

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Цехмистро Ростислава Вікторовича

на тему «Методи та засоби локалізації та класифікації об'єктів за

допомогою нейронних мереж в умовах повітряної зйомки»,

представлену на здобуття ступеня доктора філософії

з галузі знань 12 Інформаційні технології

за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки

Актуальність теми дисертації.

Нейромережеві методи локалізації та класифікації активно використовуються в різноманітних задачах, зокрема в обробці зображень дистанційної зйомки. Часто такі методи застосовують для локалізації та класифікації техніки, людей чи малорозмірних об'єктів.

Враховуючи специфіку даних дистанційної зйомки, можна стверджувати, що важливим параметром таких методів є точність їх роботи в різних умовах, таких як спотворення зображень шумом чи вплив погодних умов. Тому важливо досліджувати та враховувати точності роботи методів локалізації та класифікації в умовах спотворень та при роботі з малорозмірними об'єктами. Важливим завданням є підвищення точності роботи методів локалізації та класифікації об'єктів на зображеннях, що спотворені завадами. Враховуючи, що багато дослідників намагаються підвищити точність роботи таких методів з малорозмірними об'єктами, важливо розробляти методи підвищення їх точності в таких умовах, а також розуміти взаємозв'язок між точністю локалізації та класифікації та розміром об'єкту.

Отже, розглянуті завдання визначають актуальну науково-технічну задачу вдосконалення нейромережевих методів та засобів локалізації та класифікації на зображеннях, що отримані в умовах повітряної зйомки, яка вирішується у дисертаційному дослідженні.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій.

Висвітлені в дисертаційній роботі наукові результати, висновки та рекомендації є теоретично та науково обґрунтованими, достовірними та апробованими. Висвітлення результатів, формування висновків та практичних рекомендацій, а також проведення досліджень здійснено з використанням апробованих методів досліджень та аналізу для даної

тематики. Отримані результати є обґрунтованими, а ступінь їх достовірності не викликає запитань або зауважень.

Дисертація Цехмистро Р. В., в цілому, є змістовно збалансованою роботою. В роботі наявна велика кількість ілюстрацій, а також таблиць та їх графічних візуалізацій для представлених експериментів. Робота є змістовною та має велику кількість представлених експериментів.

Наукова новизна отриманих результатів.

В дисертаційній роботі отримані такі наукові результати:

1. Вперше запропоновано метод визначення параметрів об'єкту та системи формування зображень, опираючись на експериментально визначені мінімально допустимі розміри об'єктів в пікселях, що дозволяє підвищувати точність методів локалізації та класифікації, застосовуючи його як умову для методу локалізації та класифікації.

2. Набув подальшого розвитку метод оцінки статистичних та спектральних характеристик шуму на зображеннях, який дозволяє визначати тип та інтенсивність шуму, використовуючи нейронну мережу, що дозволяє підвищувати точність методів локалізації та класифікації шляхом застосування алгоритмів видалення шуму з визначеними параметрами.

3. Вдосконалено метод потайлової (по частинах) локалізації та класифікації з подальшою агрегацією результатів, шляхом використання інформації про систему формування зображень, який дозволяє підвищувати точність методів локалізації та класифікації без перенавчання моделей.

Практична цінність результатів роботи.

Отримані практичні результати роботи впроваджено в науково-дослідницький процес Інституту радіофізики та електроніки ім. О. Я. Усикова НАН України.

Результати проведених досліджень було впроваджено в навчальний процес Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут» на кафедрі інформаційно-комунікаційних технологій ім. О. О. Зеленського в наукових дисциплінах: «Обробка мультимедійних даних» та «Цифрова обробка даних».

Повнота відображення наукових положень, висновків та рекомендацій в опублікованих автором наукових працях.

Матеріали дисертації викладено в 10 публікаціях, з них 5 статей у фахових періодичних виданнях України з технічних наук, з яких 2 в

категорії А (індексуються в Scopus) та 3 в категорії Б; 5 тез в доповідях матеріалів міжнародних конференцій.

Мова, стиль та зміст дисертаційної роботи.

Дисертаційна робота написана українською мовою.

Виклад матеріалу є структурованим та послідовним, що допомагає легко зрозуміти постановку задачі, запропоновані методи та проведені експерименти. Використання статистичних методів та експериментальних результатів допомагає підкреслити обґрунтованість та наукову цінність представлених результатів. Стиль мовлення в роботі демонструє високий рівень наукової грамотності та вміння ефективно описувати ідеї в науковому контексті. Використання загальноприйнятої термінології в роботі свідчить про розуміння та глибоке знання предметної області. Автор використовує фахові терміни для точного виразу концепцій, що допомагає забезпечити коректність та наукову достовірність викладу.

Тема, мета, предмет, об'єкт, задачі а також отримані результати відповідають спеціальності 122 Комп'ютерні науки, галузі знань 12 Інформаційні технології.

Структура дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків. Загальний обсяг роботи складає 195 сторінок тексту, що містять 151 сторінку основного тексту, анотації на 9 сторінках, 92 рисунки, 17 таблиць, списку використаних джерел що налічує 141 джерело на 17 сторінках, додатки на 12 сторінок.

Короткий зміст дисертації

У *вступі* здобувачем представлено визначення актуальності теми, сформульовано мету дослідження та задачі, які забезпечують реалізацію мети роботи, подано наукову новизну та практичне значення результатів. Приведено інформацію про апробацію матеріалів дисертації.

Перший розділ присвячено розгляду наявних нейронних мереж для локалізації та класифікації об'єктів на зображеннях. Наведено порівняння точності їх роботи на наборі даних СОСО, а також обчислювальне навантаження. Визначено специфіку зображень повітряної зйомки та визначено основні фактори впливу на точність методів локалізації та класифікації при використанні таких зображень.

В *другому розділі* проведено донавчання нейронних мереж, які були розглянуті в першому розділі на наборі даних з безпілотних літальних апаратів. Проведено дослідження та порівняння точності нейромережових

методів локалізації та класифікації при використанні зображень, отриманих в умовах повітряної зйомки.

В *третьому розділі* проведено дослідження нейромережових методів локалізації та класифікації при роботі з об'єктами малого розміру. Визначено граничні розміри об'єктів в пікселях для їх надійної локалізації та класифікації за допомогою досліджуваних методів. Розглянуто метод локалізації та класифікації, який використовує обробку зображення частинами (тайлово) та визначено точність роботи такого методу. Запропоновано метод визначення параметрів системи формування зображень за допомогою раніше визначених мінімальних розмірів об'єкту, який може бути використаний як умова для застосування тайлового методу обробки зображення.

В *четвертому розділі* модифіковано метод визначення характеристик шуму, що присутній на зображеннях. Досліджено нейромережові методи на предмет точності локалізації та класифікації при використанні зображень, що спотворені шумом різної інтенсивності. Для підвищення точності нейромережових методів в таких умовах було модифіковано метод локалізації та класифікації з використанням методу визначення параметрів шуму, зокрема його інтенсивності, та видалення шуму використовуючи визначені параметри. Досліджено якість роботи такого методу та наведено порівняння для різних умов. Також в розділі визначено вплив природних завад на точність локалізації та класифікації. Запропоновано використання методу видалення туману на зображеннях, як модифікацію методу локалізації та класифікації. Досліджено вплив цього методу на точність локалізації та класифікації.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017р. №40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Дотримання академічної доброчесності.

Ознак порушення автором академічної доброчесності, зокрема оприлюднення наукових результатів, отриманих іншими особами як результатів власного дослідження, та відтворення опублікованих текстів інших авторів без зазначення їх авторства не виявлено.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1. Структура дисертаційної роботи дещо відрізняється від традиційної логіки викладу матеріалу, яка зазвичай виглядає як перехід від розгляду існуючих методів до власних розробок та експериментальних результатів, що може дещо ускладнювати розуміння власних напрацювань.

2. В дисертаційній роботі трапляються незначні відхилення від правил та вимог оформлення, а також незначні описки.

3. Вказано що змаз зображення може впливати на точність локалізації та класифікації, але дослідження щодо цього не були проведені.

4. При аналізі набору даних в розділі 2 та 3 вказано кількість класів для кожного набору даних, але не зрозуміло наскільки важливим є кожен з класів та які результати для них отримані.

5. В розділі 3 розглянуто тільки один метод видалення шуму, можливо варто було б розширити дослідження до декількох методів з різним обчислювальним навантаженням та якістю.

Разом з тим зазначаю, що висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну цінність результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Загальний висновок.

Ступінь наукової новизни отриманих результатів, їх практичне та теоретичне значення, достовірність отриманих висновків і рекомендацій, актуальність теми дослідження, достатня апробація представлених результатів та відсутність порушення норм академічної доброчесності дозволяють зробити висновок, що дисертаційна робота «Методи та засоби локалізації та класифікації об'єктів за допомогою нейронних мереж в умовах повітряної зйомки» Цехмистро Ростислава Вікторовича відповідає вимогам що передбачені в «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. №44.

Здобувач Цехмистро Ростислав Вікторович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки.

Офіційний опонент:

Завідувач кафедри програмних засобів
Національного університету
«Запорізька політехніка»,
доктор технічних наук, професор



Сергій СУББОТІН