

АНАЛІЗ ОБЛАСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ВІДЕОЦИФРОВИХ СИСТЕМ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ЗЕРНОВИХ

В. П. Матвійків

Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка, вул. М.Кривоноса, 2, 46027, м.Тернопіль, Україна; e-mail: matforpal@gmail.com

У роботі проведено аналіз систем визначення якості зернових, що базуються на використанні методів теорії розпізнавання образів. Визначено основні особливості їх побудови та надано рекомендації щодо їх використання і впровадження.

Ключові слова: неруйнівний контроль якості зернових, експрес-аналіз зерна, відеоцифровий контроль якості.

Актуальність проблеми. 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 культур. 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 і ефективне зберігання.

Аналіз останніх досліджень. За кордоном в розвинених країнах відбувається широке впровадження систем машинного зору в аграрне виробництво, в тому числі і систем, призначених для контролю якості зернових. Застосування цифрових систем введення зображень в сільськогосподарському виробництві почалось в другій половині 90-х рр. ХХ ст. В цей час налагодилось масове і крупносерійне виробництво відносно недорогих приладів із зарядовим зв'язком (ПЗЗ) та КМОН-матриць, які застосовуються в даних системах в якості реєстратора зображень[2].

Формулювання цілей статті (Постановка завдання). Метою даної публікації є аналіз та виявлення особливостей побудови відеоцифрових систем контролю якості та ідентифікації зернових.

Основна частина. Так, наприклад, в Канаді впроваджена система ідентифікації зерен (рис. 1), розроблена центром досліджень зернозберігання канадської зернової комісії (Canadian Wheat Board Centre of Grain Storage Research).

Найважливішою складовою підготовки зерен до оцифрування є їх фізичне розділення так, щоб кожне зерно було оточене фоновим кольором стрічки конвеєра. Для цього в системі використано два конвеєри, що рухаються в однаковому напрямі, проте мають різну швидкість. Зерна, попадаючи на первинний конвеєр, не є повністю розділеними між собою, проте при попаданні на вторинний конвеєр, який рухається із більшою швидкістю, вони відділяються одне від одного. Таким чином на камері фіксується зображення поодиноких зерен, оточених фоном. Даний пристрій тестувався із різними швидкостями для розділення п'яти різних класів зерна. Він успішно розділює ядра сочевиці, вівса, ячменю, пшениці та каноли (канадський вид ріпаку).

Пристрій успішно розділяє ядра всіх вище названих видів зерна із середнім відсотком розділення 94.5 %, 96.1 % та 95.8 % для трьох комбінацій швидкостей конвеєрів. При змішуванні різних видів зерен на рівні 1 %, 3 % та 5 %, різниці в продуктивності роботи пристрою не виявлено[3,4].

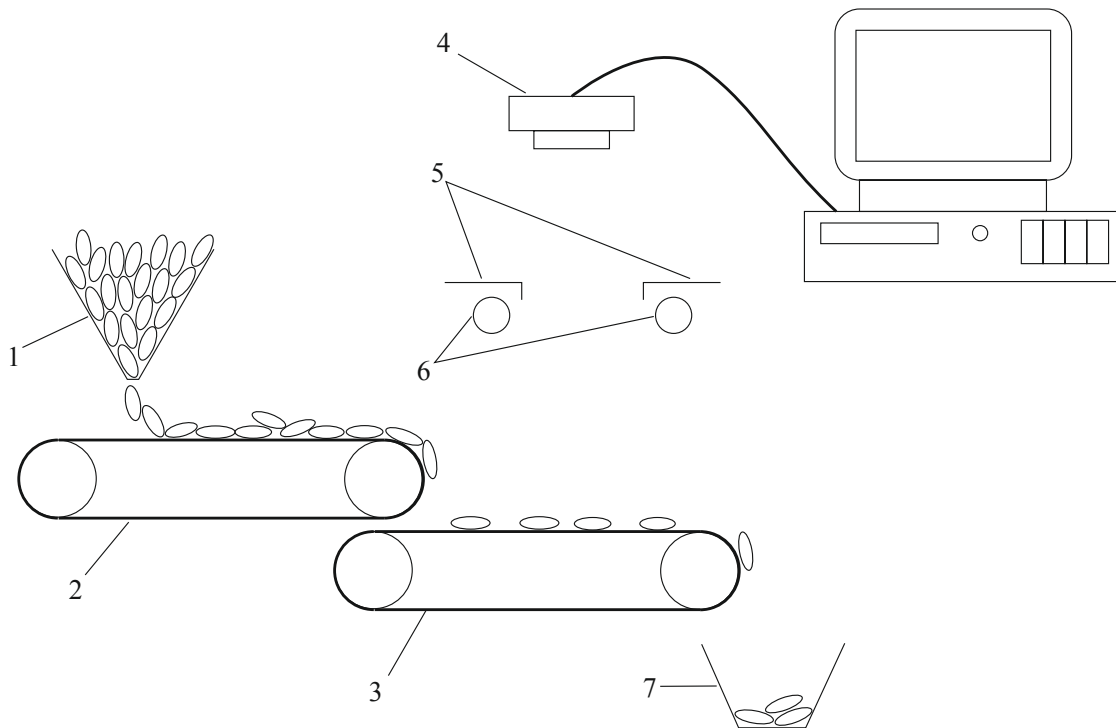


Рис. 1 – Двоконвеєрна система класифікації зерна

1 – механізм роздавання зерна; 2 – первинний конвеєр (повільний); 3 – вторинний конвеєр (швидкий); 4 – цифрова камера; 5 – рефлектори; 6 – освітлювальні лампи; 7 – приймальний бункер для зерна.

Класифікація зерна здійснюється на основі чотиришарової нейронної мережі зворотного поширення, для навчання якої було сформовано базу знань, що містила цифрові зображення окремих ядер п'яти найбільш поширених в Канаді видів зерна (ячмінь, пшениця сорту CWAD, пшениця сорту CWRS, овес та жито), зібраних із 23 посівних площ на заході Канади. З кожного зображення виділено 230 характеристик (51 – морфологічна, 123 – кольору, 56 – текстурних). Для розділених зерен точність класифікації становила близько 98 відсотків для ячменю, пшениці сорту CWRS, вівса та жита. Точність класифікації пшениці сорту CWAD є нижчою за рахунок її помилкової класифікації з сортом CWRS і становить 91 відсоток. Для смітних фракцій, таких як дроблені ядра пшениці, гречані домішки та зерна канולי, точність класифікації становила практично 100 %. Такий високий результат пояснюється унікальними характеристиками даних об'єктів, а саме розміру та кольору [4,5].

За результатами роботи системи класифікації можна зробити наступні висновки[5]:

- система забезпечує достатньо високу точність класифікації – 98 % для більшості культур;
- в порівнянні із ручним методом класифікації забезпечується більш висока швидкодія;
- дана система ефективна для класифікації невеликих партій зерна і призначена для здійснення експрес-аналізів у лабораторних умовах.

В інституті машинного зору та прикладних комп'ютерних наук IVal (Institute of Computer Vision and applied Computer Sciences) розроблено систему (рис. 2), призначену для визначення степені зараження пшениці мікотоксинами.

Дана система складається із конвеєра на основі прозорої стрічки, бункера для зерна, механізму роздавання зерна та двох камер, здатних реєструвати зображення, встановлених по обидва боки конвеєрної стрічки. Таке розташування камер дозволяє отримати повне зображення зернин (тобто вигляд зверху і знизу), після чого здійснюється сегментація, розпізнавання та класифікація зернин.

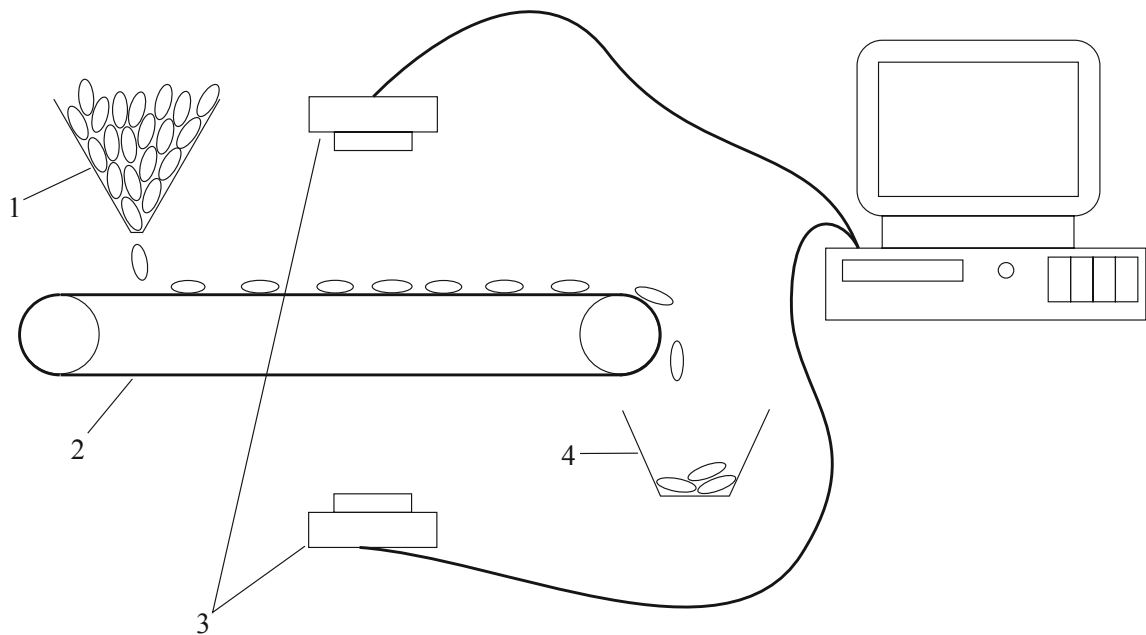


Рис. 2 – Пристрій автоматичного контролю якості злаків.

1 – механізм роздавання зерна; 2 – конвеєр на основі прозорої стрічки; 3 – цифрові камери; 4 – приймальний бункер для зерна.

Для аналізу мікробіологічного зараження в системі реалізовано наступні функції [6]:

- надійне визначення видимих грибкових спор на цифрових зображеннях;
- виділення дискримінантних характеристик для опису потенційних видів грибкових спор;
- розроблено класифікатор для класифікації видів та кількості грибкових спор на основі цих характеристик;
- знайдено кореляційну залежність між результатами класифікатора та наявністю мікотоксинів на зразках пшениці.

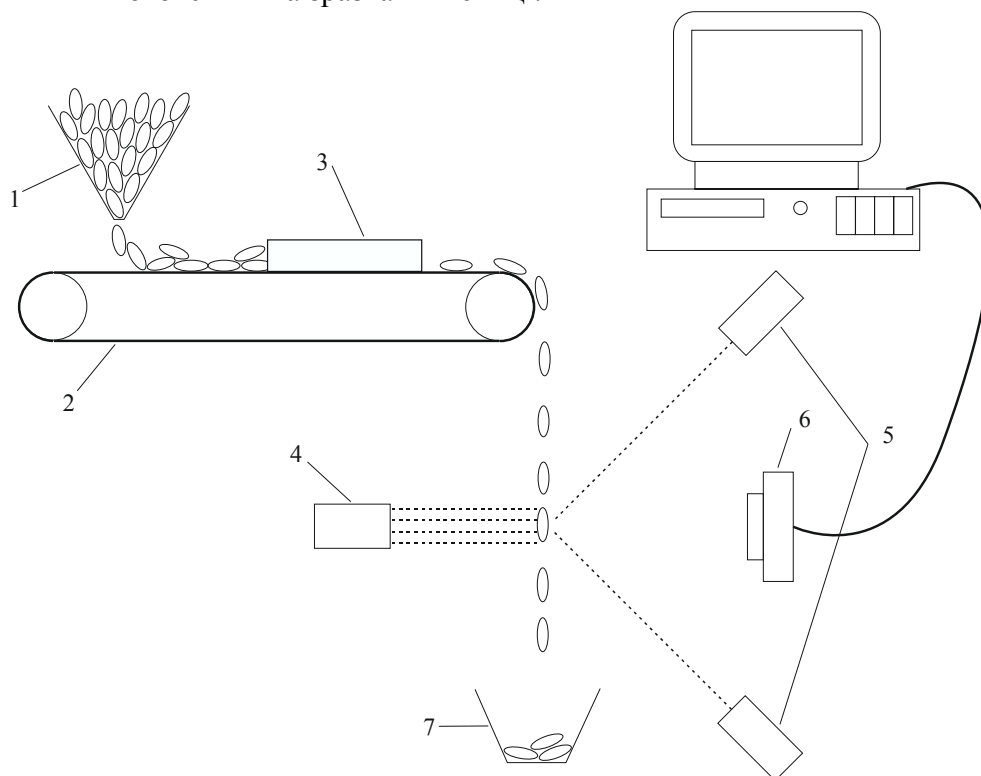


Рис. 3 – Система оцінки якості пшениці

1 – механізм роздавання зерна; 2 – конвеєр; 3 – механізм розділення зернин; 4, 5 – світлодіодна лінійна підсвітка; 6 – цифрова камера; 7 – приймальний бункер для зерна .

Як стверджують автори, система також здатна виявляти пошкоджені, висохлі, пророслі зерна, а також зерна, пошкоджені комахами та загальний вміст явно вираженої засміченості [6].

Іще одним варіантом використання методів машинного зору при аналізі зернових є система оцінки якості пшениці (рис. 3), розроблена німецькою компанією design:lab Weimar спільно із факультетом машинної інженерії університету Ілменау.

Зерно, що попадає на конвеєр, проходить через модуль розділення зернин, основною функцією якого є розділення об'єктів одне від одного. Таким чином падаючі зерна на камері фіксуються окремо одне від одного. Для підвищення чіткості зображення використовується трьох стороння система світлодіодної підсвітки [7].

Над отриманими зображеннями проводять сегментацію для відділення об'єктів від фону, після чого з кожного об'єкту виділяють 198 характеристик (морфологічних, текстурних та колірних), на основі яких здійснюється класифікація зерна. Загальна точність розпізнавання становить близько 94 %, окремі показники коливаються від 69 % до 99 %. Всі об'єкти поділені на 23 класи (рис. 4). Пропускна здатність системи становить 50 г/хв [7].

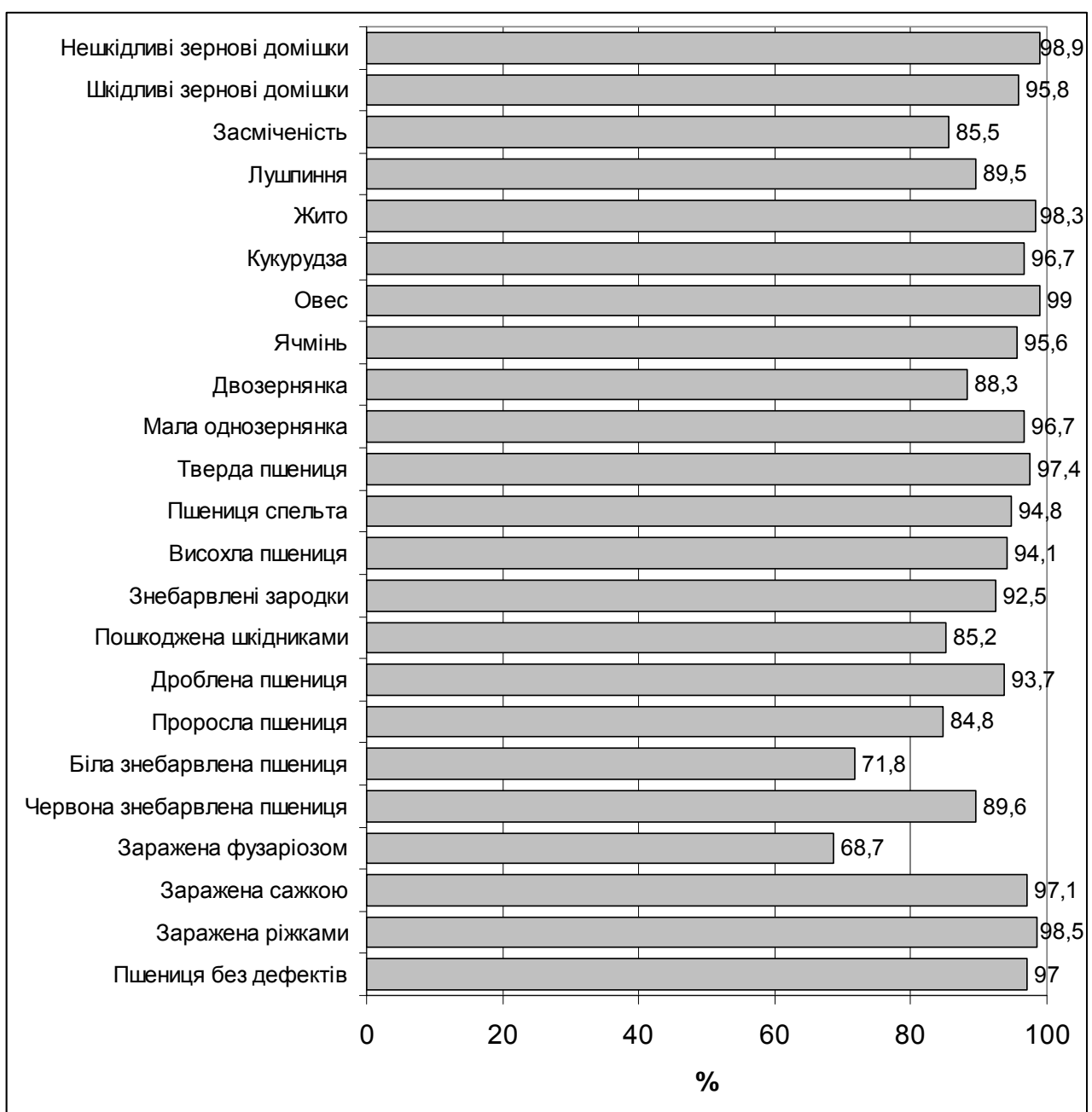


Рис. 4 – Точність розпізнавання зерна

Відеоцифрові системи контролю якості зернових знайшли застосування не лише для оцінки якості пшениці, а й ячменю, жита, рису, кукурудзи та багатьох інших зернових культур.

Висновки. Отже, на сьогодні можна відмітити тенденцію до поширення впровадження пристроїв контролю якості зернових у багатьох розвинених країнах світу. Такі пристрої здатні підвищити продуктивність та точність оцінки якості зернових.

Для більшості таких систем можна відмітити наступні загальні риси.

1. Наявність пристрою для відокремлення об'єктів один від одного. Необхідність даного пристрою пояснюється складністю сегментації зображень зернової маси. Особливістю таких зображень є відсутність фону (об'єкти перекриваються один з одним), що накладає вагомі обмеження на більшість сучасних алгоритмів сегментації.

2. Наявність конвеєру, що накладає обмеження на використання пристрою, – його можна використовувати лише в лабораторних умовах для аналізу вибраних проб зерна.

3. Більшість систем для правильної роботи потребує наперед визначеного відповідного освітлення.

4. Низька пропускна здатність систем – є наслідком обов'язкової наявності пристроїв розділення зерен.

Таким чином основним недоліком відеоцифрових систем контролю якості є їх низька пропускна здатність. Даний недолік може бути усунений за рахунок впровадження в таких системах ефективних методів сегментації, здатних виділяти об'єкти на складних зображеннях зернових насипів.

Список використаних джерел

1. Збирання врожаю сільськогосподарських культур та проведення інших польових робіт станом на 1 листопада 2011 року / статистичний бюллетень [Електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://www.minagro.gov.ua/files/00012454/Bul.na01.11.2011.XLS>
2. Башилов А.М. Анализ области применения видеоцифровых систем контроля качества агропродукции за рубежом. / Башилов А.М., Покидов О.В., Сорокотяга А.А. // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина" – М.: МГАИУ. – 2003. – № 3. – С. 118-123.
3. Jayas D.S. Multi-layer neural networks for image analysis of agricultural products / Jayas D.S, Paliwal J., Visen N.S // Journal of Agricultural Engineering Research. – 2000. – № 77. – P. 119–128.
4. Paliwal J. Cereal grain and dockage identification using machine vision / Paliwal J, Visen N.S., Jayas D.S., White N.D.G. // Biosystems Engineering. – 2003. – № 85, P. 51–57
5. Perner P. Automatic Quality Control of Sereals - Image Acquisition and Intelligent Image Analysis / Petra Perner // G.I.T. Imaging & Microscopy. – 2008. – № 10. – P. 406-408.
6. Bruckner P. Measuring wheat quality / Peter Bruckner, Katharina Anding, Martin Dambon, Daniel Garten // Vision systems design. Vision and automation solutions for engineers and integrators worldwide. – Penwell Publishing. – 2010. – vol. 15. – №6. – P. 17-24.
7. Sun D. W. Computer Vision Technology for Food Quality Evaluation. / Da-Wen Sun. – Academic Press. – 2007. – 600 p. – ISBN 978-0123736420.

В. П. Матвійків

АНАЛИЗ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ВИДЕОЦИФРОВЫХ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ЗЕРНОВЫХ

В работе представлен анализ систем определения качества зерновых, что базируются на использовании методов теории распознавания образов. Определено основные особенности их построения, предоставлено рекомендации по их использованию и внедрению.

V. Matviyukiv

THE ANALYSIS OF FIELD OF APPLICATION OF COMPUTER VISION SYSTEMS OF GRAIN QUALITY CONTROL EVALUATION

There is presented the analysis of grain quality evaluation systems based on computer vision technologies in this article. Also there is determined basic development features, presented recommendations for using and application.