

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Трухова Артема Сергійовича на тему «Негаусівські ймовірнісні моделі та інформаційні технології для розпізнавання образів», яка подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 12 – «Інформаційні технології» за спеціальністю 122 – «Комп'ютерні науки»

Актуальність теми дисертаційної роботи

Дисертаційна робота Трухова Артема Сергійовича присвячена вирішенню важливого науково-практичного завдання – підвищенню точності та ймовірності розпізнавання образів шляхом використання негаусівських ймовірнісних моделей.

Розвиток технологій розпізнавання образів має суттєвий вплив на різні сфери діяльності, сприяючи автоматизації, підвищенню безпеки та ефективності обробки інформації. У сфері безпеки такі технології активно застосовуються для біометричної ідентифікації, моніторингу відеоспостереження та контролю доступу, що дозволяє зменшити ризики несанкціонованого проникнення. В галузі фінансів методи розпізнавання допомагають аналізувати поведінкові характеристики користувачів, ідентифікувати аномальні транзакції та запобігати фінансовим махінаціям. У медицині вони використовуються для автоматизованого аналізу медичних зображень, що підвищує швидкість і точність діагностичних процесів. Крім того, такі технології відіграють ключову роль у транспортній галузі, забезпечуючи функціонування автономних транспортних систем і вдосконалюючи системи навігації.

Однак традиційні статистичні підходи, що базуються на припущенні нормального розподілу даних, часто демонструють знижену точність при роботі з реальними вибірками, розподіл яких відхиляється від багатовимірного нормального.

Тому дослідження, спрямовані на розробку та вдосконалення методів розпізнавання образів із використанням негаусівських ймовірнісних моделей, є актуальними та мають значний науковий і практичний інтерес.

Наукова новизна отриманих результатів

Наукова новизна результатів роботи полягає у наступному:

- Вперше побудована ймовірнісна модель для розпізнавання облич у вигляді еліпсоїда прогнозування з квантилем F-розподілу для нормалізованого вектору характеристик, яка на відміну від існуючих моделей враховує відхилення розподілу даних від гаусівського завдяки застосуванню десятивимірному перетворення Бокса-Кокса та кількість точок даних завдяки використанню квантиля F-розподілу, що дозволяє підвищити точність і ймовірність розпізнавання облич.
- Вперше побудована ймовірнісна модель для розпізнавання клавіатурного почерку у вигляді еліпсоїда прогнозування з квантилем F-розподілу для нормалізованого вектору характеристик, яка на відміну від існуючих моделей враховує відхилення розподілу даних від гаусівського завдяки застосуванню дев'ятивимірному перетворення Бокса-Кокса та кількість точок даних завдяки використанню квантиля F-розподілу, що дозволяє підвищити точність і ймовірність розпізнавання клавіатурного почерку.
- Удосконалено ймовірнісну модель для розпізнавання облич у вигляді еліпсоїда прогнозування з квантилем χ^2 -квадрат для нормалізованого вектору характеристик, яка на відміну від існуючих моделей враховує відхилення розподілу даних від гаусівського завдяки застосуванню десятивимірному перетворення Бокса-Кокса, що дозволяє підвищити точність і ймовірність розпізнавання облич.
- Удосконалено ймовірнісну модель для розпізнавання клавіатурного почерку у вигляді еліпсоїда прогнозування з квантилем

Хі-квадрат для нормалізованого вектору характеристик, яка на відміну від існуючих моделей враховує відхилення розподілу даних від гаусівського завдяки застосуванню дев'ятивимірного перетворення Бокса-Кокса, що дозволяє підвищити точність і ймовірність розпізнавання клавіатурного почерку.

Дисертаційне дослідження включає результати, що мають наукову новизну, а всі поставлені наукові завдання успішно виконані. Отримані результати підтверджують підвищення точності та надійності розпізнавання клавіатурного почерку та облич завдяки застосуванню розроблених ймовірнісних моделей.

Структура та зміст основних положень дисертаційної роботи

Дисертаційна робота включає вступ, чотири основні розділи, висновки, список використаних джерел, що містить 129 найменувань, а також три додатки. Загальний обсяг роботи складає 161 сторінку, з яких основний текст займає 139 сторінок. У дослідженні представлено 50 рисунків та 45 таблиць. У додатках містяться документи, що підтверджують впровадження отриманих результатів, перелік наукових публікацій здобувача за темою роботи та інформація про апробацію дослідження.

У вступі сформульовано науково-практичну проблему, яка розв'язується у дисертації, розкрито її значущість, обґрунтовано актуальність дослідження, визначено його мету, основні завдання, наукову новизну та практичну цінність отриманих результатів. Також представлено відомості про апробацію та публікації за темою роботи.

Перший розділ присвячений аналізу існуючих методів та моделей розпізнавання образів. Обґрунтовано необхідність проведення подальших досліджень у напрямку вдосконалення методів розпізнавання. Другий розділ містить дослідження нормалізуючих перетворень і вибір оптимального перетворення для дев'ятивимірних векторів клавіатурного почерку та

десятивимірних векторів облич. Третій розділ присвячений побудові негаусівських ймовірнісних моделей у вигляді дев'ятивимірних еліпсоїдів прогнозування для нормалізованих характеристик клавіатурного почерку та десятивимірних еліпсоїдів прогнозування для нормалізованих характеристик облич. У четвертому розділі запропоновано інформаційні технології для розпізнавання клавіатурного почерку та облич, розроблено відповідні програмні засоби мовою Python, а також створено інструкції для користувачів.

Представлена дисертаційна робота за структурою та змістом відповідає тексту дисертації. Матеріал викладено чітко та лаконічно, формулювання відповідають загальноприйнятій термінології в галузі інформаційних технологій. Отримані положення, наукові та практичні результати, узагальнення і висновки повністю відповідають темі роботи та її меті, розкривають суть вирішеної наукової задачі та завдань дослідження.

Практичне значення одержаних результатів

Завдяки розробленому інструментарію ІТ для розпізнавання облич та клавіатурного почерку на основі векторів характеристик, реалізованому за допомогою мови програмування Python, вдалося підвищити точність та ймовірність ідентифікації за цими ознаками, що підтверджується їх впровадженням у ТОВ НВЦ «Діагностика та контроль», а також використанням у навчальному процесі Навчально-наукового інституту комп'ютерних наук та управління проєктами (ННІКНУП) Національного університету кораблебудування ім. адмірала Макарова. Зокрема, результати дослідження застосовуються під час викладання дисциплін: «Методи аналізу результатів експериментальних досліджень» для спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» галузі знань 12 «Інформаційні технології» за освітньою програмою «Комп'ютерні науки»; «Застосування методів багатомірного

статистичного аналізу в інформаційних технологіях» для тієї ж спеціальності та галузі знань.

Дисертацію виконано в Національному університеті кораблебудування імені адмірала Макарова (НУК) відповідно до плану науково-дослідних робіт за ініціативною темою «Негаусівські ймовірнісні моделі для розпізнавання облич» (Державний реєстраційний номер: 0124U004650).

Повнота викладу результатів дослідження в опублікованих працях

Аналіз наукових публікацій та особистого внеску здобувача у кожному з них підтверджує, що всі результати роботи отримано самостійно, і вони повною мірою відображають основні тези та висновки дисертації. Ці результати були широко представлені у наукових публікаціях та на науково-практичних конференціях.

Основні результати дисертаційного дослідження опубліковані в 10 наукових працях. Серед них 4 статті опубліковані в наукових журналах: дві – у виданнях, що на момент публікації входили до переліку наукових фахових видань України, та дві – у міжнародних періодичних наукових виданнях, що індексуються в базах даних Web of Science Core Collection та/або Scopus (за винятком видань з держав, визнаних Верховною Радою України державами-агресорами). Ще 6 публікацій підтверджують апробацію результатів.

Усі публікації безпосередньо пов'язані з темою дисертації та розкривають її основні положення. Факти порушення академічної доброчесності не виявлені. Обсяг та кількість друкованих праць відповідають вимогам, установленим Міністерством освіти і науки України для здобуття ступеня доктора філософії.

Дотримання академічної доброчесності

Аналіз дисертаційної роботи та наукових публікацій автора підтвердив відповідність вимогам академічної доброчесності. Згідно з результатами перевірки тексту дисертації електронним сервісом StrikePlagiarism від 13.12.2024 року, порушень академічної доброчесності не виявлено. Усі використані здобувачем наукові положення та результати інших дослідників правильно оформлені з належними посиланнями на першоджерела, що свідчить про дотримання принципів академічної етики та коректного наукового цитування.

Рівень оволодіння здобувачем методологією наукової діяльності

Тема дисертації повністю відповідає її змісту та проведенням дослідженням. Результати дисертаційного дослідження мають високий рівень наукової обґрунтованості та чітко відповідають заявленій темі дослідження. У дисертаційній роботі послідовно викладено результати проведених досліджень. Зокрема, розглянуто сучасні моделі та методи для розпізнавання образів та їх обмеження. Через порівняння різних методів нормалізації доведено доцільність використання багатовимірного перетворення Бокса-Кокса для наближення розподілу даних до нормального.

Також у роботі представлено розробку ймовірнісних моделей у вигляді еліпсоїдів прогнозування для нормалізованих векторів характеристик, що дозволило підвищити точність та ймовірність розпізнавання клавіатурного почерку та облич. Експериментальні дослідження показали правильність теоретичних результатів.

Наукова обґрунтованість отриманих результатів базується на використанні загальновизнаних методів математичного моделювання та статистичного аналізу.

Здобуті результати підтверджують теоретичну обґрунтованість дослідження та демонструють здатність здобувача успішно застосовувати наукові методи при побудові, аналізі й практичній реалізації ймовірнісних

моделей. Робота вирізняється чіткою структурою і методологічною строгістю, що підтверджує високий рівень оволодіння здобувачем методологією наукової діяльності.

Дискусійні положення та зауваження щодо змісту дисертації

Дисертаційне дослідження виконане на високому науковому рівні, проте окремі його аспекти могли б бути більш детально опрацьовані.

1) У роботі зустрічається термін класифікація, хоча розглядається процес розпізнавання образів. Було б доречно розділити ці два поняття в контексті роботи.

2) У роботі іноді використовується термін «негаусівський розподіл», однак його формальне визначення не подано. Оскільки це ключове поняття дослідження, було б доцільно навести його визначення.

3) У роботі представлено статистичні характеристики вибірок, проте відсутні самі початкові дані, на яких проводилося дослідження. Їхня наявність дозволила б краще зрозуміти специфіку оброблюваних даних та можливість відтворення експериментів іншими дослідниками.

4) У роботі зустрічаються окремі стилістичні неточності, наприклад, на сторінці 95: "особливо в ситуаціях, що передбачається негаусівський розподіл даних". Такі фрази можуть ускладнювати сприйняття матеріалу.

Попри вказані недоліки, робота демонструє цілісність наукового підходу, а отримані результати є обґрунтованими та мають наукову і прикладну цінність. Викладені зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку дисертації.

Висновок

Дисертаційна робота Трухова Артема Сергійовича є самостійним науковим дослідженням, яке присвячене підвищенню точності та ймовірності розпізнавання образів за допомогою негаусівських ймовірнісних моделей. У

роботі представлено аналіз існуючих підходів до розпізнавання образів, визначено їхні обмеження при роботі з негаусівськими даними, що стало підставою для розробки нових моделей, що сприяють покращенню результатів розпізнавання. Дисертаційна робота є результатом наукового дослідження, яке виконано на високому методологічному рівні. Автор продемонстрував здатність до самостійної наукової роботи, ефективно застосовуючи сучасні методи дослідження в обраній темі. Процес дослідження було послідовно побудовано, що забезпечило отримання обґрунтованих та нових результатів.

Робота має чітку структуру, викладена науковим стилем, і містить аргументовані висновки, що підтверджують новизну і значущість проведеного дослідження. Усі наукові положення викладені коректно, і кожен розділ роботи завершується відповідними висновками, що відображають досягнуті результати.

Дисертація виконана в межах заданої теми, що чітко визначена на початку дослідження. Робота містить низку нових наукових результатів, які підтверджуються експериментальними даними та відповідають вимогам інформаційних технологій. Всі отримані результати відповідають меті та завданням дослідження, що забезпечує цілісність і логічну послідовність роботи.

Наукові публікації здобувача відповідають вимогам, визначеним для присудження наукового ступеня доктора філософії. Вони відображають основні результати дослідження, а також демонструють розуміння та вміння застосовувати методи наукового аналізу.

Дисертаційна робота відповідає вимогам Наказу Міністерства освіти і науки № 40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертації» (із змінами, внесеними згідно з Наказом Міністерства освіти і науки № 759 від 31.05.2019) та Постанові Кабінету Міністрів України № 44 від 12.01.2022 р. «Порядок присудження ступеня доктора філософії та

скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» (із змінами, внесеними згідно з Постановами КМ № 341 від 21.03.2022, № 502 від 19.05.2023, № 507 від 03.05.2024), що висуваються до дисертації, поданої на здобуття ступеня доктора філософії, а її автор, Трухов Артем Сергійович, заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 – «Комп'ютерні науки» галузі знань 12 – «Інформаційні технології».

Офіційний опонент

завідувач кафедри програмного
забезпечення автоматизованих
систем Черкаського державного
технологічного університету,
доктор технічних наук, професор



Сергій ГОЛУБ

Підпис С.В. Голуба засвідчую,
вчений секретар Черкаського
державного технологічного
університету, к.т.н., доц.



Ірина МИРОНЕЦЬ