

*Bogusława Łapczyńska-Kordon, Jerzy Langman, Norbert Pedryc
Katedra Inżynierii Mechanicznej i Agrofizyki
Akademia Rolnicza w Krakowie*

ALGORYTM ROZPOZNAWANIA OBRAZÓW MATERIAŁÓW BIOLOGICZNYCH

Streszczenie

Opracowując wyniki pomiarów zarejestrowanych w postaci graficznej często mamy do czynienia z koniecznością porównywania ze sobą dwóch lub więcej obrazów. Nie zawsze zachodzi potrzeba porównywania ze sobą całych obrazów, nieraz wystarczające jest określenie różnic lub podobieństw na podstawie analizy pewnych ich charakterystycznych fragmentów. W pracy przedstawiono algorytm rozpoznawania obrazów na podstawie analizy rozmieszczenia na nich pewnych charakterystycznych wcześniej zdefiniowanych elementów.

Zaprezentowano zarówno porównywanie z wykorzystaniem współrzędnych biegunowych metodą analityczną jak też próbę wykorzystania sztucznych sieci neuronowych do klasyfikacji obrazów.

Słowa kluczowe: sztuczne sieci neuronowe, rozpoznawanie obrazów

Wprowadzenie

Opracowując wyniki pomiarów zarejestrowanych w postaci graficznej często mamy do czynienia z koniecznością porównywania ze sobą dwóch lub więcej obrazów. Nie zawsze zachodzi potrzeba porównywania ze sobą całych obrazów, nieraz wystarczające jest określenie różnic lub podobieństw na podstawie analizy pewnych ich charakterystycznych fragmentów.

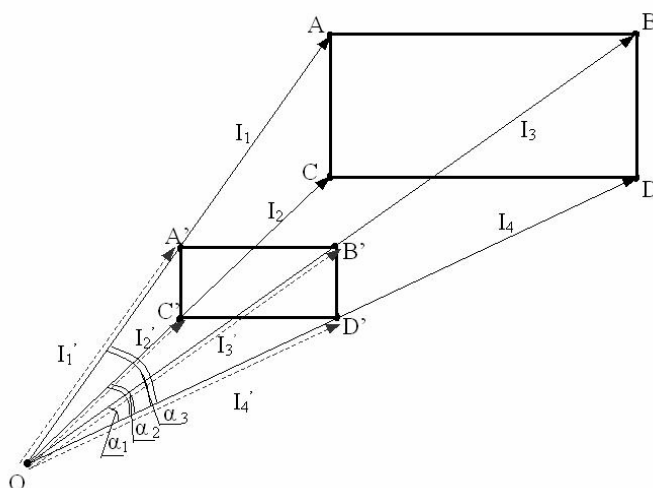
Wykorzystywane w tym celu istniejące algorytmy są dokładne, lecz bardzo skomplikowane, tym samym korzystanie z nich wymaga używania sprzętu o dużych mocach obliczeniowych. Także ich implementacja w środowisku programowym używanym do pomiarów może być trudna i skomplikowana. Dlatego też podjęto prace mające na celu opracowanie prostego algorytmu pozwalającego na rozpoznawanie obrazów na podstawie analizy rozmieszczenia względem siebie kilku bądź kilkunastu charakterystycznych fragmentów. Uproszczenie metody analizy obrazu pociąga za sobą obniżenie dokładności, lecz dzięki jej prostocie możemy

uzyskać zwiększenie prędkości działania oprogramowania oraz możliwość wykorzystania jej na sprzęcie komputerowym o niewielkich możliwościach obliczeniowych.

Opis metody rozpoznawania obrazu

W celu porównania ze sobą dwóch lub więcej podobnych obrazów należy na nich określić pewne powtarzalne punkty charakterystyczne. Jeżeli położenie względem siebie tych punktów na porównywanych obrazach jest identyczne to możemy założyć z dużym prawdopodobieństwem, że porównywane obrazy są podobne lub należą do jednej klasy.

Położenie punktów charakterystycznych na analizowanym obrazie możemy przedstawić jako pary liczb, będące współrzędnymi tych punktów w prostokątnym układzie współrzędnych. Porównywanie obrazów sprowadza się w zasadzie do porównywania ze sobą par liczb przy założonej wielkości możliwych odchyłek współrzędnych analizowanych punktów. Taka metoda jest bardzo dobra i szybka, lecz analizowane obrazy muszą być w tej samej skali (powiększeniu). Zastosowanie biegunowego układu współrzędnych do określania wzajemnego położenia punktów charakterystycznych analizowanych obrazów pozwala na porównywanie ze sobą obrazów o różnych skalach (powiększeniach). Przedstawione jest to na rys. 1.



Rys. 1. Zastosowanie współrzędnych biegunowych do identyfikacji punktów charakterystycznych obrazu

Fig. 1. Pole coordinates used for identification of characteristic points of an image

Celem przygotowania obrazu do porównywania należy (rys.1):

- wyznaczyć długości wektorów oraz określić wartości bezwymiarowych współczynników stosunków ich długości względem wybranego wektora bazowego

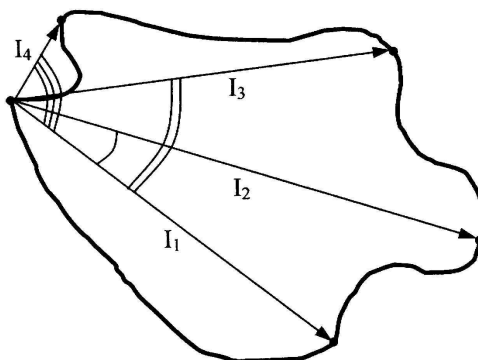
$$I_1 / I_2 = K_1, I_1 / I_3 = K_2, I_1 / I_4 = K_3$$

$$I_1' / I_2' = K_1, I_1' / I_3' = K_2, I_1' / I_4' = K_3$$

- wyznaczyć wartości kątów pomiędzy wektorem bazowym a pozostałymi wektorami

$$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$$

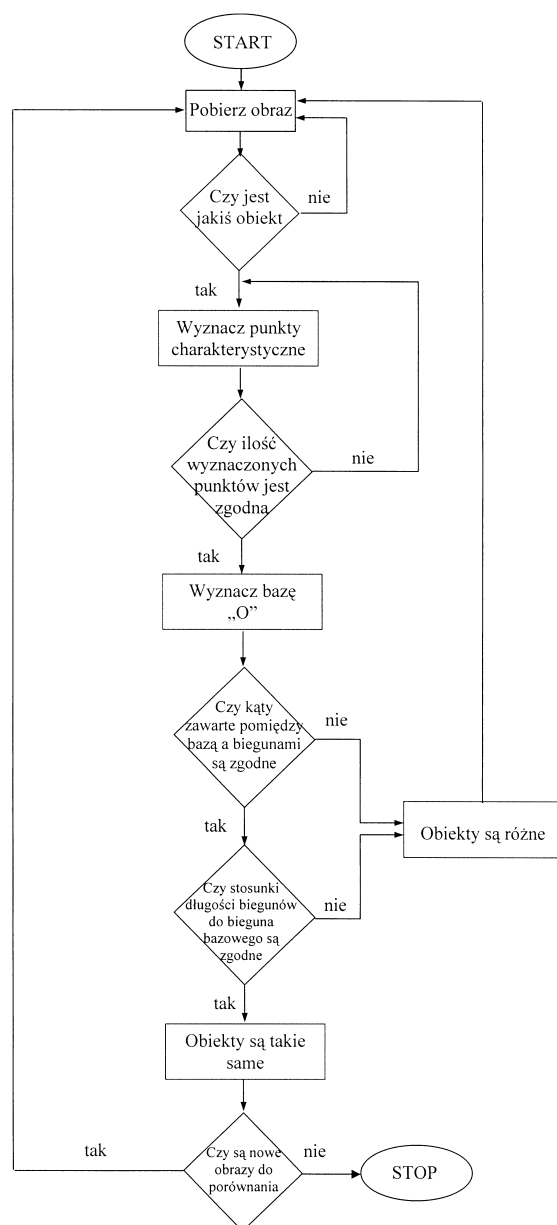
Stosunek długości wektorów (biegunów) do długości wektora (bieguna) bazowego jest stały i niezależny od powiększenia analizowanego obrazu, natomiast wartości kątów są niezmiennie i niezależne od powiększenia analizowanego obrazu. Jako punkt bazowy (biegun) przyjętego układu współrzędnych można wybrać albo jakiś punkt charakterystyczny leżący poza analizowanym obszarem albo dowolny punkt charakterystyczny należący do analizowanego obszaru, co przedstawione jest na rys. 2.



Rys. 2. Wykorzystanie punktu charakterystycznego obrazu jako bazy dla układu współrzędnych

Fig. 2. Utilization of characteristic image point as a basis for the system of coordinates

Porównanie wartości bezwymiarowych współczynników K_n i kątów α_n między wektorami przeprowadzane jest według algorytmu przedstawionego na rys. 3.



Rys. 3. Algorytm rozpoznawania obrazu z wykorzystaniem stosunków długości wektorów do wektora bazowego

Fig. 3. Algorithm for image identification using the relationship between vector lengths and the basic vector

Porównywanie ze sobą dwóch obrazów rozpoczyna się od porównania ze sobą wielkości kątów między wektorami. Jeżeli wynik tego porównania jest pozytywny oznacza to zgodność pierwszej grupy cech opisujących porównywane ze sobą obrazy. W następnym kroku porównywane są ze sobą bezwymiarowe współczynniki stosunków długości wektorów punktów charakterystycznych porównywanych obrazów. Wynik pozytywny oznacza zgodność drugiej grupy cech, opisującej porównywane ze sobą obrazy. Podczas przygotowywania danych liczbowych opisujących obrazy można popełnić błędy polegające choćby na niedokładnym oznaczeniu punktów charakterystycznych, a co się z tym wiąże wartości kątów między wektorami oraz wartości współczynników bezwymiarowych stosunków długości wektorów dla dwóch identycznych obrazów będą się różnić między sobą. Porównywanie ze sobą dwóch obrazów może dać w tym przypadku wynik negatywny. Dlatego jedynym rozwiązaniem jest przyjęcie zakresu tolerancji (błędu lub dopuszczalnych odchyłek) podczas procesu porównywania ze sobą cech opisujących dwa obrazy. Sytuacja taka może wystąpić w przypadku porównywania ze sobą obrazów zaszumianych bądź zdeformowanych. Określenie wielkości dopuszczalnych odchyłek jest obarczone już na początku dużym błędem wynikającym z subiektywnych ocen osoby ustalającej te wartości. Można tego uniknąć stosując odpowiednio wytrenowane sztuczne sieci neuronowe do procesu porównywania cech opisujących porównywane obrazy. Jest to możliwe dzięki jednej z podstawowych cech sztucznych sieci neuronowych jaką jest zdolność do uogólniania rozwiązywanego problemu. Podczas samego procesu uczenia sieci poprzez zastosowanie odpowiednich metod można osiągnąć zdolność sieci do rozpoznawania obrazów zdeformowanych bądź uszkodzonych.

Architektura sztucznej sieci neuronowej do rozpoznawania obrazu

Architektura sztucznej sieci neuronowej zastosowanej do rozpoznawania obrazów przedstawia się następująco:

– Wejście sieci neuronowej.

Liczba wejść sieci $K_1, K_2, K_3, \dots, K_n, \alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_n$ jest zdeterminowana liczbą punktów charakterystycznych rozpoznawanych obrazów.

– Warstwa ukryta.

Liczba neuronów warstwy ukrytej dobierana podczas procesu uczenia sieci, tak aby uzyskać założony błąd uczenia sieci oraz zależy ona od liczby wejść i wyjść sieci neuronowej.

– Wyjście sieci neuronowej.

Zbiór wyjść O_1, \dots, O_m sieci neuronowej należy traktować jako wyjście równoległe m bitowe, co pozwala na identyfikację do $(2^m - 1)$ obrazów. Liczba wyjść jest określona liczbą klas rozpoznawanych obrazów.

- *Funkcje aktywacji.*

Zastosowano funkcje: warstwa ukryta – tangens hiperboliczny, warstwa wyjściowa – funkcja logistyczna.

Jako metodę uczenia sieci wybrano wsteczną propagację błędu. Jest to metoda uczenia, która sprawdziła się w wielu inżynierskich zastosowaniach sztucznych sieci neuronowych. Dane tworzące pliki, uczący oraz testujący należy, znormalizować tak aby tworzyły one zbiór zawarty w przedziale $(-1, 1)$. Zastosowanie normalizacji w istotny sposób przyspiesza proces uczenia sieci oraz ma znaczący wpływ na zdolności uogólniania sieci neuronowej.

Wnioski

1. Zastosowanie współrzędnych biegunowych do opisu położenia charakterystycznych fragmentów obrazu pozwala na porównywanie ze sobą obrazów w różnych powiększeniach.
2. Rozpoznawanie obrazów poprzez porównywanie ich charakterystycznych fragmentów możliwe jest z zastosowaniem sztucznych sieci neuronowych.
3. Sztuczne sieci neuronowe umożliwiają rozpoznawanie obrazów zniekształconych i zaszumianych.

Bibliografia

Oowski S. 1996. Sieci neuronowe w ujęciu algorytmicznym, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa.

Rutkowska D., Piliński M., Rutkowski L. 1997. Sieci neuronowe, algorytmy genetyczne i systemy rozmyte, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa – Łódź.

ALGORITHM FOR IDENTIFICATION OF BIOLOGICAL MATERIALS IMAGES

Summary

In handling graphic representations of measurement results, need often arises to compare two or more images. It is not always necessary to compare the entire images. Sometimes it suffices to describe differences or similarities based on the analysis of certain characteristic fragments. This body of work presents an algorithm for recognizing images based on certain pre-set characteristic elements. A process of comparing – through the analytical method – using polar coordinates, as well as an attempt to utilize artificial neural networks for the classification of images is also presented.

Key words: artificial neural networks, classification of images