

УДК 004.932.72

ВИЗНАЧЕННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЛОДІВ ЧЕРЕШНІ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЙ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ

Малкіна В. М.¹, д.т.н.

e-mail: vira.malkina@tsatu.edu.ua

Мозговенко А. А.¹, асистент

e-mail: andrii.mozghovenko@tsatu.edu.ua

¹Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Актуальність та постановка проблеми.

Визначення розмірів плодів черешні та збір відповідних статистичних даних є важливою частиною наукових досліджень в сфері садівництва.

Автоматизація процесу визначення геометричних розмірів плодів черешні шляхом розробки спеціального програмного забезпечення на основі технологій комп'ютерного зору дозволяє підвищити точність вимірювання та суттєво знизити часові затрати.

Основні матеріали дослідження.

На сучасному етапі розвитку технологій, пов'язаних з комп'ютерним зором, якість програм, здатних швидко, точно та зручно для користувача обчислювати реальні розміри об'єктів обмежена.

Існуючі програми або вимагають відповідної підготовки користувача, або висока вартість ліцензії на програмне забезпечення, і, як наслідок, додаткові матеріальні затрати.

Так, наприклад, графічний редактор Adobe Photoshop містить ряд інструментів, за допомогою яких користувач може здійснити якісну обробку зображення, але не здатен досить точно визначити його геометричні розміри.

За допомогою програмного модулю, запропонованого в роботі [1] користувач має змогу швидко отримати точні дані про площу фотосинтезуючої поверхні листа, в роботі [2] пропонується визначати розміри об'єктів на фотозображенні, шляхом порівняння їх площі з площею еталонного об'єкту у випадку коли об'єкт має форму близьку до форми круга.

Метою статті є розробка методики та спеціального програмного забезпечення для визначення геометричних характеристик плодів черешні на основі методів обробки та аналізу їх цифрових зображень.

Пропонується процес аналізу зображення та визначення реальних розмірів (діаметр плоду) провести за наступним алгоритмом.

Перший етап – підготовка вибірки та еталонного об'єкту, розташування їх на рівномірному фоні, забезпечення рівномірного освітлення та мінімізація сторонніх ефектів, які в подальшому заважатимуть обробці зображення.

Другий етап – попередня обробка фотозображення об'єкту (рис.1), на якій з зображення видаляються сторонні відблиски, тіні та шуми, які впливають на точність отриманих результатів.

Пропонується застосовувати алгоритм згортки – операції обчислення нового значення заданого пікселя, при якій враховуються значення оточуючих його сусідніх пікселів, що дозволяє нівелювати нерівномірність освітлення на зображенні, що значно покращить результат наступних перетворень.



Рис. 1. Фотозображення об'єкту

Третій етап – виконання операцій «відтінки сірого» та «бінаризація», в результаті яких вхідне зображення спочатку конвертується в градації сірого кольору, а потім – у чорно-біле зображення. Операції «відтінки сірого» та «бінаризація» виконується за допомогою вбудованої в бібліотеку OpenCV функції CvFindContours() [3], заснованої на алгоритмі SUZUKI85 [4].

На четвертому етапі користувач в інтерактивному режимі вибирає на зображенні об'єкт, який вважається еталоном, площа якого відома. Після уведення значення площі еталонного об'єкту в вікно-запит (рис. 2) та вибору стилю виділення об'єктів відкривається вікно роботи з контурами (рис. 3), в якому виводиться інформація про площу поточного об'єкта

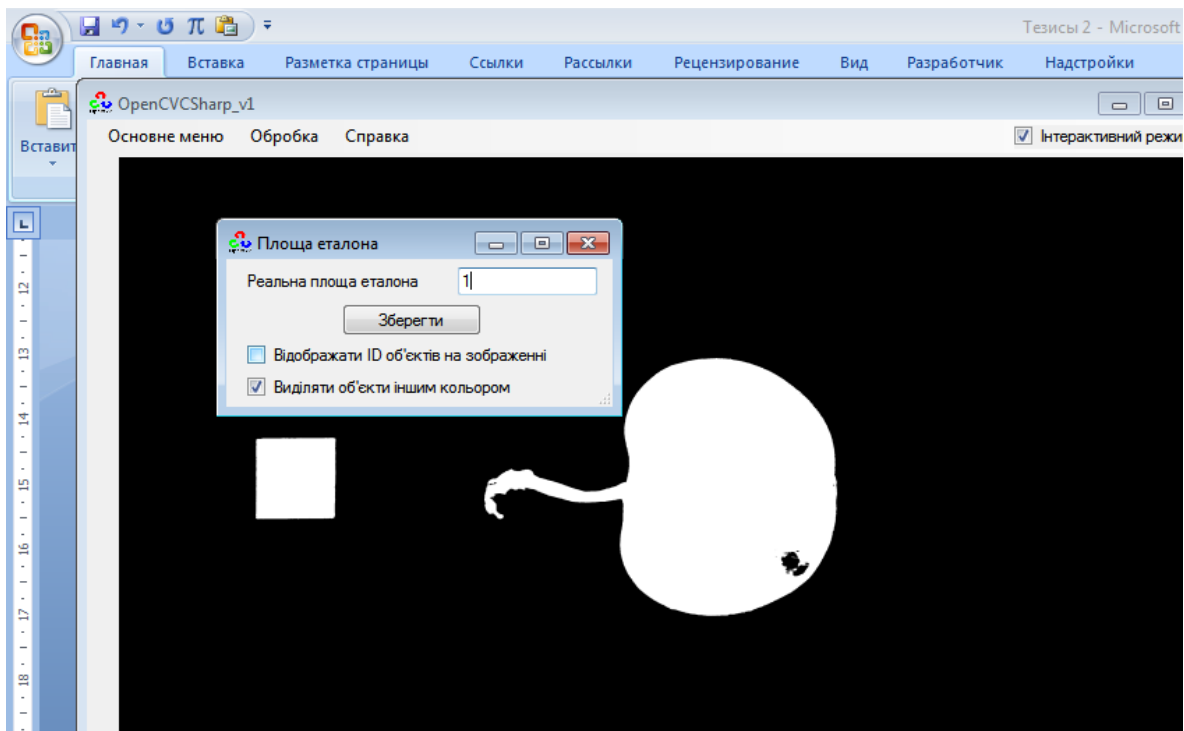


Рис. 2. Введення значення площі еталонного об'єкту

П'ятий етап – визначення меж обраного користувачем об'єкту, підрахунок кількості пікселів всередині відповідної області зображення та визначення реальної площі цього об'єкта.

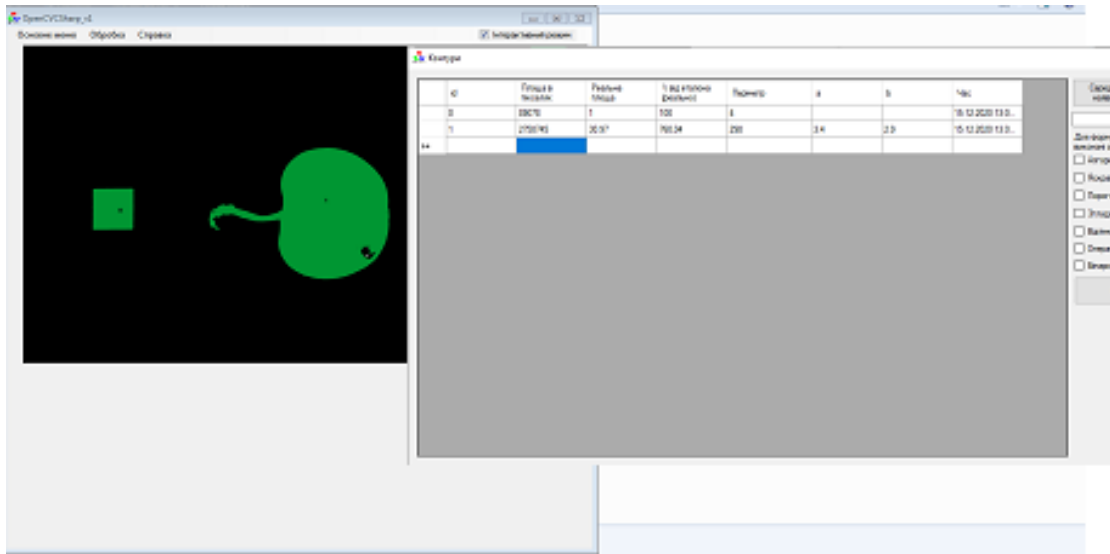


Рис. 3. Визначена геометричних характеристик об'єкту

Для виділення об'єкту використовується функція CvFloodFill() бібліотеки OpenCV, яка ізолює зв'язані з виділеним пікселі та виділяє окремих об'єкт пікселями одного кольору.

Реальна площа об'єкту визначається за формулою:

$$S_{\text{реал}} = \frac{S_{\text{пикс}} \cdot S_{\text{ет.реал}}}{S_{\text{ет.пикс}}}, \quad (1)$$

де $S_{\text{реал}}$ - реальна площа фігури;

$S_{\text{пикс}}$ - кількість пікселів області зображення, що відповідає даній фігурі;

$S_{\text{ет.реал}}$ - реальна площа еталону;

$S_{\text{ет.пикс}}$ - кількість пікселів області зображення, що відповідає еталону.

З того, що досліджувані об'єкти мають однотипну форму (наближену до форми круга або еліпса) пропонується для визначення геометричних розмірів використовувати геометричні інваріантні характеристики – площа (кількість пікселів, розташованих всередині області, яка обмежена контуром), периметр (кількість пікселів, які належать виділеному контуру). На основі значень площі та периметру об'єкту визначаються розміри.

Як відомо, площа та периметр еліпсу визначається формулами:

$$P = 4 \cdot \frac{\pi ab + (a - b)}{a + b}; \quad S = \pi ab, \quad (2)$$

де S - площа об'єкту;

P - периметр об'єкту;

a, b – напіввісі еліпсу.

Тоді, геометричні розміри плоду черешні визначаються шляхом розв'язання системи рівнянь за формулами:

$$b = \frac{-S\pi + \sqrt{S^2\pi^2 - 4S\pi}}{2\pi}; \quad a = \frac{2S\pi}{-S\pi + \sqrt{S^2\pi^2 - 4S\pi}},$$

де S - площа об'єкту,

P - периметр об'єкту,

a, b – напіввісі еліпсу.

На рисунку 3 наведено вікно розробленого програмного модуля.

Отримані дані в автоматичному режимі заносяться до спеціальної таблиці та виводяться на екран. Було проведено обробку 50 вибірок по 20 об'єктів в кожній. Як показало дослідження, максимальна похибка обчислень не перевищує 5%.

Висновки. Запропоновано програмний модуль на основі методів обробки та аналізу зображень дозволяє в діалоговому режимі визначати геометричні розміри заданого об'єкта. Програмний модуль дозволяє підвищити ефективність експериментальних досліджень визначення розміру плодів черешні автоматизації процесу. Це дає можливість зменшити трудомісткість робіт, скоротити час обробки експерименту та підвищити точність отриманих даних.

Список використаних джерел:

1. Малкіна В. М., Білоус Н. В. Методика вимірювання показників вибірки насіння соняшнику на основі класифікації за ознаками геометричних інваріантів. *Системи обробки інформації*. Харків: Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, 2015. №2(127). С. 118-120.
2. Малкіна В. М. Методика аналізу зображень однотипних об'єктів на основі класифікаційних ознак геометричних інваріантів. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету*. Мелітополь, ТДАТУ, 2016. Вип. 6. Т.1. С. 276-281.
3. Robocraf. URL: <http://robocraft.ru/blog/computervision/Robocraft>.
4. Suzuki S., Abe K. Topological Structural Analysis of Digitized Binary Images by order Following. *Computer Vision, Graphics, and Image Processing*. 1985. Volume 30, Issue 1. P. 32-46.