | **Odpowiedź sieci** | | | | |  | **Lp.** | **P** | **Odpowiedź sieci** | | | | |  | **Lp.** | **P** | **Odpowiedź sieci** | | | | |
| **y1** | **y2** | **y3** | **y4** | **y5** |  | **y1** | **y2** | **y3** | **y4** | **y5** |  | **y1** | **y2** | **y3** | **y4** | **y5** |  | **y1** | **y2** | **y3** | **y4** | **y5** |  | **y1** | **y2** | **y3** | **y4** | **y5** |
| 1 | R−U | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 11 | U−D | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 21 | D−Z | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 31 | Z−1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 41 | 1−R | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 2 | R−U | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 12 | U−D | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 22 | D−Z | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 32 | Z−1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 42 | 1−R | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 3 | R−U | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 13 | U−D | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 23 | D−Z | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 33 | Z−1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 43 | 1−R | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 4 | R−U | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 14 | U−D | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 24 | D−Z | 0 | 0 | 0.96 | 0 | 0 |  | 34 | Z−1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |  | 44 | 1−R | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 5 | R−U | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 15 | U−D | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 25 | D−Z | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 35 | Z−1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |  | 45 | 1−R | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 6 | R−U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 16 | U−D | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 26 | D−Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 36 | Z−1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |  | 46 | 1−R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0.12 |
| 7 | R−U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 17 | U−D | 0 | 0.99 | 0 | 0 | 0 |  | 27 | D−Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 37 | Z−1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |  | 47 | 1−R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | R−U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 18 | U−D | 0 | 0 | 0.25 | 0 | 0 |  | 28 | D−Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 38 | Z−1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |  | 48 | 1−R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | R−U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 19 | U−D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 29 | D−Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 39 | Z−1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |  | 49 | 1−R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | R−U | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 20 | U−D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 30 | D−Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 40 | Z−1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |  | 50 | 1−R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Oznaczenia w tabelach 20 - 22:

K – kolumna etykiet klas, P – kolumna komentarza rodzaj transformacji danego obrazu wzorcowego w inny obraz wzorcowy.**Wnioski:** ………………………………………………………………………………………………

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

**Ad. 6. Projekt klasyfikatora neuronowego dla wybranego problemu decyzyjnego z obszaru medycyny, z wykorzystaniem metod uczenia maszynowego i rzeczywistych danych wielowymiarowych**

Źródło danych: repozytorium Uniwersytetu Kalifornijskiego (https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Hayes-Roth),

Zbiór danych: **Hayes-Roth Data Set**

[1] J.Czerniak, H.Zarzycki, Application of rough sets in the presumptive diagnosis of urinary system diseases,  
Artifical Inteligence and Security in Computing Systems, ACS'2002 9th International Conference Proceedings,  
Kluwer Academic Publishers,2003, pp. 41-51

Charakterystyka zbioru danych:

* liczba próbek danych: **132**,
* liczba atrybutów wejściowych: **5**
  + x1 (SYMBOLICZNY): name: distinct for each instance and represented numerically
  + x2 (numeryczny): hobby: nominal values ranging between 1 and 3
  + x3 (numeryczny): age: nominal values ranging between 1 and 4
  + x4 (numeryczny): educational level: nominal values ranging between 1 and 4
  + x5 (numeryczny y): Micturition pains { yes, no }
  + x6 (numeryczny): marital status: nominal values ranging between 1 and 4 y1 (SYMBOLICZNY): nominal value between 1 and 3

\*) liczba atrybutów wyjściowych w oryginalnym zbiorze danych: 2, przy czym jeden z nich (atrybut „d2 decision: Nephritis of renal pelvis origin”) nie był wykorzystywany w eksperymentach

Charakterystyka algorytmu uczenia:

* algorytmu uczenia: **BP ze współczynnikami uczenia / momentu**: **0.4** / **0.6**,
* warunek zakończenia procesu uczenia**: gdy sieć osiągnie 100% odpowiedzi w tolerancji uczenia 0.1 (tolerancja testowania: 0.1),**
* kolejność prezentacji próbek danych na wejścia sieci: **losowa**,
* aktualizacja wag sieci: **po zakończeniu iteracji**,
* zaszumianie próbek danych: **wyłączone**,
* skalowanie danych: **liniowe do przedziału [-1.0, +1.0]**,
* kodowanie atrybutów symbolicznych: **kod 1:N**,
* punkt startowy generatora pseudolosowego: **0**.

Tabela 23. Analiza funkcjonowania klasyfikatora z wykorzystaniem metody 5 krotnej walidacji krzyżowej

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Lp.** | **Podział danych** | **Przebieg błędów uczenia / testowania** | **Wyniki uczenia** |
| 1 | Liczba próbek danych uczących:  **106** | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\Walidacja danych tabela nr 1.wmf | Błąd uczenia / testowania:  **0.0208329 / 0.0352532** |
| Liczba próbek danych testowych:  **26** | Liczba próbek danych uczących / testowych w tolerancji 0.1 / 0.1:  **105 (100%) / 11 (40%)** |
| 2 | Liczba próbek danych uczących:  **106** | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\Walidacja danych tabela nr 2.wmf | Błąd uczenia / testowania:  **0.0246121/ 0.448535** |
| Liczba próbek danych testowych:  **26** | Liczba próbek danych uczących / testowych w tolerancji 0.1 / 0.1:  **105 (100%) / 5 (18%)** |
| 3 | Liczba próbek danych uczących:  **106** | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\Walidacja danych tabela nr 3.wmf | Błąd uczenia / testowania:  **0.0157778 / 0.520901** |
| Liczba próbek danych testowych:  **26** | Liczba próbek danych uczących / testowych w tolerancji 0.1 / 0.1:  **106 (100%) / 3 (11%)** |
| 4 | Liczba próbek danych uczących:  **106** | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\Walidacja danych tabela nr 4.wmf | Błąd uczenia / testowania:  **0.0172207 / 0.439663** |
| Liczba próbek danych uczących / testowych w tolerancji 0.1 / 0.1:  **106 (100%) / 10 (38%)** |
| Liczba próbek danych testowych:  **26** |
| 5 | Liczba próbek danych uczących:  **106** | C:\Users\ogryz\Desktop\Celary 15B 3\Walidacja danych tabela nr 5.wmf | Błąd uczenia / testowania:  **0.0156465 / 0.555948** |
| Liczba próbek danych uczących / testowych w tolerancji 0.1 / 0.1:  **106 (100%) / 9 (34%)** |
| Liczba próbek danych testowych:  **26** |
| **Średni błąd uczenia / testowania:** | | | **0.0229 / 0.0143** |
| **Średnia liczba próbek danych uczących / testowych w tolerancji 0.1 / 0.1:** | | | **94.4 (98.3%) / 23 (95%)** |

Analiza systemu o najlepszej dokładności odpowiedzi na dane testowe (nr 1 z tabeli 23):

Tabela 24. Macierz pomyłek dla zbioru danych uczących

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Etykieta klasy | Liczba próbek danych należących do klasy | Liczba próbek danych przyporządkowanych do klasy: | | Liczba poprawnych decyzji | Liczba błędnych decyzji |
| *yes* | *no* |
| *yes* | 47 | 47 | 0 | 47 | 0 |
| *no* | 49 | 1 | 48 | 48 | 1 |
| SUMA | 96 | 48 | 48 | 95 (99%) | 1 (1%) |

Tabela 25. Macierz pomyłek dla zbioru danych testowych

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Etykieta klasy | Liczba próbek danych należących do klasy | Liczba próbek danych przyporządkowanych do klasy: | | Liczba poprawnych decyzji | Liczba błędnych decyzji |
| *yes* | *no* |
| *yes* | 12 | 12 | 0 | 12 | 0 |
| *no* | 12 | 1 | 11 | 11 | 1 |
| SUMA | 24 | 13 | 11 | 23 (96%) | 1 (0.04%) |

Miary jakości klasyfikacji (obliczyć tylko dla problemów decyzyjnych o dwóch klasach):

Tabela 26. Macierz pomyłek – oznaczenia na potrzeby wyznaczenia miar jakości klasyfikacji

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Etykieta klasy | Liczba próbek danych należących do klasy | Liczba próbek danych przyporządkowanych do klasy: | |  |
| *klasa1* | *klasa2* |
| *klasa1* | *P* | *TP* | *FN* | ⇒*TPR* |
| *klasa2* | *N* | *FP* | *TN* | ⇒*TNR* |
|  |  | ⇓  *PPV* | ⇓  *NPV* |  |

*P* – liczba przypadków pozytywnych (ang. *positive cases*) (przyjęto próbki klasy ***yes***),

*N* – liczba przypadków negatywnych (ang. *negative cases*) (przyjęto próbki klasy ***no***),

*TP* – liczba przypadków pozytywnych poprawnie sklasyfikowanych (ang. *true positive*),

*FP* – liczba przypadków pozytywnych niepoprawnie sklasyfikowanych (ang. *false positive*),

*TN* – liczba przypadków negatywnych poprawnie sklasyfikowanych (ang. *true negative*),

*FN* – liczba przypadków negatywnych niepoprawnie sklasyfikowanych (ang. *false negative*),

Dokładność klasyfikacji (ang. *accuracy*) – miara ogólnej dokładności systemu decyzyjnego:

, 

Czułość (ang. *sensitivity*) – odsetek wyników prawdziwie pozytywnych (ang. *true positive rate*); wyraża zdolność metody do wykrywania przypadków pozytywnych:

, 

Specyficzność / swoistość (ang. *specificity*) – odsetek wyników prawdziwie negatywnych (ang. *true negative rate*); wyraża zdolność metody do wykrywania przypadków negatywnych:

, 

Precyzja (ang. *precision*) – odsetek wyników prawdziwie pozytywnych wśród wszystkich wyników pozytywnych (ang. *positive predictive value*); wyraża prawdopodobieństwo, że pozytywny wynik jest prawdziwy:

, 

Odsetek wyników prawdziwie negatywnych wśród wszystkich wyników negatywnych (ang. *negative predictive value*); wyraża prawdopodobieństwo, że negatywny wynik jest prawdziwy:

, 

**Wnioski:** ………………………………………………………………………………………………

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

**Ad. 7. Projekt klasyfikatora neuronowego dla wybranego problemu decyzyjnego z innego obszaru niż rozważany w pkt. 6, z wykorzystaniem metod uczenia maszynowego i rzeczywistych danych wielowymiarowych**

*Opracować analogicznie jak pkt. 6*

**Wnioski:** ………………………………………………………………………………………………

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………..