

УДК 681-31.001.8

Д. М. Квашук,

к. е. н., доцент кафедри економічної кібернетики, Національний авіаційний університет

ORCID ID: 0000-0002-4591-8881

Р. О. Єрохін,

студент кафедри економічної кібернетики, Національний авіаційний університет

ORCID ID: 0000-0003-4183-6325

DOI: 10.32702/2306-6792.2019.12.60

## ОГЛЯД МОЖЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ МАШИННОГО ЗОРУ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

D. Kvashuk,

PhD in Economics, Associate Professor of the Department of Economic Cybernetics, National Aviation University

R. Erokhin,

student of the Department of Economic Cybernetics, National Aviation University

### OVERVIEW OF THE POSSIBILITY OF MASHING APPROACH IN AGRICULTURAL HOUSEHOLD

Метою статті є розгляд теоретичних та методологічних положень з питань розвитку малого бізнесу в агропромисловій сфері з використання сучасних інформаційних технологій, розпізнавання образів. Встановлено найважливіші складові методів розпізнавання образів, які полягають у визначенні контурів графічних об'єктів, що можна представити у вигляді числових масивів точок.

Проведено дослідження сутності машинного зору, можливостей його застосування в аграрній сфері.

Розглянуто наукові підходи до розуміння технологій розпізнавання образів зокрема та використання систем штучного інтелекту в сільському господарстві загалом.

Досліджено сфери практичного застосування методів розпізнавання образів на виробництві та їх роль у сучасних економічних системах.

Проведено аналіз інструментів реалізації машинного зору в економічних системах та визначено найбільш придатні для використання дрібними фермерами. Серед критеріїв відбору зазначених інструментів можна відділити: практичність, дешевизну при впровадженні, доступність, простоту в використанні та освоєнні.

На основі дослідженого запропоновано приклад програмного коду, який може набути подальшого розвитку в розпізнаванні хвороб бактеріального опіку ячменю. Використовуючи програмну бібліотеку OpenCv ідентифіковано уражені частини листя ячменю базуючись на запропонованих методах ідентифікації кольорів, які містяться в цій бібліотеці.

Виходячи з можливостей реалізації методів машинного зору, сформовано практичні рекомендації для дрібних фермерів щодо зменшення витрат на оплату праці, забезпечення якісного контролю вирощування врожаю та попередження ризиків захворювань рослин.

У процесі вивчення теоретичних та прикладних аспектів технологій розпізнавання образів, встановлено, що їх застосування в сільському господарстві може вивести вітчизняних аграріїв на новий технологічний рівень. Це дасть можливість зменшити витрати на оплату праці, забезпечити якісний контроль вирощування врожаю.

The purpose of this article is to review the theoretical and methodological provisions on the development of small business in the agro-industrial field on the use of modern information technology, pattern recognition. The most important components of pattern recognition methods have been established, which consist in defining the contours of graphic objects that can be represented as numerical arrays of points.

The study of the essence of machine vision and the possibilities of its application in the agricultural sector.

The scientific approaches to the understanding of pattern recognition technologies, in particular the use of artificial intelligence systems in agriculture as a whole, are considered.

Spheres of practical application of pattern recognition methods in production and their role in modern economic systems are investigated.

The analysis of tools for the implementation of machine vision in economic systems. Among them identified the most suitable for use by small farmers. Among the criteria for the selection of these tools can be noted: practicality, low cost of implementation, availability, ease of use and development.

On the basis of the studied, an example of a program code has been proposed, which can be further developed in the recognition of diseases of a bacterial burn of barley. Using the OpenCv software library, the affected parts of the barley leaves were identified, based on the proposed color identification methods that are contained in this library.

Based on the possibilities of implementing machine vision methods, practical recommendations have been formed for small farmers to reduce labor costs, ensure quality control of crop production and prevent the risks of plant diseases.

In the process of studying the theoretical and applied aspects of pattern recognition technologies, it has been established that their use in agriculture can bring domestic farmers to a new technological level. This will reduce the cost of labor, to ensure quality control of crop production.

*Ключові слова: технології розпізнавання образів, економіка, підприємство, економічні системи, прибуток, збитки.*

*Key words: technologies of image recognition, economy, enterprise, economic systems, profit, losses.*

### ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Вирощування та переробка харчових продуктів в умовах жорсткої конкуренції стає дедалі вимогливішою до оптимізаційних процесів на виробництві. Українські середні та дрібні підприємства не в змозі конкурувати із міжнародними корпораціям через значні збитки на багатьох етапах виробничого циклу: починаючи від посівних робіт і закінчуючи кінцевим зберіганням. Аграрії вимучені йти на кооперацію з міжнародними корпораціями, через неспроможність переробити отриманий врожай, втрачаючи можливості для розвитку України, як аграрної держави. Все це, разом з високими податками, лобюванням інтересів агрохолдингів органами державної влади, завищеними цінами на паливно-мастильні матеріали та відсутністю пільгового кредитування ставить багатьох дрібних та середніх підприємців у скрутне становище.

Водночас Україна вважається лідером серед світових держав в області аутсорсингової діяльності в області ІТ технологій. Український експорт програмного забезпечення є одним з найбільш швидкозростаючих сегментів економіки країни. Тому виведення сільського господарства на новий технологічний рівень є головним пріоритетом не лише державної політики, а й громадянського суспільства, наукової спільноти і самих аграріїв. Це забезпечить робочі місця в аграрному секторі та в технологічній сфері нашої країни.

Світовим трендом на сьогоднішній день в області контролю та оцінки якості сільськогосподарських продуктів можна вважати технології машинного зору. Так, з використанням потужних обчислювальних систем вдається контролювати стан зернових продуктів, оцінювати ризики захворювань рослин, розпізнаючи візуальні зміни цих продуктів.

Поки що переважна кількість місцевих фермерів та підприємців не мають таких можливостей, що потребує перегляду інформаційної політики у цій сфері на державному, місцевому та громадському рівнях.

### АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Комп'ютерний зір використовується для вирішення завдань, що пов'язані зі збором та аналізом відео інформації в різних областях виробництва, при цьому повністю замінюючи людину. Застосування систем розпізнавання образів на базі машинного зору почало розвиватися ще в 60-ті роки ХХ ст., проте на сьогоднішній день вони знаходяться в особливій стадії свого розвитку. Це насамперед пов'язано з можливостями обчислювальної техніки, які не так давно почали стрімке зростання в напрямках збільшення обчислювальних потужностей, використання паралельних обчислень, на базі яких реалізуються алгоритми обробки великих даних, а також квантових комп'ютерів, які розпочали нову цифрову епоху.

Під комп'ютерним зором можна розуміти технологію створення штучних комп'ютерних систем, завдяки яким реалізуються механізми виявлення, класифікації та відстеження об'єктів.

Таким чином, мета комп'ютерного зору полягає в формуванні висновків щодо об'єктів та сцен реального світу на основі аналізу зображень, які отримуються з відеокамер, теплових датчиків, сканерів, масивів даних тощо. Тому цей напрям набув значної популярності серед вчених, політиків та економістів. Окремою сферою теоретичних та прикладних досліджень можна виділити аграрний сектор, оскільки задачі, що вирішуються в цій області застосовуються в повсякденній діяльності аграріїв.

Закордонний досвід показує широкі можливості для використання машинного зору в оцінюванні якості фруктів [1], для класифікації фруктів [2], з метою сортування фініків [3], тощо. Широкого втілення набули методи розпізнавання: штрих кодів, QR - кодів, осіб, мов, кліматичних умов, пожеж та ін.

Також застосування технологій машинного зору набули зернопереробні роботи. Враховуючи те, що процес виробництва зерна відіграє важливу роль у світовій економіці, попит на ефективні та безпечні методи виробництва продуктів харчування постійно зростає [4].

Сьогодні Каліфорнійський проект FarmWise, відомий своїми розробками у сфері сільськогосподарської робототехніки займається розробкою сільськогосподарського робота для боротьби із бур'янами на полях, збираючи надважливі для фермерів дані. Така роботизована платформа може самостійно пересуватися по полю, оцінюючи стан посівних площ та використовуючи при цьому машинний зір. Такий проект передбачає застосування останніх розробок в області розпізнавання образів та машинного навчання. Окрім збору даних мобільний робот очищає посівні площі від бур'янів [5].

Постійний розвиток теоретичного та математичного апарату також є важливим фактором в популярності технологій розпізнавання образів. Серед основних підходів для вирішення таких завдань слід виділити: формування класифікацій на основі певних шаблонів; різні алгоритми кластеризації; векторний аналіз; аналіз контурів. Широкої популярності набули методи машинного навчання на базі штучних нейронних мереж, статистичні методи, тощо.

Машинний зір дає можливість оцінити ряд характеристик візуальних об'єктів, як-от: форма, розмір, колір і розташування, що представлені у вигляді даних, які можуть оброблятися комп'ютером.

Починаючи з 80-х років і по сьогоднішній день, основні підходи до розпізнавання образів направлені на ідентифікацію точкових зображень у системі просторових об'єктів. Так, у своїх працях Б. Анісімов та В. Курганов особливо увагу приділяють саме цим напрямам, які знаходять широке застосування і в сільському господарстві з метою оцінювання стану окремої культури за рядом візуальних критеріїв [6].

У сучасній літературі існує безліч публікацій, що присвячені машинному зору.

Так, проблематикою розпізнавання образів в авіації займалися: П. Приставка, В. Хорошко, А. Дружевський, І. Юрчук та ін.

У промисловості цьому напрямку присвячені праці: Т. Басюк, Я. Пушко, Л. Філіповська, П. Четирдок, С. Желтов та ін.

В аграрному секторі це питання висвітлено: О. Мірошником, О. Надточійом, Л.Тітовою, І. Роговським, І. Добротвором, П. та ін.

Проводячи класифікацію завдань, які можуть бути вирішені з використанням технологій машинного зору, до найбільш розповсюджених можна віднести такі напрями:

— робота з відео потоком (в такому випадку відбувається серія знімків, які потім аналізуються рядом алгоритмів та функцій для розпізнавання графічних об'єктів);

— робота з одним знімком.

Головна особливість розпізнавання візуальної інформації полягає в тому, що, з використанням обчислювальних засобів існує можливість робити висновки про об'єкти в трьох вимірах: фізичному, просторовому та тимчасовому.

Також на сьогоднішній день машинний зір широко застосовується в безпілотній авіації для моніторингу стану полів дронами. В основі їх принципів роботи закладені можливості визначення погодних карт та проведення аналізу ґрунтів з допомогою спеціальних приладів [7].

До програмних засобів, що набули широкого використання можна віднести програмну бібліотеку OpenCv, яка має відкритий програмний код. Спектр можливостей даної бібліотеки дуже широкий. У ній зібрано велику кількість алгоритмів для використання технологій комп'ютерного зору (понад 800 функцій), призначених для вирішення різноманітних завдань [8].

Таким чином, застосування в сільському господарстві України передових технологій, в тому числі і ІТ-технологій, є тим резервом, яким дозволить підвищити врожайність сільськогосподарських культур, збільшити зайнятість населення у цій сфері та вивести аграріїв на новий конкурентоспроможний рівень.

### ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

Серед виробників сільського господарської продукції, значний інтерес привертають можливості автоматизованого ведення господарства. Основний напрям, що на сьогоднішній день набуває широкого розвитку — це візуальне розпізнавання стану сільськогосподарських культур в автоматичному режимі, що вирішує два ключових питання: скорочення витрат на ручну працю, та дає майже не обмежені можливості для візуального оцінювання ряду характеристик сільськогосподарських культур.

Так, наприклад, для визначення хвороб зернової продукції на ранній стадії виникнення, потрібно візуально оглянути десятки тисяч тонн зерна, що, з використанням людських трудових ресурсів майже не можливо. Однак спеціальні дослідження, стосовно застосування технологій розпізнавання образів в сільському господарстві майже відсутні. Тому метою статті виступає необхідність заповнення цієї прогалини.

### ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ

Візуальне обстеження зернових продуктів доволі складне завдання не лише для фермерів, а й для виробників хліба. Встановлення візуальних ознак захворювання зерна, не завжди може бути реалізовано, що викликає необхідність розробки автоматизованих систем розпізнавання візуальних пошкоджень зернових продуктів.

Звичайно не кожен підприємець може дозволити собі досить дороге обладнання, яке дозволяє це зробити. Проте на сьогоднішній день існує ряд програмних та апаратних засобів для вирішення таких задач. Зокрема використовуючи об'єктно-орієнтовані мови програмування та програмні бібліотеки для розпізнавання образів із безкоштовною ліцензією, така задача може бути реалізована, принаймні для дрібних фермерів та невеликих домогосподарств.

Для прикладу можна розглянути хворобу бактеріального опіку листя ячменю, де ознакою захворювання є поява округлих виразок на його листі.

Таке захворювання має характерні візуальні ознаки, а саме округлості на листках ячменю. Тому застосування алгоритмів розпізнавання таких округлостей, не складає певних труднощів як на технічному так, і методичному рівні. На сьогоднішній день існує безліч способів це зробити, застосовуючи вже існуючі алгоритми розпізнавання, програмні засоби їх реалізації та недороге апаратне забезпечення.

Так, наявність алгоритму розпізнавання округлостей, містися в програмній бібліотеці ці OpenCv [8], яка має широку сферу застосування (різні операційні системи та мови програмування).

Мовою програмування Python це може бути реалізовано так:

Імпорт бібліотеки OpenCv та бібліотеки для роботи з масивами даних.

```
import cv2
```

```
import numpy as np
```

Перетворення зображення в масив точок.

```
barley_image = cv2.imread(barley_leaves.jpg')
```

З метою виділення зображення можна використати функцію `cv2.inRange()` даної бібліотеки, вона приймає на вхід зображення з діапазону кольорів, які потрібно виділити. На виході ми отримується чорно-біле зображення, де білим кольором виділені пікселі, кольори яких потрапили в діапазон дослідження, а чорним кольори, які не відповідають критеріям пошуку кольору. Так, реалізується виділення хворобливих плям певного кольору:

```
low_red = (17,50,110)
```

```
high_red = (101,140,180)
```

```
only_barley = cv2.inRange(barley_image, low_red, high_red)
```

```
cv2.imshow('only_fon', only_barley)
```

```
cv2.waitKey(0)
```

Потім, з метою розпізнавання хворобливих плям, зображення можна ідентифікувати в кольоровій моделі HSV, для більш детального розпізнавання.

```
barley_hsv = cv2.cvtColor(barley_image, cv2.COLOR_BGR2HSV)
```

```
barley_color_low = (7,40,60)
```

```
barley_color_high = (18,255,200)
```

```
only_barley_hsv = cv2.inRange(barley_hsv, barley_color_low, barley_color_high)
```

Вивести зображення в графічному редакторі, можна з використанням таких функцій даної бібліотеки:

```
cv2.imshow('barley_color_hsv', only_barley_hsv)
```

```
cv2.waitKey(0)
```

Таким чином, вдалось встановити за певними критеріями захворювання точний діапазон видимих ознак (округлих плям на листках ячменю).

### ВИСНОВКИ З ПРОВЕДЕНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Застосування технологій розпізнавання образів у сільському господарстві може вивести вітчизняних аграріїв на новий технологічний рівень, що дасть можливість зменшити витрати на оплату праці, забезпечити якісний контроль вирощування врожаю, попереджувати ризики захворювань рослин на ранній стадії розвитку. Запропонований в роботі приклад дозволить зацентувати увагу на простоті використання сучасних засобів розпізнавання образів у сільськогосподарській сфері, а головне, забезпечення принципів доступності для сучасних технологій для вітчизняних аграріїв, що дозволить підвищити їх рівень конкурентоспроможності у порівнянні с потужним агрохолдингами.

Література:

1. Anuja Bhargava and Atul Bansal (2018), Fruits and vegetables quality evaluation (computer review: A & A, University of Computer Science and Information Sciences (vol. 143), URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S131915781830209X>

2. Yudong Zhang, Shuihua Wang, Genlin Ji, Preetha Phillips (2014), Fruit classification using computer vision and feedforward neural network, Journal of Food Engineering (vol. 143), pp. 167—177, URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S026087741400291X>

3. Raziieh Pourdarbani, Hamid Reza Ghassemzadeh, Hadi Seyedarabi, Fariborz Zaare Nahandi, Mohammad Moghaddam Vahed (2015), Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences (Volume 14, Issue 1), p. 83—90, URL <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1658077X13000404>

4. Diego Inacio Patricio, Rafael Rieder (2018), Systematic review, Computers and Electronics in Agriculture (Volume 153), Pages 69-8 URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168169918305829>

5. Matt Burns (2019) FarmWise turns to Roush to build autonomous vegetable weeder- Manufacture Autonomous Robots In Michigan, FarmWise URL: <https://techcrunch.com/2019/03/27/farmwise-turns-to-roush-to-build-autonomous-vegetable-weeders>

6. Анисимов Б.В., Курганов В.Д., Злобин В.К. Распознавание и цифровая обработка изображений: учеб. пособие для студентов вузов. М.: Высш. шк., 1983. 295 с.

7. Дятлов Е.И. Машинное зрение (аналитический обзор). Математические машины и системы, 2013, (2), 32—40.

8. Сайт офіційної підтримки бібліотеки OpenCv [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://opencv.org/>

References:

1. Bhargava, A. and Bansal, A. (2018), "Fruits and vegetables quality evaluation", University of Computer Science and Information Sciences, vol. 143, available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S131915781830209X> (Accessed 10 may 2019).

2. Zhang, Y. Wang, S. Ji, G. and Phillips, P. (2014), "Fruit classification using computer vision and feedforward neural network", Journal of Food Engineering, vol. 143, pp. 167—177, available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S026087741400291X> (Accessed 10 may 2019).

3. Pourdarbani, R. Ghassemzadeh, H. R. Seyedarabi, H. Nahandi, F. Z. and Vahed, M. M. (2015), "Study on an automatic sorting system for Date fruits", Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, vol. 14, Issue 1, pp. 83—90, available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1658077X13000404>, (Accessed 10 may 2019).

4. Patricio, D. I. and Rieder, R. (2018), "Computer vision and artificial intelligence in precision agriculture for grain crops: A systematic review", Systematic review, Computers and Electronics in Agriculture, Vol. 153, Pages 69-8, available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168169918305829> (Accessed 10 may 2019).

5. Burns, M. (2019), "FarmWise turns to Roush to build autonomous vegetable weeder- Manufacture Autonomous Robots In Michigan", FarmWise, available at: <https://techcrunch.com/2019/03/27/farmwise-turns-to-roush-to-build-autonomous-vegetable-weeders> (Accessed 10 may 2019).

6. Anisimov, B. Kurганov, V.D. and Zlobin, V.K. (1983), Распознавание и цифровая обработка изображений [Recognition and digital image processing], Higher. school., Moscow, Russia.

7. Dyatlov, E. (2013), "Machine vision (analytical review)", Mathematical Machines and Systems, (2), pp. 32—40.

8. Website of the office of the OpenCv Library Library (2019), available at: <https://opencv.org/> (Accessed 10 may 2019).

*Стаття надійшла до редакції 18.06.2019 р.*

**www.dy.nayka.com.ua**

Електронне фахове видання

**ДЕРЖАВНЕ УПРАВЛІННЯ**  
удосконалення та розвитку

**Виходить 12 разів на рік**

Видання включено до переліку  
наукових фахових видань України  
з ДЕРЖАВНОГО УПРАВЛІННЯ

e-mail: [economy\\_2008@ukr.net](mailto:economy_2008@ukr.net)

тел.: (044) 223-26-28

(044) 458-10-73