

THE CONCEPT OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS APPLICATION IN THE PROCESS OF EVALUATION OF THE QUALITY OF TOMATOES

Summary

Increasing competitiveness and increase of product quality is one of the main objectives of the producers of agri-food sector. Food manufacturers are required to observe quality standards and deliver products in accordance with the specifications. Leaders of food manufactures wanting to remain at the forefront of companies use modern IT solutions for supporting the production and evaluation of product quality. The complexity of these processes requires the inventing and implementation of new solutions, using special techniques and methods of informatics.

KONCEPCJA WYKORZYSTANIA SZTUCZNYCH SIECI NEURONOWYCH W PROCESIE OCENY JAKOŚCI POMIDORÓW

Streszczenie

Zwiększenie konkurencyjności oraz wzrost jakości produktów jest jednym z głównych celów producentów branży rolno-spożywczej. Producenci żywności zobowiązani są do przestrzegania norm jakościowych oraz dostarczania produktów zgodnie z zakontraktowaną specyfikacją jakościową. Liderzy rynku chcąc pozostać w czołówce przedsiębiorstw coraz częściej stosują nowoczesne rozwiązania informatyczne wspomagające proces wytwórczy i ocenę jakościową produktu. Złożoność tych procesów wymaga zaprojektowania i wdrażania nowych rozwiązań, wykorzystujących specjalne techniki i metody informatyczne.

1. Wprowadzenie

Warzywa stanowią nieodłączny element ludzkiego pożywienia. Charakteryzują się one wysokimi walorami żywieniowymi, a także stosunkowo dużą dostępnością i konkurencyjnością cenową. W obecnym czasie zazwyczaj podaż przewyższa popyt danego produktu stąd też producenci zabiegają o budowanie przewagi konkurencyjnej wykorzystując różne elementy wyrobów. Do tej grupy produktów rolniczych możemy zaliczyć również pomidory (rys. 1, 2).



Rys. 1. Posortowana odmiana dojrzałych pomidorów (źródło: materiały firmy Vegex)

Fig. 1. Sorted variety of ripe tomatoes (Source: Vegex's materials)

Posiadają one specyficzne, charakterystyczne dla siebie właściwości morfologiczne, świadczące o procesie ich produkcji oraz jakości [4]. Ocena jakości pomidorów przeprowadzana jest organoleptycznie poprzez porównanie danego pomidora z wzorcem. W związku z subiektywizmem dokonywanej oceny pojawia się potrzeba jej standaryzacji oraz

automatyzacji tego procesu. Dlatego też, celem jest zastosowanie narzędzi informatycznych wspomagających proces oceny jakościowej pomidorów. Zagadnienia związane z produkcją rolniczą charakteryzują się również dużą złożonością i wymagają specjalnych algorytmów. Komputerowa analiza obrazów i sztuczne sieci neuronowe są pomocnym narzędziem do rozwiązywania zagadnień oceny jakości produktów rolniczych.



Rys. 2. Opakowanie pomidorów przeznaczonych do sprzedaży detalicznej (źródło: materiały firmy Vegex)

Fig. 2. Pack of tomatoes for retail sale (Source: Vegex's materials)

2. Produkcja pomidorów

W Polsce w ostatnich latach wzrosła produkcja pomidorów. Ilość plantacji odkrytych zmalała o połowę w stosunku do ilości upraw szklarniowych (rys. 3) czy tunelowych. W związku z zapewnieniem lepszych warunków wegetacyjnych tym roślinom znacznie poprawiła się ich jakość. Według danych z 2007 każdy Polak spożywa średnio 14 kg

pomidorów rocznie natomiast przeciętny Europejczyk 40 kg. Tak więc, istnieje duży potencjał związany z rozwojem produkcji tych warzyw. Znaczna część pomidorów dostępnych na polskim rynku jest importowana, a krajowi producenci muszą się liczyć z zagraniczną konkurencją [5]. Współzawodnictwo w tej dziedzinie wymaga przede wszystkim polepszenia jakości oraz wydajności plantacji. O ile zachowanie reżimu technologicznego nie stanowi większego problemu o tyle sklasyfikowanie pomidorów według wzorca jakości stanowi pewną trudność [3].



Rys. 3. Zakryta plantacja pomidorów – uprawa szklarniowa (źródło: materiały firmy Vegex)

Fig. 3. Indoor plantation of tomatoes - Greenhouse cultivation (Source: Vegex's materials)



Rys. 4. Przechowalnia posortowanych pomidorów (źródło: materiały firmy Vegex)

Fig. 4. Sorted tomatoes store (Source: Vegex's materials)

3. Konwencjonalna ocena jakości

Jak już zostało wcześniej wspomniane oceną jakości pomidorów zajmują się odpowiednio przeszkoleni klasyfikatorzy. Podczas selekcji i oceny koncentrują się na następujących parametrach: średnica, masa, twardość, kolor, uszkodzenia oraz temperatura wewnętrzna. Wzorce do klasyfikacji zawarte są w katalogach. Każda z firm dokonująca zakupu poszczególnych odmian pomidorów może określić swoje wzorce jakościowe, a klasyfikatorzy na podstawie katalogów muszą ocenić czy dana partia produktu spełnia narzucone wymagania. Wszystkie wymienione parametry są sprawdzane podczas przyjęcia danego towaru do magazynu (rys. 4) lub bezpośrednio do sklepu. Próbkę pomidorów do badań wybierana jest losowo z dostarczonej partii, a następnie poddawana ocenie.

Masa oraz wielkość pomidora świadczą o jego etapie wzrostu i porównywane są z tabelarycznymi danymi odmian. Twardość i kolor pomidora świadczą o jego stopniu dojrzałości, natomiast temperatura wewnętrzna pozwala

stwierdzić jak był on przechowywany i na tej podstawie jak wyglądają procesy wewnętrzne [1].

W praktyce rzadko zdarza się, by klasyfikatorzy korzystali z wagi czy twardościomierza. Zazwyczaj pomiar odbywa się organoleptycznie, co prowadzi do przekłamań i błędnej oceny jakościowej (rys. 5, 6).



Rys. 5. Przykładowy zestaw pomidorów poddawany ocenie jakościowej (źródło: materiały firmy Vegex)

Fig. 5. Sample set of tomatoes prepared for quality evaluation (Source: Vegex's materials)



Rys. 6. Pomidory podczas wegetacji, w różnych stadiach dojrzałości (źródło: materiały firmy Vegex)

Fig. 6. Tomatoes in vegetation at different stages of development (Source: Vegex's materials)

4. Ocena jakości – Sztuczne Sieci Neuronowe

Sztuczne Sieci Neuronowe (SSN) wykazują cechy charakterystyczne dla biologicznych struktur mózgu. Przede wszystkim posiadają zdolność do uogólniania wiedzy, stosuje się je m.in. do rozwiązywania problemów rozpoznawania i klasyfikacji wzorców [6]. Działają podobnie do ludzkiego mózgu. Potrafią na podstawie obrazu i jego parametrów ocenić jakość prezentowanego obiektu np. pomidora. Ich zaletą jest obiektywizm, ponieważ raz zaprogramowana sieć będzie zawsze zwracała odpowiednie wyniki. Pomija się zatem subiektywizm człowieka, który ten sam obiekt może przydzielić do dwóch różnych kategorii.

SSN są strukturami matematycznymi, które można wykorzystać w konwencjonalnym oprogramowaniu. Do swojego działania potrzebują odpowiednich danych. Dane te pozyskiwane są w procesie akwizycji obrazu, najczęściej przeprowadzanej przy użyciu sprzętu fotograficznego [8]. W procesie przetwarzania oraz analizy obrazu można pozyskać kolor pomidora, określić jego kształt i parametry świadczące o rozmiarach. Natomiast wagę, temperaturę czy twardość mierzy się za pomocą urządzeń do tego przeznaczonych.



Rys. 7. Schemat procesu akwizycji obrazu, przetwarzania danych i użycia sztucznych sieci neuronowych
 Fig. 7. Scheme of the image canvassing process, data processing and using of the artificial neural networks

Zanim sieć neuronowa zacznie działać, należy nauczyć ją odpowiednio przygotowanymi przypadkami uczącymi [7]. Po takim procesie sieć do swojego działania potrzebuje jedynie kompletu danych wejściowych, by wygenerować wynik – klasyfikację jakości pomidora.

SSN zaimplementowane w tradycyjnych aplikacjach komputerowych z powodzeniem mogą zastąpić ocenę klasyfikatora, gdyż metoda ta została już wykorzystana do oceny i klasyfikacji suszu warzywnego oraz do doboru cech charakterystycznych danego produktu. Nie mniej jednak jak każdy program komputerowy do swojego działania niezbędna jest obsługa człowieka. Natomiast specjalistyczna wiedza z dziedziny klasyfikacji i oceny pomidorów nie będzie już na tym etapie klasyfikacji potrzebna [2].

5. Badania

W ramach prowadzonych badań zostanie podjęta próba rozwiązania zagadnienia dotyczącego oceny jakościowej i klasyfikacji pomidorów. Proponowana metoda oparta będzie o komputerową analizę obrazów i klasyfikację przy wykorzystaniu sztucznych sieci neuronowych. Dodatkowymi danymi mierzonymi podczas badań będą: średnica masa i temperatura mierzona wewnątrz pomidorów.

Zakłada się, iż możliwe jest wytworzenie modelu neuronowego, który w szybki i skuteczny sposób będzie dokonywał analizy jakościowej i oceny pomidorów przy założonym poziomie dokładności. Wytworzony model neuronowy stanie się częścią systemu informatycznego wspomagającego decyzje podczas procesu oceny jakościowej i klasyfikacji.

W trakcie badań należy sprawdzić, które z cech pomidorów są istotne w ich ocenie jakościowej. Ponadto należy przeprowadzić walidację różnych topologii SSN w celu wybrania optymalnego rozwiązania do tego typu zagadnienia oraz wybrać odpowiedni algorytm uczący SSN.

Celem prowadzonych badań jest rozpoznanie systemu empirycznego obejmującego ocenę i klasyfikację pomidorów oraz opracowanie i budowa tego modelu. Ponadto opracowana zostanie odpowiednia metoda analizy cyfrowych obrazów pomidorów (rys. 7). W efekcie wytworzone zostanie oprogramowanie informatyczne zawierające moduł SSN – moduł wspomagania decyzji. Wytworzony model zostanie skonfrontowany z klasycznymi metodami klasyfikacji i oceny jakości pomidorów.

Realizacja badań będzie składała się z następujących etapów.

1. Dobór odmian pomidorów.
2. Pozyskanie danych empirycznych z prób pomidorów.
3. Akwizycja obrazów.

4. Dobór cech reprezentatywnych umożliwiający ocenę jakości i klasyfikację pomidorów.
5. Opracowanie oraz wytworzenie modelu dziedziny problemowej proponowanego systemu komputerowego w postaci diagramów w notacji UML.
6. Przetwarzanie i analiza obrazów.
7. Pomiar cech za pomocą wytworzonego oprogramowania.
8. Wytworzenie modeli sztucznych sieci neuronowych na podstawie zgromadzonych wcześniej danych.
9. Wybór topologii oraz metody uczenia sztucznych sieci neuronowych.
10. Testowanie, analiza i porównanie modeli neuronowych.
11. Wytworzenie i implementacja oprogramowania wspomagającego decyzje w zakresie kontroli jakości i oceny pomidorów.

6. Podsumowanie

W ramach badań zostaną poddane analizie wszystkie zmienne wpływające na klasyfikację i ocenę pomidorów. Zebrana wiedza posłuży do budowy systemu doradczego. Oprogramowanie zawierać będzie moduł SSN, wytworzonej na podstawie przeprowadzonej analizy obrazów oraz innych danych pozyskanych w trakcie prowadzonych badań. Celem jest wytworzenie oryginalnego systemu informatycznego wspomagającego procesy decyzyjne w szeroko rozumianej produkcji pomidorów.

7. Literatura

- [1] Gajewski M.: Zbiór, przechowywanie i klasy jakości pomidorów. Hasło Ogrodnicze, Plantpress, 2001.
- [2] Koszela K., Weres J.: Neuronowa klasyfikacja obrazów suszu warzywnego. Inżynieria Rolnicza, 2009, nr 8(117), s. 61-67.
- [3] Wojciak M.: Profilaktyka dla jakości i plonu pomidora. Plantpress, 2010.
- [4] Obuchowicz A., Kowalczyk K.: Warunki uprawy a plon i jakość pomidorów. Hasło Ogrodnicze. Plantpress, 2006.
- [5] Rumpel J. Uprawa pomidorów polowych. Plantpress, 2007.
- [6] Tadeusiewicz R.: Sieci neuronowe. Akademicka Oficyna Wydawnicza, 1993.
- [7] Tadeusiewicz R., Flasiński M.: Rozpoznawanie obrazów, Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Naukowe, 1991.
- [8] Tadeusiewicz R., Korohoda P.: Komputerowa analiza i przetwarzanie obrazów, Kraków: Wydawnictwo Fundacji Postępu Telekomunikacji, 1997.