

ВІДГУК

рецензента **Саваневича Вадима Євгеновича,**

доктора технічних наук, професора,

професора кафедри комп'ютерного моделювання

та інтелектуальних технологій

Харківського національного університету радіоелектроніки

на дисертацію Погуляєва Юрія Сергійовича на тему

«Моделі та методи розроблення програмного забезпечення для класифікації біометричних даних на основі параметрів мінуцій»,

що представлена на здобуття наукового ступеня доктора філософії

в галузі знань 12 – «Інформаційні технології»

за спеціальністю 121 – «Інженерія програмного забезпечення».

1. Актуальність та обґрунтування вибору теми дослідження.

Сучасні системи біометричної ідентифікації за відбитками пальців висувають високі вимоги не лише до точності алгоритмів розпізнавання, а й до архітектури, продуктивності, масштабованості та супроводжуваності програмного забезпечення, що їх реалізує. Особливої актуальності набуває розроблення програмних засобів, здатних забезпечувати надійне порівняння дактилоскопічних зразків в умовах геометричних перетворень, характерних для процесу сканування, зберігаючи при цьому інтерпретованість результатів та можливість ефективної роботи з великими обсягами біометричних даних.

Незважаючи на значний розвиток методів, заснованих на машинному навчанні, для багатьох прикладних систем залишаються актуальними детерміновані алгоритми, що забезпечують відтворюваність результатів, їх пояснюваність та спрощують верифікацію програмного забезпечення. У зв'язку з цим дослідження, спрямоване на створення моделей, методів і технологій розроблення програмного забезпечення для класифікації біометричних даних на основі параметрів мінуцій, є своєчасним, науково

обґрунтованим і має важливе практичне значення. Отже, тема дисертаційної роботи Погуляєва Ю.С. є актуальною.

2. Оцінка змісту дисертації, її завершеності в цілому та оформлення.

Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Структура роботи є логічною, послідовною та повністю відповідає поставленій меті й сформульованим завданням дослідження.

У вступі обґрунтовано актуальність теми, визначено мету, завдання, об'єкт і предмет дослідження, сформульовано наукову новизну та практичне значення отриманих результатів.

У першому розділі виконано критичний аналіз сучасних підходів до класифікації біометричних даних, визначено їх переваги та обмеження, що дозволило аргументовано сформулювати проблему дослідження.

Другий і третій розділи присвячено розробленню математичних моделей та методів розроблення програмного забезпечення для попарного і групового порівняння дактилоскопічних зразків, а також їх експериментальній перевірці на загальновизнаних тестових наборах даних.

У четвертому розділі запропоновано технологію розроблення масштабованого програмного забезпечення для класифікації біометричних даних із використанням сучасних підходів програмної інженерії та хмарної інфраструктури.

У цілому дисертація справляє позитивне враження як завершене наукове дослідження. Матеріал викладено логічно та послідовно, результати взаємопов'язані, а висновки випливають із проведених теоретичних і експериментальних досліджень. Робота вирізняється належним науковим рівнем, сучасною методологічною базою та чіткою орієнтацією на вирішення актуальної задачі програмної інженерії. Оформлення дисертації відповідає чинним нормативним вимогам щодо підготовки дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії.

3. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, грантами.

Дослідження за темою дисертаційної роботи виконувалося відповідно до плану науково-дослідних робіт Харківського національного університету радіоелектроніки та за підтримки міжнародного наукового проєкту «Радіоелектроніка–Ворик: партнерські дослідження і розробки» («Radio Electronics-Warwick Allied Research and Development», REWARD). Проєкт реалізовувався Харківським національним університетом радіоелектроніки спільно з Університетом Ворики (The University of Warwick, м. Ковентрі, Велика Британія) у період з березня 2023 р. по січень 2024 р. в рамках Ініціативи побратимства університетів Великої Британії та України (UK–Ukraine University Twinning Initiative), запровадженої за фінансової підтримки Research England (UK Research and Innovation) та адміністрованої Universities UK International (UUKi).

4. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих у дисертації.

Наукові положення, висновки та рекомендації, наведені в дисертаційній роботі, є достатньо обґрунтованими та достовірними. Їх обґрунтованість забезпечується коректним використанням математичного апарату теорії груп перетворень, евклідової геометрії, теорії множин, теорії графів, математичної статистики та сучасних методів програмної інженерії.

Достовірність отриманих результатів підтверджується теоретичним аналізом запропонованих моделей і методів, експериментальними дослідженнями на загальновизнаних дактилоскопічних наборах даних FVC2000 DB1_V та FVC2004 DB1_V, а також практичним впровадженням результатів дослідження у діяльність ІТ-компанії ПП «РІІТ».

Важливо, що запропоновані автором рішення не обмежуються теоретичними дослідженнями, а реалізовані у вигляді програмного

забезпечення, працездатність якого підтверджено результатами експериментальної перевірки та апробацією основних положень дисертації на міжнародних наукових конференціях.

5. Основні наукові результати, одержані автором, та їх новизна.

Наукова новизна дисертаційної роботи полягає у вирішенні актуального науково-прикладного завдання розроблення програмного забезпечення для класифікації біометричних даних на основі параметрів мінуцій.

До найбільш вагомих наукових результатів належать такі:

1. Уперше запропоновано метод розроблення програмного забезпечення для попарного порівняння дактилоскопічних зразків, який реалізує каскадну організацію процесу зіставлення з розділенням етапів компенсації повороту та трансляції, що забезпечує прозорість побудови програмної системи та простежуваність її реалізації без застосування моделей машинного навчання.

2. Уперше запропоновано метод розроблення програмного забезпечення для групового порівняння дактилоскопічних зразків, який забезпечує інтерпретоване прийняття рішення на основі окремого оцінювання якості збігів і повноти покриття групи еталонних зразків.

3. Набула подальшого розвитку технологія розроблення масштабованого програмного забезпечення для класифікації біометричних даних, яка поєднує сучасні підходи програмної інженерії до специфікації вимог, оцінювання якості програмного забезпечення, оптимізації обчислень і побудови хмарної подієво-керованої архітектури, що забезпечує високу продуктивність при роботі з великими обсягами біометричних даних.

Основні результати дисертаційного дослідження достатньою мірою опубліковані та апробовані. За темою дисертації автором опубліковано шість наукових праць, серед яких чотири статті у фахових виданнях України та дві публікації у матеріалах міжнародних наукових конференцій. Три публікації індексуються в наукометричній базі Scopus.

Отримані результати є науково обґрунтованими, мають практичну

цінність і становлять внесок у розвиток методів та технологій розроблення програмного забезпечення для біометричних систем.

6. Практичне значення отриманих результатів.

Практичні результати дисертаційної роботи впроваджено в діяльність ІТ-фірми ПП «РІТ», що підтверджується відповідним актом. Запропоновані моделі, методи та технологія розроблення програмного забезпечення можуть бути застосовані в організаціях, що розробляють системи класифікації біометричних даних на основі параметрів мінуцій, а також у наукових і науково-дослідних розробках з біометричної ідентифікації. Крім того, запропоновані архітектурні та технологічні рішення можуть бути використані під час створення масштабованих біометричних інформаційних систем, орієнтованих на оброблення великих обсягів даних у хмарних обчислювальних середовищах.

7. Дотримання вимог академічної доброчесності.

За результатами ознайомлення з дисертацією та публікаціями автора ознак порушення академічної доброчесності не виявлено.

8. Дискусійні положення та зауваження до змісту дисертації.

Дисертація містить нові теоретичні та практичні результати, але не позбавлена деяких недоліків. До недоліків дисертації слід віднести такі:

1. Модель вирівнювання охоплює лише жорсткі перетворення $SE(2)$ та трансляцію. Нелінійні (пружні) деформації дактилоскопічного зображення, характерні для реального сканування, при цьому не компенсуються, що обмежує точність зіставлення за значних деформацій.

2. Оптимальні гіперпараметри методу визначаються окремо для кожної бази даних (таблиці 3.3, 3.5). Перенесення зафіксованих параметрів без дооптимізації продемонстровано (таблиця 3.7) лише в межах однотипних оптичних наборів ($FVC2000\ DB1_B \rightarrow FVC2004\ DB1_B$). Поведінка методу за

єдиного набору параметрів для сенсорів іншого типу або іншої модальності в роботі не досліджена.

3. У роботі не зазначено, яким засобом виконано вилучення мінуцій із зображень наборів FVC для експериментальної перевірки. Це ускладнює відтворюваність результатів, оскільки якість вихідних мінуцій безпосередньо впливає на показники класифікації.

4. У роботі запропоновано нові методи розроблення програмного забезпечення, однак було б доцільно чіткіше відокремити внесок у програмну інженерію від удосконалення алгоритмів предметної області, оскільки саме це визначає наукову новизну за спеціальністю 121 «Інженерія програмного забезпечення».

Зазначені зауваження мають характер побажань і не впливають на загальну високу оцінку дисертаційної роботи та отриманих результатів.

9. Загальні висновки щодо дисертації.

Дисертаційна робота Погуляєва Юрія Сергійовича на тему «Моделі та методи розроблення програмного забезпечення для класифікації біометричних даних на основі параметрів мінуцій», представлена на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 121 «Інженерія програмного забезпечення» в галузі знань 12 «Інформаційні технології», є завершеним науковим дослідженням. Дисертація містить логічно та послідовно викладені нові наукові й практичні результати, які у сукупності вирішують актуальне науково-прикладне завдання розроблення програмного забезпечення для класифікації біометричних даних на основі параметрів мінуцій та становлять вагомий внесок у розвиток методів і технологій програмної інженерії біометричних систем.

Дисертаційна робота Погуляєва Юрія Сергійовича на тему «Моделі та методи розроблення програмного забезпечення для класифікації біометричних даних на основі параметрів мінуцій» є завершеною науковою працею, повністю відповідає пунктам 6, 7, 8, 9 «Порядку присудження ступеня доктора

філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженому Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року № 44 та «Вимог до оформлення дисертації», затверджених наказом Міністерства освіти і науки України від 12.01.2017 № 40.

Здобувач Погуляев Юрій Сергійович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 121 Інженерія програмного забезпечення.

Рецензент:

професор кафедри комп'ютерного
моделювання та інтелектуальних
технологій Харківського національного
університету радіоелектроніки,
доктор технічних наук, професор,



Вадим САВАНЕВИЧ

3.08.2026р.

Підпис засвідчую

Проректор з наукової роботи,
Харківського національного університету
Радіоелектроніки,
доктор технічних наук, професор,

Юрій РОМАНЕНКОВ

____.08.2026р.