

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

кандидата технічних наук, доцента

Подорожняка Андрія Олексійовича

на дисертаційну роботу Шупилюка Микити Володимировича

на тему: «Модель та методи інформаційної технології автоматизованого

графологічного аналізу рукописного тексту»

подану до захисту на здобуття ступеня доктора філософії

за спеціальністю 126 Інформаційні системи та технології

галузі знань 12 Інформаційні технології

Актуальність теми дослідження.

Цифровізація документообігу та стрімке зростання обсягів графічної інформації змінили вимоги до систем аналізу документів: обсяги матеріалів, які потребують експертної оцінки, зростають швидше, ніж кадровий потенціал відповідних установ. Ручна експертиза почерку залишається трудомісткою, тривалою та значною мірою залежить від кваліфікації й суб'єктивного судження експерта, що обмежує її пропускну здатність і ускладнює відтворюваність висновків. За таких умов автоматизація аналізу рукописного тексту перетворюється з допоміжного інструменту на необхідну умову ефективної роботи криміналістичних, архівних та безпекових служб, а розробка відповідних інформаційних технологій набуває самостійного наукового значення.

Прикладний попит на такі технології сьогодні формується одразу кількома напрямками: судова та досудова експертиза документів, протидія підробленню рукописних матеріалів, верифікація особи в системах поведінкової біометрії, а також опрацювання архівних і рукописних історичних фондів. Кожен із цих напрямів висуває власні вимоги до точності, швидкодії та відтворюваності результату, проте спільною для них залишається потреба в комплексному висновку про автора документа. Наявні програмні рішення переважно вузькоспеціалізовані й розв'язують окремі задачі, тоді як практика потребує

технології, що поєднує різні аспекти аналізу в єдиному обробному циклі та подає результат у формі, придатній для подальшого експертного використання.

Окремим чинником актуальності є зміна самої методологічної бази аналізу зображень: перехід від ознак, сконструйованих вручну, до архітектур, здатних автоматично формувати ознакові подання, відкриття можливостей, які раніше були недосяжними для задач аналізу почерку. Водночас перенесення цих архітектур у прикладну площину потребує врахування обмежених обсягів розмічених даних, вимог до обчислювальних ресурсів і необхідності забезпечення цілісності та захисту оброблюваних зображень як юридично значущих матеріалів. Саме на перетині цих вимог і формується наукова задача, розв'язанню якої присвячено дисертаційну роботу, що й визначає її своєчасність та практичну затребуваність.

Тому дослідження, присвячене розробці моделі та методів інформаційної технології автоматизованого графологічного аналізу рукописного тексту, є своєчасним, науково обґрунтованим і відповідає актуальним завданням галузі знань 12 Інформаційні технології та спеціальності 126 Інформаційні системи та технології.

Ступінь обґрунтованості наукових положень.

Наукові положення, висновки та рекомендації, сформульовані у дисертації, є обґрунтованими та достовірними. Вони ґрунтуються на чітко визначеній меті та взаємопов'язаних завданнях дослідження, між якими простежується логічна відповідність на всіх етапах виконання роботи та узгодженість із отриманими результатами. Для досягнення поставленої мети автор застосував комплексний підхід, що поєднує методи системного та порівняльного аналізу, теорії штучних нейронних мереж і глибокого навчання, цифрової обробки зображень, математичного й функціонального моделювання, а також експериментального дослідження на реальних наборах даних рукописного тексту.

У першому розділі дисертації сформовано методологічне підґрунтя дослідження: виконано аналітичний огляд теоретичних основ аналізу почерку,

сучасних методів ідентифікації автора та визначення особистості, психометричних моделей, а також підходів до захисту й забезпечення цілісності цифрових зображень. На основі проведеного огляду виявлено обмеження наявних рішень і сформульовано мету та задачі дослідження. У другому розділі реалізовано методологію розроблення та вдосконалення алгоритмічних рішень: запропоновано метод визначення психологічних характеристик особистості за рукописним текстом на основі архітектури зорового трансформера, орієнтований на одночасне врахування локальних і глобальних графологічних ознак почерку. Обґрунтовано вибір психометричної моделі «Велика п'ятірка» як основи для формалізації психологічного профілю; коректність рішення підтверджено експериментально на репрезентативному наборі даних рукописного тексту, що засвідчило високу точність класифікації. Третій розділ присвячено розвитку методів ідентифікації та пошуку автора за рукописним текстом на основі інтеграції масштабно-інваріантних центрально-окружних детекторів із зоровим трансформером. Побудовано функціональну модель ідентифікації та здійснено її математичну формалізацію. Коректність запропонованих рішень перевірено експериментально: підтверджено суттєве збільшення кількості вилучених ознак, скорочення середнього часу попередньої обробки та підвищення показників ідентифікації за загальноприйнятими метриками якості пошуку. У четвертому розділі методологічні підходи дослідження реалізовано на прикладному рівні шляхом розроблення моделі інформаційної технології автоматизованого графологічного аналізу: побудовано функціональну та структурну моделі, здійснено математичну формалізацію задачі та розроблено архітектуру інформаційної системи на базі хмарних обчислень, яка охоплює повний цикл обробки від завантаження зображення до формування комплексного звіту. Захист і цілісність оброблюваних даних забезпечено засобами цифрових водяних знаків і криптографічного хешування.

Таким чином, ступінь обґрунтованості основних наукових положень дисертаційної роботи є високим, оскільки вони підтверджені ґрунтовним теоретичним аналізом, математичною формалізацією, результатами

комп'ютерного моделювання та експериментальними дослідженнями на репрезентативних наборах даних рукописного тексту.

Новизна отриманих результатів.

Достовірність наукових положень підтверджено узгодженістю теоретичних побудов із результатами експериментальних досліджень на наборах даних рукописного тексту, а також апробацією основних результатів на міжнародних науково-технічних конференціях. Зокрема, до основних наукових результатів, що визначають новизну дисертаційної роботи, належать такі:

1) отримала подальший розвиток модель інформаційної технології автоматизованого графологічного аналізу рукописного тексту, яка поєднує методи визначення особистості та ідентифікації автора в єдиному функціональному циклі однієї інформаційної системи;

2) набув подальшого розвитку метод визначення психологічних характеристик особистості за рукописним текстом на основі зорового трансформера та психометричної моделі «Велика п'ятірка», що дозволило підвищити точність класифікації;

3) удосконалено метод ідентифікації та пошуку автора шляхом інтеграції масштабно-інваріантних центрально-окружних детекторів із зоровим трансформером, що забезпечило вилучення більшої кількості ознак, підвищення точності ідентифікації та скорочення попередньої обробки.

Таким чином, отримані в дисертаційній роботі результати характеризуються науковою новизною, розширюють існуючі підходи до автоматизованого аналізу зображень рукописного тексту та мають прикладну значущість у задачах ідентифікації автора й психологічного профілювання.

Аналіз наукових публікацій.

Основні положення та результати дисертаційної роботи були апробовані шляхом їх оприлюднення у наукових публікаціях та представлення на міжнародних науково-технічних конференціях. Загалом за тематикою дисертації опубліковано 10 наукових праць, серед яких чотири статті, з них дві статті у

наукових фахових виданнях України категорії Б та дві статті у виданнях, що індексуються в наукометричній базі Scopus (одна з них – у виданні третього квартіля), а також шість тез доповідей у матеріалах міжнародних наукових конференцій.

Представлений обсяг і зміст публікацій відображає логіку та послідовність проведеного дослідження починаючи від аналізу сучасного стану проблеми автоматизованого аналізу рукописного тексту і до розробки методів визначення особистості й ідентифікації автора та побудови моделі інформаційної технології, а також оцінювання їх ефективності. У наукових працях висвітлено питання попередньої обробки зображень, застосування методів виявлення ключових точок, архітектур зорових трансформерів, психометричного моделювання та забезпечення цілісності цифрових зображень.

Сукупність опублікованих результатів свідчить про належний рівень наукового опрацювання теми та підтверджує їх наукову новизну, обґрунтованість і достовірність. Представлення результатів дослідження у відкритому науковому просторі сприяло їх обговоренню та верифікації в науковому середовищі.

Дотримання норм академічної доброчесності.

Аналіз дисертаційної роботи та наукових публікацій здобувача дає підстави стверджувати, що дослідження виконано з дотриманням загальноприйнятих норм академічної доброчесності. Усі запозичені ідеї, методи та результати інших авторів використано коректно й належним чином оформлено з посиланнями на відповідні джерела, що відповідає чинним вимогам академічної етики та наукової діяльності. Подані в дисертації результати мають оригінальний характер і відображають самостійний внесок здобувача у розв’язання поставлених науково-прикладних задач. Оприлюднення основних положень роботи у фахових виданнях і матеріалах конференцій здійснено відповідно до чинних вимог наукової етики.

Таким чином, за результатами аналізу роботи підстав для сумнівів щодо дотримання здобувачем принципів академічної доброчесності не виявлено:

забезпечено прозорість, коректність і достовірність отриманих наукових результатів.

Значущість наукового дослідження.

Дисертаційна робота має істотну теоретичну та практичну цінність, оскільки запропоновані в ній модель і методи автоматизованого графологічного аналізу орієнтовані на застосування в реальних інформаційних системах обробки зображень рукописного тексту. Теоретичні результати формують науково-практичну основу для подальшого розвитку методів вилучення ознак зображень, класифікації психологічних характеристик особистості та ідентифікації автора із застосуванням архітектур глибокого навчання.

Запропоновані в роботі підходи можуть бути використані під час проектування, розгортання та модернізації систем поведінкової біометрії й автоматизованої криміналістичної експертизи. Практична значущість результатів підтверджується можливістю інтеграції запропонованих рішень у прикладні програмно-апаратні комплекси для підвищення точності аналізу та скорочення часу обробки зображень.

Запропоновані методи визначення особистості та ідентифікації автора можуть бути застосовані у практичній діяльності науково-дослідних установ судових експертиз, правоохоронних органів, архівних установ і підприємств, що працюють із документообігом та системами інформаційної безпеки. Практичну цінність роботи підтверджено впровадженням її результатів у діяльність ПРАТ «Бізнес Автоматика», де випробування удосконаленого методу визначення особистості та моделі інформаційної технології засвідчили підвищення точності психологічного профілювання автора й забезпечення повного циклу обробки даних у межах єдиної архітектури, про що свідчить відповідний акт впровадження.

Зауваження та дискусійні положення.

Аналіз змісту й структури дисертації дає підстави оцінити роботу позитивно, оскільки вона відповідає сформульованій меті та поставленим

завданням, а матеріал викладено логічно, науковим стилем українською мовою й оформлено згідно з чинними вимогами. Разом із тим, позитивно оцінюючи дисертаційну роботу, доцільно звернути увагу на окремі дискусійні положення, зокрема:

1. У роботі використано набір даних CVL для навчання та тестування запропонованих методів, однак недостатньо розкрито питання узагальнюваності отриманих результатів на інші набори даних, а також вплив мовних і культурних особливостей письма на точність аналізу.

2. В експериментальній частині дисертаційної роботи наведено порівняння запропонованих методів із базовими підходами до ідентифікації автора та визначення особистості, однак їх склад, критерії відбору та особливості реалізації описані недостатньо детально. Через це важче в повному обсязі пересвідчитися в коректності порівняльного аналізу та в масштабі переваг, отриманих запропонованими рішеннями.

3. У дисертації обмежено розглянуто питання обчислювальної складності запропонованих рішень: наведено виграш у часі попередньої обробки, проте бракує оцінки ресурсомісткості навчання й інференсу зорового трансформера та масштабованості хмарної архітектури при зростанні кількості одночасних запитів.

4. Потребує додаткового пояснення вибір параметрів вбудовування цифрових водяних знаків: недостатньо детально описано стійкість запропонованого механізму до типових атак (стиснення, шум, геометричні перетворення) та його вплив на точність подальшого графологічного аналізу зображення.

Проте наведені зауваження мають дискусійний характер, не є принциповими та не зменшують загальної позитивної оцінки дисертаційного дослідження, а окреслюють можливі напрями подальшого розвитку отриманих результатів.

Загальна оцінка роботи.

Дисертаційна робота Шупилюка Микити Володимировича «Модель та методи інформаційної технології автоматизованого графологічного аналізу рукописного тексту» є завершеним і цілісним науковим дослідженням, у якому розв'язано актуальне науково-прикладне завдання, що характеризується належним рівнем наукової зрілості та методологічної цілісності. У роботі чітко сформульовано мету та завдання дослідження, визначено об'єкт і предмет, а отримані результати логічно узгоджуються з поставленими завданнями та загальною метою дисертації. Це дає підстави характеризувати дисертацію як продумане та послідовне наукове дослідження.

Автор чітко визначив проблематику, здійснив ґрунтовний аналіз сучасного стану досліджень у сфері автоматизованого аналізу рукописного тексту та окреслив межі власних досліджень. У роботі збалансовано поєднано теоретичні побудови з комп'ютерним моделюванням та експериментальною перевіркою результатів, що надає дослідженню як фундаментального, так і прикладного характеру. Витримано чітку структуру викладу: кожен розділ містить постановку задач, обґрунтування вибору методів, опис і аналіз отриманих результатів.

Усі наукові положення, висновки та рекомендації належним чином підтверджені теоретичними дослідженнями та результатами експериментальної перевірки. Робота містить ґрунтовний огляд наукових джерел, що дозволяє комплексно оцінити стан досліджуваної проблематики та чітко окреслити внесок автора у розвиток моделей і методів інформаційних технологій автоматизованого графологічного аналізу рукописного тексту.

Беручи до уваги наукову новизну отриманих результатів, рівень їх обґрунтованості та достовірності, а також наявність практичної значущості сформульованих положень і висновків, можна зробити висновок, що дисертаційна робота на тему «Модель та методи інформаційної технології автоматизованого графологічного аналізу рукописного тексту» відповідає вимогам пунктів 6, 7, 8, 9 Порядку присудження ступеня доктора філософії,

затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року № 44.

Автор дисертаційної роботи Шупилюк Микита Володимирович заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії у галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 126 Інформаційні системи та технології.

Офіційний опонент:

Професор кафедри комп'ютерної інженерії та
програмування Національного технічного
університету України «Харківський
політехнічний інститут»

кандидат технічних наук, доцент



Андрій ПОДОРЖНЯК