

ТЕХНОЛОГІЇ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ ДЛЯ ЕКСПРЕС-АНАЛІЗУ
ЯКОСТІ ЗБРОДЖУЮЧОГО БІОМАТЕРІАЛУ

Павлов С. Г., аспірант, e-mail: sergpavlov89@gmail.com

Лисенко В. П., д.т.н., проф., e-mail: lysenko@nubip.edu.ua

Лендел Т. І., к.т.н., доц., e-mail: taraslendel@gmail.com

Наконечна К. В., к.е.н., доц., e-mail: kln273125@gmail.com

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Актуальність дослідження. У сучасному виробництві, у тому числі аграрному, комп'ютерний зір відіграє все більш вагомий роль, забезпечуючи автоматизоване керування як окремими технологічними процесами, так і виробництвом в цілому.

Виявлення об'єктів, що підлягають автоматизації, та оцінка їх якості - ключове завдання комп'ютерного зору, котре полягає в умінні комп'ютерно-інтегрованих систем керування розпізнавати та локалізувати об'єкти на зображеннях і відео. З кожним роком ця технологія стає все більш надійною і точною, що робить її незамінною у багатьох сферах, як приклад, сільське господарство, автономні транспортні засоби, системи розпізнавання обличчя, тощо. Важливим фактором, що зумовив прогрес у виявленні об'єктів, є відкриття й застосування штучних нейромережових архітектур. Вказані архітектури стали фундаментом для розвитку методів виявлення об'єктів, розширюючи можливості комп'ютерного зору.

Одним із найважливіших завдань в області комп'ютерного зору є об'єктне визначення - здатність системи розпізнавати, класифікувати та сегментувати об'єкти на зображеннях або відео.

Мета дослідження. Розробити та впровадити систему комп'ютерного зору, яка дозволяє швидко та об'єктивно оцінювати якість біоматеріалу за результатами аналізу зображень.

Основні матеріали досліджень. Дослідження базується на використанні різних методів сегментації зображень, таких як Порогова сегментація, Адаптивна порогова сегментація, Метод Оцу та його варіації (з підвищеним контрастом), Кластеризація методом K-means, Сегментація на основі глибокого навчання (CNN, U-Net). Кожен метод був застосований до зображень біоматеріалу, попередньо перетворених у градації сірого для спрощення аналізу. Ключовими показниками для оцінки стали середнє значення пікселів, стандартне відхилення та коефіцієнт варіації. Важливим етапом після сегментування є етап аналізу якісних показників об'єкта, тому що на основі цього можна зробити висновки про подальші дії з цим матеріалом.

Нами було зібрано набір даних зображень біоматеріалу на полігоні дослідження. Фотофіксація відбувалася в одну пору доби для зменшення впливу рівня освітленості. Кожне зображення було конвертоване в градації сірого для уніфікації та спрощення подальшої обробки. Для вибору кращого методу з названих, ми розрахували за формулою сегментованої площі білі пікселі

$$P = \sum_{i=1}^H \sum_{j=1}^W \delta(p(i, j) = 255), \quad (1),$$

де: H - висота зображення; W - ширина зображення; $\delta(p(i, j) = 255)$ - функція, яка дорівнює 1, якщо піксель $p(i, j)$ дорівнює 255, і 0 в іншому випадку.

За результатами досліджень визначено, що найстабільнішим є метод Оцу з підвищеним контрастом, так як має найменше стандартне відхилення - 1.79 та коефіцієнт варіації - 3.63%, що означає меншу варіативність результатів на різних зображеннях серед обраних методів.

Розрахунок якості зображення ми проводили на основі таких параметрів: середнє значення пікселів, стандартне відхилення пікселів, асиметрія, ексцес та гістограма інтенсивностей пікселів [7].

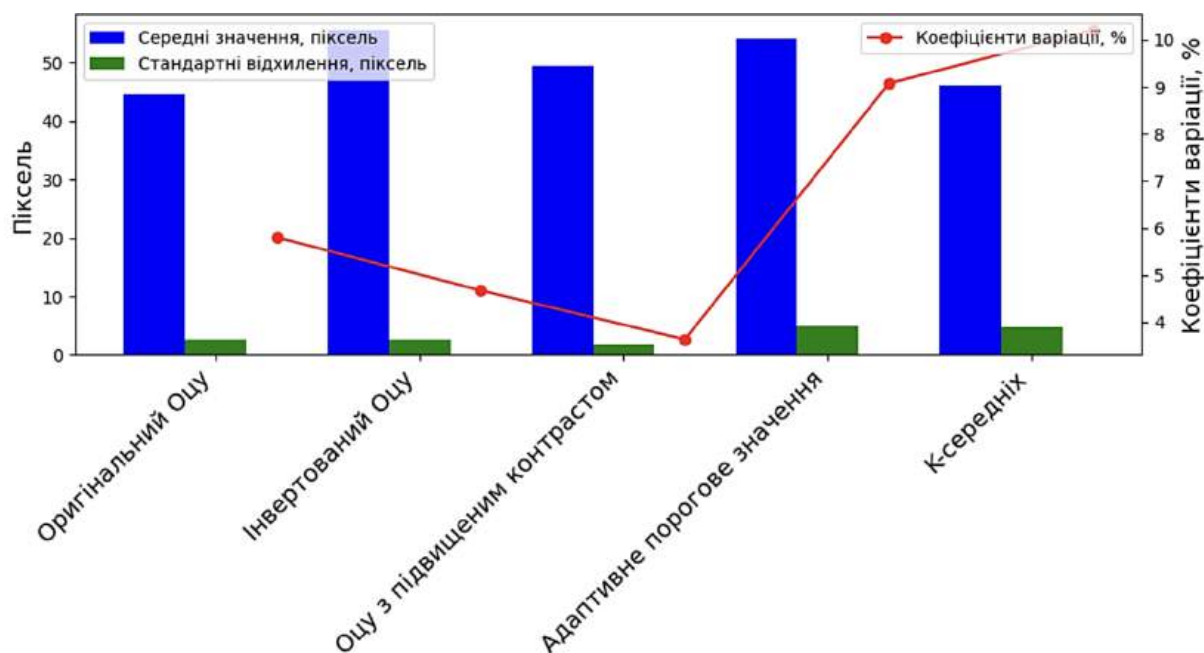


Рисунок 1 – Графік порівняння методів сегментації

Висновок. Реалізовано модель системи комп'ютерного зору для системи оцінки зображень біоматеріалу. Використано методи аналізу багатовимірних даних для прийняття рішень щодо експрес-аналізу якості біоматеріалу за його зображенням. Запропоновано кількарівневий підхід оцінки якості біоматеріалу. Автоматизуючи оцінку якості біоматеріалу, ми можемо надати швидкий, об'єктивний інструмент для оптимізації практики щодо підготовки біоматеріалу для зброджування. Продовжуючи вдосконалювати цей метод, та об'єднавши його з показниками температури повітря, газу, біоматеріалу та кількості видобутку газу, ми плануємо зробити більш ефективним виробництво газу.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Клювак, А., et al. "Двоетапне сегментування зображення із складним фоном на основі методу Отсу." Вісник Національного університету Львівська політехніка. Комп'ютерні науки та інформаційні технології 843 (2016): 335-341.
2. Bradley, D., & Roth, G. (2007). Adaptive Thresholding using the Integral Image. *Journal of Graphics Tools*, 12(2), 13–21. <https://doi.org/10.1080/2151237X.2007.10129236>
3. Reza, Ali M. "Realization of the contrast limited adaptive histogram equalization (CLAHE) for real-time image enhancement." *Journal of VLSI signal processing systems for signal, image and video technology* 38 (2004): 35-44.
4. DasGupta, Anirban. *Asymptotic theory of statistics and probability*. Vol. 180. New York: Springer, 2008.
5. Altman D G, Bland J M. Standard deviations and standard errors *BMJ* 2005; 331 :903 doi:[10.1136/bmj.331.7521.903](https://doi.org/10.1136/bmj.331.7521.903)
6. Wang, Z., Wang, E. & Zhu, Y. Image segmentation evaluation: a survey of methods. *Artif Intell Rev* 53, 5637–5674 (2020). <https://doi.org/10.1007/s10462-020-09830-9>
7. Pajankar, Ashwin. *Python 3 Image Processing: Learn Image Processing with Python 3, NumPy, Matplotlib, and Scikit-image*. BPB Publications, 2019