



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Instrukcja współfinansowana przez Unię Europejską
w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego
w projekcie

*„Innowacyjna dydaktyka bez ograniczeń
– zintegrowany rozwój Politechniki Łódzkiej – zarządzanie Uczelnią,
nowoczesna oferta edukacyjna i wzmacniania zdolności
do zatrudniania osób niepełnosprawnych”*

Instrukcja jest dystrybuowana bezpłatnie.

Instrukcja do laboratorium, część 1

Krzysztof Ślot

Sztuczna inteligencja i jej zastosowania w biomedycznej diagnostyce obrazowej

Studia podyplomowe „Przetwarzanie i analiza obrazów biomedycznych”



Politechnika Łódzka
Instytut Elektroniki

90-924 Łódź, ul. Żeromskiego 116,
tel. 042 631 28 83
www.kapitalludzki.p.lodz.pl



Ćwiczenie 1.

Wykorzystanie sieci neuronowych wielowarstwowych do segmentacji obrazów biomedycznych.

Spis treści

1	Wprowadzenie.....	3
1.1	Charakterystyka środowiska programowego ćwiczenia	3
1.1.1	Przygotowanie bazy wiedzy	3
1.1.2	Utworzenie klasyfikatora	5
1.1.3	Klasyfikacja danych	7
1.2	Przebieg ćwiczenia	8



1 Wprowadzenie

Przedmiotem ćwiczenia jest segmentacja obrazów biomedycznych przy wykorzystaniu wielowarstwowych, jednokierunkowych sztucznych sieci neuronowych. Ćwiczenie ilustruje wszystkie podstawowe etapy procedury rozpoznawania, obejmując proces tworzenia bazy danych, na podstawie której budowany jest system rozpoznawania, fazę wyznaczania opisu ilościowego obrazów, fazę treningu klasyfikatora i fazę wykorzystania wytrenowanego klasyfikatora do przeprowadzenia procesu rozpoznawania.

Ćwiczenie umożliwia zaznajomienie się z przebiegiem całego procesu klasyfikacji danych oraz daje możliwość wdrażania własnych pomysłów w zakresie tworzenia opisu ilościowego obrazów, odpowiedniego dla celów rozpoznawania.

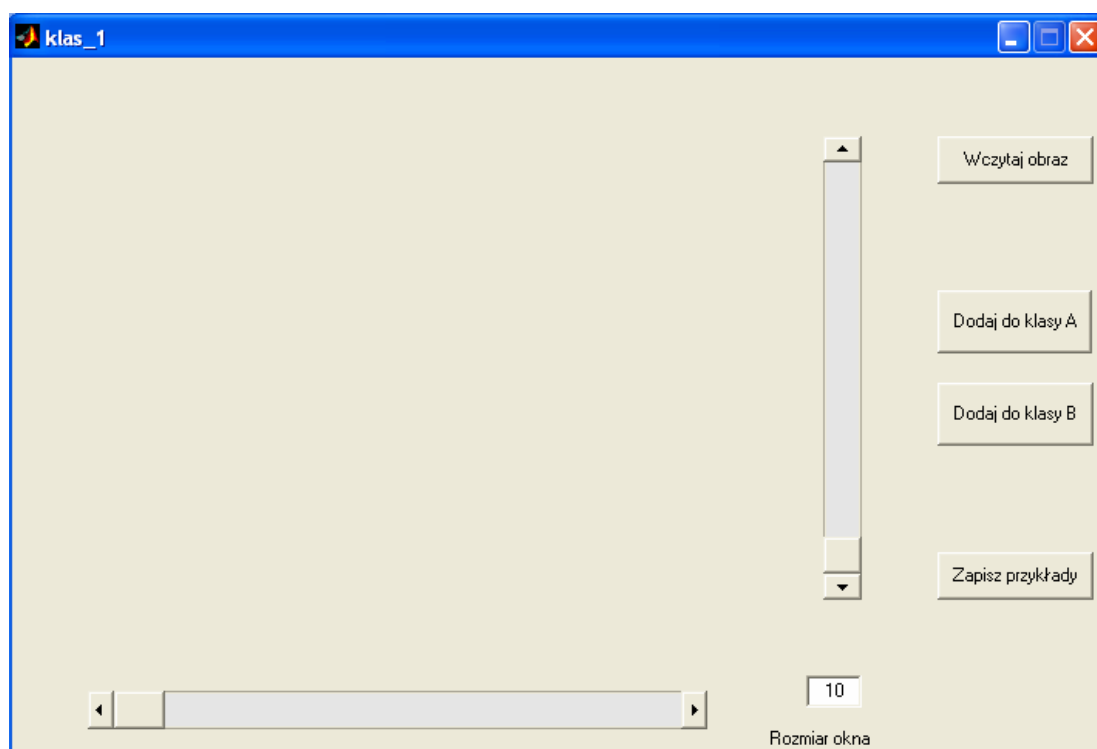
1.1 Charakterystyka środowiska programowego ćwiczenia

Dla celów ilustracji kolejnych czynności procesu konstruowania systemu automatycznego rozpoznawania obrazów, przygotowane zostały trzy programy, napisane w języku Matlab®. Pierwszy z nich, o roboczej nazwie GBW (generator bazy wiedzy) stanowi narzędzie tworzenia bazy wiedzy, stanowiącej podstawę dla realizacji automatycznego rozpoznawania obrazów. Baza wiedzy to zbiór obszarów obrazu, wskazanych przez eksperta jako próbki reprezentatywne kategorii rozważanych w rozpoznawaniu. Drugi z programów, o roboczej nazwie PKN (projektant klasyfikatora neuronowego), służy do zbudowania klasyfikatora obrazu i obejmuje funkcje: określenia cech ilościowych, służących do opisu fragmentów analizowanego obrazu, określania struktury sieci neuronowej, stanowiącej klasyfikator oraz wytrenowania sieci. Trzeci z programów, o roboczej nazwie KN (klasyfikator neuronowy) pozwala na realizację klasyfikacji danych, za pomocą sieci neuronowej zaprojektowanej i wytrenowanej przy użyciu programu PKN.

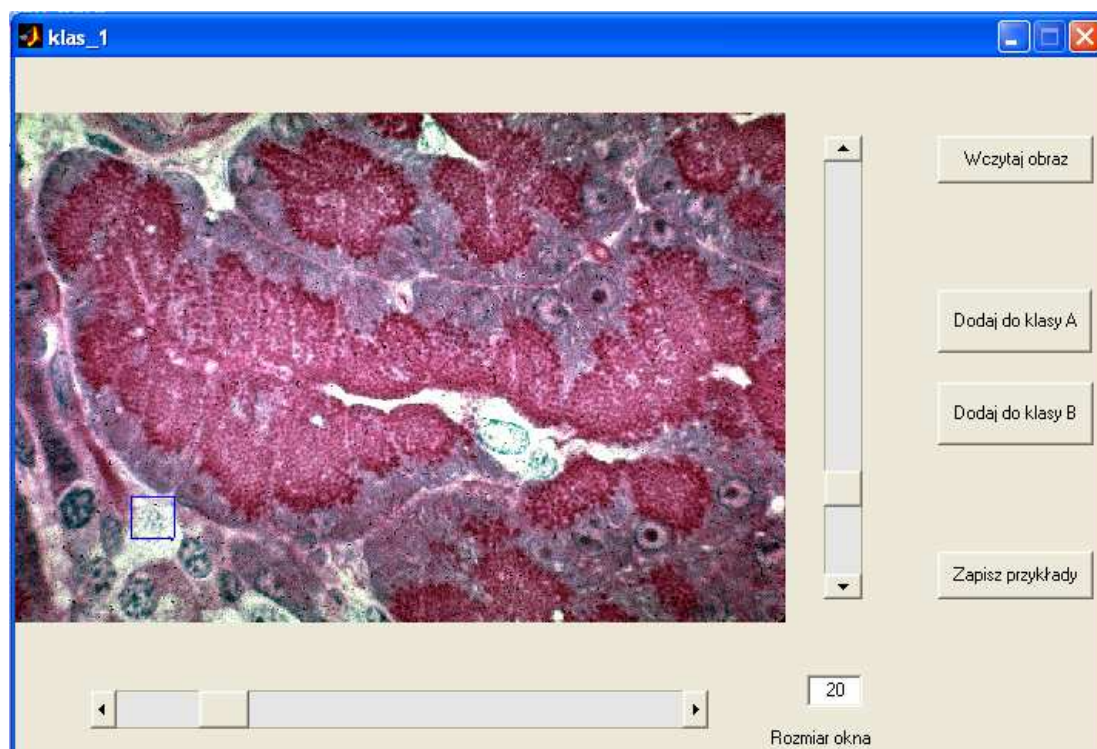
1.1.1 Przygotowanie bazy wiedzy

Pierwszy z przedstawionych programów (GBW) jest przeznaczony do konstruowania bazy przykładów, które będą stanowiły punkt wyjścia dla procedury wyboru cech opisujących obrazy i tworzenia klasyfikatora. Okno główne programu, przedstawione na rys. 1, zawiera zbiór narzędzi, pozwalających na wczytanie obrazu, wskazanie w nim obszarów, uznanych za reprezentatywne dla różnych klas, rozważanych w rozpoznawaniu (ograniczona do dwóch klas) oraz zapisanie utworzonej bazy danych na dysku.

Wybór obrazu, stanowiącego punkt wyjścia dla tworzenia bazy wiedzy następuje po wciśnięciu („kliknięciu”) przycisku „Wczytaj obraz”. W efekcie, pojawia się standardowe okno dialogowe przeglądania zasobów komputera, pozwalające na wskazanie i wybór odpowiedniego pliku graficznego.



Rysunek 1. Okno programu do tworzenia bazy wiedzy o problemie rozpoznawania obrazów.



Rysunek 2. Okno programu GBW po wczytaniu obrazu.

Po wczytaniu obrazu (rys.2) użytkownik programu może zdefiniować rozmiar okna, definiujący analizowany rozmiar obrazu (pole tekstowe z etykietą „Rozmiar okna”), który domyślnie ustawiony jest na wartość $r=10$ (okno ma wartość $2*r+1$, a więc dla domyślnej wartości okno jest kwadratem o boku 21 pikseli). Okno może być przesuwane po powierzchni obrazu przy użyciu dwóch suwaków: pionowego i poziomego. Jeżeli obszar obrazu znajdujący się wewnątrz obszaru okna jest uznany za reprezentatywny dla klasy, stanowiącej przedmiot zainteresowania zadania klasyfikacji, powinien on stać się elementem zbioru próbek reprezentatywnych klasy. Zapisanie tego obszaru w bazie danych następuje po wciśnięciu przycisku „Dodaj do klasy A”. Wszystkie próbki obrazu, które stanowią reprezentatywne elementy nie należące do rozważanej klasy, powinny być umieszczone w „komplementarnym” obszarze bazy wiedzy, co jest dokonywane poprzez wskazanie takiego obszaru i wciśnięcie przycisku „Dodaj do klasy B”. Po zakończeniu procesu wybierania obszarów obrazu, utworzona baza wiedzy jest zapisywana w pliku dyskowym po wciśnięciu przycisku „Zapisz przykłady”.

1.1.2 Utworzenie klasyfikatora

Okno programu PKN, służącego do projektowania klasyfikatora, przedstawione na rys.3, pozwala na realizację podstawowych kroków procedury budowania systemu klasyfikacji danych. Procedura ta rozpoczyna się wczytaniem bazy wiedzy, stanowiącej zbiór informacji, na podstawie którego budowany będzie klasyfikator (przycisk „Wczytaj dane”).

The screenshot shows a software window titled "klas_2" with a blue title bar. The main area is light beige and contains several interactive elements:

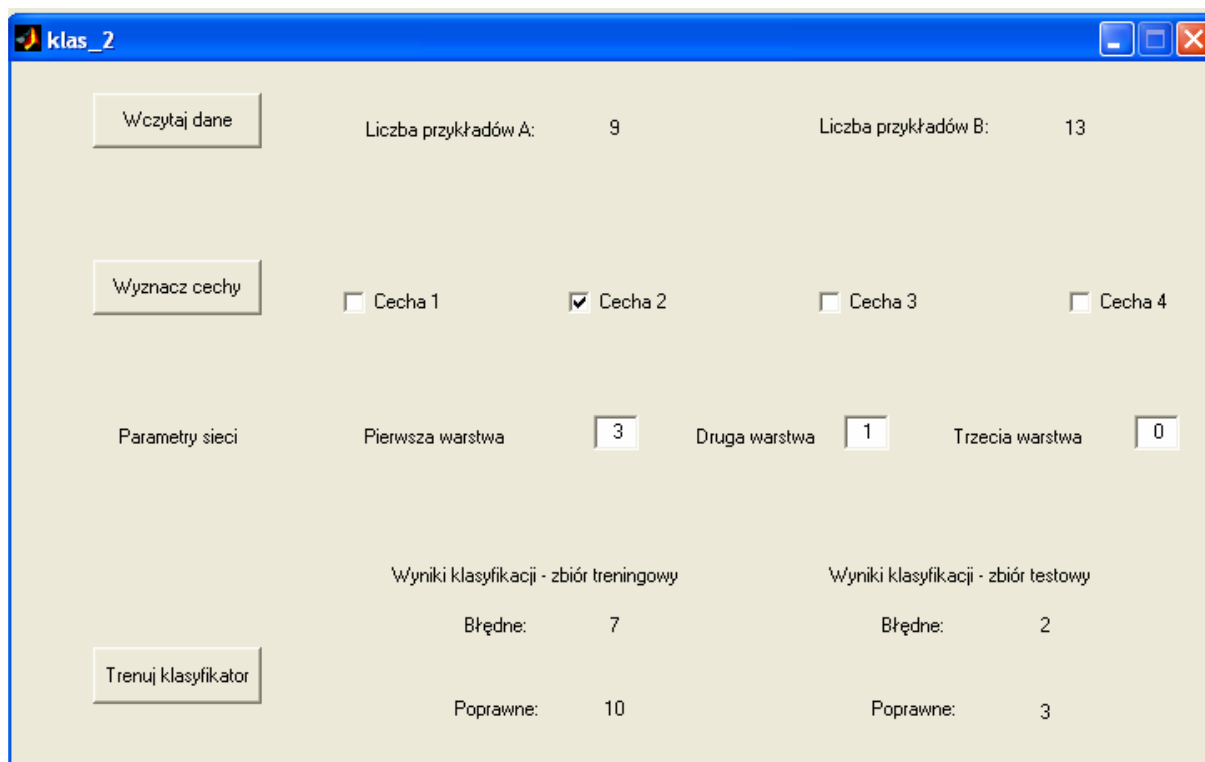
- Buttons:** "Wczytaj dane" (Load data), "Wyznacz cechy" (Define features), and "Trenuj klasyfikator" (Train classifier).
- Input fields:** "Liczba przykładów A:" and "Liczba przykładów B:" both with a question mark icon. Below them, four checkboxes labeled "Cecha 1", "Cecha 2", "Cecha 3", and "Cecha 4".
- Network parameters:** Under "Parametry sieci" (Network parameters), there are three input boxes for "Pierwsza warstwa" (1), "Druga warstwa" (1), and "Trzecia warstwa" (1).
- Results section:** Two columns for "Wyniki klasyfikacji" (Classification results). The left column is for "zbiór treningowy" (training set) and the right for "zbiór testowy" (test set). Each column has two rows: "Błędne:" (Wrong) and "Poprawne:" (Correct), each followed by a question mark icon.

Rysunek 3. Okno programu do projektowania klasyfikatora

Wczytane dane to utworzone w poprzedniej części macierze danych, odpowiadających wybranym fragmentom obrazu klas A i B. Wyznaczenie zwięzłego opisu zawartości tych macierzy, dokonywanego przy pomocy cech ilościowych (w programie PKN mogą to być nie więcej niż 4 różne cechy), następuje po zaznaczeniu odpowiedniego okienka wyboru i wciśnięciu przycisku „Wyznacz cechy” (rys. 4). W programie zaimplementowano dwie proste cechy wyznaczane dla macierzy: wartość średnią poziomu jasności („Cecha 1”) i wartość średnią koloru („Cecha 2”).

Wyznaczone wartości cech stanowią wektory danych wejściowych dla procedury treningu klasyfikatora. Klasyfikatorem jest sieć neuronowa jednokierunkowa, o strukturze trójwarstwowej, możliwej do zdefiniowania przez użytkownika programu, przy użyciu odpowiednich pól informacyjnych. Wpisanie w odpowiednie pole wartości liczbowej oznacza umieszczenie w danej warstwie takiej liczby neuronów.

Po zdefiniowaniu struktury sieci, uruchomiona zostaje procedura treningu klasyfikatora (przycisk „Trenuj klasyfikator”). Wyniki treningu są wyświetlane w polach informacyjnych, osobno dla próbek zbioru treningowego jak i zbioru testowego. Po przeprowadzeniu procedury treningu, parametry utworzonej sieci neuronowej są automatycznie zapisywane na dysku.



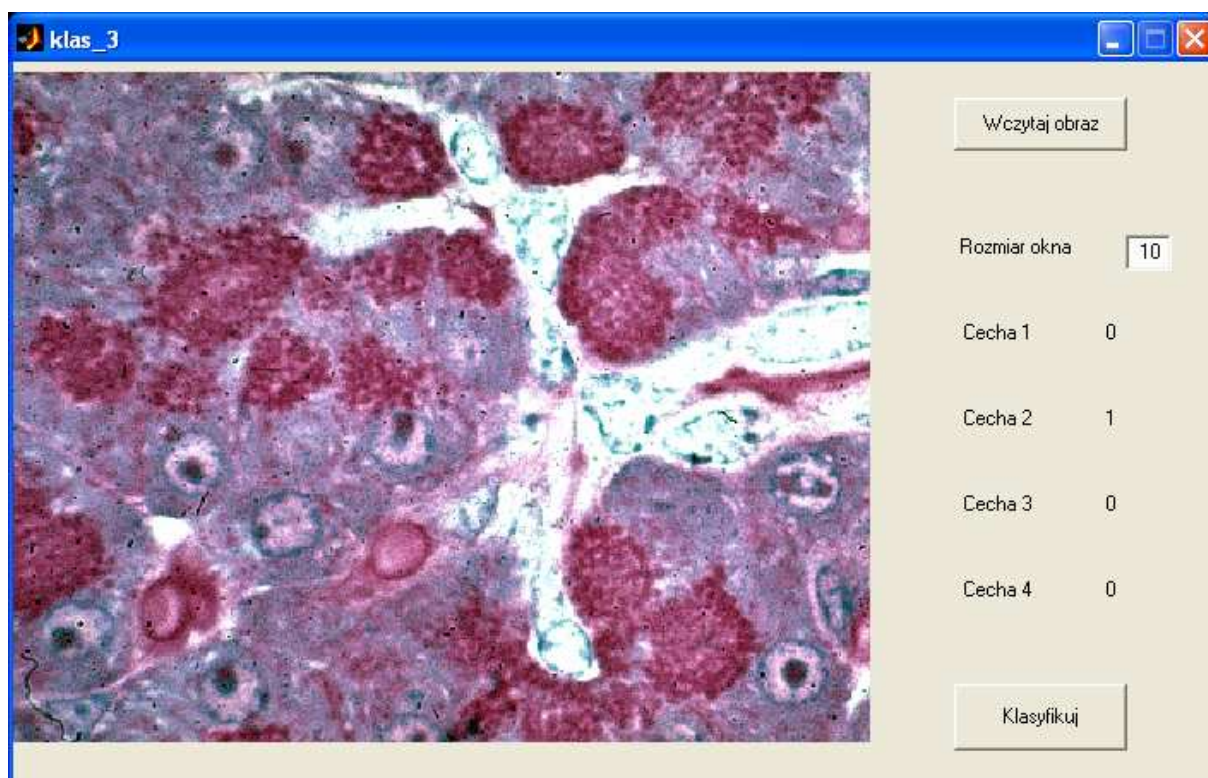
Wyniki klasyfikacji - zbiór treningowy		Wyniki klasyfikacji - zbiór testowy	
Błędne:	7	Błędne:	2
Poprawne:	10	Poprawne:	3

Rysunek 4. Wygląd okna programu PKN po wykonaniu procedury treningu klasyfikatora.

1.1.3 Klasyfikacja danych

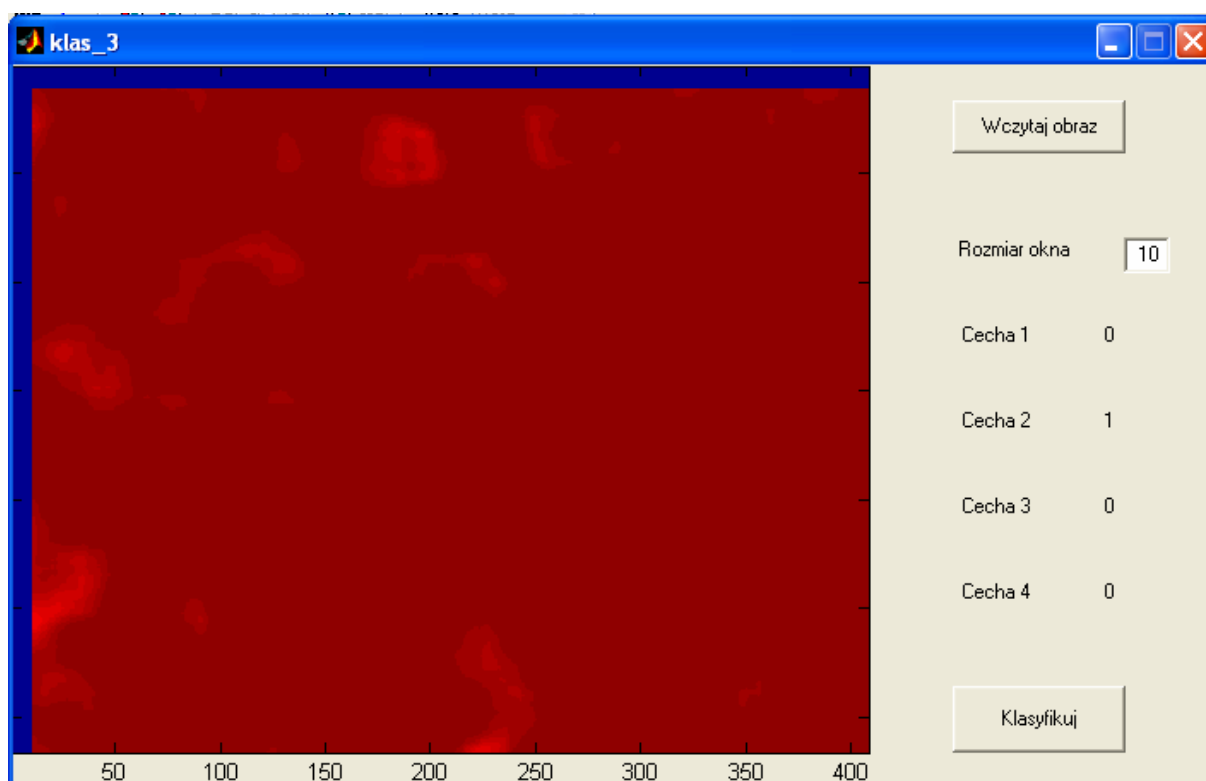
Okno programu KN, służącego do przeprowadzenia klasyfikacji danych zostało przedstawione na rys. 5. Klasyfikacja jest przeprowadzana przy użyciu sieci zaprojektowanej w programie PKN. Dodatkowo, w oknie programu prezentowana jest informacja o cechach, używanych do treningu klasyfikatora (wartość '1' oznacza uwzględnienie cechy jako źródła danych o obrazie, wartość '0' – brak tej cechy).

Obiektem klasyfikacji jest obraz, który może być wczytany po wciśnięciu przycisku „Wczytaj obraz”. Rozmiar okna, używanego podczas klasyfikacji do wyznaczania cech fragmentów obrazu, może być określony przez użytkownika, poprzez wpisanie odpowiedniej wartości w pole „Rozmiar okna” (domyślna wartość to $r=10$).



Rysunek 5. Okno programu KN z wczytanym obrazem przeznaczonym do analizy

Klasyfikacja obrazu jest uruchamiana przyciśnięciem przycisku „Klasyfikuj”. Procedura klasyfikacji wyznacza dla obszaru o przyjętym rozmiarze wokół każdego punktu obrazu, wybrane cechy. Cechy te są następnie podawane na wejścia wytrenowanej sieci neuronowej. Wynik klasyfikacji jest wyświetlany jako obraz, którego wartości są proporcjonalne do odpowiedzi sieci neuronowej (elementy obrazu najlepiej odpowiadające wzorcom z klasy A są reprezentowane przez największe poziomy jasności (jasno-szare), tła – przez wartości ciemno-szare lub czerwone). Przykładowy wynik klasyfikacji został zamieszczony na rys. 6.



Rysunek 6. Wynik klasyfikacji obrazu testowego

1.2 Przebieg ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie słuchaczy z procedurą klasyfikacji obszarów obrazów biomedycznych. W pierwszej części, będą oni zapoznani z przebiegiem tej procedury. W drugiej, będą proszeni o przeprowadzenie eksperymentów w zakresie doboru struktury sieci neuronowej, pozwalającej na uzyskanie maksymalnej skuteczności klasyfikacji. Ostatnia część ćwiczenia to próba uzupełnienia brakujących elementów procedury wyznaczania cech ilościowych, opisujących analizowane fragmenty obrazu. Studenci będą proszeni o zaproponowanie cech, które mogłyby być przydatne dla uzyskania właściwego rozpoznawania i oprogramowanie procesu ich wyznaczania.