

## **ВІДГУК**

на дисертаційну роботу

Медвінського Сергія Віталійовича

**«СИСТЕМА ІДЕНТИФІКАЦІЇ КОРИСТУВАЧА КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ  
ЗА ДИНАМІЧНИМИ БІОМЕТРИЧНИМИ ПАРАМЕТРАМИ»,**

подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії

за спеціальністю 123 Комп'ютерна інженерія

галузі знань 12 Інформаційні технології

### **1. Актуальність теми дослідження**

Актуальність дисертаційної роботи не викликає сумнівів і зумовлена стрімким розвитком технологій підробки біометричних даних (спуфінгу) та потребою в створенні надійних, зручних і безконтактних методів авторизації. Перехід від статичних біометричних ознак до динамічних, які важко відтворити штучно, є магістральним напрямком розвитку систем безпеки. Дослідження, спрямоване на використання капілярної мережі кон'юнктиви ока як такого динамічного показника, є своєчасним та практично значущим.

### **2. Наукова новизна отриманих результатів**

Наукова новизна роботи полягає у створенні цілісного технічного рішення, що включає:

– Апаратну новизну: вперше запропоновано комплексний підхід, в якому реалізовано інноваційну оптичну схему з використанням «гарячого дзеркала» (англ. Hot Mirror) для ефективного відокремлення оптичного шляху камери від зорового поля користувача. Таке конструктивне рішення суттєво підвищує ергономічність безконтактного сканування ока та відкриває нові можливості для зручної взаємодії з комп'ютерними системами, зокрема для осіб з обмеженою рухливістю.

– Алгоритмічну новизну: вперше розроблено та обґрунтовано ефективний алгоритмічний конвеєр попередньої обробки зображень у режимі

реального часу, який використовує метод мультикритеріальної фільтрації контурів за їхніми геометричними та топологічними параметрами, а саме: площею, ексцентриситетом та довжиною периметра. Застосування цього підходу дозволяє надійно відсіяти до 60–80 % піксельного шуму та великих артефактів (наприклад, тіней від вій чи відблисків), забезпечуючи фокусування обчислювальних ресурсів виключно на біологічно релевантних капілярних структурах.

– Методологічну новизна:

а) удосконалено метод фазової кореляції для просторового аналізу та субпіксельного відстеження мікрорухів ока шляхом нормування за амплітудою, що робить його інваріантним до локальних змін яскравості. Це гарантує високу точність позиціонування курсору із середньоквадратичною похибкою (RMSE) на рівні 1,5 пікселів і усуває необхідність виконання складного персонального калібрування системи.

б) набув подальшого розвитку метод контрастної функції втрат при навчанні сіамської нейронної мережі за рахунок запровадження динамічного порогу. Адаптація даного порогу до індивідуальних поточних особливостей користувача (таких як ступінь перенапруження ока або часткове перекриття повіками) дає змогу максимально ефективно порівнювати біометричні шаблони з урахуванням природних динамічних змін капілярної мережі. Доведено, що це знижує ймовірність помилкового доступу на 47 % у порівнянні з традиційними системами розпізнавання обличчя.

### **3. Практичне значення роботи**

Практична цінність роботи підтверджується створенням діючого прототипу на базі Raspberry Pi 4B. Детально описана апаратна частина свідчить про високий інженерний рівень підготовки здобувача. Розроблене програмне забезпечення з відкритим кодом є придатним для тиражування та подальшого

вдосконалення. Експериментально доведена можливість роботи системи в реальному часі на доступному обладнанні робить її готовою до впровадження.

#### **4. Аналіз змісту дисертації, сильні сторони роботи та дотримання принципів академічної доброчесності**

Робота вирізняється глибоким технічним опрацюванням:

– сильною стороною є другий розділ, де детально описано не лише структурну схему, але й наведено конкретні технічні характеристики компонентів, що дозволяє оцінити реалістичність розробки;

– третій розділ містить математично обґрунтований опис алгоритмів: від перетворення Фур'є для фазової кореляції до рівняння контрастної функції втрат для сіамської мережі;

– експериментальна частина: проведено аналіз і досліджено залежність точності від розміру ROI, окремо протестовано стійкість до різних типів спуфінг-атак. Порівняння з методами ExCuSe та простим пороговим методом є коректним і показовим.

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Медвінського С. В. повністю відповідає Стандарту вищої освіти за спеціальністю 123 Комп'ютерна інженерія.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрямок комп'ютерна інженерія.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Медвінського Сергія Віталійовича є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів академічного плагіату, фабрикації, фальсифікації. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

## **5. Мова та стиль викладення результатів**

Дисертація написана діловою українською мовою.

Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та трьох додатків. Загальний обсяг роботи становить 124 сторінки.

Дисертація оформлена відповідно до вимог наказу МОН України «Про затвердження вимог до оформлення дисертації» від 12 січня 2017 р. № 40 (у редакції від 12.07.2019).

## **6. Оприлюднення результатів дисертаційної роботи**

Наукові результати роботи висвітлені у 10 наукових публікаціях, з яких 4 є одноособовими. Чотири статті опубліковані у наукових фахових виданнях України, включених до Реєстру за категорією Б. Також результати дисертації пройшли апробацію на 6 наукових конференціях.

## **7. Недоліки та зауваження**

До недоліків представленої в дисертації системи слід віднести наступні:

– чутливість до індивідуальних фізіологічних особливостей: у користувачів із дуже світлою склерою або слабко вираженою капілярною сіткою може підвищуватися ймовірність помилкової відмови (FRR), що вимагає додаткової персоналізації налаштувань під час реєстрації;

– вразливість до артефактів руху: різкі рухи головою можуть призводити до тимчасової втрати трекінгу погляду, і хоча вбудований гіроскоп частково це компенсує, системі необхідні складніші алгоритми стабілізації зображення, ніж наведені в дисертації;

– високе навантаження на процесор: поточний комплекс створює завантаження CPU Raspberry Pi на 85–95 %, що залишає невеликий запас обчислювальних ресурсів для паралельних завдань та вимагає подальшої

оптимізації і використання більш енергоефективних компонентів для створення зручного переносимого формату.

– потреба в подальшій програмній інтеграції: на поточному етапі розвитку системі бракує розробленого універсального драйвера та API, які необхідні для її легкої інтеграції в існуючі операційні системи та сторонні застосунки.

Однак зауважу, що відповідні недоліки є несуттєвими та не зменшують загальної цінності здобутих наукових та практичних результатів.

## **8. Загальна оцінка рівня виконання роботи**

Дисертаційна робота виконана на високому науково-технічному рівні, є завершеним дослідженням, яке містить оригінальні технічні та алгоритмічні рішення. Отримані результати мають вагомое практичне значення для галузі комп'ютерної інженерії.

Дисертаційна робота відповідає вимогам пп. 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 (у редакції від 08.05.2024).

## **9. Висновок та рекомендація**

Вважаю, що дисертаційна робота Медвінського Сергія Віталійовича на тему «Система ідентифікації користувача комп'ютерної системи за динамічними біометричними параметрами» відповідає всім вимогам, що пред'являються до робіт на здобуття наукового ступеня доктора філософії, виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для комп'ютерної інженерії. Дисертаційна робота також відповідає вимогам Наказу Міністерства освіти і науки України «Про затвердження вимог до оформлення

дисертації» від 12 січня 2017 р. № 40 (у редакції від 12.07.2019), а також чинним нормативним вимогам щодо структури, змісту та оформлення наукових досліджень.

Здобувач Медвінський Сергій Віталійович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 123 Комп'ютерна інженерія.

**Офіційний опонент,  
завідувач кафедри штучного  
інтелекту та кібербезпеки,  
ДВНЗ «Донецький національний  
технічний університет»,  
д-р техн. наук, професор**



**Ярослав ДОРОГИЙ**