

ВІДГУК

опонента, доктора технічних наук, професора Кучука Георгія Анатолійовича на дисертаційну роботу Зівакіна Валерія Дмитровича «Інформаційна технологія розпізнавання даних аерозйомки з використанням багатовимірних представлень», представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 12 – інформаційні технології за спеціальністю 122 – Комп'ютерні науки

Ступінь актуальності теми дисертаційної роботи. На сьогодні безпілотні літальні апарати показали себе як ефективний, дешевий, безпечний та універсальний технічний засіб для вирішення задач воєнного призначення різних типів та рівнів (від тактичного до стратегічного). Забезпечення кількісної та якісної переваги в таких засобах – один з факторів досягнення перемоги та укріплення подальшої обороноздатності України. Основні задачі, що вирішуються при застосуванні БПЛА: навігація по оптичному каналу (в умовах постійної дії засобів РЕБ), визначення та супровід цілей. В контексті вирішення цих задач суттєвим є компонент розпізнавання об'єктів місцевості та цільових об'єктів, для чого використовується нейромережна обробка. Тому дисертаційна робота Зівакіна В.Д., що спрямована на вирішення науково-практичного завдання розробки інформаційної технології розпізнавання цифрових зображень на основі розробленої моделі оцінки розподілу представлень даних навчального набору повітряної зйомки в багатовимірному просторі та використанні запропонованих методів попередньої обробки, є актуальною.

У дисертаційній роботі проведено аналіз результатів вирішення задачі розпізнавання і класифікації розробленої інформаційної технології, в якій основою для покращення слугував процес передобробки даних, що виконується за допомогою розроблених методів: методу генерації даних на основі існуючих та методом видалення дублікатів, що в свою чергу є похідними від запропонованої моделі оцінки розподілу набору даних в просторі латентних представлень.

Зв'язок теми дисертаційної роботи з науковими планами, програмами, фундаментальними та прикладними дослідженнями. Тема пов'язана з виконанням науково-дослідних робіт Національного авіаційного університету та із запитами постанов Кабінету Міністрів України №256 і №476.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі. Положення та висновки, наведені в дисертаційній роботі Зівакіна В.Д., в достатній мірі обґрунтовані як з наукового, так і з технічного поглядів. Обґрунтованість отриманих у роботі наукових положень, висновків і рекомендацій базується на використанні сучасного математичного апарату.

Результати перевірені шляхом проведення тестування роботи інформаційної технології, запропонованої в дисертаційній роботі.

Достовірність результатів досліджень. Достовірність результатів теоретичних досліджень підтверджується коректним використанням відомих наукових методів, логікою отримання нових результатів та результатами відповідних експериментальних досліджень.

Наукова новизна положень, висновків та рекомендацій, сформульованих у дисертації. Наукова новизна отриманих результатів обумовлена теоретичним узагальненням і новим рішенням важливого наукового завдання, сутність якого полягає в розробці інформаційної технології розпізнавання цифрових зображень на основі розробленої моделі оцінки розподілу представлень даних навчального набору повітряної зйомки в багатовимірному просторі та використанні запропонованих методів попередньої обробки. У дисертаційній роботі отримані такі основні науково обґрунтовані результати:

- вперше запропоновано математичну модель розподілу представлення даних (цифрових зображень) повітряного спостереження в багатовимірному просторі, що будується на оцінці функції щільності розподілу латентних представлень за допомогою багатовимірних локальних поліноміальних сплайнів, близьких до інтерполяційних в середньому, на основі В-сплайнів 2-го порядку;

- вперше запропоновано метод видалення дублікатів з набору зображень даних повітряного спостереження на основі сплайн-моделі розподілу даних в просторі представлень, який регулюється із введенням граничного рівня схожості зображень;

- вперше запропоновано метод імітаційного моделювання нових зображень на основі моделі розподілу навчального набору даних аерозйомки в просторі багатовимірних представлень.

Наукова та практична цінність одержаних результатів. Значимість отриманих результатів для науки полягає в розробці інформаційної технології розпізнавання та класифікації даних аерозйомки, яка в змозі тренувати різноманітні моделі мереж класифікаторі, які досягають точності розпізнавання не менше 0.9, що є вкладом у розвиток інформаційних технологій аерозйомки.

Практична цінність полягає у такому:

– розроблено алгоритми по-класового видалення дублікатів з набору даних аерозйомки, який збільшує ентропію всередині кожного класу за рахунок пропорційного зменшення коефіцієнтів ексцесу в просторі головних компонент (приблизно в 2 рази при пороговому рівні схожості 0.95);

– розроблено алгоритм по-класової генерації нових зображень для набору даних аерозйомки, який збільшує швидкість навчання моделей;

– окремі модулі розробленої інформаційної технології можуть використовуватись в інших системах, для покращення результатів класифікації та розпізнавання.

Повнота викладення наукових і прикладних результатів дисертації в опублікованих працях. Результати досліджень опубліковані у 11 роботах, серед яких: 3 статті у наукових фахових виданнях України (122 спеціальність, одна без співавторів та 2 знаковим керівником) та 8 тез у матеріалах міжнародних та всеукраїнських конференцій, серед яких матеріали однієї з конференцій проіндексовані у міжнародній наукометричній базі Scopus.

Участь здобувача у роботах, що опубліковані у співавторстві зазначена у дисертаційній роботі.

Опубліковані матеріали повністю відображають зміст дисертації та

відповідають вимогам пункту 8 Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого Постановою КМУ від 12.01.2022 р. №44.

Оцінка змісту дисертації, її завершеності й оформлення. Дисертаційна робота Зівакіна В. Д. складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертації, показана її наукова і практична цінність, сформульовані мета і задачі дослідження, які необхідно вирішити для її досягнення, приведена апробація дисертаційної роботи і публікації.

У першому розділі здійснено аналіз сучасних методів класифікації цифрових зображень, наведено відомі типи нейронних мереж-класифікаторів. Також описано набір даних «Аерозйомка», який слугував основою для проведення досліджень.

У другому розділі розроблено модель розподілу навчального набору у просторі представлень, на основі якої розроблено метод вилучення дублікатів з навчального набору та метод генерації нових даних для навчального набору. У цьому розділі наведено математичний опис роботи штучних нейронних мереж: звичайних, згорткових та мереж-автокодувальників, а також принцип роботи сплайн-оцінки функції щільності.

У третьому розділі наведено опис окремих модулів, з яких складається розроблена інформаційна технологія. Це п'ять модулів: основні сутності, модуль тренування автокодувальників, модуль тренування та тестування класифікаторів, модуль генерації нових зображень, модуль видалення дублікатів. Перший модуль є основним, в ньому містяться усі основні сутності для роботи із усіма іншими – це сутності, що пов'язані із нейромережами та їхнім навчанням, сплайн-оцінкою. Або які представляють собою одновимірну або багатовимірну вибірку даних для підрахунку основних статистик та реалізації оцінки функції щільності. Інші є незалежними один від одного і вимагають

тільки наявності відповідних основних сутностей, кожен з них реалізує функціонал, що відповідає їхній назві – від тренувань відповідних нейронних мереж до реалізації розроблених методів.

У четвертому розділі наведено результати тестування запропонованих методів та наведено опис проведених експериментів..

Висновки до розділів та за результатами роботи сформульовані чітко та відповідають змісту дисертаційної роботи.

Список використаних джерел із 66 найменувань досить повний і включає вітчизняні та зарубіжні публікації.

Анотація відображає основний зміст дисертації та достатньо повно розкриває наукові результати та практичну цінність роботи.

Побудова дисертації відповідає прийнятим для наукового дослідження нормам. Усі положення, винесені на захист, висвітлені в тексті дисертації. Зміст дисертаційної роботи відповідає її назві.

Дисертація написана грамотною науковою мовою та оформлена відповідно до існуючих нормативних документів, текст і графічний матеріал виконані акуратно з використанням комп'ютерної техніки.

Академічна доброчесність. Поршень академічної доброчесності в дисертації та наукових публікаціях, у яких висвітлені основні наукові результати дисертації, не виявлено.

Усі результати, які винесено автором на захист, отримані самостійно і містяться в опублікованих роботах. У роботах, опублікованих у співавторстві, використані тільки ті ідеї, положення та розрахунки, які є результатом особистих наукових пошуків.

По дисертаційній роботі можна зробити наступні зауваження:

1. У першому розділі здобувачем проведений детальний аналіз сучасного стану існуючих методів та технологій розпізнавання даних аерозйомки. Але постановочна частина дисертації виглядала б краще, якби більш наглядно (у вигляді діаграм та графіків) були б наведені результати аналітичного огляду основних характеристик розглянутих підходів щодо обробки зображень, що надходять з літальних апаратів. Це підвищило б ступінь обґрунтованості

зробленого автором висновку щодо необхідності розробки інформаційної технології, що покращить вирішення завдання класифікації на рівні набору даних.

2. Для непараметричної оцінки функції щільності в просторі представлення автокодувальника здобувачем запропонована сплайн-модель на основі В-сплайнів другого порядку (формула 2.19). Але при збільшенні розмірності простору відображення обчислювальна складність даної моделі буде зростати, як мінімум, поліноміально, що може призвести до виникнення проблем при її експлуатації в умовах наявності часових обмежень. На мій погляд, автору потрібно було б визначити обчислювальну складність моделі та навести шляхи її зменшення (наприклад, за рахунок зменшення порядку сплайна) у разі невідповідності системним вимогам.

3. У розробленому здобувачем методі видалення дублікатів з навчального набору автор використовує метрику косинусної схожості та наводить її позитивні відмінності. Бажано все ж таки було підкріпити даний висновок порівняльним аналізом декількох метрик, що працюють у векторних просторах, наприклад, з метрикою Махаланобіса.

4. У третьому розділі надано опис модулів інформаційної технології. Опис є досить розлогим і, для наочності, в тест розділу або додатки варто було б додати загальну UML-діаграму складових розробленої технології.

Відповідність дисертації встановленим вимогам і загальні висновки.
Зазначені недоліки не є визначальними і можуть бути враховані як напрямки подальших досліджень.

Дисертаційна робота Зівакіна Валерія Дмитровича «Інформаційна технологія розпізнавання даних аерозйомки з використанням багатовимірних представлень» за своїм змістом відповідає спеціальності 122 – Комп'ютерні науки. Дисертаційна робота є завершеною науково-дослідною роботою, яка розв'язує важливе науково-практичне завдання, що полягає в розробці інформаційної технології розпізнавання цифрових зображень на основі розробленої моделі оцінки розподілу представлень даних навчального набору повітряної зйомки в багатовимірному просторі та використанні запропонованих

методів попередньої обробки. Подана дисертаційна робота відповідає вимогам до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії, а саме вимогам пунктів 6 – 9 «Порядку приєудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про приєудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12.01.2022 р. №44 із змінами, внесеними згідно з Постановою Кабінету Міністрів України № 341 від 21.03.2022, а здобувач, Зівакін Валерій Дмитрович, заслуговує приєудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 – Комп'ютерні науки.

Опонент,
 професор кафедри комп'ютерної інженерії та програмування
 Національного технічного університету
 «Харківський політехнічний інститут»
 доктор технічних наук, професор



Георгій КУЧУК

«12» серпня 2024 р.

