

УДК 004.932.72

В.М. Малкіна<sup>1</sup>, Н.В. Білоус<sup>2</sup><sup>1</sup> Таврійський державний агротехнологічний університет, Мелітополь<sup>2</sup> Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків

## МЕТОДИКА ВИМІРЮВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ВИБІРКИ НАСІННЯ СОНЯШНИКУ НА ОСНОВІ КЛАСИФІКАЦІЇ ЗА ОЗНАКАМИ ГЕОМЕТРИЧНИХ ІНВАРІАНТІВ

Запропоновано методика вимірювання показників вибіркового насіння соняшнику на основі аналізу фотозображень вибірки шляхом визначення геометричних інваріантів окремих об'єктів зображення. Побудовано спеціальний алгоритм автоматичного пошуку порогового значення за параметром компактності об'єктів-зображень окремого насіння та розроблено відповідне програмне забезпечення, яке дозволяє визначати відсоток пошкодженого насіння у вибірках.

**Ключові слова:** обробка зображень, вимірювання показників насіння геометричні інваріанти, методи класифікації, компактність.

### Вступ

**Постановка проблеми.** В теперішній час при проведенні різних видів досліджень в агрономії доводиться при обробці експериментальних вибіркового даних і визначенні різних статистичних характеристик, виконувати великий обсяг одноманітних дій, пов'язаних з підрахунком кількості елементів вибірки, визначенням їхніх геометричних характеристик, класифікації елементів вибірки за різними типами критеріїв. Так, при дослідженні технологій вирощування та збирання врожаю соняшника доводиться визначати кількість, розмір насіння соняшника в окремих кошиках, та інші характеристики. Це виконують або «вручну», або визначають тільки усереднені показники на основі дослідження лише окремих елементів вибіркового даних. Це приводить до істотних часових витрат і є трудомістким, або одержуємо наблизені результати, обтяжені суттєвими похибками. Таким чином, існує проблема автоматизації процесу визначення показників насіння у кошиках соняшника, визначення їхніх кількісних та геометричних характеристик. Вирішення поставленої проблеми пропонується провести шляхом застосування методів обробки, розпізнавання та аналізу фотозображень вибірок насіння.

**Аналіз публікацій.** На даний момент існують окремі розробки в сфері розпізнавання образів, які призначені для застосування в агропромисловій області. Так, в роботі [1] наведена методика розробки аналізатора зерен рису за допомогою технологій комп'ютерного зору. Програмна реалізація виконана в середовищі MATLAB. Окремі методи підрахунку «скупчених» зерен на цифровому зображенні запропоновано в [2], засновані на морфологічних перетвореннях. В роботі [3] запропоновано алгоритм відокремлення зображень контактуючих зерен методом заповнення вільних областей. В основі методу покладено створення скелета для фону зображення,

після чого, знаходяться його кінцеві точки та будуються відрізки, що мають відокремити «скупчені» об'єкти. Також, представлено порівняння даного методу з методом водорозподілу. В роботі [4], окрім програмного забезпечення, розроблено спеціальний апаратний засіб, що представляє собою вібруючу поверхню, на яку накладається насіння. Це дозволяє розташувати зерна рівномірно та забезпечує уникнення контакту між ними. Після цього виконується фотографування та подальша обробка фотозображень за допомогою розробленої програми. При аналізі фотозображень вибірки насіння існують певні особливості, пов'язані зі специфікою самих об'єктів – насіння. В роботі [5] пропонується методика аналізу фотозображень вибірки насіння соняшника для випадку наявності пошкодженого насіння на основі аналізу зображень за ознакою компактності. Але, відповідно до методики, яка наведена у [5], порогове значення для виконання процесу розбиття всіх об'єктів на групи «пошкоджене» та «непошкоджене» насіння визначається самим дослідником у діалоговому режимі, та потребує попередньої підготовки.

**Метою статті** є розробка методики та спеціального програмного забезпечення для визначення показників насіння соняшника, методів обробки та аналізу цифрових зображень вибірки на основі використання геометричних інваріантів зображень. Запропоновані методики дозволяють на основі показників площі, периметру та компактності зображень окремих зерен виконувати аналіз зображення при наявності специфічних особливостей, а саме, зображень «травмованого» насіння шляхом автоматичного визначення порогового класифікаційного значення для груп «травмованого» та «цілого» насіння

### Викладання основного матеріалу

Методи аналізу зображень дозволяють зробити висновок про наявність зображення заданого класу

та про характеристики цього зображення. Одним з найбільш підходящих методів аналізу зображень у контексті поставленої задачі є методи контурного аналізу та використання інваріантних геометричних характеристик.

Таким чином, виходячи зі специфіки зображення насіння соняшника, а саме, наявності істотної різниці яскравості зображення насіння і тла, несуттєве зашумлення зображення, можливість впливати на розташування зображень пошуку (насіння на фотографії) пропонується при розробці програмного модуля використати саме методи контурного аналізу.

Методи виділення контурів окремих об'єктів зображення (окремого насіння) та аналізу геометричних характеристик областей, які обмежені цими контурами є досить ефективним у випадку необхідності аналізувати та класифікувати зображення при наявності геометричних особливостей об'єктів. Так, наприклад, при необхідності визначити відсоток пошкодженого гасіння у вибірках соняшнику, пропонується при аналізі фотозображень вибірки провести розбиття усієї групи окремих об'єктів на дві підгрупи – «травмоване» насіння та ціле насіння (рис. 1, а, б).

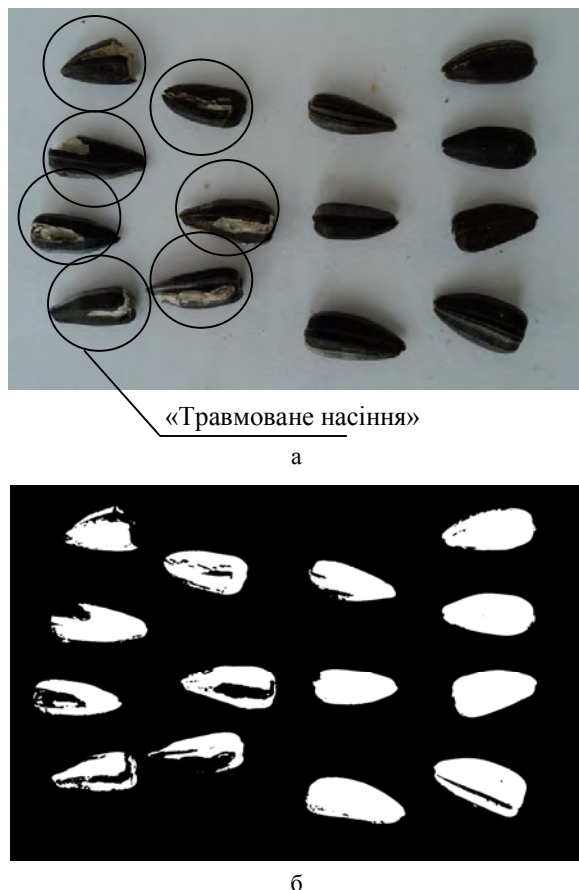


Рис. 1. Фотозображення тестової вибірки насіння соняшнику (а) та його попередня обробка (б)

Таким чином, проблема зводиться до вирішення задачі класифікації об'єктів зображень насіння по критерію «травмованості». Критерій «травмова-

ність» пропонується формалізувати за допомогою геометричних інваріантів зображень: площа об'єкту, периметри об'єкту та компактність об'єкту.

Як показав аналіз зображень вибірок, зображення «травмованого» насіння являють собою, у кінцевому результаті неопуклі області на відміну від зображень цілого насіння. Пропонується у якості кількісного показника «опуклості» розглядати геометричну характеристику об'єкту – компактність, яка визначається за формулою

$$C = P^2/S,$$

де  $S$  – площа області зображення об'єкта,  $P$  – периметр області зображення об'єкта.

Як показав аналіз, показник компактності неопуклої області суттєво більше ніж у опуклої при рівності їх площ за рахунок більшого значення периметру неопуклої області. Пропонується у якості основного критерію визначення «травмованого» насіння розглядати показник компактності зображення окремих областей, де у якості площі виступає кількість пікселів на зображенні окремої області, периметр – кількість пікселів на контурі цієї області.

Виходячи з цього, необхідно розподілити компоненти зображення на два класи – клас «травмованого» та «не травмованого» насіння. Класифікацію пропонується виконати на основі порогової ознаки, що дозволяє однозначно встановити приналежність кожного об'єкту на зображенні до того чи іншого класу. З того, що, при близьких значеннях площ окремих зображень насіння, суттєво відрізняються значення периметрів опуклих та не опуклих областей, у якості другого критерію класифікації пропонується розглядати периметр області зображення насіння. На рис. 2 наведено діаграму показників тестового прикладу.

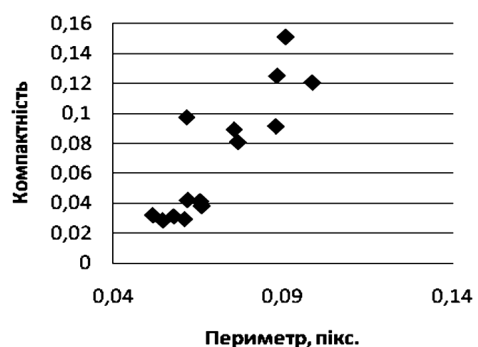


Рис.2. Діаграма показників периметру та компактності зображень окремих об'єктів

Для автоматичного визначення порогового значення при класифікації об'єктів за цими ознаками пропонується такий алгоритм:

- 1) група точок з координатами  $(C_i, P_i)$  сортується за ознакою  $C_i$ ;
- 2) значення показників нормуються за формулами

$$\bar{C}_i = C_i / \sum_i C_i \quad \bar{P}_i = P_i / \sum_i P_i ;$$

3) визначаються положення центрів груп точок, які отримуються шляхом послідовного додавання точок до групи таким чином, що перша група містить першу точку, друга – першу та другу точки і т.ін. за формулами

$$X_k = \sum_{i=1}^k \bar{P}_i / k; \quad Y_k = \sum_{i=1}^k \bar{C}_i / k;$$

4) аналізується зміна положення центрів груп при додаванні точок до групи, визначається межі різкої зміни положення центру групи. Значення при яком суттєво змінилося положення центру групи є пороговим значенням при класифікації об'єктів. Зміну положення центру групи визначаємо за зміною довжини ланок ламаної, вузлами якої виступають точки – центри мас груп.

На рис. 3 наведено графік центрів груп, а на рис. 4 – графік довжини ланок ламаної, яка утворена точками – центрами груп для тестового прикладу.

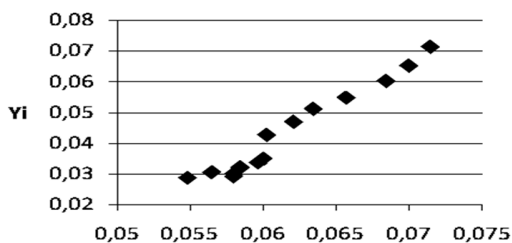


Рис. 3. Графік центрів груп

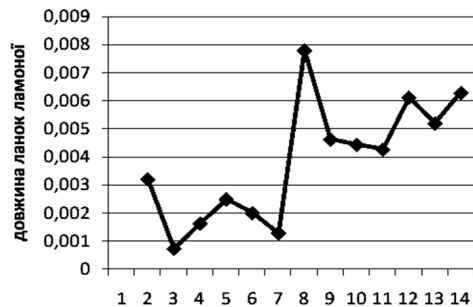


Рис. 4. Графік зміни довжини ланок ламаної

Таким чином, для тестового прикладу (рис. 1) пороговому значенню при класифікації об'єктів відповідає координати точки з номером 7 (рис. 4), якій відповідає найбільша зміна положення центрів груп.

Програмний модуль розроблено в середовищі Microsoft Visual Studio, мовою програмування C# на основі застосування набору бібліотек OpenCV Sharp.

## Висновки

Запропоновано методику вимірювання показників вибіркового даних насіння соняшнику на основі аналізу зображень вибірки насіння шляхом визначення геометричних інваріантів та класифікації зображень. Розроблений на основі запропонованої методики програмний модуль дозволяє підвищити оперативність отримання статистичної інформації про розподіл насіння соняшника в кошиках, знизити часові затрати та підвищити точність обробки експериментальних даних.

## Список літератури

1. Arya S. Development of a Seed Analyzer using the Techniques of Computer Vision / S. Arya, P. Lehana // IJDP. – 2012. – Vol. 3, No. 1. – P. 149-155.
2. Marcal A.R.S. Alternative Methods for Counting Overlapping Grains in Digital Images / A.R.S. Marcal, A. Campilho, M. Kamel // ICIAR. – 2008. – Vol. 5112. – P. 1051-1060
3. Faessel M. Touching grain kernels separation by gap-filling / M. Faessel, F. Courtois // IAS. – 2009. – Vol. 28, No. 3. – P. 195-203.
4. Wang W. Grains Automatic Counting Method Based on Computer Vision / W. Wang, Y. Wang, T. Ji // IJACT. – 2012. – Vol. 4, No. 13. – P. 345-351.
5. Малкіна В.М. Методика визначення показників вибіркового даних сільськогосподарських культур на основі аналізу їх зображень / В.М. Малкіна, М.В. Білоус // VII Міжн. НПК «Сучасні проблеми і досягнення в галузі радіотехніки, телекомунікацій та інформаційних технологій». – Запоріжжя: ЗНТУ, 2014. – С. 199-200.

Надійшла до редколегії 3.01.2015

Рецензент: д-р техн. наук, проф. І.В. Руженцев, Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків.

## МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВЫБОРКИ СЕМЯН ПОДСОЛНЕЧНИКА НА ОСНОВЕ КЛАССИФИКАЦИИ ПО ПРИЗНАКАМ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ИНВАРИАНТОВ

В.М.Малкина, Н.В. Белоус

Предлагается методика измерения показателей выборочных данных семян подсолнечника на основе анализа фотоизображений выборки путем определения геометрических инвариантов отдельных объектов изображения. Построен специальный алгоритм автоматического поиска порогового значения по параметру компактности объектов-изображений отдельных семян и разработан соответствующий программный модуль, который позволяет определять процент поврежденных семян в выборках.

**Ключевые слова:** обработка изображений, измерение показателей семян, геометрические инварианты, методы классификации, компактность

## THE TECHNIQUE OF MEASUREMENT FOR SAMPLES OF SUNFLOWER SEEDS ON THE BASIS OF THE CLASSIFICATION USING OF FEATURES OF GEOMETRIC INVARIANTS

V.M. Malkina, N.V. Bilous

The technique of measurement of the sample data of sunflower seeds on the basis of the analysis photo images by determining the geometric invariants of some objects in the image is suggested. The special algorithm for automatically search of the threshold value by using of the parameter of the object compactness for images of individual seeds is built. Software module that allows determining the percentage of damaged seed samples is developed.

**Keywords:** image processing, measurement of seeds indicators, geometric invariants, classification methods, compactness.