

*Макар Тетяна,
здобувачка першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
Навчально-науковий інститут біотехнологій та аквакультури
Науковий керівник: **Наконечна Оксана,**
кандидат технічних наук,
доцент кафедри інформаційних технологій,
Одеський державний аграрний університет,
м. Одеса, Україна*

ЗАСТОСУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ПОВЕДІНКИ ТВАРИН

Вступ. Застосування комп'ютерного зору у сфері тваринництва стає все більш актуальним у світлі сучасних технологічних досягнень та потреби в ефективному управлінні аграрними підприємствами. Моніторинг поведінки тварин має вирішальне значення для забезпечення їхнього добробуту, підвищення продуктивності та зменшення ризиків захворювань. Традиційні методи спостереження часто виявляються недостатніми через обмежену можливість аналізу великих обсягів даних. Використання комп'ютерного зору дозволяє автоматизувати процеси спостереження, покращити точність оцінок і забезпечити своєчасне виявлення аномальної поведінки.

Метою дослідження є аналіз можливостей та переваг застосування комп'ютерного зору для моніторингу поведінки тварин у тваринництві. Дослідження має на меті вивчити, як ці технології можуть покращити управління господарствами, підвищити добробут тварин та зменшити витрати на їх утримання.

Окреслено **завдання дослідження**: розглянути основи комп'ютерного зору та його технологічні аспекти, які можуть бути застосовані в тваринництві; проаналізувати існуючі системи моніторингу поведінки тварин на базі комп'ютерного зору, їх функціональні можливості та переваги; оцінити

Секція 4. Технології розробки інформаційних систем

ефективність застосування комп'ютерного зору для виявлення аномальної поведінки тварин та моніторингу їхнього здоров'я.

Комп'ютерний зір – це міждисциплінарна галузь, що поєднує елементи інформатики, математики та психології, яка займається автоматичним аналізом та інтерпретацією зображень і відео. Завдання комп'ютерного зору полягає в тому, щоб дати комп'ютерам можливість "бачити" світ у спосіб, подібний до людського сприйняття. Це передбачає використання різноманітних алгоритмів для обробки та аналізу візуальної інформації, включаючи розпізнавання об'єктів, відстеження руху, класифікацію та оцінку стану об'єктів. У контексті тваринництва комп'ютерний зір дозволяє здійснювати моніторинг поведінки тварин, виявлення їхніх потреб та управління їхнім добробутом [1].

Серед основних технологій комп'ютерного зору, які використовуються для обробки зображень, можна виділити: обробка зображень, використання алгоритмів машинного навчання.

Обробка зображень основний етап, що включає різноманітні методи для поліпшення, фільтрації та аналізу зображень. Він включає в себе різні алгоритми для корекції кольору, видалення шуму та підвищення чіткості зображення [2].

Використання алгоритмів машинного навчання, зокрема нейронних мереж, дозволяє комп'ютерам вчитися на основі великої кількості зображень та даних. Це відкриває можливості для розпізнавання та класифікації об'єктів, що особливо важливо для виявлення аномальної поведінки тварин.

Ці технології взаємодіють, забезпечуючи гнучкість та точність у аналізі візуальної інформації, що дозволяє створювати ефективні системи моніторингу.

Комп'ютерний зір має значний потенціал у агрономії та тваринництві. У агрономії ця технологія може бути використана для моніторингу стану рослин, оцінки врожайності та виявлення хвороб. Наприклад, комп'ютерний зір дозволяє аналізувати зображення полів з висоти, визначати вегетаційні індекси та виявляти проблеми з ростом рослин [3].

У тваринництві комп'ютерний зір допомагає у моніторингу поведінки тварин, що може бути корисним для виявлення стресу, агресії або захворювань. Автоматизовані системи, що базуються на комп'ютерному зорі, здатні аналізувати дані в реальному часі, забезпечуючи фермерів інформацією для прийняття рішень, що стосуються здоров'я та добробуту тварин. Загалом, використання комп'ютерного зору в агрономії та тваринництві підвищує ефективність виробництва, покращує управлінські рішення та сприяє сталому розвитку аграрного сектора.

Поведінка тварин — це комплекс дій і реакцій тварин на зовнішні та внутрішні стимули, який включає в себе різні аспекти, такі як живлення, соціальна взаємодія, відпочинок та відповіді на стресові ситуації. Розуміння поведінки тварин є критично важливим для їхнього благополуччя, оскільки здорове та природне поведіння сприяє покращенню фізичного та психічного стану тварин. Аналіз поведінки може допомогти виявити проблеми зі здоров'ям, наприклад, стрес або хвороби, що можуть виникати в результаті неналежних умов утримання. Знання про поведінку також має значення для оптимізації умов

Секція 4. Технології розробки інформаційних систем

утримання тварин та поліпшення продуктивності, оскільки дозволяє фермерам адаптувати свої практики до потреб тварин [4].

Традиційні методи моніторингу поведінки тварин зазвичай включають спостереження за тваринами в їхньому природному середовищі.

Фахівці проводять візуальні спостереження за тваринами, записуючи їх дії та взаємодію. Цей метод може бути трудомістким і потребує значних часових затрат, а також може піддаватися суб'єктивності спостерігачів.

В окремих випадках використовуються звукові записи для аналізу комунікаційних сигналів тварин, проте це зазвичай не є повним показником поведінки.

Використання датчиків для моніторингу фізіологічних параметрів, таких як частота серцевих скорочень або температура тіла, може допомогти в розумінні стану тварин, але це не завжди відображає їхню поведінку.

Ці методи, хоча й ефективні, мають свої обмеження, зокрема, низьку швидкість збору даних, а також можливі помилки, пов'язані з людським фактором [5].

Використання комп'ютерного зору для моніторингу поведінки тварин має низку переваг, які роблять його привабливим варіантом для фермерів і дослідників: автоматизація процесу обробки великої кількості даних; точність і об'єктивність; раннє виявлення аномалій; можливість інтеграції з іншими технологіями.

Комп'ютерний зір дозволяє автоматизувати спостереження за поведінкою тварин, що зменшує потребу в постійному присутності людини та знижує витрати часу і ресурсів. Системи комп'ютерного зору можуть швидко обробляти великі обсяги відеоданих, що дозволяє здійснювати моніторинг в реальному часі. Алгоритми комп'ютерного зору забезпечують точний аналіз поведінки тварин, зменшуючи ризик суб'єктивності, пов'язаної з людським спостереженням [6]. Системи комп'ютерного зору можуть виявляти аномалії в поведінці тварин, що дозволяє вчасно реагувати на проблеми зі здоров'ям або стресом. Використання комп'ютерного зору в поєднанні з іншими технологіями, такими як Інтернет речей (ІоТ) або штучний інтелект, відкриває нові горизонти для моніторингу та управління.

Загалом, комп'ютерний зір надає можливість більш ефективно стежити за поведінкою тварин, що може суттєво підвищити якість їхнього утримання та забезпечити краще управління в аграрному секторі.

Системи моніторингу на базі комп'ютерного зору використовують різноманітні камери та сенсори для збору відео- та фотоданих про поведінку тварин. Основні типи пристроїв включають: ІР-камери, термографічні камери, сенсори руху, 3D-камери [7].

Високоякісні камери, які забезпечують постійний моніторинг і передачу даних в реальному часі через Інтернет. Вони можуть бути встановлені як усередині приміщень, так і на відкритому повітрі. Використовуються для виявлення температурних змін у тварин, що може вказувати на проблеми зі здоров'ям. Датчики, які реагують на рух тварин, дозволяючи фіксувати їхню

Секція 4. Технології розробки інформаційних систем

активність у різних зонах. Використовують технології для вимірювання відстані та обсягу, що допомагає отримувати тривимірні моделі поведінки тварин. Ці пристрої забезпечують точний і різнобічний моніторинг, який є основою для подальшого аналізу.

Для обробки зібраних даних використовуються спеціалізовані програмні рішення, які включають: алгоритми комп'ютерного зору, програмне забезпечення для аналізу даних, системи управління інформацією.

Використовуються для аналізу відеопотоків і розпізнавання поведінки тварин. Ці алгоритми можуть включати методи машинного навчання, які дозволяють системам навчатися на основі зібраних даних. Програми для аналізу даних, які забезпечують статистичний аналіз, візуалізацію даних та генерування звітів про поведінку тварин, що дозволяє фермерам виявляти закономірності і коригувати умови утримання. Інтегровані рішення, які об'єднують дані з різних сенсорів і камер в єдину інформаційну платформу для зручності моніторингу і управління [8].

Комп'ютерний зір дозволяє автоматично відстежувати активність тварин протягом дня. Завдяки цьому фермери можуть отримувати дані про: час активності, моделі поведінки, стрес або агресія, соціальні конфлікти, взаємодія між тваринами, лідерство та ієрархія. Загалом, застосування комп'ютерного зору в тваринництві відкриває нові можливості для моніторингу поведінки тварин і покращення їхнього добробуту.

Обробка зображень та відео є основою для ефективного моніторингу поведінки тварин. Основні алгоритми, які використовуються в цій галузі, включають: фільтрація та покращення зображень; виділення об'єктів; оптичний потік; розпізнавання образів; аналіз відеопотоків у реальному часі.

Штучний інтелект (ШІ) відіграє важливу роль в аналізі поведінки тварин. Алгоритми машинного навчання дозволяють системам самостійно навчатися на основі зібраних даних про поведінку тварин. Це означає, що система може виявляти аномалії та прогнозувати майбутні поведінкові патерни без потреби в ручному налаштуванні. Використання глибоких нейронних мереж для детального аналізу відео та зображень, що дозволяє виявляти складні патерни в поведінці, які можуть бути важкими для ідентифікації традиційними методами. Штучний інтелект дозволяє обробляти великі обсяги даних, що збираються з камер і сенсорів, для виявлення закономірностей у поведінці тварин на великих фермах [9].

Завдяки аналізу поведінкових патернів ШІ може допомогти у визначенні ризиків захворювання, що дозволяє вживати заходів раніше, ніж це сталося б без моніторингу.

Інтеграція комп'ютерного зору з іншими сучасними технологіями дозволяє створити комплексні системи моніторингу, які підвищують ефективність управління тваринництвом. Сенсори та пристрої IoT можуть бути інтегровані з системами комп'ютерного зору, дозволяючи зібрати дані про стан тварин та їхнє оточення в реальному часі. Це створює можливість для комплексного моніторингу, який включає не лише поведінку, але й фізичні параметри, такі як

Секція 4. Технології розробки інформаційних систем

температура, вологість та інші екологічні фактори. Аналіз великих даних, отриманих з різних джерел, дозволяє виявляти тренди та аномалії в поведінці тварин на більшому масштабі. Це може включати дані з відеокамер, сенсорів, а також інформацію про генетичні особливості тварин, їхнє харчування та здоров'я. Інтеграція всіх цих технологій в єдину систему управління дозволяє фермерам отримувати доступ до детальної інформації про стан тварин, їхнє здоров'я та продуктивність, що, у свою чергу, підвищує ефективність ведення бізнесу в аграрному секторі [10].

Таким чином, технологічні аспекти комп'ютерного зору, штучного інтелекту та інтеграції з IoT і Big Data відкривають нові горизонти для моніторингу та управління поведінкою тварин, що сприяє покращенню їхнього добробуту та підвищенню ефективності аграрного виробництва.

У сфері комп'ютерного зору для моніторингу поведінки тварин тривають активні наукові дослідження, які націлені на розширення можливостей та підвищення точності існуючих систем. Вчені продовжують вдосконалювати алгоритми, щоб зменшити похибки в розпізнаванні та класифікації поведінки тварин, а також забезпечити високу швидкість обробки даних у реальному часі. Дослідження у сфері глибокого навчання та його адаптації до специфіки аграрних технологій продовжують відкривати нові можливості для більш детального аналізу поведінки тварин.

Науковці працюють над інтеграцією комп'ютерного зору з іншими сенсорними технологіями, такими як датчики температури, вологості та руху, що дозволяє отримати більш комплексну картину стану тварин і навколишнього середовища. Створюються нові програмні рішення, які забезпечують зручний інтерфейс для фермерів, що дозволяє легко отримувати та аналізувати дані, а також приймати рішення на основі отриманих результатів.

У майбутньому моніторинг поведінки тварин стане ще більш автоматизованим, дозволяючи фермерам зосередитися на стратегічних аспектах управління бізнесом, а не на рутинному зборі та аналізі даних.

Системи моніторингу будуть здатні прогнозувати не лише поведінкові патерни, а й потенційні ризики для здоров'я тварин на основі аналізу історичних даних, що дозволить вживати заходів до появи проблем.

Зі зростанням використання комп'ютерного зору в тваринництві виникнуть нові етичні питання, пов'язані з добробутом тварин. Очікується, що в майбутньому буде більше уваги приділено розробці етичних норм та стандартів використання технологій у цій сфері.

Розвиток комп'ютерного зору в тваринництві сприятиме створенню міжнародних платформ для обміну досвідом та технологіями, що дозволить фермерським господарствам по всьому світу покращувати свої процеси на основі найкращих практик.

Оскільки ефективність і вигоди від використання комп'ютерного зору в тваринництві стають дедалі очевиднішими, очікується збільшення інвестицій у цю сферу з боку агрокомпаній та технологічних стартапів. Таким чином, майбутнє моніторингу поведінки тварин за допомогою комп'ютерного зору

Секція 4. Технології розробки інформаційних систем

обіцяє бути динамічним і прогресивним, відкриваючи нові можливості для підвищення ефективності аграрного виробництва та добробуту тварин.

Висновок. У процесі дослідження застосування комп'ютерного зору для моніторингу поведінки тварин були отримані наступні основні результати:

1. Використання комп'ютерного зору дозволяє автоматизувати процеси спостереження за поведінкою тварин, що веде до більшої точності та оперативності в отриманні даних. Це знижує потребу в ручному спостереженні, заощаджуючи час і ресурси.

2. Системи комп'ютерного зору здатні швидко виявляти аномальні патерни поведінки, що дозволяє фермерам своєчасно реагувати на потенційні проблеми зі здоров'ям тварин, зменшуючи ризики епідемій та інших ускладнень.

3. Завдяки безперервному моніторингу та аналізу соціальної поведінки тварин, системи комп'ютерного зору сприяють створенню комфортнішого середовища для тварин, що позитивно впливає на їхнє здоров'я та продуктивність.

4. Сучасні технології комп'ютерного зору демонструють здатність адаптуватися до різних умов роботи, що дозволяє їх використовувати в широкому спектрі аграрних середовищ.

Список використаних джерел та літератури

1. Технології комп'ютерного зору. URL: <https://metinvest.digital/ua/page/1028>
2. Велет А. В. Розробка автоматизованої системи термінального доступу до виробничого обладнання з використанням комп'ютерного зору : пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи здобувача вищої освіти на другому (магістерському) рівні, спеціальність 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології / А. В. Велет ; М-во освіти і науки України, Харків. нац. ун-т радіоелектроніки – Харків, 2022. – 78 с. URL: <http://surl.li/pgrgwi>
3. Jorge Luis García-Alcaraz, Aidé Aracely Maldonado-Macías, Guillermo Cortes-Robles. Lean Manufacturing in the Developing World, 117(8), 827–891. 2014, URL: <http://surl.li/quqycr>
4. Sullivan, W., McDonald, T., & Van Aken, E. (2002). Equipment replacement decisions and lean manufacturing. *Robotics and Computer Integrated Manufacturing*, 18(3–4), 255–265. URL: <http://surl.li/hgvvlq>
5. Choi, J., Ro, Y., & Plataniotis, J. (2011). A comparative study of preprocessing mismatch effects in color image based face recognition. *Pattern Recognition*, 44(2), 412-430. URL: <http://surl.li/auzphj>
6. Ross Girshick. Fast r-cnn. In *Proceedings of the IEEE international conference on computer vision*, pages 1440– 1448, 2015. 1, 2. URL: <http://surl.li/crzwxS>
7. Younggyo Seo, Danijar Hafner, Hao Liu, Fangchen Liu, Stephen James, Kimin Lee, Pieter Abbeel. Masked World Models for Visual Control. 2022. 2-3. URL: <http://surl.li/iymnbv>
8. David Forsyth, Jean Pons. (2004). *Computer Vision: A Modern Approach*, 928. URL: <http://surl.li/vcttve>
9. Li, Q., Wang, M., & Gu, W. (2002). Computer vision based system for apple

Секція 4. Технології розробки інформаційних систем

surface defect detection. *Computers and Electronics in Agriculture*, 36(2-3), 215-236.

URL: <http://surl.li/kehsbs>

10. Santos, J., & Rodrigues, F. (2012). Applications of computer vision techniques in the agriculture and food industry: A review. *European Food Research and Technology*, 5(6), 989–1000. URL: <http://surl.li/jlyeu>