

COMPUTER SYSTEM PiAO2 AS A TOOL FOR ASSIST NEURAL CLASSIFICATION OF TOMATOES WITHOUT SUPERVISION

Summary

Image analysis and gathering data from digital images is an important element in process of generating learning sets for the construction of the neural models. With the development of computer image analysis it is possible to obtain more data. This is a reason to create and develop computer systems that support neural image analysis and increase usability of this software.

Key words: tomatoes; image analysis; artificial intelligence; neural networks; computer systems

SYSTEM INFORMATYCZNY PiAO2 JAKO NARZĘDZIE WSPOMAGAJĄCE BEZWZORCOWĄ NEURONOWĄ KLASYFIKACJĘ POMIDORÓW

Streszczenie

Analiza obrazów oraz pozyskiwanie danych zawartych w obrazach cyfrowych są istotnym elementem w procesie generowania zbiorów uczących, przeznaczonych do budowy modeli neuronowych. Wraz z rozwojem komputerowej analizy obrazu możliwe jest pozyskiwanie coraz większej ilości danych. Dlatego zasadne jest tworzenie nowych oraz modyfikowanie istniejących systemów informatycznych, wspierających neuronową analizę obrazów o nowe funkcje, zwiększające użyteczność tych aplikacji.

Słowa kluczowe: pomidory; analiza obrazu; sztuczna inteligencja; sieci neuronowe; systemy informatyczne

1. Wprowadzenie

Pozyskiwanie danych z obrazów cyfrowych stanowi nieodłączny element generowania zbiorów uczących, niezbędnych w modelowaniu neuronowym. Analiza obrazów oraz pozyskiwanie informacji zakodowanych w formie graficznej jest procesem złożonym, wymagającym użycia skomplikowanych, dedykowanych narzędzi. System informatyczny *PiAO2* (*Przetwarzanie i Analiza Obrazów ver. 2*) został zaprojektowany i opracowany w celu wspomaganie procesu akwizycji obrazu, jako narzędzie wspierające bezwzorcową klasyfikację neuronową jakości pomidorów. Aplikacja *PiAO2* powstała na bazie uniwersalnego systemu informatycznego *PiAO* [7]. Opracowana aplikacja umożliwia analizę, identyfikację i ekstrakcję cech charakterystycznych pomidorów, wykorzystywanych w kontroli jakościowej tych produktów.

Ze względu na uwarunkowania rynkowe, kontrola jakości stała się jednym z najwyższych priorytetów producentów branży rolno-spożywczej. Obecnie stosuje się cały przekrój metod kontroli jakości, od manualnych poprzez narzędzia dedykowane, systemy informatyczne, jak również coraz powszechniej stosuje się modelowanie neuronowe [8].

Sztuczne Sieci Neuronowe (*SSN*) są uznanymi narzędziami klasyfikacyjnymi. Stosuje się je między innymi jako klasyfikatory w identyfikacji wzorców głosek, prognozowaniu, neurointerpolacji. Ze względu na swoje właściwości uczenia się i odporności na niekompletną lub zaszumioną informację są stosowane w rozwiązywaniu zadań, w których tradycyjne metody związane z informatyką lub automatyką zawodzą.

Jednym z typów *SSN* są samoorganizujące się mapy cech, sieci neuronowe typu Kohonena, które podczas procesu uczenia wykorzystują optymalizację bezwzorcową, to znaczy że generowanie sieci przebiega w trybie „bez na-

uczyciela” [4]. Sieci te nie posiadają określonego celu uczenia, niedostępne są dla nich informacje opisujące poprawność udzielanej odpowiedzi. Proces uczenia polega na analizie reakcji na pobudzenie, samoorganizacji cech. Tak uczona sieć potrafi oceniać podobieństwa wzorca, grupować, kodować oraz kompresować [5].

2. Ogólna charakterystyka programu

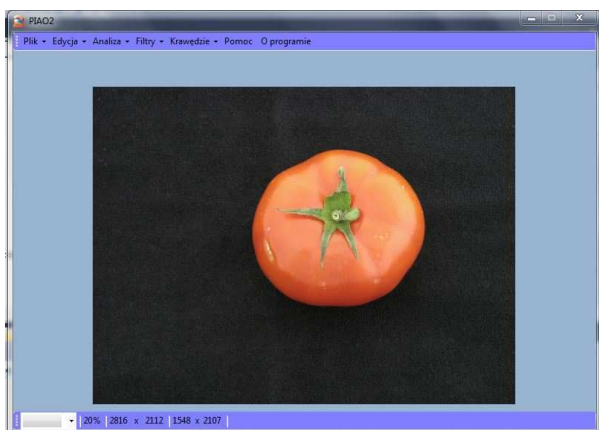
System informatyczny *PiAO2* to narzędzie do przetwarzania oraz analizy obrazów cyfrowych pomidorów w celu wsparcia procesu automatycznej ekstrakcji cech charakterystycznych do postaci akceptowalnej przez symulator *SNN*. *PiAO2* to aplikacja przeznaczona na komputery osobiste wyposażone w system operacyjny *MS Windows* oraz platformę *.NET Framework 4.0* [1]. Oprogramowanie napisano w języku *C#* w pakiecie programistycznym *Visual Studio 2010*, z wykorzystaniem biblioteki *AForge.NET*. System przygotowano na podstawie analizy wymagań przeprowadzonej zgodnie z metodyką inżynierii oprogramowania, na podstawie diagramów w postaci *UML*[6].

3. Podstawowe funkcje programu PiAO2

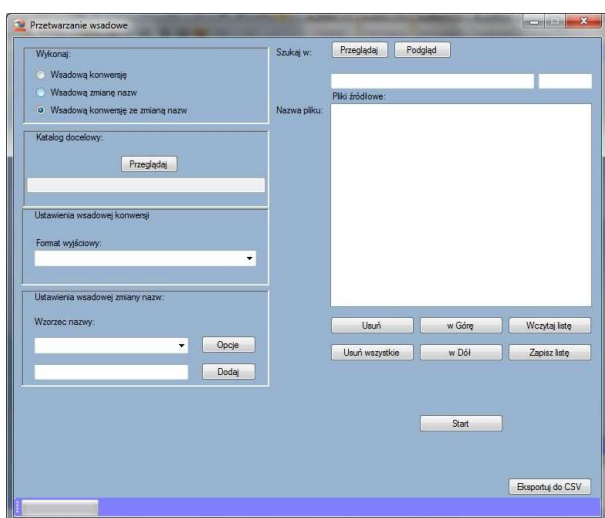
Program *PiAO2* posiada siedem opcji menu (rys. 1). W skład menu wchodzi takie opcje jak: *plik*, *edycja*, *analiza*, *filtry*, *krawędzie*, *pomoc* i *o programie*.

W stosunku do pierwszej wersji programu *PiAO* do menu *plik* została dodana funkcja *przetwarzanie wsadowe* (rys. 2), która umożliwia grupowe przetwarzanie plików obrazów cyfrowych. Korzystając z tej funkcji użytkownik może zmienić format całej grupy plików, zmienić ich nazwę, a także, co najważniejsze, dokonać statystycznej analizy obrazów [7]. Funkcja ta została utworzona z myślą o automatyzacji procesu przetwarzania znacznej liczby zdjęć, któ-

rych ręczna obróbka zajmuje zbyt wiele czasu [2]. Po przeprowadzeniu analizy możliwy jest zapis pozyskanych danych w postaci pliku o formacie *.csv.

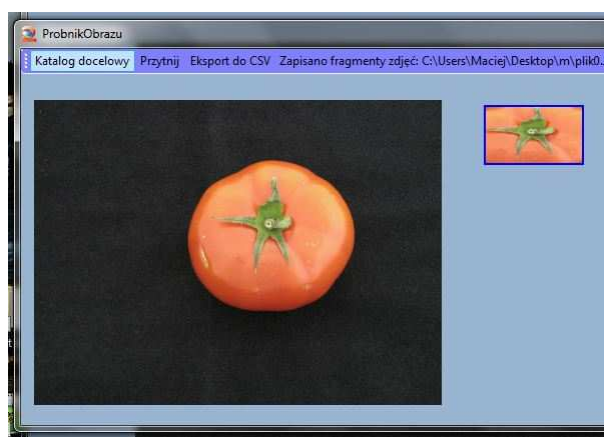


Rys. 1. Główne okno programu *PiAO2*
Fig. 1. Main window of *PiAO2*



Rys. 2. Funkcja przetwarzania wsadowego
Fig. 2. Batch conversion function

Nową funkcją, w którą zostało wyposażone menu *edycja* jest *próbnik*, który umożliwia ręczną dekompozycję złożonych obrazów cyfrowych (rys. 3), na mniejsze bardziej dokładne. Użytkownik może wybrać nieskończoną ilość fragmentów obrazu, które podda szczegółowej analizie statystycznej i zachowane dane będzie mógł zapisać w postaci pliku *.csv.



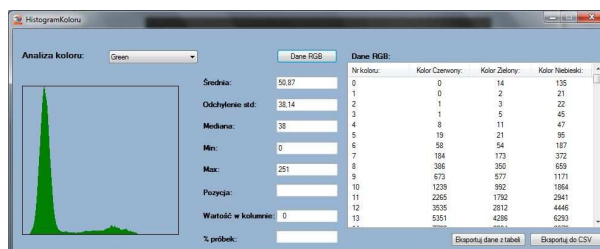
Rys. 3. Funkcja *Próbnik obrazu*
Fig. 3. Probe image function

Funkcja ta działa na jednym obrazie i jest swego rodzaju odwrotnością *przetwarzania wsadowego*.

4. Analiza obrazów cyfrowych

Menu *Analiza* to najbardziej rozwinięty obszar programu *PiAO2*. Zawiera on funkcje *Histogram RGB*, *Skalowanie obrazu*, *Statystyka obrazu*, *Format* oraz *Wykrywanie i analiza obiektu*.

Histogram RGB (rys. 4) pozwala na analizę poszczególnych kanałów kolorów palety RGB. Użytkownik otrzymuje kompleksową informację na temat wartości minimalnych, maksymalnych, średnich, odchylenia standardowego, średniej i mediany dla danego koloru, a także informacje na temat ilości pikseli dla podanej wartości barwy.



Rys. 4. Funkcja *Histogram RGB*
Fig. 4. Histogram RGB function

Skalowanie obrazu to funkcja służąca zmianie rozmiaru wczytanego obrazu cyfrowego. W zależności od potrzeb, dany obraz można powiększyć lub pomniejszyć. By dokonać modyfikacji obrazu należy użyć algorytmów interpolacji pikseli. W programie dostępne są następujące metody interpolacji: *Bicubic*, *Bilinear*, *Nearest Neighbour* [3]. Każda z metod cechuje się innym algorytmem postępowania, a co za tym idzie obraz poddany skalowaniu w efekcie będzie posiadał różne właściwości końcowe. Metody te różnią się również szybkością przetwarzania.

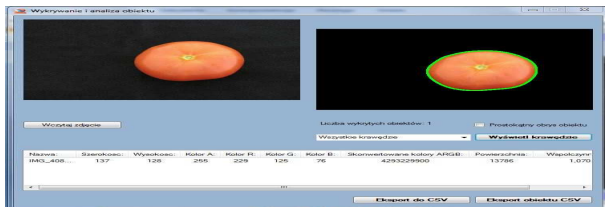
Nową funkcjonalnością systemu *PiAO2* jest *Format*. Funkcja pozwalająca na manualną konwersję obrazów cyfrowych, w przypadku gdy przetwarzany obraz nie spełnia kryteriów formatu obrazu stosowanych w funkcjach biblioteki *AForge*.

Nową i bardzo przydatną funkcją jest *Wykrywanie i analiza obiektu* (rys. 5).



Rys. 5. *Wykrywanie i analiza obiektu*
Fig. 5. Detection and analysis of object

W zależności od stopnia złożoności obrazu, jego zaszumienia, algorytm pozwala separować pojedynczy obiekt lub grupy obiektów znajdujących się na wczytanym obrazie cyfrowym. Funkcja ta nie jest w pełni zautomatyzowana. PiAO2 wykrywa obiekty jednocześnie informując użytkownika o wykonaniu zadania. To, który z obiektów zostanie poddany szczegółowej analizie zależy od użytkownika, który manualnie, za pomocą kursora myszy, wskazuje interesujący go obiekt. Po wyborze obiektu, system analizuje wskazany obszar i wyświetla zebrane informacje w postaci tabeli zbiorczej (rys. 6).



Rys. 6. Tabela z wynikami analizy obiektu
Fig. 6. Table with results of the object analysis

Wszystkie informacje uzyskane za pomocą funkcji znajdujących się w dziale menu *Analiza* można wyeksportować w postaci zbioru uczącego *SSN* do pliku w formacie **.csv*.

5. Menu *Pomoc* i *O programie*

Przewodnik użytkownika, wraz z niezbędnymi informacjami, znajduje się w menu *Pomoc*, natomiast informacje o programie i autorach dostępne są w menu *O programie* (rys. 7).



Rys. 7. Okno *O programie*
Fig. 7. Window *About program*

6. PiAO2 w procesie generowania zbiorów uczących

System informatyczny *PiAO2* wspierający proces analizy obrazu, wspomaga bezwzorcową klasyfikację neuronową jakości pomidorów.

Podczas projektowania i rozwoju aplikacji *PiAO* położono szczególny nacisk na możliwość analizy oraz eksportu pozyskanych danych do postaci zbiorów uczących *SSN*. Wszystkie informacje pozyskane podczas pracy programu można zapisać pod postacią plików **.csv*, które mogą być przetwarzane w symulatorach sztucznych sieci neuronowych.

PiAO2 przetestowano w procesie neuronowej analizy cyfrowych obrazów pomidorów. System pozwolił na szczegółową analizę i wykorzystanie pozyskanych danych w procesie modelowania neuronowego.

7. Podsumowanie

System informatyczny *PiAO2* stanowi funkcjonalne rozwinięcie aplikacji *PiAO*. Został wyposażony w szereg funkcji pozwalających na szeroką analizę obrazów cyfrowych. Opracowany program ma charakter uniwersalny i nie jest dedykowany konkretnemu problemowi. Został przetestowany i użyty w procesie bezwzorcowej klasyfikacji jakości pomidorów.

8. Wnioski

1. System informatyczny *PiAO2* spełnia wymogi procesu projektowania i wytwarzania oprogramowania. Opracowane oprogramowanie jest zgodne z założeniami projektowymi oraz zasadami inżynierii oprogramowania.
2. System *PiAO2* jest funkcjonalnym systemem informatycznym, przydatnym jako narzędzie wspierające proces analizy obrazów cyfrowych oraz eksport pozyskanych danych do postaci akceptowalnej przez symulatory *SSN*.

9. Bibliografia

- [1] Albahari Joseph, Albahari Ben: C# 4.0 in a nutshell. O'REILLY, 2010.
- [2] Troelsen A.: Język C# 2008 i platforma .NET 3.5. PWN, 2009.
- [3] Tadeusiewicz R., Korohoda P.: Komputerowa analiza i przetwarzanie obrazów. FPT, 1997
- [4] Tadeusiewicz R.: Odkrywanie właściwości sieci neuronowych przy użyciu programów w języku C#. Polska Akademia Umiejętności, 2007.
- [5] Tadeusiewicz R.: Sieci neuronowe. Akademicka Oficyna Wydawnicza, 1993.
- [6] Wrycza S., Marcinkowski B., Wyrzykowski K.: Język UML 2.0 w modelowaniu systemów informatycznych. Helion, 2006.
- [7] Zaborowicz M., Boniecki P., Świerczyński K.: System informatyczny PiAO jako narzędzie do przetwarzania obrazów cyfrowych wspomagające proces generowania zbiorów uczących przeznaczonych do budowy modeli neuronowych. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering, 2010, Vol. 55 (2): 128-133.
- [8] Zaborowicz M., Koszela K., Boniecki P.: Koncepcja wykorzystania sztucznych sieci neuronowych w procesie oceny jakości pomidorów. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering, 2011, Vol. 56 (1): 147-149.

Badania zrealizowano w ramach projektu NCBiR pt. "Technologie odzysku odpadów z wytwarzania biopaliw ciekłych i gazowych" (projekt nr N N313 050036).