

УДК 004.93+004.85]:636.2.083

ОГЛЯД МЕТОДІВ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ ТА ГЛИБОКОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ СТАНУ ТА ПОВЕДІНКИ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ

Потапов В.О.

e-mail: vladyslav.potapov@nure.ua

Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Любченко В.А.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ІНФ
м. Харків, Україна

This paper considers the application of computer vision and deep learning methods for automated monitoring of the condition and behavior of cattle. The main computer vision tasks in livestock monitoring are analyzed, including animal detection, multi-object tracking, behavior recognition, and health condition assessment. Modern approaches based on convolutional neural networks and multi-object tracking algorithms are reviewed. A brief analysis of recent scientific publications related to computer vision applications in cattle monitoring and behavior analysis is presented. The results demonstrate the potential of such technologies within the concept of Precision Livestock Farming for improving animal welfare and farm management efficiency.

Сучасне тваринництво перебуває у стані активної цифрової трансформації, зумовленої зростанням вимог до ефективності виробництва, добробуту тварин та екологічної сталості. Одним із перспективних напрямів розвитку є впровадження методів комп'ютерного зору (Computer Vision, CV) та глибокого навчання у системи автоматизованого моніторингу великої рогатої худоби (ВРХ) [0].

У межах концепції точного тваринництва (Precision Livestock Farming, PLF) комп'ютерний зір розглядається як інструмент безперервного та неінвазивного збору даних про стан і поведінку тварин. Використання відеоаналізу дозволяє автоматично визначати активність тварин, аналізувати їхню поведінку та своєчасно виявляти ознаки захворювань або стресових станів [0]. Це створює передумови для підвищення ефективності фермерських господарств та покращення умов утримання тварин. Крім того, накопичення відеоданих дозволяє формувати великі набори даних, що можуть використовуватися для подальшого навчання та вдосконалення моделей комп'ютерного зору.

Традиційні методи моніторингу стану ВРХ базуються на візуальних оглядах персоналом або використанні носимих сенсорів, таких як RFID-мітки, акселерометри чи датчики активності. Однак подібні підходи мають низку недоліків, серед яких значні трудові витрати, інвазивність для тварин та обмежена масштабованість у великих господарствах [0].

На відміну від сенсорних систем, методи комп'ютерного зору дозволяють здійснювати дистанційний моніторинг за допомогою стаціонарних

камер або безпілотних платформ. Такий підхід дозволяє охоплювати великі площі фермерських господарств та здійснювати спостереження одночасно за значною кількістю тварин. Сучасні алгоритми глибокого навчання здатні автоматично визначати тварин у відеопотоці [0].

Разом з тим, розробка таких систем ускладнюється рядом факторів: варіативністю умов освітлення, перекриттям об'єктів, подібністю зовнішнього вигляду тварин та обмеженою кількістю спеціалізованих анотованих датасетів. Це зумовлює необхідність використання сучасних моделей глибокого навчання та адаптації алгоритмів до умов фермерських господарств. Водночас важливим завданням є підвищення стійкості моделей до змін умов освітлення, ракурсів зйомки та щільності розташування тварин у кадрі. Це сприятиме підвищенню надійності автоматизованих систем моніторингу у реальних умовах експлуатації.

У системах моніторингу великої рогатої худоби можна виділити кілька ключових задач комп'ютерного зору:

- **Детекція та ідентифікація тварин.** Виявлення корів на зображеннях або у відеопотоці та визначення їхнього положення у кадрі.
- **Відстеження тварин (tracking).** Побудова траєкторій руху окремих особин у часі та аналіз їхньої активності [0].
- **Аналіз поведінки.** Класифікація дій тварин (ходьба, лежання, прийом їжі, стояння) та виявлення аномальних поведінкових патернів [0].
- **Оцінка стану здоров'я.** Непряме визначення фізіологічного стану через поведінкові індикатори, зокрема кульгавість або зниження рухової активності.
- **Моніторинг репродуктивного стану.** Виявлення поведінкових ознак, пов'язаних із періодом охоти.

Поєднання цих задач формує багатокомпонентний pipeline аналізу відеоданих, який дозволяє отримувати комплексну інформацію про стан тварин. Завдяки цьому з'являється можливість інтегрувати результати аналізу у системи підтримки прийняття рішень у тваринництві.

Більшість сучасних систем комп'ютерного зору для моніторингу ВРХ базуються на методах глибокого навчання. Для задач детекції об'єктів широко застосовуються згорткові нейронні мережі, зокрема моделі сімейства YOLO, Faster R-CNN та SSD, які забезпечують баланс між точністю та швидкістю [0].

У задачах відстеження об'єктів використовуються алгоритми multi-object tracking, що поєднують результати детекції з алгоритмами асоціації об'єктів у послідовності кадрів. Це дозволяє формувати індивідуальні траєкторії руху тварин та накопичувати статистику їхньої активності [0].

Для аналізу поведінки застосовуються моделі класифікації зображень або відеопослідовностей. Більш складні підходи враховують часову динаміку рухів за допомогою рекурентних нейронних мереж або тривимірних згорткових нейронних мереж. Окремим напрямом є оцінка поз тварин (pose

estimation), що дозволяє аналізувати положення ключових точок тіла та використовувати їх для визначення дій.

У роботах останніх років значна увага приділяється розробці систем автоматичного виявлення кульгавості, оцінки активності та раннього діагностування захворювань на основі аналізу відеопотоків. Зокрема, використання методів оцінки пози тварин (pose estimation) дозволяє аналізувати рухи кінцівок та виявляти ознаки кульгавості на ранніх етапах розвитку патологій [0].

Окремий напрям досліджень пов'язаний із розробкою алгоритмів автоматичного розпізнавання поведінки тварин. Сучасні моделі глибокого навчання, зокрема архітектури на основі згорткових нейронних мереж та їх модифікацій, застосовуються для класифікації типів поведінки корів, таких як ходьба, стояння, лежання або прийом їжі [0].

Методи комп'ютерного зору та глибокого навчання відкривають нові можливості для автоматизації моніторингу стану та поведінки великої рогатої худоби. Їх використання дозволяє підвищити точність і оперативність виявлення проблем, зменшити трудові витрати та покращити добробут тварин.

Подальші дослідження у цьому напрямі доцільно зосередити на створенні спеціалізованих датасетів для задач тваринництва, удосконаленні алгоритмів аналізу відеоданих та інтеграції систем комп'ютерного зору у практичні інформаційні системи моніторингу фермерських господарств.

Список використаних джерел:

1. Antognoli, V., Presutti, L., Bovo, M., Torreggiani, D., & Tassinari, P. (2025). Computer vision in dairy farm management: A literature review of current applications and future perspectives. *Animals*, 15(17), 2508. <https://doi.org/10.3390/ani15172508>
2. Araújo, V. M., Rili, I., Gisiger, T., Gambs, S., Vasseur, E., Cellier, M., & Diallo, A. B. (2025). AI-powered cow detection in complex farm environments using YOLOv8 and attention mechanisms. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/2501.02080>
3. Guan, Z., Wang, Z., Zhang, G. et al. (2025). "Multi-object tracking review: retrospective and emerging trend." *Artificial Intelligence Review*. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10462-025-11212-y>
4. Hao, W., Ren, C., Han, M., Zhang, L., Li, F., & Liu, Z. (2023). Cattle body detection based on YOLOv5-EMA for precision livestock farming. *Animals*, 13(22), 3535. <https://doi.org/10.3390/ani13223535>
5. Long, T., Yu, R., You, X., Shen, W., Wei, X., & Gu, Z. (2025). FSCA-YOLO: An enhanced YOLO-based model for multi-target dairy cow behavior recognition. *Animals*, 15(17), 2631. <https://doi.org/10.3390/ani15172631>