

Голові спеціалізованої вченої ради 05.13.06 – «Інформаційні технології» Національного авіаційного університету, доктору технічних наук, професору, проректору з наукової роботи Національного авіаційного університету Гнатюку С. О.

РЕЦЕНЗІЯ

доктора технічних наук, професора, професора кафедри інтелектуальних кібернетичних систем факультету Комп'ютерних наук та технологій Національного авіаційного університету Кучерова Дмитра Павловича на дисертаційну роботу Зівакіна Валерія Дмитровича «Інформаційна технологія розпізнавання даних аерозйомки з використанням багатовимірних представлень», подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 – Комп'ютерні науки галузі знань 12 – Інформаційні технології

Актуальність дисертаційного дослідження

Дисертаційне дослідження Зівакіна Валерія Дмитровича присвячене розробленню інформаційної технології розпізнавання цифрових зображень на основі розробленої моделі оцінки розподілу представлень даних навчального набору повітряної зйомки в багатовимірному просторі та використанню запропонованих методів попередньої обробки.

Слід відзначити, що жодне польотне завдання, що здійснюється безпілотною авіацією, не здійснюється без розпізнавання цифрових зображень, які отримуються оптико-електронними засобами. Складовими такого завдання є виявлення повного переліку ознак об'єктів, які можуть бути детермінованими, імовірнісними, логічними, структурними тощо, та їх класифікації за попередньо визначеними класами.

Сучасні підходи щодо вирішення цієї задачі спираються на використання нейронних мереж, основне призначення яких пов'язане саме з класифікацією образів. Збільшення кількості класів, що підлягають розпізнаванню, призвело до ускладнення нейромереж, а саме, збільшення кількості шарів, та сприяло виникненню згорткових мереж, які здатні вдало розпізнавати велику кількість

об'єктів. Збільшення кількості класів не виключило основну проблему нейромереж, яка пов'язана з помилками розпізнавання.

Особливістю дисертаційного дослідження є напрямленість його на зменшення помилок розпізнавання для обмеженого за характером аерофотозйомки об'єктів.

Враховуючи зазначене вище, тема дисертаційного дослідження, яка спрямована на розроблення інформаційної технології розпізнавання цифрових зображень на основі розробленої моделі оцінки розподілу представлень даних навчального набору повітряної зйомки в багатовимірному просторі та запропонованих методів попередньої їх обробки є актуальною.

Наукова новизна отриманих результатів

Основні наукові результати, отримані у дисертаційній роботі, такі:

– Математична модель розподілу представлення даних цифрових зображень, які отримані в результаті повітряного спостереження в багатовимірному просторі. Модель будується на оцінці функції та щільності розподілу латентних представлень за допомогою багатовимірних локальних поліноміальних сплайнів близьких до інтерполяційних в середньому, в основі яких є B-сплайни 2-го порядку. Представлення даних отримуються із цифрових зображень шляхом використання мереж-автокодувальників та бажаним переходом до простору маргінальних розподілів за допомогою методу головних компонент. Модель дозволяє отримати формальний опис неоднорідних даних для подальших перетворень.

– Метод видалення дублікатів з набору зображень даних повітряного спостереження на основі сплайн-моделі розподілу даних в просторі представлень шляхом введенням граничного рівня схожості зображень. Виявлено, що при граничному рівні схожості 0.95 збільшується ентропія класів зображень, середнє значення коефіцієнту ексцесу в зменшується вдвічі і покращується рівномірність розподілу, що, в цілому, знижує ризик перенавчання моделі.

– Метод імітаційного моделювання нових зображень на основі моделі розподілу навчального набору даних аерофотозйомки в просторі багатовимірних представлень, який дозволяє підвищити швидкість навчання що найменше в 1.5 рази за рахунок використання змодельованих зображень.

– Інформаційна технологія розпізнавання та класифікації даних аерофотозйомки, яка здатна тренувати різноманітні моделі мереж класифікаторів, які досягають точності розпізнавання не менше 0.9.

Практичне значення, отриманих результатів

1. Досягнуто збільшення ентропії (щонайменше в 2 рази при пороговому рівні схожості 0.95) та відповідне зменшення коефіцієнтів ексцесу в просторі головних компонент в середині кожного класу за рахунок запропонованих алгоритмів видалення дублікатів з набору даних аерофотозйомки. Зазначені алгоритми можуть використовуватись в інших наборах даних.

2. Збільшено швидкість навчання моделей мінімум в 1.5 рази та підвищено точність розпізнавання “проблемних” класів приблизно на 10 % за рахунок розробленого алгоритму по-класової генерації нових зображень для наборі даних аерофотозйомки, який також може використовуватись в різних навчальних наборах.

3. Підтверджено збільшення точності розпізнавання для класів, які містять до 75 % згенерованих даних за рахунок застосування розробленого алгоритму аугментації наборів даних.

4. Інформаційна технологія класифікації та розпізнавання зображень, яка включає програмне забезпечення для первинного аналізу та генерації різновимірних наборів даних на основі сплайн-моделі оцінки розподілу випадкових величин (.Net, C#), програмне забезпечення (Python, Pytorch) для використання та навчання моделей нейронних мереж-класифікаторів та автокодувальників для різної кількості класів та отримання латентних представлень даних, модулі на Python для по-класового видалення дублікатів та по-класової генерації нових зображень.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Сорокопуда Владислава Ігоровича повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 122 “Комп’ютерні науки”.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у обраний науковий напрям. Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Зівакіна В. Д. є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень.

Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Мова та стиль викладення результатів

Дисертаційна робота написана українською мовою. Вона сформована послідовно та доступно, з використанням загальноприйнятої термінології, з врахуванням наукових тенденцій та потреб.

Повнота оприлюднення результатів та дисертаційної роботи

Основні наукові результати дисертаційної роботи опубліковані у 11 наукових працях, із них: 3 наукові статті, надруковані у вітчизняних фахових наукових виданнях, 1 публікація, включена до міжнародної наукометричної бази Scopus, а також 7 тез доповідей на науково-практичних конференціях.

Загальна характеристика структури роботи та змісту дисертаційного дослідження

Дисертація складається з анотації, змісту, списку умовних позначень, вступу, чотирьох розділів, висновків та списку використаних джерел. Повний обсяг дисертації становить 114 сторінок, із них 96 – основного тексту. Робота

містить 15 рисунків, 5 таблиць. Список використаних джерел налічує 66 найменувань.

У вступі автором сформульовано актуальність, мету, задачі дослідження, наукову новизну та практичну цінність отриманих результатів.

У першому розділі проаналізовано сучасні методи класифікації цифрових зображень, що базуються на відомих типах нейронних мереж-класифікаторів. Представлено набір даних «Аерозйомка», призначений для проведення досліджень та розглянуто популярні методи зниження розмірності даних, серед яких метод головних компонент та обробка автоенкодером.

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

У третьому розділі описано п'ять розроблених модулів, з яких складається інформаційна технологія: основні сутності, модуль тренування автокодувальників, модуль тренування та тестування класифікаторів, модуль генерації нових зображень, модуль видалення дублікатів.

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

У висновках стисло представлено основні наукові та практичні результати дисертаційної роботи.

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

Зауваження та недоліки до дисертаційної роботи

1. Відповідно до першого розділу дисертаційного дослідження автор виконав огляд існуючих засобів класифікації зображень, що базуються на нейромережах та інших методах попередньої обробки даних, визначено три задачі на виконання дослідження, але чітка постановка задачі із поданням вхідних даних, обмежень, критеріїв, подання результатів класифікації в розділі відсутня. Вона відсутня навіть і вступі до розділу 2, де автор робить спробу її формулювати.

2. Другий розділ (загальний обсяг 36 сторінок) перенасичений загально відомими теоретичними положеннями, які на мою думку розміщати не доцільно. В той же час, якщо методи видалення дублікатів і генерації нових зображень є головними і мають ознаки новизни, але які зайняли всього 5 сторінок з розділу 3, то треба було краще їм приділити більше уваги.

3. Інформаційна технологія, яка представлена у третьому розділі, представлена п'ятьма модулями, які мають скриптовий опис. Але при цьому їх взаємодія не представлена, бажано мати сценарій роботи технології, можливо навіть і часовому просторі.

4. В четвертому розділі на базі проведених тестувань бажано висвітлити обмеження запропонованого класифікатора.

Зазначені зауваження та недоліки не є принциповими, суттєво не зменшують загального позитивного враження від поданої роботи, а навпаки мають намір зорієнтувати здобувача в завданнях на подальші дослідження в обраному напрямку.

Загальний висновок на дисертаційну роботу

Дисертаційна робота Зівакіна Валерія Дмитровича є завершеною кваліфікаційною науковою працею, яка містить нові науково обґрунтовані результати проведених ним досліджень, які в сукупності є суттєвими для вирішення наукової задачі, яка полягає в розробленні інформаційної технології розпізнавання даних аерозйомки і має істотне значення для галузі знань 12 “Інформаційні технології”. Робота виконана здобувачем особисто у

вигляді спеціально підготовленого рукопису, в якому зазначено особистий внесок здобувача у обрану предметну галузь.

Розглянута дисертаційна робота відповідає вимогам, що ставляться до дисертацій щодо присудження ступеня доктора філософії, а саме відповідає вимогам п.6 – 9 “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, а її автор, Зівакін Валерій Дмитрович, заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 12 “Інформаційні технології” за спеціальністю 122 “Комп’ютерні науки”.

Рецензент

доктор технічних наук, професор

професор кафедри інтелектуальних кібернетичних систем

Національного авіаційного університету

Дмитро КУЧЕРОВ



“12” 01 2024 року



Всі дані перевірено