

Другим етапом досліджень є імітація результатів перетворення АЦП під час реалізації методу корекції похибки інтегральної нелінійності АЦП. Для цього, аналогічно як і на першому етапі, формуються індивідуальні випадкові відхилення δ_i опору резисторів $R_1 \dots R_n$, обчислюють спади напруги на цих резисторах і, згідно досліджуваної реалізації отриманого на першому етапі полінома, обчислюють “реальні” результати перетворення АЦП для всіх точок визначення нелінійності АЦП.

Третім етапом досліджень є імітація самої корекції похибки інтегральної нелінійності АЦП. Для цього, склавши систему рівнянь на базі отриманих на другому етапі “реальних” результатів перетворення АЦП і рішивши її методом Гауса, отримують коефіцієнти коригуючого полінома K_{Ki} .

На четвертому етапі оцінюють залишкову похибку досліджуваного методу корекції шляхом порівняння в 20-ти точках, рівномірно розміщених по діапазону перетворення АЦП, значень “ідеальної” похибки АЦП (отриманої на базі коефіцієнтів полінома K_{Mi}) та “реальної” коригуючої дії (отриманої на базі коефіцієнтів полінома K_{Ki}). За отриманою різницею обчислюють відносну похибку корекції. Отримані для 126 реалізацій максимальні значення останньої приведені на рис. 2.

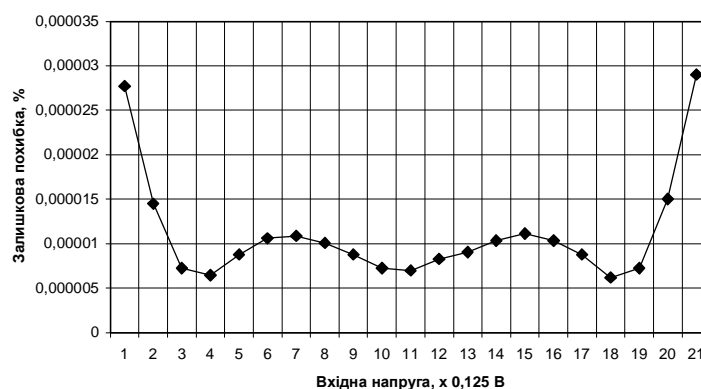


Рисунок 2 – Відносна похибка дослідженого методу корекції інтегральної нелінійності АЦП

Список використаних джерел

1. AD7714: CMOS, 3V/5V, 500 μ A, 24-BIT SIGMA-DELTA, SIGNAL CONDITIONING ADC. [Електронний ресурс] – Режим доступу <http://www.analog.com/en/analog-to-digital-converters/ad-converters/ad7714/products/product.html>.
2. Кочан Р.В., Кочан О.В. Пристрій визначення інтегральної нелінійності характеристики перетворення аналого-цифрових перетворювачів. Пат. 200703921 Україна, МПК 7Н01Н51/00. Заявл. 10.04.2007.
3. Кочан Р.В., Кочан О.В. Спосіб перевірки аналого-цифрових перетворювачів на місці експлуатації. Пат. 200805621 Україна, МПК 7Н01Н51/00. Заявл. 29.04.2008.

УДК 004.93:633.1

АВТОМАТИЗОВАНИЙ МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ГРАНУЛОМЕТРИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ЗА ЙОГО ЦИФРОВИМ ЗОБРАЖЕННЯМ

Матвійків В.П.

Тернопільський національний педагогічний університет

Зерновим культурам належить важлива роль в усіх областях України, особливо областях степової та лісостепової зон. Навіть в Закарпатській та Івано-франківській областях, де частка зернових культур є найнижчою в Україні, вони займають біля 40% посівних площ. Щороку в Україні сільськогосподарські підприємства збирають близько 300 млн. ц зернових та зернобобових культур [1]. Україна є одним із лідерів серед світових експортерів грубих зернових. В той же час при будь-яких операціях із зерном (заготівля, переробка, зберігання) необхідно знати якість даного зерна, щоб забезпечити об'єктивний розрахунок з товаровиробниками, а також ефективне зберігання. Для одержання правильної характеристики зерен і оцінки усєї партії потрібно знати їх відмінності, з'ясувати ступінь неоднорідності партії за тією чи іншою ознакою, встановити межу відмінностей і середні величини їх значень. Неоднорідність зерна спостерігається уже в межах одного колоса. Наприклад, у колосі пшениці є зерна крупні з масою понад 50 мг, і дрібні з масою, меншою 25 мг.

На сьогодні діє декілька стандартів, що нормують методи оцінки якісних показників зерна, яке поступає на підприємства агропромислового комплексу[2–5]. Проте всі існуючі методи визначення якісних показників зернової маси є неефективними у зв'язку із великим відсотком використання ручної праці і малою долею їх автоматизації та комп'ютеризації. Особливо це характерно для методів, які оцінюють фізичні властивості зерна, такі як форма зерна, його геометричні розміри, вміст сміттєвих та зернових домішок. Тому на сьогодні активно ведуться пошуки нових методів автоматизованого та автоматичного аналізу зернової маси [6–8].

Нами запропоновано підхід неструктивного визначення гранулометричних показників зернової маси, схема роботи якої зображена на рис. 1.

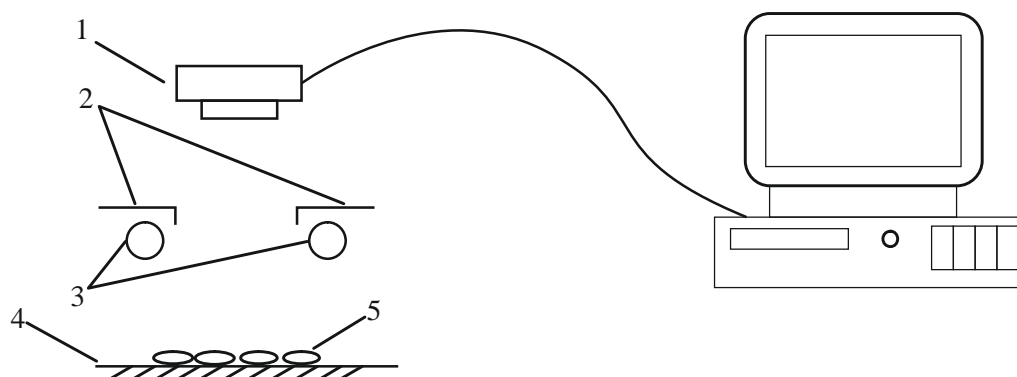


Рисунок 1 - Система визначення гранулометричних показників зернової маси (1 – цифрова камера, 2 – рефлектори, 3 – освітлювальні лампи, 4 – предметний стіл, 5 – зерно).

Зерно розміщується на предметному столі чорного матового кольору. Для зменшення кількості додаткових небажаних контурів реєстрація зображення здійснюється в умовах рівномірного дифузійного освітлення, що запобігає появі тіней зернин. Проте навіть з виконанням цих умов, зображення може містити небажані шуми. Тому перед здійсненням гранулометричного аналізу проводиться попередня обробка, яка полягає у видаленні шумів та нелінійному приведенні гістограми.

Найбільш ефективним методом видалення шумів для такого типу зображень виявився підхід, який полягає у накладанні на зображення двох фільтрів – Гауса та Лапласа. Перший здійснює згладжування зображення, інший – підвищує його чіткість. Таким чином, після їх застосування зникають небажані невеликі зашумлені ділянки. Функцію (1), що поєднує дані фільтри називають лапласіаном гаусіана:

$$\Delta^2 h(r) = -\left(\frac{r^2 - \sigma^2}{\sigma^4}\right) e^{-\frac{r^2}{2\sigma^2}}, \quad (1)$$

де $r^2 = x^2 + y^2$, σ^2 – дисперсія, x , y – просторові координати зображення. Для фільтрування цифрових зображень застосовують цифрове наближення функції. Найбільш оптимальним у нашому випадку виявилось використання фільтру з маскою 9x9.

Наступним етапом підготовки зображення є приведення його гістограми до типового вигляду. Після проведених досліджень було виявлено, що гістограма типового необробленого зображення зернової маси є досить розширеною в темних областях (ділянках фону), а також близька нулю у світлих відтінках.

Алгоритм приведення гістограми здійснюється у два етапи. На першому етапі виконується пошук порогових значень L_1 та L_2 , які є локальними максимумами в деякому околі в темних та світлих областях гістограми відповідно.

Нехай $H(r)$ – функція, що описує гістограму зображення, визначена на проміжку $[0, m]$. Тоді

$$\begin{aligned} L_1 &= \max(H(r)), \text{ де } 0 \leq r \leq 0,2m \\ L_2 &= \max(H(r)), \text{ де } 0,85 \leq r \leq m \end{aligned} \quad (2)$$

На наступному етапі здійснюється еквалізація гістограми на основі функції

$$T(r) = \begin{cases} 0, & \text{для } r < L_1 \\ N \cdot \left(\frac{2 \cdot (r - L_1)}{N - L_1 - L_2} - 1 \right)^3, & \text{для } L_1 \leq r \leq L_2, \\ N, & \text{для } r > L_2, \end{cases} \quad (3)$$

де N – кількість рівнів яскравості зображення, r – яскравість пікселя зображення.

Після здійснення описаних перетворень виконується сегментація зображення. Задача сегментації полягає у розподілі множини пікселів обробленої фотографії на деякий набір непустих підмножин [9]. Найбільш ефективним для вирішення даної проблеми виявився метод сегментації на основі морфологічного водоподілу.

Результатом застосування описаного алгоритму є виділені сегменти, кожен з яких відповідає зображенню окремої зернини. Все зерно у залежності від площі, яке воно займає на зображенні, поділяється на три види: крупне, середнє та дрібне. Також на зображенні присутні дрібні сегменти зображення, які не беруться до уваги. В цілому, процес обробки зображення є повністю автоматичним за виключенням калібрування камери та налаштування освітлення. Швидкодія розробленої системи залежить від продуктивності персонального комп'ютера. Так, на базі ПК з CPU Intel E2200 та ОП ємністю 512 Мбайт час обробки одного зображення становив близько 2 хв.

Запропонований підхід дозволяє підвищити ефективність визначення гранулометричних показників, оцінки однорідності зернової маси, а також досягти високої збіжності паралельних вимірювань та значно зменшити вплив суб'єктивних факторів. Сфери використання даного підходу є більш ширшими, аніж звичайних лабораторних тестів, оскільки в ряді випадків аналіз можна виконувати без безпосереднього доступу до зерна.

Список використаних джерел

1. Збирання врожаю сільськогосподарських культур та проведення інших польових робіт, станом на 1 листопада 2010 року: статистичний бюлетень. / Держкомстат України.– К.: Держкомстат України, 2010.– 58 с.
2. Зерно і продукти його переробки. Визначення показників якості методом інфрачервоної спектроскопії : ДСТУ-П-4117-2002.–К.: Держстандарт України, 2002.
3. Зерно. Метод определения сорной и зерновой примесей на анализаторе засоренности У1-ЕА3-М : ГОСТ 28419-97.– Минск : ИПК Издательство стандартов, 1998.– 9 с.
4. Методы определения общего и фракционного содержания сорной и зерновой примесей; содержания мелких зерен и крупности; содержания зерен пшеницы, поврежденных клопом-черепашкой; содержания металломагнитной примеси : ГОСТ 30483-97.– Минск : ИПК Издательство стандартов, 1998.– 18 с.
5. Зерно. Методы определения типового состав : ГОСТ 10940-64.– М.: ВСО «Зернопродукт», 1964.– 4 с.
6. Федорейко В. С. Визначення якісних характеристик зернової маси на основі комп'ютерної обробки зображень / В. С. Федорейко, В. П. Матвійків // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Випуск 8. Том 2. – Мелітополь, 2008. – с. 95-103.
7. Голик А. Б. Использование методов цифровой обработки изображений в гранулометрическом анализе зернопродуктов / А. Б. Голик, В.С. Лузев // 62-я Всероссийская научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых "Наука и молодежь". Секция «Технологии и оборудование пищевых производств»./ Алт. гос. техн. ун-т им.И.И.Ползунова.– Барнаул, 2004. – с. 28-30.
8. Гарш З.Э. Определение стекловидности зерна пшеницы методом цифрового анализа изображений / З. Э. Гарш., Е.В. Лобова, Л. В. Устинова // 62-я Всероссийская научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых "Наука и молодежь". Секция «Технологии и оборудование пищевых производств»./ Алт. гос. техн. ун-т им.И.И.Ползунова. – Барнаул, 2004. – с. 30-32.
9. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений. / Р. Гонсалес, Р. Вудс – М.: Техносфера, 2005. – 1072 с.

УДК 004.932.2

АЛГОРИТМ ПЕРЕТВОРЕННЯ ОБЛАСТЕЙ ЗОБРАЖЕНЬ

Мудрик Р.Б.

Тернопільський національний економічний університет

І. Огляд сучасних рішень та постановка задачі

Зображення будь-якого об'єкта можна представити у вигляді контуру і внутрішньої області. У багатьох прикладних задачах об'єкти під час роботи змінюють свою форму. Тому необхідно досліджувати закономірності зміни форми об'єкта на основі зміни його зовнішнього контуру і внутрішньої області. Так, в роботі [1] розроблений метод і алгоритми, які ґрунтуються на визначенні