

**Голові разової спеціалізованої вченої ради
Національного університету «Львівська політехніка»**

**доктору технічних наук,
професору Теслюку В.М.**

РЕЦЕНЗІЯ

завідувача кафедри інформаційних систем та мереж Національного університету «Львівська політехніка» д.т.н., проф. Литвина Василя Володимировича на дисертаційну роботу Возного Ярослава Володимировича "Методи та засоби підвищення якості попереднього опрацювання біометричних зображень", представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 12 "Інформаційні технології" зі спеціальності 122 "Комп'ютерні науки"

Актуальність теми Інформаційні технології на сьогоднішній час знаходяться на черговому етапі своєї трансформації тому розвиток систем захисту інформації набуває першорядного значення в усіх сферах суспільної і державної діяльності. Особливу увагу привертають до себе біометричні засоби захисту інформації, що обумовлено їх високою надійністю та досягненим в останній час значним здешевленням. Використання біометричних засобів захисту інформації дозволяє підняти на принципово новий рівень якості автоматизовані системи різнопланового призначення. Це обумовлено перспективністю використання біометрії, універсальністю біометричних характеристик та розвитком інформаційних технологій. Саме в момент такого великого поширення інформації стосовно біометричних засобів захисту інформації постає проблема вибору біометричної технології залежно від вимог конкретної прикладної задачі.

Розробка нових та вдосконалення існуючих методів захисту біометричних даних має велике значення для безпеки функціонування інформаційних систем. Відповідно, критичним завданням постає розроблення

моделей, методів та створення на їх основі спеціалізованих засобів на основі нових видів фільтрації та покращення характеристик розпізнавання шляхом вдосконалення технології ідентифікації.

В багатьох випадках необхідно забезпечувати такі режими обміну інформацією, щоб вона була доступною обмеженому колу користувачів, тобто необхідно постійно забезпечувати безпеку інформації. Прийоми ідентифікації людини стали незамінними у ряді методів боротьби з шахрайством та тероризмом.

Саме тому, актуальним є поставлене, в дисертаційній роботі Возного Я.В., науково-практичне завдання вдосконалення теорії біометричного захисту, розроблення моделей, методів та створення на їх основі спеціалізованих засобів на основі нових видів фільтрації та покращення характеристик розпізнавання шляхом вдосконалення технології ідентифікації.

Ступінь обґрунтованості та достовірності основних наукових положень, висновків і рекомендацій Основні наукові положення дисертаційної роботи адекватно обґрунтовані та не суперечать методам проектування інформаційних систем, методам комп'ютерного зору, методам математичного аналізу та моделювання, теорії алгоритмів, принципам об'єктно-орієнтованого програмування та методам машинного навчання і штучного інтелекту.

Наукові результати дисертаційної роботи доповідались на семи конференціях. Результати дисертаційної роботи Возного Я.В. перевірені на практиці, що підтверджено відповідними актами впровадження. Нові наукові результати, які отримані автором доповнюють попередньо відомі наукові дослідження за напрямком дисертаційної роботи.

Наукова новизна дисертаційної роботи

1. Вперше розроблено метод Габор-фільтрації, який за рахунок використання Атеб-функцій забезпечує розширення наборів фільтрів та покращує якість біометричних зображень.

2. Вперше розроблено метод вейвлет-Габор-фільтрації, який внаслідок використання вейвлет-Атеб-перетворення забезпечує підвищення контрастності для формування скелета зображення.

3. Удосконалено методи попереднього опрацювання біометричних зображень шляхом Атеб-хвильових перетворень, які забезпечують покращення якості та дозволяють провести ефективно скелетизацію.

4. Розвинуто Атеб-хвильовий метод створення скелету зображення, який дозволяє розробити потоншення папіломних ліній відбитка пальця на основі хвильового методу з врахуванням Атеб-Габор-фільтрації, що ефективніше зберігає фрагменти зображення.

5. Розвинуто методи попереднього опрацювання біометричних зображень на основі вейвлет-Атеб-Габор перетворення, який дає можливість збільшити кількість комбінацій фільтрації, вибрати оптимальні варіанти та сформуванати скелет зображення для подальшої ідентифікації.

Повнота викладу результатів дисертаційної роботи у наукових публікаціях За результатами досліджень, які викладені у дисертаційній роботі, опубліковано 16 наукових праць, з них 6 статей у наукових фахових виданнях України та 2 статті у наукових періодичних виданнях інших держав з імпаکت-фактором, що входять до міжнародних науково-метричних баз даних (Scopus, Web of Science), 2 статті у наукових виданнях інших держав; 6 публікацій у збірниках тез наукових конференцій (зокрема 6 – у наукометричних базах даних Scopus та Web of Science).

Опубліковані праці повною мірою висвітлюють матеріали дисертаційної роботи.

Важливість одержаних результатів для науки і народного господарства та перспективи їх використання

Результати роботи мають практичну цінність. На основі розробленого методу Габор-фільтрації, що є згорткою перетворень Фур'є, який сформований на Атеб-функціях забезпечується розширення набору фільтрів. Це дало змогу

отримати більшу кількість пологих форм та організувати певний спектр кривих, що підвищує якість результатів фільтрації. На основі методу вейвлет-Габор-фільтрації розширено функціональні можливості попереднього опрацювання біометричних зображень, що забезпечило підвищення контрастності для подальшого формування скелета зображення. Це дало можливість додатково завантажити 2900 різних комбінацій фільтрацій. Забезпечення покращення якості та проведення ефективної скелетизації було досягнуто внаслідок вдосконалення методів попереднього опрацювання біометричних зображень шляхом реалізації Атеб-хвильових перетворень. Це дало можливість скоротити час на опрацювання зображень до 4 мс. Збільшення кількості комбінацій фільтрації дозволило вибрати оптимальні варіанти використання та забезпечило якісне формування скелета біометричного зображення. На основі хвильового методу потоншення папіломних ліній відбитка пальців розроблено Атеб-хвильовий метод перетворення, який внаслідок збільшення кількості комбінацій забезпечує покращення якості ідентифікації.

Наукові та практичні результати виконаних досліджень використані в навчальному процесі кафедри інформаційних технологій видавничої справи Національного університету «Львівська політехніка». Окрім того, основні результати дисертаційної роботи знайшли практичне застосування дослідних випробовуваннях у фізико-механічному інституті ім. Г.В. Карпенка у процесі розробки перспективних систем розпізнавання та захисту, про що свідчать відповідні акти.

Загальна характеристика дисертаційної роботи В дисертаційній роботі розв'язано науково-практичне завдання вдосконалення теорії біометричного захисту, розроблення моделей, методів та створення на їх основі спеціалізованих засобів на основі нових видів фільтрації та покращення характеристик розпізнавання шляхом вдосконалення технології ідентифікації.

Дисертаційна робота складається з переліку умовних скорочень, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел і 4 додатків. Загальний обсяг роботи складає 163 сторінки друкованого тексту, із них 6

сторінок вступу, 163 сторінки основного тексту, 70 рисунків, 9 таблиць, список використаних джерел із 165 найменувань. Додатки містять акти впровадження результатів дисертаційної роботи.

У вступі подано загальну характеристику дисертаційної роботи, обґрунтовано всі процедурні положення та подано зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

У першому розділі дисертаційної роботи здійснено огляд літературних джерел щодо біометричного захисту на основі нових видів фільтрації; проаналізовано вразливості системи захисту інформації щодо видів кібератак, які діють на біометричну систему, і зроблено спробу протидіяти цим кібератакам та проаналізовано види фільтрації зображень, які діють у біометричних системах.

Другий розділ роботи присвячений детальному опису вдосконалення теорії біометричного захисту, розроблення моделей, методів та створення на їх основі спеціалізованих засобів на основі нових видів фільтрації та покращення характеристик розпізнавання шляхом вдосконалення технології ідентифікації.

Зображення, які містять біометричні дані та входять до безпечної біометричної системи Інтернету речей, зазвичай мають низьку якість і містять шум. Розроблено новий фільтр Атеб-Габоора, який може значно зменшити шумовий ефект. Новий метод фільтрації має набагато ширший діапазон фільтрів. Кількість варіантів використання можна значно збільшити. Це дозволило розробити новий спосіб обробки зображень.

У третьому розділі представлено розроблену систему попереднього опрацювання біометричних зображень.

Зокрема, представлено перетворення вейвлет-Габоора, що використовується при фільтрації біометричних зображень, оскільки ця функція дозволяє покращити контури хребтів біометричних даних. Розроблений метод фільтра вейвлета-Атеб-Габоора дозволяє вибирати параметри, оскільки він містить більше змінних, і здійснити якісну фільтрацію за один прохід. У подальших дослідженнях необхідно розробити методику підбору параметрів фільтра Атеб-Габоора. Розроблений метод працює трохи довше, ніж звичайний

фільтр вейвлет-Габора, оскільки математичні розрахунки є складними. Проте можна вибрати такі раціональні параметри, які дозволять якісно фільтрувати та ідентифікувати за один прохід. Вперше визначено співвідношення між частотою та шириною фільтра вейвлет-Ateb-Габора, що дозволило автоматично виконувати фільтрацію для пошуку країв об'єктів з різними частотами, розмірами та напрямками.

Для встановлення достовірності результатів, було проведено експериментальні дослідження на підмножині, що складається з 955 зображень відбитків пальців вільнодоступної бази NIST-14. В системі біометричної безпеки був розроблений набір даних для фільтрації. Для цього сформовано банк частотних характеристик фільтра Ateb-Габора. Експериментальні дослідження показали хороші характеристики.

Четвертий розділ дисертаційної роботи присвячений експериментальним дослідженням систем попереднього опрацювання біометричних зображень. При порівнянні за спеціальними точками утворюється скелет зображення, на якому виділяються кінцеві точки і точки розгалуження. На сканованому зображенні відбитка також виділяються спеціальні точки, які порівнюються з шаблоном. Алгоритм порівняння враховує не тільки окремі точки, а й загальні характеристики відбитка пальця, такі як товщина смужок, їх кривизна або щільність.

Додатки містять розроблену програму на якій проводилися експерименти, написану на мові Python та акти впровадження отриманих результатів.

Зауваження та рекомендації до дисертаційної роботи

1. Значна частина першого розділу присвячена поясненню теоретичних аспектів функціонування систем захисту. На мою думку, доцільніше було проілюструвати основні принципи функціонування біометричних систем захисту, у тих аспектах, у яких автором запропоновані вдосконалення.

2. При описі розробленої моделі фільтрації Атеб-Габора запропоновано новий фільтр, проте недостатньо пояснено фізичний зміст розрахунку доцільності фільтра.

3. Доцільно було би привести обчислення складності розроблених методів та порівняння з іншими існуючими.

4. На деяких рисунках відсутні підписи по осях, що ускладнює його розуміння.

5. Автор декларує, що розробив вейвлет-перетворення, проте не приводить його виведення у повному обсязі.

6. З тексту четвертого розділу не зовсім зрозуміло, яким чином автор використовував елементи машинного навчання, оскільки не наведено відповідних даних про навчальні вибірки та тренування моделі.

7. У тексті дисертаційної роботи зустрічаються орфографічні, стилістичні помилки.

Загальний висновок

Дисертація Возного Ярослава Васильовича на тему “Методи та засоби підвищення якості попереднього опрацювання біометричних зображень” є завершеною науковою працею та має теоретичну та практичну цінність. Наведені зауваження не зменшують цінність результатів дисертаційної роботи.

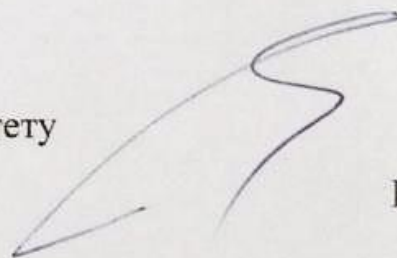
У дисертації розв’язано науково-практичне завдання вдосконалення теорії біометричного захисту, розроблення моделей, методів та створення на їх основі спеціалізованих засобів на основі нових видів фільтрації та покращення характеристик розпізнавання шляхом вдосконалення технології ідентифікації.

Наведені зауваження можна розглядати як побажання для майбутніх подальших досліджень автора. З урахуванням обґрунтованості наукових положень та висновків наведених у дисертації, наукової та практичної цінності отриманих автором наукових результатів, вважаю, що дисертаційна робота відповідає вимогам до наказу МОН України № 40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертації» та КМ від 12 січня 2022 р. №

44 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» з останніми змінами внесеними постановою КМ № 341 від 21.03.2022, а її автор - Возний Ярослав Васильович - може бути рекомендований для присудження, за умови розгляду разовою спеціалізованою вченою радою рецензованої дисертаційної роботи, ступеня доктора філософії зі спеціальності 122- комп'ютерні науки.

Рецензент

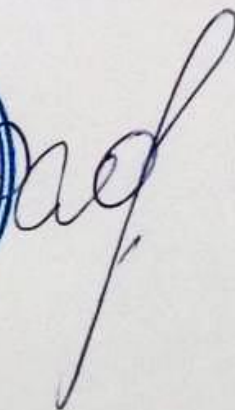
Доктор технічних наук, професор,
Завідувач кафедри інформаційних
систем та мереж Національного університету
«Львівська політехніка»



В.В.Литвин

Підпис д.т.н., проф. Литвина В.В. засвідчую

1) Вчений секретар
Національного університету
«Львівська політехніка»



Р.Б. Брилинський