

ВИСНОВОК
про наукову новизну, теоретичне та практичне значення
результатів дисертації

на тему «Методи збору, розпізнавання та обробки зображень, отриманих із використанням БПЛА, для виявлення заданих об'єктів»

(назва роботи)

здобувача наукового ступеня доктора філософії

Мельниченка Олександра Вікторовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

з галузі знань 12 Інформаційні технології

(шифр, назва галузі знань)

за спеціальністю 12 Комп'ютерні науки

(шифр, назва спеціальності)

Публічна презентація проведена на кафедрі комп'ютерної інженерії та інформаційних систем « 26 » червня 2023 року, протокол № 1.

1. Актуальність теми дослідження. Використання безпілотних літальних апаратів (БПЛА) для виконання різних завдань набуло широко поширення. Можливість доповнення БПЛА відеокамерами для збору та отримання зображень покращила ефективність виконання завдань у важкодоступних місцях та суттєво автоматизувала таку роботу. Важливим напрямом їх використання є галузь садівництва, де необхідна автоматизація процесів обліку врожаю, яку можна виконати за допомогою безпілотних літальних апаратів. Така задача зводиться до застосування методів збору, отримання, обробки та аналізу інформації про задані об'єкти. Використання цих методів, а також стратегій, підходів, способів та технологій має важливе значення в контексті автоматизації процесів. Однак, суттєвими проблемами, які виникають в процесі використання БПЛА та збору зображень в реальному часі та в реальних умовах є зовнішні природні впливи, які впливають на ефективність функціонування автоматизованих систем з використанням БПЛА та, відповідно, збір зображень. Крім того, у випадку використання декількох БПЛА, крім позиціонування та узгодження їх роботи між собою із збору зображень, виникають проблеми з вибору маршруту та досягнення ними руху за заданими координатами в просторі.

Сучасні автоматизовані системи з використанням БПЛА відрізняються між собою, в залежності від функційних можливостей здійснювати збір, отримання, розпізнавання зображень заданих об'єктів, обчислення кількості заданих об'єктів, налаштуваннями, ефективністю роботи та точністю отриманих результатів. Залишаються актуальними питання забезпечення ефективності функціонування таких систем із збору та отримання зображень в реальних умовах і точність розпізнавання для подальшого обчислення кількості. Тому, вирішення задачі розробки методів збору, розпізнавання та обробки зображень отриманих з використанням БПЛА для виявлення заданих об'єктів, є однією із важливих наукових задач в сфері інформаційних технологій, орієнтованих на побудову та подальшу експлуатацію автоматизованих систем з використанням БПЛА. Незважаючи на обсяг

виконаних в цьому напрямку наукових досліджень і, відповідно, отриманих наукових результатів та розробок, на сьогодні, надзвичайно актуальною, залишається задача покращення ефективності збору, точності розпізнавання, обробки зображень отриманих з використанням БПЛА для виявлення заданих об'єктів та вибір і узгодження маршрутів для групи БПЛА.

Попри значний обсяг виконаних в цьому напрямку наукових досліджень і, відповідно, отриманих наукових результатів та розробок, на сьогодні, надзвичайно актуальною, залишається задача покращення ефективності збору, точності розпізнавання та обробки зображень отриманих з використанням БПЛА для виявлення заданих об'єктів.

Отже, актуальною науковою задачею є розробка методів збору, розпізнавання та обробки зображень, отриманих із використанням БПЛА, для виявлення заданих об'єктів, які б покращували ефективність збору, точність розпізнавання та обробки зображень, які отримані з використанням БПЛА, для виявлення заданих об'єктів.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційне дослідження виконувалось у 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.

3. Наукова новизна отриманих результатів.

У дисертації вперше одержані такі нові наукові результати:

1) розроблено новий метод побудови маршрутів БПЛА згідно технологій самонавчання, який на відміну від відомих, полягає в позиціюванні апаратних пристроїв у тривимірному координатному просторі в реальному часі за рахунок самонавчання при побудові маршрутів їх руху, що дає змогу покращити переміщення та синхронізацію між групою БПЛА або одного БПЛА в межах робочого сегменту і за рахунок цього збільшення кількості опрацьованих даних.

2) розроблено новий метод динамічного отримання зображень 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 за рахунок визначення станів модулів та комплексному врахуванні вимог розподілення, багаторівневості та автоматизованості, що покращує узгодження між різними БПЛА та досягнення переміщення всієї групи БПЛА від заданих початкових до кінцевих точок програмної місії автономно.

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 конкатенації, 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. Теоретичне та практичне значення результатів дисертації. Наукові положення, висновки і рекомендації дисертації обґрунтовані коректним та доцільним використанням математичного апарату, алгоритмами побудови маршрутів, узгодження роботи різних БПЛА в групі, збору і отримання зображень в реальних умовах, розпізнавання заданих об'єктів та обчислення їх кількості, успішною реалізацією розробленої автоматизованої системи, ефективним практичним впровадженням результатів дисертаційного дослідження на підприємствах, що використовують такі автоматизовані системи, яке продемонструвало відповідність теоретичних досліджень з реальними результатами застосування.

Розроблена автоматизована система призначена для виявлення та обрахування кількості яблук у фруктовому саду в режимі реального часу. Перевагою розробленої системи над аналогами є отримання нею множини відеокадрів у режимі реального часу з камер кількох БПЛА та синхронізація цих відеокадрів між собою в одну інформаційну структуру даних, що надалі трансформується в суцільне зображення. Крім того, використання функцій оптимізації якості зображення дає змогу максимально ефективно виявляти структурні під час виконання робочих місій БПЛА в робочому середовищі. Використання такого засобу трансформації дало змогу системі отримувати суцільний потік даних до всіх наступних програмних компонентів автоматизованої системи. Так, оцінка синхронізації відеопотоків за індексом SSIM коливається від 0,79 до 0,92, із середнім значенням 0,87, а за індексом PSNR – від 22 до 39, що свідчить про високу ефективність роботи розробленої системи із відеопотоками та належну якість отриманих об'єднаних зображень.

У результаті проведених експериментальних досліджень було доведено ефективність роботи розробленої автоматизованої системи, що підтверджується високим середнім значенням у 82,69% показника достовірності виявлення та обчислення кількості фруктових плодів та низьким середнім рівнем помилок I (14,67%) та II (18,33%) роду.

5. Використання результатів роботи. 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 на кафедрі комп'ютерної інженерії та інформаційних систем для спеціальності 126 Інформаційні системи та технології, 123 Комп'ютерна інженерія та кафедрі комп'ютерних наук для спеціальності 122 Комп'ютерні науки, зокрема в курсах «Методи та системи штучного інтелекту», «Комп'ютерні та кіберфізичні системи», «Методи, засоби та алгоритми в задачах обчислювального інтелекту та комп'ютерного зору», «Теорія, проєктування та моделювання спеціалізованих комп'ютерних систем» та «Технології проєктування інформаційних систем».

6. Особиста участь автора в одержанні наукових та практичних результатів, що викладені в дисертаційній роботі на тему «Методи збору, розпізнавання та обробки зображень, отриманих із використанням БПЛА, для виявлення заданих об'єктів». Всі основні результати дослідження, які подано до захисту, одержані автором особисто.

Дисертаційна робота виконана на базі кафедри комп'ютерної інженерії та інформаційних систем Хмельницького національного університету, науковий керівник: доктор технічних наук, професор, декан факультету інформаційних технологій Савенко Олег Станіславович.

Дисертаційну роботу Мельниченка Олександра Вікторовича перевірено на плагіат програмними засобами «Anti-Plagiarism v-15.257» та «Unicheck». Рівень оригінальності за «Anti-Plagiarism v-15.257» – 100%, за «Unicheck» – 91,94%. Розглянувши звіт подібності щодо перевірки на плагіат, встановлено, що дисертаційна робота Мельниченка О. В. є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Дисертація характеризується єдністю змісту та відповідає вимогам щодо її оформлення.

7. Перелік публікацій за темою дисертації із зазначенням особистого внеску здобувача.

За результатами досліджень опубліковано 12 наукових праць, у тому числі 6 статей у наукових фахових виданнях, 1 свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір (програму), 5 тез доповідей в збірниках матеріалів конференцій, з яких 1 праця індексована у наукометричній базі Scopus.

Наукові праці, в яких опубліковані основні результати дисертації

Статті у наукових фахових виданнях

1. Мельниченко О. В. Архітектура автоматизованої системи розпізнавання сукупності структурних об'єктів однієї природи в тривимірному просторі. *Вимірвальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах*. 2022. № 4(2022). С. 128–133. DOI: <https://doi.org/10.31891/2219-9365-2022-72-4-18>

Особистий внесок здобувача: розроблено архітектуру автоматизованої системи розпізнавання сукупності заданих структурних об'єктів однієї природи в тривимірному просторі.

2. Мельниченко О. В. Автоматизована система самоорганізації для керування безпілотними літальними апаратами з метою виявлення об'єктів. *Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах*. 2023. № 1(2023). С. 116–122. DOI: <https://doi.org/10.31891/2219-9365-2023-73-1-16>

Особистий внесок здобувача: розроблено автоматизовану систему самоорганізації для керування БПЛА з метою виявлення заданих структурних об'єктів однієї природи.

3. Мельниченко О. В. Методи збору та обробки зображень отриманих з використанням БПЛА для виявлення заданих об'єктів. *Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки*. 2022. № 6, Т. 1(315). С. 131–137. DOI: <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2022-315-131-138>

Особистий внесок здобувача: розроблено 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.

4. Melnychenko O. Method of real-time video stream synchronization in the working environment of an apple orchard. *Computer systems and information technologies*. 2023. No. 1(10). P. 91–97. DOI: <https://doi.org/10.31891/csit-2023-1-12>

Особистий внесок здобувача: розроблено метод синхронізації відеопотоків в режимі реального часу, отриманих за допомогою групи БПЛА.

5. Мельниченко О. Методи розпізнавання та обробки зображень за модифікованою YOLOv5-v1. *Information Technology: Computer Science, Software Engineering and Cyber Security*. 2023. Вип. 1. С. 74–84. DOI: <https://doi.org/10.32782/IT/2023-1-10>

Особистий внесок здобувача: вдосконалено метод виявлення та ідентифікації заданих структурних об'єктів на зображеннях.

6. Мельниченко О. В. Метод обчислення кількості структурних об'єктів у фруктовому саду в реальному часі. *Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки*. 2023. № 2(319), Т. 1. С. 213–219. DOI: <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2023-319-1-213-214>

Особистий внесок здобувача: розроблено спосіб отримання кількості заданих структурних об'єктів із отриманих зображень за допомогою групи БПЛА.

Авторські свідоцтва

7. Мельниченко О. В. А. с. 116949, Україна. Комп'ютерна програма «Автоматизована система розпізнавання та обчислення кількості структурних об'єктів однієї природи». Дата реєстрації 09.03.2023.

Особистий внесок здобувача: розроблено автоматизовану систему з групою БПЛА з використанням алгоритмів комп'ютерного зору, машинного навчання та оптимізації.

Матеріали конференції

8. Melnychenko O., Savenko O. A self-organized automated system to control unmanned aerial vehicles for object detection. *The 4th International Workshop on Intelligent Information Technologies & Systems of Information Security (IntelITSIS-2023)* : CEUR-Workshop Proceedings. Vol. 3373. (Khmelnyskyi, Ukraine, 22–24 March 2023). Aachen : CEUR-WS.org, 2023. P. 589–600. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-3373/paper40.pdf> (Scopus)

Особистий внесок здобувача: розроблено автоматизовану систему з групою БПЛА та метод побудови маршрутів БПЛА для збору зображень об'єктів.

9. Мельниченко О. В. Метод та підсистема самовідновлення після критичних збоїв. *Актуальні проблеми комп'ютерних наук АПКН-2022* : Матеріали XIV всеукр. наук.-практ. конф., м. Хмельницький, 18–19 лист. 2022 р. Хмельницький : ХНУ, 2022. С. 202–204. URL: https://kn.khmnu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/18/apkn2022_corpuspaper.pdf

Особистий внесок здобувача: розроблено метод самовідновлення у разі виникнення критичних збоїв під час функціонування автоматизованої системи розпізнавання та обчислення кількості структурних об'єктів однієї природи.

10. Мельниченко О. В. Самоорганізована система управління декількома БПЛА для динамічного отримання зображень в тривимірному просторі. *Математичне та програмне забезпечення інтелектуальних систем (МПЗІС-2022)* : Тези доповідей XX міжнар. наук.-практ. конф., м. Дніпро, 23–25 лист. 2022 р. / під заг. ред. О.М. Кісельової. Дніпро : ДНУ, 2022. С. 139–140. URL: <http://mpzis.dnu.dp.ua/wp-content/uploads/2022/12/MPZIS-2022-1.pdf>

Особистий внесок здобувача: розроблено самоорганізовану підсистему управління декількома БПЛА для динамічного отримання зображень в тривимірному просторі.

11. Мельниченко О. В. Метод керування та самоорганізована система планування маршрутів БПЛА. *2022 International Conference on Innovative Solutions in Software Engineering (ICISSE-2022)* : Conference Proceedings, Ivano-Frankivsk, Ukraine, 29–30 November 2022 / Kuz M., Kozenko M. eds. Ivano-Frankivsk : VSPNU, 2022. P. 26–30. URL: <https://shorturl.at/nyIMO>

Особистий внесок здобувача: розроблено метод керування та самоорганізовану підсистему планування маршрутів групи БПЛА.

12. Мельниченко О. В. Метод обчислення кількості розпізнаних структурних об'єктів певного класу. *Комп'ютерні ігри та мультимедіа як інноваційний підхід до комунікації* : Матеріали II Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих вчених, аспірантів та студентів, м. Одеса, 29–30 верес. 2022 р. Одеса : Видавництво ОНТУ, 2022 р. С. 124–126. URL: <https://card-file.ontu.edu.ua/handle/123456789/23485>

Особистий внесок здобувача: розроблено метод обчислення кількості розпізнаних структурних об'єктів певного класу.

У роботі, опублікованій у співавторстві, автору належать основні ідеї, теоретична та практична розробка положень, відображених у характеристиці наукової новизни отриманих результатів, а саме: [8] – розроблено автоматизовану систему з групою БПЛА та метод побудови маршрутів БПЛА для збору зображень об'єктів.

ВВАЖАТИ, що дисертаційна робота Мельниченка О. В. «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, та відповідає напрямку наукового дослідження освітньо-наукової програми Хмельницького національного університету зі спеціальності 122 Комп'ютерні науки.

РЕКОМЕНДУВАТИ:

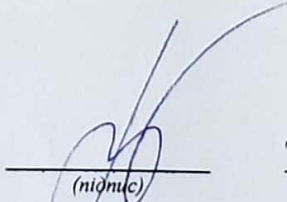
Дисертаційну роботу «Методи збору, розпізнавання та обробки зображень, отриманих із використанням БПЛА, для виявлення заданих об'єктів», подану Мельниченком Олександром Вікторовичем на здобуття ступеня доктора філософії до захисту.

Головуючий публічної презентації:

д.т.н., професор, завідувач
кафедри комп'ютерної інженерії
та інформаційних систем



Підпис дійсний	_____
Засвідчую	_____
Начальник відділу кадрів	_____
	І.С.Мартинюк


(підпис)

Тетяна ГОВОРУЩЕНКО