

# КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ, СИСТЕМИ ТА ЗАСОБИ АВТОМАТИЗАЦІЇ

УДК 633.11:004.932.2

## ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ОЦІНКИ МОРФОМЕТРИЧНИХ ОЗНАК ЗЕРНОВОГО МАТЕРІАЛУ

Діордієв В. Т., Кашкар'єв А. О.

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

*Пропонується апаратний спосіб аналізу зернового матеріалу на основі використання математичного апарату розпізнавання образів та сучасних Інтернет-технологій.*

**Постановка проблеми.** У селекційній практиці і насінництві добір з вихідних посівів елітних сортів, ефективність ідентифікації стану пшениці залежить від об'єктивної оцінки морфометричних ознак, які оцінюються як експериментально, так і візуально [2]. Якщо оцінка параметрів, які визначаються експериментально ґрунтується на апаратних (об'єктивний) способах, то візуальна оцінка на практичний досвід лаборанта (суб'єктивний) [1].

Сьогодні в Україні існує дві точки зору на технологію визначення якості товарного зерна пшениці. Більшість заготівельників і виробників вважають, що всі методи визначення якості зерна повинні бути експресними. Науковці ж вважають такий підхід помилковим і таким, що не відповідає досвіду роботи у цьому плані держав з високою культурою виробництва зерна (Канада, Угорщина), і пропонують удосконалити технічне забезпечення лабораторій [2].

Лабораторні дослідження зернового матеріалу супроводжуються значними витратами праці та часу. Враховуючи сезонність виконання таких досліджень утримувати великий штат лаборантів складно, оскільки призводить до зниження середньої заробітної плати. Тому актуальним напрямом роботи є підвищення ефективності роботи персоналу та зменшення витрат часу на виконання досліджень.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Ринкова вартість зерна залежить від того, до якого типу (товарного сорту) належить пшениця, і формується на підставі зерна базисної якості, котре у давнину визначалося за візуальними характеристиками. Такий метод використовується у Канаді, де зерно пшениці за більшістю показників оцінюється візуально [1, 2]. Крім того у нормативній документації України, які визначають технічні умови пшениці, ячменю, кукурудзи часто використовують таке поняття як "колір". Існуючий ДСТУ зернових культур для визначення запаху та кольору зерна спирається на людський нюх та зір [1], що не є об'єктивним. Методика визначення кольору зерна має ряд недоліків: незважаючи на індивідуальне сприйняття людським оком кольорів вирішальне рішення приймає людина; не виключена можливість знебарвлення самих зразків; вплив на результат аналізу оточуючого освітлення; методика трудомістка та тривала у часі [2, 4].

Око людини, складна оптична система, сприймає світло в діапазоні довжин приблизно від 350 до 780 нм. Світло сприймається або безпосередньо від дже-

рела, наприклад, від освітлювальних приладів, або як відбитий від поверхонь чи об'єктів переломлений при проходженні крізь прозорі і напівпрозорі об'єкти. Колір - це характеристика сприйняття оком електромагнітних хвиль різної довжини, оскільки саме довжина хвилі визначає для ока видимий колір. Амплітуда, що визначає енергію хвилі (пропорційну квадрату амплітуди), відповідає за яскравість кольору. Таким чином, саме поняття кольору є особливістю людського "бачення" навколишнього середовища [5].

**Мета статті.** На основі аналізу значення морфометричних ознак зернового матеріалу у лабораторних дослідженнях запропонувати методика для їх автоматизованої оцінки на основі сучасних інформаційних технологій та апаратних засобів.

**Основні матеріали дослідження.** Виходячи з наведеного вище матеріалу, пропонуємо для масового добору зернового матеріалу за параметрами, які оцінюються візуально, використовувати інформаційні технології на основі комп'ютеру, сканеру та математичного апарату розпізнавання образів. Дана пропозиція ґрунтується на отриманих результатах роботи, яка була проведена з метою визначення наявності параметрів зерна, які впливають на його колір.

Результати виконаної роботи [2, 4]:

1) розроблена методика отримання графічних зображень та математичний апарат для їх обробки;

2) розроблено програмне забезпечення, котре реалізує наступні функції: відкриття графічних файлів; одержання параметрів зображення за RGB колірною моделлю та 24-х розрядній ідентифікації кольорів (вхідні зображення, отримані за допомогою оптичного сканеру, зберігаються у графічному файлі без стиснення, що не змінює дані); побудова відповідних графіків для кольорів RGB-моделі; запис даних у файл формату Microsoft Excel.

Першим кроком зробимо акцент на тому, що для аналізу кольору зерна використано RGB модель кольорів, яка відрізняється простотою отримання вихідних даних зручних для подальшого аналізу.

На основі фізичних представлень роботи людського ока, у комп'ютерній графіці прийнята так звана адитивна колірна модель, що використовує три первинних складових кольору. Ця модель припускає, що будь-який колір можна розглядати як зважену суму трьох основних кольорів. Проілюструвати її можна на прикладі висвітлення сцени за допомогою трьох прожекторів різного кольору. Кожен прожектор керує-

ся незалежно, і шляхом зміни потужності кожного з них можна відтворити практично всі кольори.

Функція  $C(\lambda)$  характеризує спектральне розкладання світлового випромінювання від деякого джерела, тобто розподіл інтенсивності по довжинах хвиль, три типи сигналів  $R, G, B$  (червоний, зелений, синій), потужність яких визначається інтегральними співвідношеннями [5]:

$$\begin{aligned} R &= \int C(\lambda) \cdot S_R(\lambda) d\lambda, \\ G &= \int C(\lambda) \cdot S_G(\lambda) d\lambda, \\ B &= \int C(\lambda) \cdot S_B(\lambda) d\lambda, \end{aligned} \quad (1)$$

де  $S_R, S_G, S_B$  – функції чутливості відповідних типів колбочок.

Тривимірний природний сприйняття кольору дозволяє відображати його в прямокутній системі координат. Будь-який колір можна зобразити у вигляді вектора, компонентами якого є відносна частка червоного, зеленого і синього кольорів, обчислені за формулами [5]:

$$r = \frac{R}{R+G+B}, \quad g = \frac{G}{R+G+B}, \quad b = \frac{B}{R+G+B}. \quad (2)$$

Колірні моделі, використовувані в комп'ютерній графіці, – засіб опису кольорів у визначеному діапазоні [5].

У моделі RGB колір можна представити у вигляді вектора у тривимірній системі координат з початком відліку в крапці  $(0,0,0)$  – чорний колір. Максимальне значення кожної з компонентів вектора приймемо за 1. Тоді вектор  $(1,1,1)$  відповідає білому кольору. Усі колірні вектори, таким чином, укладені усередині колірного кубу (рис. 1, а) [2].

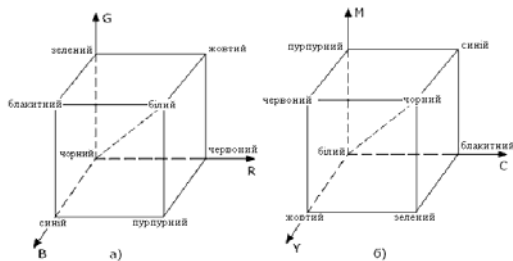


Рисунок 1 – Колірний куб моделей RGB і CMY

Інша модель змішання кольорів – субтрактивна колірна модель, чи модель CMY, що використовує в якості первинних складових кольори Cyan, Magenta, Yellow (блакитний, пурпурний, жовтий), що є додатковими до Red, Green, Blue. У цій моделі відтінки кольору виходять шляхом "вирахування" з падаючого світла хвиль визначеної довжини. Цей підхід має потребу у поясненні. У цій системі координат вектор  $(0,0,0)$  відповідає білому кольору, а вектор  $(1,1,1)$  – чорному.

Зв'язок між значеннями  $(R,G,B)$  і  $(C,M,Y)$  для того самого кольору виражається формулою [5]:

$$\begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} C \\ M \\ Y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}, \quad (3)$$

Приведені моделі охоплюють не повний діапазон видимого кольору, але на даному етапі вивчення наявності взаємозв'язку параметрів зерна та кольору зернового матеріалу цього достатньо.

При цифровій обробці зображення використовується його представлення в пам'яті у вигляді матриці пікселів  $f(m_1, m_2)$ ,  $0 < m_1 < M_1 - 1$ ,  $0 < m_2 < M_2 - 1$  ( $M_1, M_2$  – розміри вхідного зображення). Обробка зображення в загальному випадку полягає у виконанні певного перетворення зазначеної матриці, у результаті якого формується набір її числових характеристик чи нове, оброблене, зображення –  $g(n_1, n_2)$ ,  $0 < n_1 < N_1 - 1$ ,  $0 < n_2 < N_2 - 1$  ( $N_1, N_2$  – розміри вихідного зображення). Перетворення може стосуватися значень чи елементів їхніх координат (індексів), виконуватися над матрицею в цілому, групою елементів чи над кожним окремо [5].

Відповідно до RGB-моделі маємо дискретний ряд розподілу даних, який об'єднаний певними ознаками у єдине ціле [5]. У цьому зв'язку виникає необхідність застосування деяких описуваних параметрів статистичної сукупності – статистичних характеристик.

Крім колірних характеристик зернового матеріалу необхідно враховувати його форму (рис.2), що робить задачу аналізу цифрового зображення набагато складнішим. Водночас, при реалізації алгоритмів розпізнавання образів виникає можливість суттєво розширити перелік контрольованих параметрів та показників.

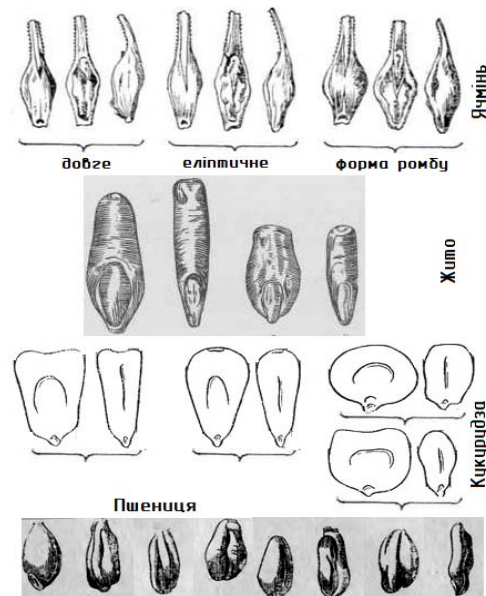


Рисунок 2 – Найбільш поширені форми зернового матеріалу

У процесі розробки системи класифікації необхідно вирішити наступні задачі [3]:

- генерація ознак, які достатньо описують об'єкт;
- селекціонування ознак, які є найбільш інформативні для класифікатору;

- побудова класифікатору – визначення правила за яким вектор ознак буде віднесено до певного класу;
- метод кількісної оцінки інформаційної системи у контексті вірності або помилковості обраного класу.

Модель завдання класифікації полягатиме у [3]:

$\Omega$  - множина об'єктів розпізнавання;

$\omega: \omega \in \Omega$  - об'єкт розпізнавання (образ);

$g(\omega): \Omega \rightarrow M, M\{1, 2, \dots, m\}$  – індикаторна функція, яка невідома спостерігачу та розбиває простір образів  $\Omega$  на  $m$  класів, які не перетинаються,  $\Omega^1, \Omega^2, \dots, \Omega^m$ ;

$X$  - простір спостережень (простір ознак);

$x(\omega): \Omega \rightarrow X$  – функція, яка ставить у відповідність кожному об'єкту  $\omega$  точку  $x(\omega)$  у просторі ознак. Вектор  $x(\omega)$  – образ об'єкта, який сприймає спостерігач. У просторі ознак визначена множина точок, які не перетинаються,  $K_i \subset X, i=1, 2, \dots, m$  і відповідають образам одного класу.

$\hat{g}(x): X \rightarrow M$  - вирішальне правило оцінки  $g(\omega)$

на основі  $x(\omega)$ , тобто  $\hat{g}(x) = \hat{g}(x(\omega))$ .

Припустимо  $x_j = x(\omega_j), j=1, 2, \dots, N$  – доступна спостерігачу інформація про функції  $g(\omega)$  та  $x(\omega)$ , але самі ці функції не відомі. Тоді  $(g_j, x_j), j=1, 2, \dots, N$  – множина прецедентів. Задача розпізнавання полягає у побудові такого рішення  $\hat{g}(x)$ , щоб розпізнавання проходило з мінімальною кількістю помилок (рис. 3).

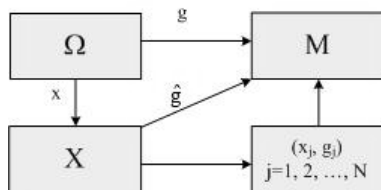


Рисунок 3 – Граф розв'язування задач розпізнавання

Звичайний випадок – вважати простір ознак евклідовим, тобто  $X = \mathbb{R}^L$ . Якість правил розв'язку вимірюється частотою появи правильних рішень. Зазвичай його оцінюють, узгоджуючи множину об'єктів  $\Omega$  деякою ймовірнісною мірою. Тоді задачу розпізнавання можна записати у вигляді  $\min P\{\hat{g}(x(\omega)) \neq g(\omega)\}$ .

Враховуючи, що розробка алгоритмів розпізнавання, бібліотеки об'єктів з ознаками є складною та інтелектуально ємною задачею, то вважаємо, що для прискорення впровадження її у виробництво доцільно використати сучасні Інтернет-технології за клієнт-серверною архітектурою (рис. 4).

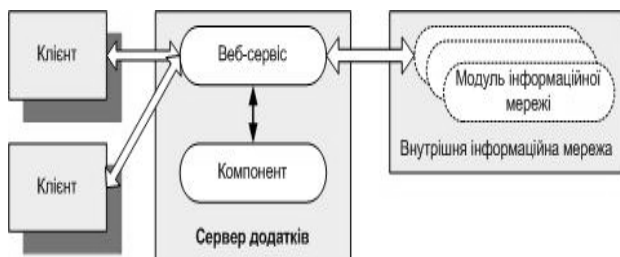


Рисунок 4 – Структура віддаленого сервісу аналізу цифрового зображення зернових.

**Висновок.** Перевага застосування типових законів розподілу складається в їхній вивченості і можливості одержання самостійних, незміщених і відносно високо ефективних оцінок параметрів. Однак розглянуті вище типові закони розподілу не мають необхідну різноманітність форм, тому їхнє застосування не дає необхідної спільності представлення випадкових величин, що зустрічаються при дослідженні систем.

#### Список використаних джерел

- ГОСТ 10967-90 "Зерно. Методы определения запаха и цвета"
- Кашкар'ов А.О. Визначення стану зернового матеріалу за його цифровим зображенням / А.О. Кашкар'ов, С. В. Чаусов, Л.Г. Шляхова // Вісник ХНТУСГ імені Петра Василенка. – Харків: ХНТУСГ, 2010. Вип. 102. – С. 65-67
- Математические методы распознавания образов. Интернет университет информационных технологий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.intuit.ru/>
- Пат. №50385 Україна. МПК<sup>6</sup> G01N 33/10. Спосіб визначення параметрів зерна пшениці на основі аналізу його цифрового зображення / Кашкар'ов А.О., Шляхова Л.Г.; заявник ТДАТУ. - № u200911590; заявл. 13.11.2009; опубл. 10.06.2010, бюл. № 11/2010
- Сойфер В.А. Компьютерная обработка изображений. Методы и алгоритмы. // Соросовский образовательный журнал. – 1996. - №3 – С. 110-121.

#### Аннотация

### ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ ЗЕРНОВОГО МАТЕРИАЛА

Диордиев В. Т., Кашкар'ов А. А.

*Предлагается аппаратный способ анализа зернового материала на основе использования математического аппарата распознавания образов и современных Интернет-технологий.*

#### Abstract

### USE OF MODERN INFORMATION TECHNOLOGIES FOR ANALYSIS OF MORPHOMETRIC CHARACTERS GRAIN MATERIAL

V. Diordiev, A. Kashkarov

*Proposed hardware method of analysis of the grain of the material based on the use the mathematical apparatus of pattern recognition and the modern Internet technologies.*