

## WYKORZYSTANIE ALGORYTMÓW ROZPOZNAWANIA OBRAZU W BADANIACH NAUKOWYCH NA PRZYKŁADZIE PROGRAMU „ZIEMNIAK-99”

Michał Cupiał

*Katedra Inżynierii Rolniczej i Informatyki, Akademia Rolnicza w Krakowie*

Dariusz Baran

*Katedra Techniki Rolno-Spożywczej, Akademia Rolnicza w Krakowie*

**Streszczenie.** Przedstawiono autorski program komputerowy „Ziemniak”, który wykorzystywany jest do badania oporów cięcia ziemniaków. W programie zastosowane zostały algorytmy rozpoznawania obrazu wykorzystywane do pomiaru kształtu i wymiarów przeciętej bulwy.

**Słowa kluczowe:** technika rolnicza, program komputerowy, mechanizacja, badania naukowe, opory cięcia, ziemniak

### Wprowadzenie

Rozpoznawanie obrazu przy wykorzystaniu aparatury podłączonej do komputera znajduje obecnie coraz szersze zastosowanie w wielu dziedzinach życia. Algorytmy realizujące te funkcje wykorzystywane są coraz powszechniej również w badaniach naukowych w obszarze inżynierii rolniczej. Aparatura taka jest jednak dość droga, a do realizacji zadania stosuje się skomplikowane oprogramowanie [Frączek, Wróbel 2006; Tukiendorf i in. 2006].

Tymczasem w wielu przypadkach, w badaniach wykorzystać można z powodzeniem posiadany sprzęt, a oprogramowanie wcale nie musi opierać się na zaawansowanych rozwiązaniach informatycznych. Takie proste algorytmy rozpoznawania obrazu zastosowane zostały w autorskim programie komputerowym „Ziemniak-99”. Aplikacja z powodzeniem zastosowana została do pomiaru potrzebnych wymiarów bulwy ziemniaka.

### Cel pracy

Celem pracy było opracowanie programu komputerowego pozwalającego na automatyzację procesu pomiaru szerokości bulwy w miejscu cięcia, a w konsekwencji obliczenie jednostkowych oporów cięcia. Pomiar szerokości dokonywany jest w miejscach, w których następuje odczyt wartości siły z układu tensometrycznego połączonego z oprogramowaniem mierzącym i rejestrującym jej wartość. Odczyt szerokości dokonywany musi być z założoną dokładnością.

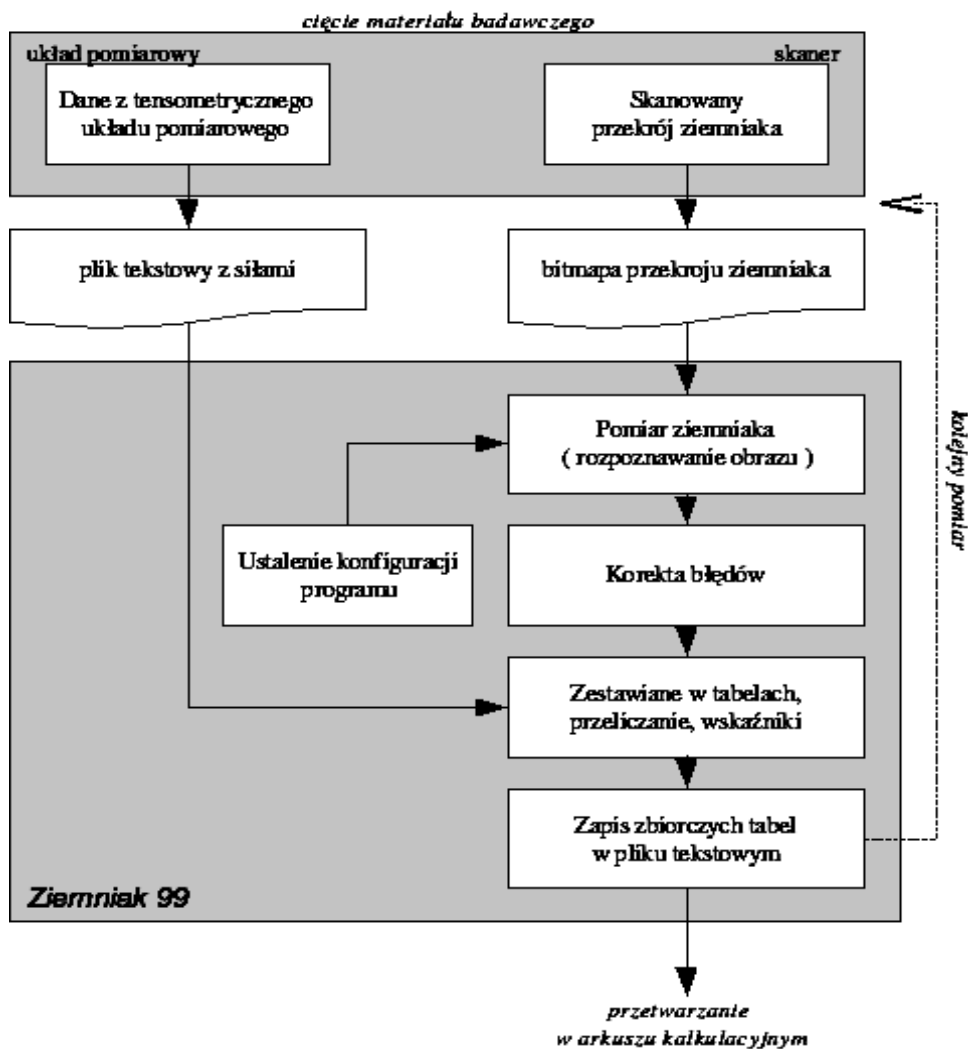
## Metoda

Dla uzyskania jednostkowych oporów cięcia, poza urządzeniem mierzącym siłę potrzebne jest dokładne zmierzenie szerokości przeciętej bulwy w wybranych miejscach. Do tego celu przeznaczono skaner, z którego obraz (zeskanowany w odpowiedniej rozdzielczości) poddawany jest odpowiedniej obróbce w programie „Ziemniak-99”. Program napisany został w Delphi, a dokładność pomiaru zależy przede wszystkim od parametrów skanera.

Na rys. 1. przedstawiony został schemat pomiaru oporów cięcia bulwy ziemniaka. Aparatura badawcza składa się z układu tnącego, napędzanego hydraulicznie, połączonego z tensometrycznym układem pomiarowym połączonym z komputerem rejestrującym wartość siły oraz przesunięcia noża. Oprogramowanie rejestrujące zapisuje dane w plikach tekstowych oznaczanych numerem kolejnym numerem badanej bulwy (np. 00101.txt). Po przecięciu połówka bulwy umieszczana jest na skanerze płaskim i skanowana z założoną rozdzielczością. Efektem jest plik graficzny (bitmapa), który oznaczany jest właściwym numerem (np. 00101.bmp). W efekcie uzyskiwana jest para: plik tekstowy oraz bitmapa oznaczone tym samym numerem, co ułatwia późniejszą identyfikację danych.

Zebrane w ten sposób dane odczytywane są przez program „Ziemniak-99” - odpowiednio dane tekstowe do tabeli a bitmapa do modułu rozpoznawania obrazu. Proces pobierania danych do programu został w znacznym stopniu zautomatyzowany, co było jednym z założeń projektu, a w konsekwencji znacznie ułatwia przetwarzanie dużej ilości danych. W trakcie pomiaru, poza wyliczaniem długości cięcia, określone są także wymiary próbki tj. długość i szerokość.

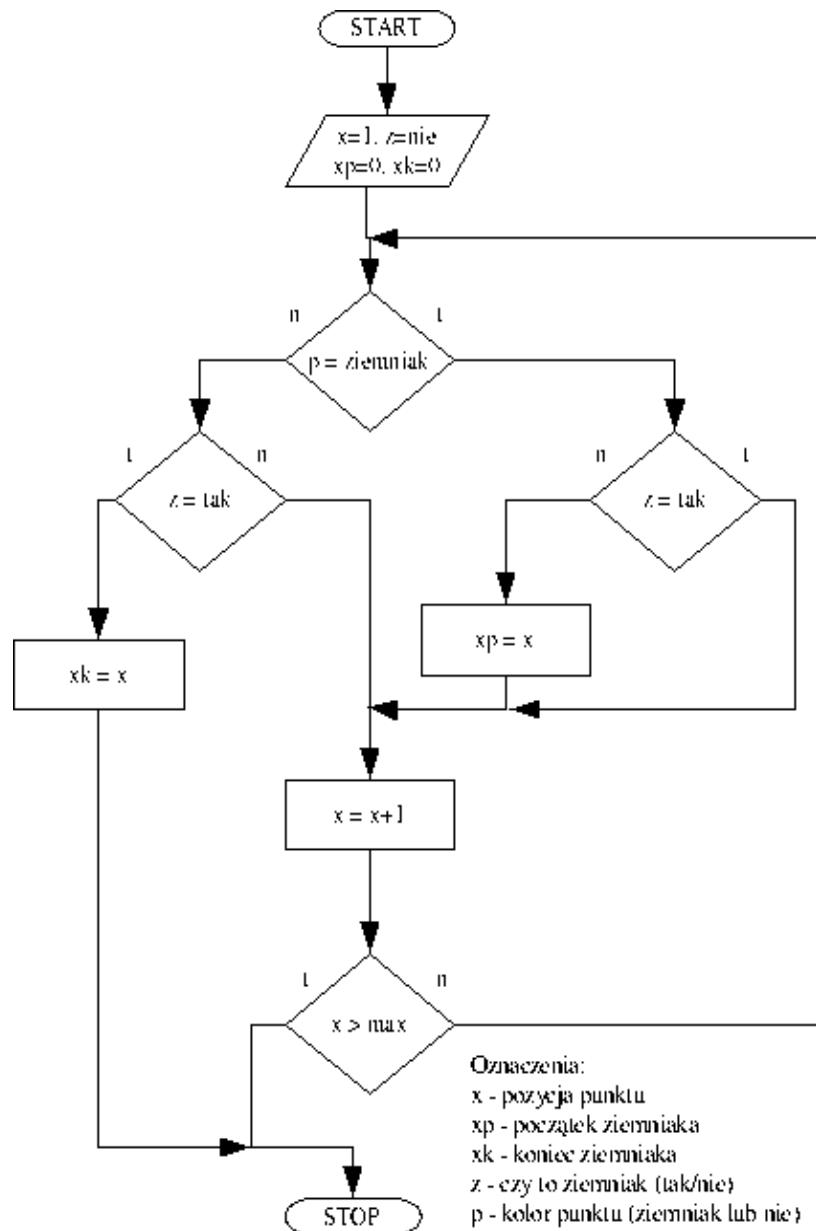
Sam proces pomiaru długości cięcia (i wymiarów ziemniaka) polega na analizowaniu kolejnych punktów obrazu (pikseli) i sprawdzanie czy należą one do ziemniaka, czy też stanowią tło. Do tego celu wykorzystywane są różnice koloru poszczególnych punktów i technika ta mimo iż najlepsze efekty daje przy obrazach czarno-białych, sprawdza się również w przypadku obrazów w odcieniach szarości a także kolorowych (RGB). Konfiguracja programu pozwala na ustalenie jaki poziom czerni (szarości lub koloru) określany jest jako ziemniak. Znając rozdzielczość bitmapy oraz odległości w pikselach (ilość zliczonych pikseli) wyliczyć można odległość rzeczywistą, a dokładność pomiaru uzależniona jest od rozdzielczości bitmapy i dokładności skanera. W opcjach programu ustalana jest także odległość pomiędzy kolejnymi pomiarami siły, a w konsekwencji pomiędzy pomiarami długości.



Rys. 1. Schemat pomiaru oporów cięcia bulwy ziemniaka

Fig. 1. Measurement method for potato bulb cutting resistance

Algorytm analizowania pojedynczej linii obrazu przedstawiony jest na rys. 2. Należy zaznaczyć, że jest to algorytm opracowany w początkowej fazie projektu, który w wyniku rozwoju i testowania aplikacji został znacznie rozwinięty.



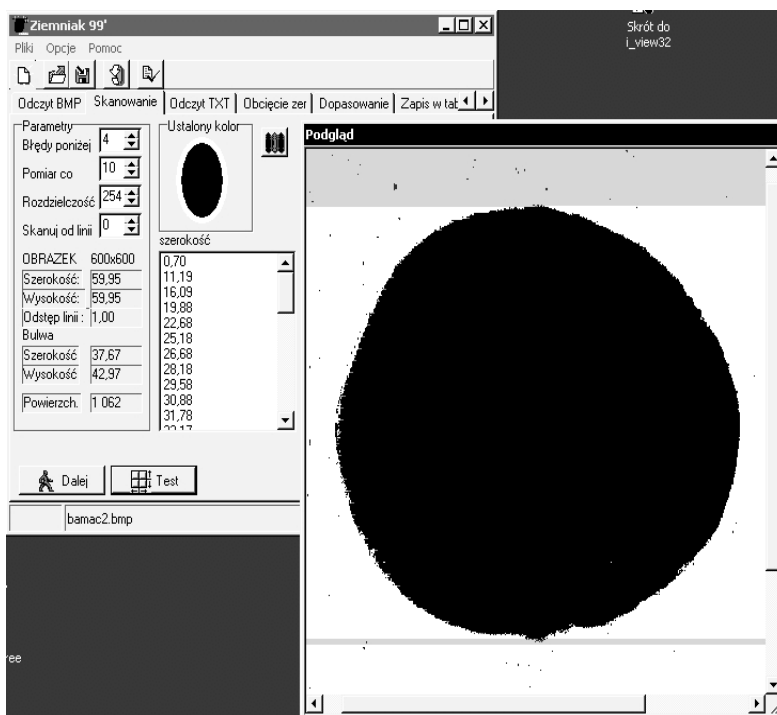
Rys. 2. Uproszczony schemat pomiaru długości cięcia  
 Fig. 2. Simplified method of cutting length measurement

Istota pomiaru sprowadza się do odszukania początku ziemniaka (xp) oraz końca (xk) a następnie policzenia pikseli znajdującymi się pomiędzy tymi punktami. Pierwszy pomysł polegający na policzeniu pikseli w kolorze ziemniaka nie sprawdził się z uwagi na występujące zakłócenia (szum) w postaci pojedynczych punktów znajdujących się na obrazie.

Sprawdzany jest więc kolejno punkt po punkcie aż do rozpoznania xp (początku bulwy) i dalej aż do rozpoznania xk (końca bulwy). Na schemacie (rys. 2) nie uwzględniono korekt, które wykonuje program w trakcie sprawdzania czy osiągnięty został początek lub koniec bulwy. Dzięki tym korektom program prawidłowo rozpoznaje żądane punkty, nie reagując jednocześnie na pojedyncze piksele (a nawet ich grupy) pojawiające się na obrazie.

## Funkcje i charakterystyka programu

Po zmierzeniu i zebraniu wymiarów w tabeli, następuje zestawienie z pomiarami sił oraz wyliczenie potrzebnych wskaźników. I tu również, w praktyce, okazało się że potrzebne są specjalne funkcje korygujące, które pozwalają wyeliminować niedokładności układu napędowego noża (poślizg układu przesuwanego). Błędy te, mimo iż nie były duże, mogły powodować istotne błędy w obliczeniach. Program umożliwia korektę tego typu usterek w szerokim zakresie.



Rys. 3 Przykładowe okno programu  
Fig. 3. Example of the program menu box

Dane z dowolnej liczby pomiarów, zestawiane są w pojedynczej tabeli, która może być zapisana na dysku, a następnie przeniesiona do arkusza kalkulacyjnego w celu dalszej obróbki.

Na rys. 3 przedstawione zostało przykładowe okno programu. Obsługa aplikacji jest prosta a wykonywane działania wizualizowane są na ekranie. Istotne zwłaszcza jest przedstawienie punktów, które rozpoznane zostały jako bulwa ziemniaka oraz tych które są tłem. Pokazane są też (odpowiednimi kolorami) korekty wykonywane przez program. Poszczególne tabele z obliczeniami prezentowane są w kolejnych zakładkach. I tu również sprawdzić można jakie korekty wykonał program w trakcie obliczeń.

## Podsumowanie

Aplikacja mimo iż przeznaczona dla specjalistycznego zastosowania nie jest skomplikowana w obsłudze. Zawiera jednak szereg ustawień, które wpływają na sposób pracy i obliczeń. Z uwagi na przeznaczenie - badania naukowe - pozostawienie użytkownikowi możliwości wpływania na sposób wyliczeń jest ważniejsze od prostoty obsługi.

Działanie aplikacji zweryfikowano w trakcie badań laboratoryjnych na Wydziale Agrotechnologii Akademii Rolniczej w Krakowie. Program był wielokrotnie modyfikowany, a jego skuteczność działania potwierdzają tysiące wykonanych pomiarów. Ponieważ został zaprojektowany i napisany z myślą o konkretnym stanowisku badawczym, pozwala znacznie zautomatyzować i przyspieszyć proces pomiaru i obliczeń, a wizualizacja umożliwia kontrolowanie badań na bieżąco.

## Bibliografia

- Frączek J., Wróbel M.** 2006. Metodyczne aspekty oceny kształtu nasion. *Inżynieria Rolnicza* 12(87). s. 155-163.
- Tukiendorf M., Szwedziak K., Sobkowicz J.** 2006. Określenie czystości ziarna konsumpcyjnego za pomocą komputerowej analizy obrazu. *Inżynieria Rolnicza* 12(87). s. 519-525.

## **USE OF IMAGE RECOGNITION ALGORITHM IN SCIENTIFIC RESEARCH BASED ON „ZIEMNIAK-99” SOFTWARE**

**Summary.** A custom developed “Ziemniak” computer software, applicable for testing of potato cutting resistance, was presented. The software uses image recognition algorithms in order to measure shape and dimensions of a cut potato bulb.

**Key words:** agricultural technology, computer software, agricultural engineering, scientific research, cutting resistance, potato

**Adres do korespondencji:**

Michał Cupiał; e-mail: Michal.Cupial@mcpk.net  
Katedra Inżynierii Rolniczej i Informatyki  
Akademia Rolnicza w Krakowie  
ul. Balicka 116 B  
30-149 Kraków