

# JABVIS 1.1 EWOLUCJA APLIKACJI Z ELEMENTAMI SZTUCZNEJ INTELIGENCJI

Streszczenie

*Bezinwazyjne metody określania stadium dojrzałości jabłek są obszarem zainteresowań branży sadowniczej oraz przetwórczej tych owoców. Odpowiedzią na to zapotrzebowanie jest aplikacja JabVis ver. 1.1 powstała w 2010 w Instytucie Inżynierii Rolniczej. Jądro aplikacji zostało zaczerpnięte z poprzedniej wersji programu, który służył z kolei do identyfikacji trzech odmian jabłek. W JabVis 1.1 zostały zintegrowane moduły identyfikujące odmianę oraz stopień dojrzałości jabłek. Liczba odmian jabłoni oraz operowanie tylko na trzech z nich, pozwala na dalszą wielopłaszczyznową rozbudowę systemu w przyszłości.*

## Wstęp

Sukces osiągnięty w trakcie badań nad zastosowaniem modelowania neuronowego w procesie identyfikacji odmiany jabłek, osiągnięty w 2008 roku w ramach pracy magisterskiej pt. „Neuronowa analiza obrazu w aspekcie wykorzystania jej w wybranych zagadnieniach inżynierii rolniczej” [2], w postaci wytworzonej aplikacji *JabVis ver. 1.0*, pozwolił podjąć dalsze prace nad udoskonalaniem systemu. Obecnie nie istnieje szybka, obiektywna, a zarazem nieinwazyjna metoda oceny dojrzałości jabłek. Z uwagi na to postanowiono rozbudować system, który pozwoliłby na realizację tego zadania. Zastosowanie modelowania neuronowego, wpływa dwupłaszczyznowo na proces identyfikacji. Możliwe jest sprawdzenie większej ilości przypadków, co znacznie poprawia jakość identyfikacji, przy jednoczesnym zachowaniu wielkości zbioru. Jest to szczególnie istotne w latach z niekorzystnymi warunkami pogodowymi.

Ocena stopnia dojrzałości jabłek to zadanie klasyfikacyjne polegające na porównaniu kilku wartości mierzalnych zmiennych z wartościami stabularyzowanymi i podjęciu decyzji, do której klasy przyporządkować dany przypadek. Istnieje kilka różnych kryteriów, które bierze się pod uwagę. Są to zarówno właściwości fizyczne, jak i chemiczne owocu. Jednym z głównych wyznaczników jest intensywność oddychania owocu. Największa jest w fazie wzrostu, by stopniowo zmniejszać się w miarę osiągania dojrzałości zbiorczej. Z kolei dojrzałość konsumpcyjna charakteryzuje się takim stanem owocu, w którym osiąga on najbardziej atrakcyjny wygląd oraz optymalne wartości smakowe. Związane jest to z dużą intensywnością oddychania. Okres ten trwa stosunkowo krótko. Zbiór jabłek jest więc ściśle związany z ich dalszym przeznaczeniem. Owoce przeznaczone do dalszego magazynowania powinny być zebrane w odpowiednim momencie, którym jest osiągnięcie przez nie dojrzałości zbiorczej.

Przeprowadzone studium literaturowe wykazało, że podjęto już próby oceny stopnia dojrzałości jabłek z wykorzystaniem modelowania neuronowego. Zastosowano szeroką gamę parametrów wejściowych, takich jak: średnica owocu, wybarwienie, jędrność, indeks skrobiowy, wskaźnik Streifena oraz poziom zawartości cukrów. Odpowiedzią była zmienna dwustanowa określająca owoc dojrzały (1) lub niedojrzały (0) [1]. Biorąc jednak pod uwagę sposoby pozyskiwania danych tworzących zbiór uczący metoda ta nadal powodowała straty zbioru, ograniczając automatycznie możliwość przeprowadzania częstych prób.

Aplikacja *JabVis ver. 1.1*, dzięki zaimplementowanym sztucznym sieciom neuronowym, pozwala identyfikować stadium dojrzałości jabłek wyłącznie na podstawie wykonanych fotografii owocu. Do przeprowadzenia klasyfikacji nie jest zatem konieczny zbiór, czy jakiegokolwiek uszkodzenie owocu. Oprzyrządowanie potrzebne do prawidłowego przeprowadzenia procesu to jedynie aparat fotograficzny cyfrowy oraz komputer klasy PC.

## Wymagania funkcjonalne i нефункционаłne

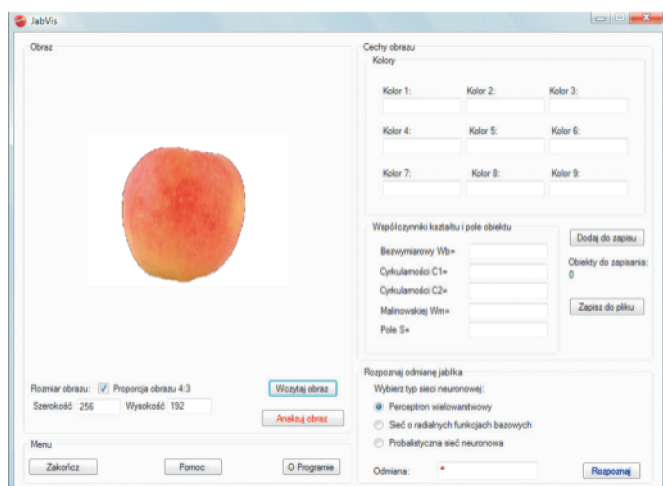
Podczas rozbudowy oprogramowania *JabVis 1.0* konieczne było sprecyzowanie na nowo wymagań stawianych przez docelowego użytkownika. Przeprowadzona analiza wymagań pozwoliła uszeregować je pod względem ważności dla działania systemu i ściśle określić szczegółowe cele. Pierwszym etapem działania programu jest możliwość wczytania obrazu. Następnie przeprowadzane są operacje obróbki obrazu, takie jak: monochromatyczność, sprawdzanie koloru tła, binaryzacja, obliczanie pola, wykrywanie krawędzi, obliczanie obwodu, obliczanie współczynników kształtu. W następnym kroku następuje zapis współrzędnych punktów tworzących krawędź jabłka, sczytywanie i kodowanie kolorów, rozpoznawanie dojrzałości jabłek, rozpoznawanie odmiany jabłek, dodanie cech obrazu do zapisu oraz zapis danych do pliku. [3]. Wymagania нефункционаłne natomiast zostały sprecyzowane w trzech płaszczyznach dotyczących:

- działania aplikacji
  - możliwość modyfikacji analizowanego obrazu
  - możliwość zapisu cech obrazu do pliku CSV (ang. *Comma Separated Values*)
- wprowadzania obrazów
  - obrazy w postaci bitmapy lub pliki JPG
  - jednolite tło na jakim znajduje się obiekt (białe lub czarne)
- wymagań sprzętowych
  - komputer klasy PC zgodny z Microsoft XP/Vista
  - Framework .NET 3.5
  - zalecana rozdzielczość ekranu 1024 na 768 pikseli lub więcej.

## Opis systemu - porównanie

W wersji pierwotnej aplikacja umożliwiała pracę w dwóch odrębnych scenariuszach. Po pierwsze pozwalała na pobieranie próbek koloru i obliczanie współczynników kształtu z wczy-

tanego obrazu, przechowywanie ich w pamięci podręcznej, a następnie zapis do pliku CSV (ang. *Comma Separated Values*). W ten sposób można było łatwo i szybko tworzyć zbiory uczące dla sieci neuronowych. Możliwe było przechowywanie w pamięci do pięćdziesięciu rekordów jednocześnie. Ograniczało to znacznie konieczność łączenia wielu plików w jedną całość, co było szczególnie odczuwalne przy pracy z dużą liczbą obrazów. Drugi scenariusz przewidywał wykorzystanie zaimplementowanej w aplikacji sztucznej inteligencji w postaci trzech rodzajów sieci neuronowych. Po wczytaniu obrazu jabłka i przeprowadzeniu ekstrakcji cech, możliwe było w następnym kroku określenie odmiany jabłka [2]. Zasada działania *JabVis ver. 1.1* nie uległa w tym aspekcie żadnym zmianom w stosunku do aplikacji bazowej. Użytkownik otrzymał natomiast dwa dodatkowe scenariusze wykorzystania programu, oczywiście przy zachowaniu poprzednich. Po wczytaniu obrazu możliwe jest poddanie go obróbce wstępnej, a po przeprowadzonej ekstrakcji cech charakterystycznych istnieje możliwość identyfikacji stopnia dojrzałości jabłka. Wiedza, która była do tej pory zarezerwowana tylko dla specjalistów w dziedzinie sadownictwa została „zamknięta” w kodzie sztucznej sieci neuronowej i udostępniona szerszemu gronu osób.



Rys. 1. Okno główne aplikacji *JabVis ver. 1.0* [2]  
Fig. 1. Main window of application *JabVis ver. 1.0* [2]

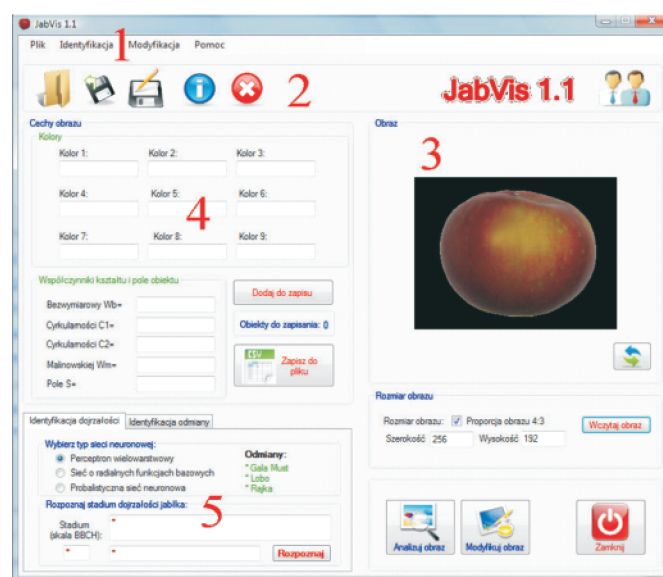


Rys. 2. Formatka startowa aplikacji *JabVis ver. 1.1* [3]  
Fig. 2. The start window of application *JabVis ver. 1.1* [3]

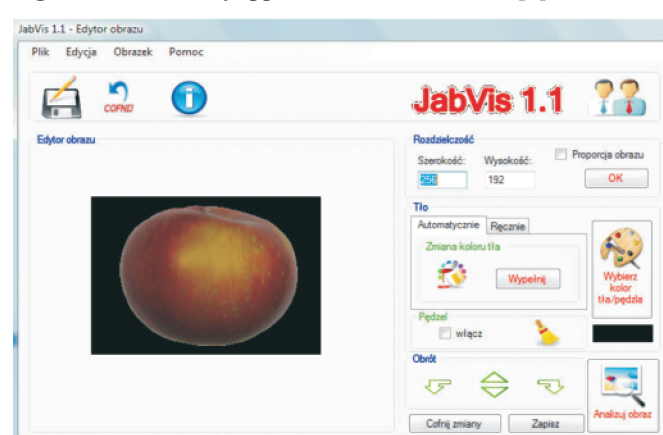
System informatyczny *JabVis ver. 1.1* został wytworzony na platformie programistycznej *Visual Studio 2008*, opartej na *Framework 3.5*, w języku programistycznym *C#*. Kod sieci neuronowych został wygenerowany w programie *Statistica ver. 7.0 PL* w języku *C++* i wymagał konwersji do języka *C#*. Prostota i szybkość działania aplikacji możliwa jest dzięki

zastosowaniu szybkich operacji na bitmapach z użyciem wskaźników. Przyspiesza to działanie algorytmów przetwarzających obraz oraz wydajną pracę modeli neuronowych. W zastosowanej klasie *BitmapData* zawarte są m.in. metody *LockBits* oraz *UnlockBits* służące do zablokowania plików graficznych w pamięci oraz późniejszego odwołania się do nich wraz z możliwością modyfikacji [3]. Pierwszym krokiem umożliwiającym pracę z programem *JabVis ver. 1.1* jest instalacja, która rozpoczyna się automatycznie po włożeniu płyty CD-R do napędu optycznego komputera. Użytkownik ma możliwość wyboru lokalizacji instalacji, następnie może już uruchomić aplikację. W celu rozpoczęcia pracy z systemem należy uruchomić plik wykonawczy *JabVis1.1.exe*. Na ekranie pojawi się wówczas formatka startowa informująca o wersji programu oraz najnowsze naukowej, w której został wytworzony.

Po chwili ukaże się właściwe okno aplikacji tematycznie podzielone na kilka bloków: menu główne (1), menu podręczne (2), blok wyświetlania obrazu (3), blok ekstrakcji cech charakterystycznych (4), menu identyfikacji (5).



Rys. 3. Zrzut ekranu okna głównego aplikacji *JabVis ver. 1.1* [3]  
Fig. 3. Print screen of application *JabVis ver. 1.1* [3]



Rys. 4. Okno edytora obrazu [3]  
Fig. 4. Image editor window [3]

W porównaniu do wersji 1.0, w *JabVis 1.1* dodano menu szybkiego wyboru oraz znacznie rozbudowano menu główne, co związane jest z rozszerzeniem liczby oferowanych funkcjonalności. Oprócz wspomnianej wcześniej opcji identyfikacji dojrzałości jabłek, zwiększono też kompleksowość oraz atrakcyjność aplikacji poprzez dodanie modułu wstępnej

obróbki obrazu. Nie zachodzi już potrzeba wykorzystywania dodatkowego oprogramowania do przeskalowania lub obrotu obrazu, wycięcia obiektu z tła czy zmiana koloru tła. Wszystkie te opcje są dostępne w module *Edytor obrazu* po wybraniu opcji *Modyfikuj obraz* z menu podręcznego lub z menu głównego *Modyfikacja -> Edycja obrazu*.

Nadmienić należy, że edytor obrazu z powodzeniem może być wykorzystywany do przetwarzania zdjęć innych produktów produkcji rolniczej i sadowniczej. Sama aplikacja natomiast sprawdza się także, w trakcie budowy zbiorów uczących dla sieci neuronowych tak w wersji 1.0, jak i w wersji 1.1. Za pomocą programu *JabVis ver. 1.0* z powodzeniem przeprowadzono ekstrakcję cech obrazów kompostu włącznie z wytworzeniem zbiorów treningowych. Wszystkie wymienione wyżej atrybuty świadczą o celowości powstania i potrzebie ewolucji wszechstronnej aplikacji wspomagającej modelowanie neuronowe, jaką z pewnością jest *JabVis ver. 1.1*.

#### **Dalszy rozwój aplikacji**

Jądem systemu *JabVis ver. 1.1* jest jego poprzednik w wersji 1.0. Poruszana przez nie problematyka oraz osiągnięty

ostatecznie sukces, zarówno w przypadku rozpoznawania odmian jabłek, jak i ich dojrzałości, pozwala optymistycznie spoglądać na dalszy rozwój aplikacji. Przebiegać on może dwukierunkowo: pod kątem zwiększenia ilości klasyfikowanych odmian jabłek lub w kierunku stworzenie platformy analizy i przetwarzania obrazów owoców produkcji rolniczej czy sadowniczej, umożliwiającej formowanie macierzy danych wejściowych dla sztucznych sieci neuronowych.

#### **Literatura**

- [1] Górski M., Kaleta J., Langman J.: Zastosowanie sztucznych sieci neuronowych do oceny stopnia dojrzałości jabłek, *Inżynieria Rolnicza*, 2008, nr 7 (105), s. 53-57.
- [2] Jakubek A., Kicuła M.: Neuronowa analiza obrazu w aspekcie wykorzystania jej w wybranych zagadnieniach inżynierii rolniczej. Praca magisterska wykonana w IIR UP w Poznaniu, 2008.
- [3] Kasperczak K., Wichłacz S.: Modelowanie neuronowe w procesie identyfikacji dojrzałości wybranych odmian jabłek. Praca magisterska wykonana w IIR UP w Poznaniu, 2010.

## **JABVIS 1.1 EVOLUTION OF APPLICATION WITH ELEMENTS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE**

### *Summary*

*Non-invasive methods for determining the maturity of apples are an area of interest in the horticultural industry and the processing of these fruits. Created in 2010 at the Institute of Agricultural Engineering, the application JabVis version 1.1 is answer to this need.. Application kernel is taken from a previous version, which in turn served to identify three varieties of apples. Modules able to identify the variety and ripeness of apples are integrated into JabVis 1.1. Number of varieties of apple trees and manipulations on only three of them, allows for further expansion of multi-level system in the future.*