

*Krzysztof Koszela, Jerzy Weres  
Instytut Inżynierii Rolniczej  
Akademia Rolnicza w Poznaniu*

## **ANALIZA I KLASYFIKACJA OBRAZÓW SUSZU WARZYWNEGO Z WYKORZYSTANIEM SZTUCZNYCH SIECI NEURONOWYCH**

### **Streszczenie**

W życiu codziennym bardzo często dokonujemy oceny naszego otoczenia i na tej podstawie podejmujemy decyzje o klasyfikacji obserwowanej sytuacji. Czynimy to w oparciu o obserwację otoczenia jak również napływającą z różnych źródeł informację z wykorzystaniem posiadanej wiedzy i zdolności. Proces ten jest dla nas całkowicie naturalny. Jeżeli jednak chcemy podobne zadanie zlecić systemowi komputerowemu to wówczas musimy wykonać wiele kroków, które pozwolą w części odwzorować za pomocą oprogramowania ludzką zdolność do obserwacji, uczenia się i dokonywania podejmowania ostatecznej decyzji w oparciu o posiadaną wiedzę. Wzrastający poziom komplikacji informacji wywołuje rosnące zapotrzebowanie na systemy zdolne do rozpoznawania i dokonywania klasyfikacji prezentowanych im obiektów.

Jednym z takich obiektów jest susz warzywny, którego ocena jakości i jego klasyfikacja przysparza szereg problemów.

W pracy przedstawiono koncepcję metody analizy obrazów suszu warzywnego i zastosowanie jej do szybkiego oszacowania udziału poszczególnych frakcji w badanej próbie pod względem barwy i kształtu.

**Słowa kluczowe:** sztuczna inteligencja, sztuczne sieci neuronowe, rozpoznawanie obiektów, przetwarzanie obrazów

### **Wprowadzenie**

Użyteczność informacji w rozwiązywaniu problemów zależy od tego, jak są one istotne, aktualne i dokładne. Najbardziej jednak o wartości pozyskanej informacji decyduje jej dostępność i ocena, w jakim stopniu przyczynia się ona do poprawy jakości konkretnych rozwiązań. Dużą poprawę przyniósł tu znaczący i szybki rozwój technologii informatycznych. Obserwuje się ciągły wzrost zastosowań technik komputerowych we wszystkich dziedzinach wiedzy, w tym, w rozwiązywaniu

i analizie zagadnień w inżynierii rolniczej. Problemy, które trudno byłoby rozwiązać bez ich użycia, dotyczą procesów decyzyjnych w złożonych systemach rolnictwa. [Trajer 2001]. Działania wspomagające procesy decyzyjne nie odnoszą się tylko do użytkowania zbioru znanych metod i środków informatycznych, ale również do opracowania odpowiedniej metodyki realizacji postawionego celu oraz ujęcia systemowego analizowanego zagadnienia [Sadowski 1977].

Warzywa i susze warzywne stanowią nieodzowny składnik naszego pożywienia ze względu na dużą wartość żywieniową (zawierają witaminy, sole mineralne, węglowodany) jak i właściwości profilaktyczne i nawet lecznicze. Dlatego też stanowią jedną z ważniejszych gałęzi rolnictwa. Stają się coraz bardziej cenionym i poszukiwanym komponentem występującym w procesie produkcji różnych przypraw, zup w proszku i sosów. W dobie rosnącej popularności dań gotowych zapotrzebowanie na susze warzywne bardzo wzrosło, a suszarnictwo w naszym kraju ma perspektywy rozwoju. W globalnej produkcji towarowej w Polsce z roku na rok wzrasta udział produkcji warzyw. Polska jest również w czołówce ilości eksportowanego suszu warzywnego na rynki UE i świata.

Jednym z najważniejszych czynników, który decyduje o cenie i popycie na dany susz jest jego jakość. Większość suszarek musi zostać dostosowana do coraz większych wymagań odbiorców. Jednym z ważniejszych parametrów oprócz wilgotności suszu jest jego barwa i odpowiedni kształt. Ocena jakości suszu warzywnego w praktyce może odbywać się za pomocą urządzeń do sortowania lub organoleptycznie. Częściej jest zastosowana druga metoda, gdyż jest szybsza i mniej kosztowna, jednak mało wiarygodna. Dlatego też celowe wydaje się opracowanie wiarygodnych metod analizy obrazów suszu warzywnego i zastosowanie ich do szybkiego oszacowania udziału poszczególnych frakcji w badanej próbce pod względem barwy i kształtu.

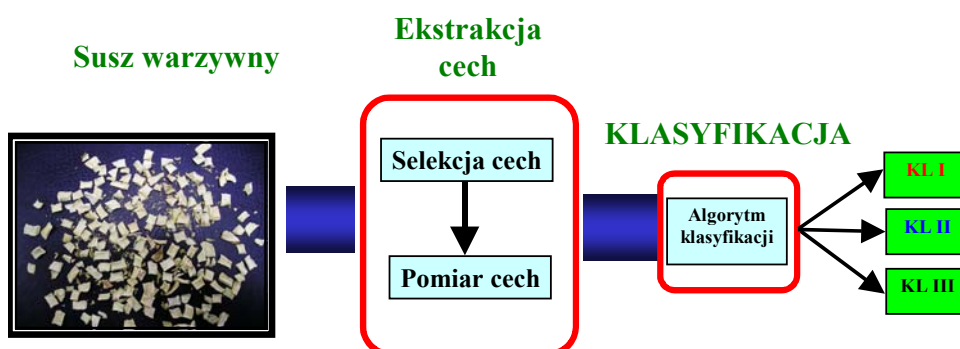
## **Cel badań**

Celem pracy jest opracowanie metody zawierającej oryginalne rozwiązania, przeznaczonej do analizy obrazów suszu warzywnego, umożliwiającej dokładniejsze niż dotąd poznanie struktury badanego systemu empirycznego, ocenę jakości tego suszu i jego klasyfikację. Przyjęto założenia, że opracowywana metoda powinna charakteryzować się następującymi cechami:

- wysoka dokładność i wiarygodność otrzymywanych wyników,
- wysoka skuteczność działania oraz wysoki stopień automatyzacji procesu akwizycji danych do analizy,
- wysoki stopień powtarzalności pomiarów,
- niski koszt realizacji projektu.

## Opis metody

Klasyfikacja jest to dzielenie dowolnego zbioru elementów na grupy, do których zalicza się elementy różniące, ale podobne, tj. mające własności wyróżniające daną grupę. Ogólny schemat zadania rozpoznawania i klasyfikacji suszu warzywnego przedstawia rys. 1.



Rys. 1. Ogólny schemat zadania rozpoznawania i klasyfikacji suszu warzywnego  
 Fig. 1. General diagram of dried vegetables' recognition and classification task

Głównymi motywacjami które skłaniają do dokonywania klasyfikacji są:

- problem polegający na określeniu przynależności obiektu do pewnej klasy,
- trudność polegająca na znalezieniu odpowiedniej i szybkiej metody wnioskowania umożliwiającej prawidłowe przyporządkowanie obiektów do klas,
- problem prawidłowej klasyfikacji obiektów nowych, nie określonych w zbiorze danych – problem uogólnienia wiedzy.

Główna idea metody dotyczy zdefiniowania ilości odpowiednich frakcji suszu warzywnego w badanej próbie pod względem barwy i kształtu. Wiadomym jest fakt, że susze warzywno po procesie suszenia mogą mieć różnorodny kształt, pomimo określenia parametrów cięcia na wejściu suszarki kostki 10x10 mm.

Metoda polega na realizacji następujących, działań:

- przygotowanie próby suszu warzywnego,
- wykonanie zdjęcia badanego suszu,
- wstępne przetworzenie obrazu,
- akwizycja obrazu do programu za pomocą którego odbywa się analiza,
- zdefiniowanie klas poszczególnych obiektów,

- digitalizacja obrazu,
- obliczanie udziału poszczególnych klas w badanej próbie,
- obliczanie wybranych parametrów statystycznych,
- analiza wyników mająca na celu zdefiniowanie ilości poszczególnych frakcji.

Pierwszym etapem jest przygotowanie reprezentatywnych prób wybranego suszu warzywnego. Kolejnym etapem jest uzyskanie obrazu badanego systemu empirycznego w postaci cyfrowej. W tym celu wykonuje się zdjęcia, a następnie wprowadza do programu w postaci plików o formacie JPG, JPEG, BMP. Obrazy te poddawane są dalszej analizie posiadają następujące parametry: rozdzielczość kolorów jak również wielkość obrazu. Istnieje możliwość skalowania i filtracji tych obrazów w przypadku występujących szumów.

Kolejnym krokiem jest określanie poszukiwanych klas i obliczanie poszczególnych właściwości jak wymiary kostek danego suszu jak również jego barwa. W następnym kroku jest zilustrowany w sposób graficzny rozkład poszczególnych klas w badanej próbie. Drugą możliwością danej metody jest wykorzystanie sztucznych sieci neuronowych (sieć Kohonena i perceptron wielowarstwowy) do klasyfikacji badanego suszu.

Przedstawiona wyżej analiza stanu problemu wskazuje, że dla podwyższenia poziomu wiarygodności i dokładności oceny jakości suszu warzywnego, konieczne jest stworzenie nowego modelu klasyfikacji tego suszu. Wymaga to jednak nowatorskiego podejścia do rozwiązania tego problemu. Nowe możliwości w tym zakresie stwarzają techniki rozpoznawania obrazów, jak również techniki neuronowe. Model klasyfikacyjny zbudowany w oparciu o metody algorytmiczne, jak również o techniki neuronowe będzie w stanie szybko i dokładnie zweryfikować jakość suszu warzywnego. Stanowić to będzie wielką zaletę nowego modelu klasyfikacyjnego zwłaszcza, że w praktyce użytkownicy nie posiadają w pełni wiedzy o możliwościach analizy obrazów.

## **Wnioski**

1. Ciągłe istnieje potrzeba budowania automatycznych i szybkich narzędzi dających możliwość klasyfikacji obiektów.
2. Sztuczne sieci neuronowe posiadają immanentną zdolność do uogólnień i mogą posłużyć jako skuteczne narzędzie pod warunkiem doboru odpowiedniej konfiguracji.
3. Po wstępnych badaniach można stwierdzić, że sztuczne sieci neuronowe są wydajnym i wiarygodnym narzędziem do klasyfikacji suszy warzyw.

## **Bibliografia**

- Bubnicki Z. 1990. Wstęp do systemów ekspertowych, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- Chromiec J., Strzemieczna E. 1995. Sztuczna inteligencja. Metody konstrukcji i analizy systemów eksperckich, Akademicka Oficyna Wydawnicza PLJ, Warszawa.
- Duch W., Korbicz J., Rutkowski L., Tadeusiewicz R. 2000. Sieci neuronowe. Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa.
- Jarczyk A., Berdowski B.J. 1997. Przetwórstwo owoców i warzyw. Wydawnictwo Szkolne i Pedagogiczne. Warszawa.
- Kosiński R. 2002. Sztuczne sieci neuronowe. WNT, Warszawa.
- Minsky, M. S. 1969. Papert, „Perceptrons”, MIT Press, Cambridge.
- Mulawka Jan J. 1996. Systemy ekspertowe, Wydawnictwo Naukowe-Techniczne, Warszawa.
- Osowski S. 1996. Sieci neuronowe w ujęciu algorytmicznym. WNT, Warszawa.
- Osowski S. 2000. Sieci neuronowe do przetwarzania informacji. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa.
- Oszmiański J. 2002. Technologia i analiza produktów z owoców i warzyw. Wydawnictwo AXA. Wrocław.
- Sadowski W. 1977. Decyzje i prognozy. PWE, Warszawa.
- Stateczny A., Praczyk T. 2002. Sztuczne sieci neuronowe w rozpoznawaniu obiektów morskich. Gdańskie Towarzystwo Naukowe, Gdynia.
- Trajer J. 2001. Modelowanie procesu przechowywania warzyw w wybranych jego aspektach. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- Stateczny A., Praczyk T. 2002. Sztuczne sieci neuronowe w rozpoznawaniu obiektów morskich. Gdańskie Towarzystwo Naukowe, Gdynia.
- Żurada J., Barski M. 1996. Sztuczne sieci neuronowe. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.

**ANALYSIS AND CLASSIFICATION OF DRIED VEGETABLES'  
IMAGES WITH UTILIZATION  
OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS**

**Summary**

In everyday life we often evaluate our surroundings and on this basis we make decisions about the classification of the observed situation. We do it by watching our surroundings as well as by analysing the information coming to us from various sources by means of the knowledge and the abilities we possess. This process is completely natural for us. However, if we want a computer system to do it, we need to make many steps in order to partly reflect in the software the human ability to observe, learn and make the final decision on the basis of the possessed knowledge. The increasing complexity of information causes a rising demand for systems capable of recognizing and classifying objects presented to them. One of such objects are dried vegetables whose quality evaluation and classification cause many problems. In the thesis the concept of dried vegetables' image analysis method was presented as well as its application to quick colour and shape evaluation of individual fractions in a tested sample.

**Key words:** artificial intelligence, artificial neurone networks, object recognition, image processing