

Голові разової спеціалізованої
вченої ради ДФ 70.052.027
Хмельницького національного
університету
доктору технічних наук, професору
Тетяні ГОВОРУЩЕНКО

**Висновок про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів
дисертації Мельниченка Олександра Вікторовича
«Методи збору, розпізнавання та обробки зображень, отриманих із використанням
БПЛА, для виявлення заданих об'єктів»,
що подана до захисту на здобуття наукового ступеня доктора філософії
з галузі знань 12 Інформаційні технології
за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки**

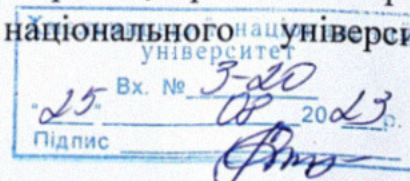
1. Актуальність теми дослідження та її зв'язок із планами наукових робіт університету.

Безпілотні літальні апарати (БПЛА) стали незамінними інструментами для виконання різноманітних завдань, зокрема, у садівництві, де автоматизація процесів обліку врожаю є доволі актуальною. Інтеграція відеокамер із БПЛА дала змогу підвищити ефективність дій у складних для доступу зонах, автоматизувавши процеси збору та аналізу зображень заданих об'єктів. Ефективність використання БПЛА може знижуватися через вплив зовнішніх природних чинників, що порушують збір зображень у реальних умовах. Додаткові виклики виникають під час одночасного використання декількох БПЛА: необхідність координувати рух апаратів, вибрати оптимальні маршрути та забезпечити точність позиціонування.

Сучасні дослідження та комерційні автоматизовані системи, що використовують БПЛА, різняться за можливостями збору, розпізнавання та обчислення кількості заданих об'єктів, а також за параметрами ефективності та точності отриманих результатів. Хоча є значний прогрес у цій галузі, виникає необхідність у подальшому покращенні наявних та розробленні нових методів збору, розпізнавання та обробки зображень, отриманих із використанням БПЛА, для виявлення заданих об'єктів, що обґрунтовується особливостями сфери практичного застосування.

Отже, з огляду на вище сказане, актуальною науковою задачею є розробка нових методів, які б забезпечили підвищення точності розпізнавання заданих об'єктів, підвищення ефективності збору зображень та покращення маршрутів для групи БПЛА.

Дослідження, результати яких викладено в дисертації, проведено в рамках науково-дослідної тематики Хмельницького національного університету:



держбюджетної науково-дослідної теми «Розроблення інформаційної технології прийняття контрольованих людиною критично-безпекових рішень за ментально-формальними моделями машинного навчання» №2Б-2021 (№ держреєстрації 0121U112025), в якій автор дисертації був виконавцем.

2. Формулювання наукової задачі, мети й задач дослідження.

Здобувачем визначено об'єкт і предмет дослідження, відповідно до висунутої задалегідь гіпотези дослідження. Так, об'єктом дослідження визначено процеси збору, розпізнавання та обробки зображень отриманих з використанням БПЛА для виявлення заданих об'єктів. Предметом дослідження встановлено методи і алгоритми забезпечення збору, розпізнавання та обробки зображень отриманих з використанням БПЛА для виявлення заданих об'єктів. Мету дисертаційної роботи визначено, як покращення ефективності збору, точності розпізнавання та обробки зображень отриманих з використанням БПЛА для виявлення заданих об'єктів.

Поставлену мету досягнуто в результаті розв'язання таких задач: 1) проведено аналіз методів, засобів та систем збору, розпізнавання та обробки зображень отриманих з використанням БПЛА для виявлення заданих об'єктів; 2) розроблено новий метод побудови маршрутів БПЛА згідно з технологіями самонавчання, щоб покращити переміщення та синхронізацію між групою БПЛА або одного БПЛА в межах робочого сегменту і внаслідок цього збільшити обсяг опрацьованих даних; 3) розроблено новий метод динамічного отримання зображень заданих структурних об'єктів в тривимірному просторі за допомогою декількох БПЛА для узгодження між різними БПЛА та досягнення переміщення всієї групи БПЛА від заданих початкових до кінцевих точок програмної місії автономно; 4) розроблено новий метод синхронізації відеопотоків в режимі реального часу для забезпечення оперативного отримання результатів та здійснення виявлення структурних об'єктів, які були пропущені в процесі минулих програмних місій; 5) вдосконалено метод виявлення заданих структурних об'єктів на зображеннях для покращення точності виявлення і зменшення часу навчання нейронної мережі; 6) розроблено новий спосіб отримання кількості заданих структурних об'єктів із отриманих зображень за допомогою групи БПЛА; 7) розроблено автоматизовану систему з групою БПЛА з використанням алгоритмів комп'ютерного зору, машинного навчання та оптимізації. Це дозволило здійснити постановку експерименту та провести експериментальні дослідження щодо встановлення покращення точності виявлення заданих об'єктів на отриманих зображеннях.

3. Наукова новизна одержаних автором результатів полягає в наступному:

1. Розроблено новий метод побудови маршрутів БПЛА згідно з технологіями самонавчання, який на відміну від відомих, полягає в позиціюванні апаратних пристроїв у тривимірному координатному просторі в реальному часі внаслідок самонавчання при побудові маршрутів їх руху, що дає змогу покращити

переміщення та синхронізацію між групою БПЛА або одного БПЛА в межах робочого сегменту і внаслідок цього збільшити обсяг опрацьованих даних.

2. Розроблено новий метод генерації заданих структурних об'єктів в тривимірному просторі за допомогою декількох БПЛА, який на відміну від відомих відрізняється тим, що забезпечує в процесі активації кожного БПЛА генерацію відеоряду в центральну систему, прийняття рішень про подальшу роботу групи БПЛА, підтвердження цілісності програмної місії та визначення рівня критичності для продовження виконання роботи групи БПЛА.

3. Розроблено новий метод синхронізації відеопотоків в режимі реального часу, який відрізняється від відомих тим, що забезпечує накопичення даних про попередні програмні місії БПЛА, у випадку критичних збоїв, які спотворюють цілісність структур даних із джерел отримання відеопотоків, зберігає такі структури в спеціальному журналі помилок та не відправляє їх як вхідні параметри в наступну обробку, що дає змогу виконувати порівняння отриманих поточних результатів із минулими в режимі реального часу і це забезпечує оперативне отримання результатів та здійснення виявлення структурних об'єктів, які були пропущені в процесі минулих програмних місій.

4. Вдосконалено метод виявлення заданих структурних об'єктів на зображеннях, який на відміну від оригінальної архітектури YOLOv5, полягає в тому, що модифіковано модуль фокусування нейронної мережі, видалено згортковий шар поєднуючий вхідну карту ознак з операцією конкатенції, актуалізовано механізм візуальної уваги для вилучення ознак, об'єднання шарів 4 і 15, 6 і 11, 10 і 21 оригінальної архітектури замінено на об'єднання шарів 5 і 18, 8 і 14, 13 і 24 вдосконаленої архітектури, вихідні карти ознак 14-го та 21-го шарів вдосконаленої архітектури об'єднано між собою, що дало змогу покращити точність виявлення і зменшити час навчання нейронної мережі.

4. Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій.

Наукові висновки та рекомендації, подані в дисертації, ґрунтуються на належному використанні математичних методів та алгоритмів для створення маршрутів, координації дій різних БПЛА в групі, збору та розпізнаванні зображень у реальних умовах та обчисленні їхньої кількості. Успішна реалізація розробленої автоматизованої системи, а також ефективне впровадження результатів дослідження в діяльність підприємств, що використовують подібні автоматизовані системи, демонструє відповідність теоретичних знахідок реальним результатам їхнього використання.

5. Практичне значення отриманих результатів.

За результатами виконаних досліджень здобувачем розроблено методи, спосіб, алгоритми та засоби покращення ефективності збору, точності розпізнавання та обробки зображень отриманих з використанням БПЛА для виявлення заданих об'єктів. Це дало змогу створювати автоматизовані системи з використанням групи БПЛА для збору, отримання та розпізнавання заданих

об'єктів на отриманих зображеннях. Теоретичні та практичні результати дослідження впроваджені в ТОВ «ЮКС++» (м. Хмельницький), Державному підприємстві «Новатор» (м. Хмельницький), ПП «НОЛТ ТЕХНОЛОДЖИС» (м. Хмельницький), ТОВ «Агротех сервіс», а також, в освітньому процесі Хмельницького національного університету при викладанні дисциплін «Методи та системи штучного інтелекту», «Комп'ютерні та кіберфізичні системи», «Методи, засоби та алгоритми в задачах обчислювального інтелекту та комп'ютерного зору», «Теорія, проектування та моделювання спеціалізованих комп'ютерних систем» та «Технології проектування інформаційних систем».

6. Особистий внесок здобувача полягає в розробленні методів, способу та автоматизованої системи, що забезпечують розв'язання поставлених у дисертації задач. Усі основні наукові та прикладні результати дисертаційної роботи отримані здобувачем самостійно. За результатами проведених досліджень основні наукові результати опубліковано у 6 наукових статтях у фахових наукових журналах України. Апробація засвідчена публікаціями 5 праць в матеріалах міжнародних та всеукраїнських конференцій, з яких одна праця індексована у наукометричній базі Scopus. Опубліковано 1 свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір (програму). У роботах, що опубліковані в співавторстві, здобувачеві належать: архітектура автоматизованої системи динамічного отримання зображень заданих об'єктів в тривимірному просторі.

7. Структура та обсяг дисертації.

Дисертаційна робота складається з анотації, змісту, переліку умовних скорочень, вступу, чотирьох розділів, висновку, списку використаних джерел та чотирьох додатків. Повний обсяг роботи містить 202 сторінки друкованого тексту, з них анотація – на 12 стор., зміст – на 3 стор., перелік умовних скорочень – на 1 стор., основний текст – на 137 стор., список зі 140 використаних джерел – на 14 стор., додатки – на 34 стор. Дисертація містить 42 рисунки та 12 таблиць.

8. Зауваження.

Унаслідок вивчення рукопису мною сформовано такі зауваження:

1. Для визначення ефективності запропонованих методів, автор сформував множину підходів для порівняння за низкою критеріїв. Проте суттєва частина з них базується на подібних архітектурних рішеннях і математичних методах, що потенційно може стати причиною певної кореляції отриманих значень метрик порівняння, що може вплинути на загальну об'єктивність визначення ефективності запропонованих рішень.

2. Розроблений метод синхронізації відеопотоків дає можливість відновити працездатність системи у випадках критичних збоїв. Критичними збоями вважають збої, які спотворюють цілісність структур даних. Проте не наведено приклад таких збоїв, з якого було б зрозуміло наскільки дані мають бути спотворені, щоб вважати збій критичним.

3. У поясненнях до формули (2.6) подано наступне: «...зібрана інформація зовнішніми давачами та оброблена згідно неї цільова інформація». Автор в тексті праці не розкрив зміст «цільової інформації» та її особливості.

Втім, зазначені зауваження суттєво не впливають на науковий рівень проведеного дослідження.

Загальний висновок.

Отже, дисертаційна робота Мельниченка О.В. «Методи збору, розпізнавання та обробки зображень отриманих з використанням БПЛА для виявлення заданих об'єктів» є завершеною науковою роботою, яка містить новий та актуальний науково-прикладний внесок. Усі результати, які виносяться на захист, є достовірними та отримані автором особисто.

Тому, з огляду на вище вказане, вважаю, що дисертаційна робота «Методи збору, розпізнавання та обробки зображень, отриманих із використанням БПЛА, для виявлення заданих об'єктів», яка подана на здобуття ступеня доктора філософії, за своїм науковим рівнем та практичною цінністю, змістом та оформленням повністю відповідає вимогам пп. 6, 7, 8, 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради Закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженому постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44, а її автор, Мельниченко Олександр Вікторович, заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки.

Рецензент:

д.т.н., доцент, професор кафедри
комп'ютерних наук
Хмельницького національного університету



Едуард МАНЗЮК

«Підпис Едуарда МАНЗЮКА засвідчую»:

Проректор з наукової роботи
Хмельницького національного університету



Олег СИНЮК