

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ОСОБИ ЗА ЗОБРАЖЕННЯМ ОБЛИЧЧЯ В УМОВАХ ОКЛЮЗІЇ

Є. О. Жабська, асистент

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

E-mail: y.zhabaska@gmail.com

Анотація. Розпізнавання облич є неінвазивною біометричною технологією, тому вона становить інтерес як для власників невеликих систем спостереження, так і для цілей національної безпеки.

Сучасні методи розпізнавання облич досягли вражаючих результатів із зображеннями облич середньої та високої якості, але продуктивність незадовільна із зображеннями низької якості.

Метою дослідження є розробка та експериментальна перевірка інформаційної технології ідентифікації особи за зображенням обличчя, отриманому з відеопотоку, на основі алгоритму, що забезпечує високі результати ідентифікації на зображеннях низької якості та роздільної здатності, які містять оклюзію.

Наведено результати дослідження інформаційної технології ідентифікації особи на зображеннях обличчя, в основі якої полягає алгоритм, що базується на методах анізотропної дифузії для попередньої обробки зображень, вейвлет-перетворення Габора для обробки зображення, гістограми орієнтованих градієнтів (HOG) і локальних бінарних шаблонів в 1-вимірному просторі (IDLBP) для виділення вектора ознак зображення.

Оскільки поширення коронавірусної хвороби створило проблему ідентифікації за зображенням обличчя за наявності медичної маски, що використовується як засіб профілактики, дослідження технологій розпізнавання та ідентифікації облич стали вирішальними для всіх сфер кібербезпеки, заснованих на перевірці особи за допомогою цифрових технологій.

Експерименти із запропонованою технологією після застосування її на оклюзованих зображеннях з бази даних SCface дали результат 85 %, який збільшився на 2,5 % після перетворення формату зображення та роздільної здатності.

Ключові слова: інформаційні технології, біометрична ідентифікація, розпізнавання обличчя

Актуальність. Технологія розпізнавання облич давно використовується в правоохоронних органах, на державному кордоні та у смартфонах. Нині це стає частиною громадського та приватного життя. Розпізнавання облич є неінвазивною біометричною технологією, тому вона становить інтерес як для власників невеликих систем спостереження, так і для цілей національної безпеки. Розпізнавання обличчя

є одним із найважливіших методів правоохоронних органів, коли доступне відео або зображення місця злочину. Технології автоматичного розпізнавання облич підвищили ефективність судової системи та спростили процес порівняння.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сучасні методи розпізнавання облич досягли вражаючих результатів із зображеннями облич середньої та високої якості, але продуктивність незадовільна із зображеннями низької якості. Основною складністю розпізнавання зображень обличчя з низькою роздільною здатністю є відсутність деталей обличчя, які відрізняють його від фону. Інша проблема полягає в тому, що сучасні методи розпізнавання облич базуються на згорткових нейронних мережах і використовують згорткові карти ознак з низькою частотою дискретизації та великим кроком для представлення обличчя на зображенні. Це призводить до втрати інформації та неточності опису неякісних зображень.

Також технології розпізнавання обличчя, як правило, розроблено з ідеєю використання на зображеннях облич, які не закриті, представлені здебільшого основними рисами обличчя, такими як очі, ніс і рот, відстань між основними орієнтирами обличчя тощо. Але під час пандемії, за даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, частиною стратегії комплексних заходів зі стримування розповсюдження захворювання має бути використання медичних масок [1]. Оскільки маски повністю закривають нижню половину обличчя людини, це створює проблеми для існуючих систем розпізнавання обличчя.

У липні 2020 року Національний інститут стандартів і технологій (NIST) провів дослідження точності розпізнавання обличчя за допомогою масок з використанням алгоритмів допандемічного періоду, що є частиною тесту розпізнавання облич (FRVT). Дослідження NIST показало значне зниження рівня точності за умов ідентифікації, виконаної на зображеннях, що містять оклюзію. Найточніші алгоритми не в змозі ідентифікувати особу у кількості випадків від 20 % до 50 %. Поточна продуктивність розпізнавання обличчя за допомогою масок порівняна з найсучаснішим на незамаскованих зображеннях у середині 2017 року [2].

З вищезгаданого випливає необхідність розробки алгоритмів, стійких до наявності будь-якої оклюзії на обличчі людини. Така проблема є надзвичайно

актуальною для сучасної України, де зараз діє воєнний стан через повномасштабне вторгнення російських військ на територію країни. Адже зазвичай обличчя військовослужбовців майже повністю закриті засобами захисту, що ускладнює їх ідентифікацію. Відповідно, ті самі алгоритми не будуть стійкі до розпізнавання військовослужбовців, які зазвичай носять шоломи та балаклави [3, 4].

Мета дослідження – розробка та експериментальне дослідження інформаційної технології ідентифікації особи за зображенням обличчя, отриманому з відеопотоку, на основі алгоритму, що забезпечує високі результати ідентифікації на зображеннях низької якості та роздільної здатності, які містять оклюзію.

Матеріали і методи дослідження. Загальновідомо, що інформаційну технологію розпізнавання та ідентифікації обличчя можна вважати ефективною та надійною лише тоді, коли вона ретельно протестована та перевірена, бажано на реальних наборах даних. Таким чином, необхідно дослідити методи, які будуть використані для розробки алгоритму, що лежить в основі інформаційної технології, з метою визначення їх ефективності на наборах даних зображень низької якості.

У дослідженні було вирішено використовувати анізотропну дифузію як метод попередньої обробки зображення, вейвлет-перетворення Габора для обробки зображення, гістограму орієнтованих градієнтів (HOG) і локальні бінарні шаблони в 1-вимірному просторі (1DLBP).

Анізотропна дифузія. В обробці зображень концепція анізотропної дифузії - це процес послідовної дифузії, заснований на дедалі більшому розмитті зображень у просторі масштабу. Як етап попередньої обробки, це робить непотрібним витончення та з'єднання країв, оскільки отримані зображення зберігають лінії, краї та інші важливі властивості, що також призводить до згладжування [5].

Рівняння анізотропної дифузії можна виразити так:

$$I_t = \text{div}(c(x, y, t) \nabla I) = c(x, y, t) \Delta I + \nabla c \cdot \nabla I, \quad (1)$$

де div – оператор дивергенції, ∇ – градієнтний оператор, Δ – оператор Лапласа, $I_0(x, y)$ – вхідне зображення, t – дисперсія ядра Гауса $G(x, y, t_0)$ та $I(x, y, t)$ – сімейство похідних зображень, отриманих шляхом згортання вихідного зображення $I_0(x, y)$ з

ядром Гауса $G(x, y, t_0)$. Анізотропна дифузія допомагає успішно видалити шум і зберегти краї зображення та малі структури.

Вейвлет-перетворення Габора. Використання комбінації анізотропної дифузії та вейвлет-перетворення Габора описано в [6]. Хоча автори прийшли до висновку, що поєднання цих методів забезпечує високі показники розпізнавання, однак це не було перевірено на зображеннях низької якості, отриманих з відеопотоку. У цій роботі було вирішено дослідити, чи застосовні ці методи для розробки інформаційної технології ідентифікації особи.

Вейвлет-перетворення Габора широко використовується в галузі розпізнавання образів через його біологічне значення та технічні властивості. Комплексна функція Габора в просторовій області визначається так:

$$g(x, y) = s(x, y) w_r(x, y). \quad (2)$$

$s(x, y)$ – це складна синусоїда (носії), що визначається як:

$$s(x, y) = \exp(j(2\pi(u_0x + v_0y) + P)), \quad (3)$$

де (u_0, v_0) і P визначають просторову частоту і фазу синусоїди відповідно; $w_r(x, y)$ – 2D-функція Гауса (функція огиноючої).

Тому комплексну функцію Габора в просторовій області можна визначити так [6]:

$$g(x, y) = K \cdot \exp(-\pi(\alpha^2(x - x_0)_r^2 + b^2(y - y_0)_r^2)) \exp(j(2\pi(u_0x + v_0y) + P)). \quad (4)$$

Функція визначається такими параметрами: K – масштабує значення обвідної Гауса; (a, b) – масштабує дві осі обвідної Гауса; (x_0, y_0) – пікові координати гаусової огиноючої; (u_0, v_0) – просторові частоти синусоїдальної несучої в декартових координатах; P – фаза синусоїдальної несучої [6].

Гістограма орієнтованих градієнтів (HOG). Метод гістограми орієнтованих градієнтів (HOG) застосовується до зображень, оброблених вейвлет-перетворенням, щоб виділити важливі характеристики форми зображення [7]. Гістограма орієнтованих градієнтів розраховується з виконанням таких кроків. По-перше, перед побудовою гістограми спрямування для кожної комірки зображення необхідно

отримати значення градієнта. Після цього нормалізуються отримані гістограми, згруповані за окремими осередками. Цей процес можна описати математично:

$$D_x = [-1 \ 0 \ 1], \quad D_y = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ -1 \end{bmatrix}, \quad (5)$$

де D_x – одновимірний горизонтальний дискретний похідний маск, D_y – одновимірний вертикальний дискретний похідний маск.

Градiєнтна гістограма отримується за допомогою рівнянь:

$$I(x) = I \cdot D_x, \quad I(y) = i \cdot D_y. \quad (6)$$

Таким чином, орієнтація рівномірно розподіляється в діапазоні від 0 до 180 градусів (для градієнта без знаку) або від 0 до 360 градусів (для градієнта зі знаком). Далі комірки групуються в блоки, з'єднані в просторі, що дозволяє отримати вектор нормалізованих елементів гістограм.

Локальні бінарні шаблони (LBP) в 1-вимірному просторі. Локальні бінарні шаблони в 1-вимірному просторі (1DLBP) вперше були представлені в [7] і протестовані на високоякісних зображеннях. У цій роботі 1DLBP буде досліджено на зображеннях низької якості.

Метою методу 1DLBP є опис локального хвилювання сегмента одновимірного сигналу в двійковому коді. Цей опис можна отримати шляхом порівняння значень сусідніх пікселів із значенням центрального пікселя. Усі сусідні елементи отримують значення 1, якщо вони більші або рівні поточному елементу, і значення 0, якщо вони менші за поточний елемент. Потім кожен елемент отриманого вектора множиться на вагу відповідно до його положення. Нарешті, поточний елемент замінюється сумою значень отриманого вектора. Описаний процес можна виразити таким чином:

$$1DLBP = \sum_{n=0}^{N-1} S(g_n - g_0) \cdot 2^n, \quad (7)$$

де $S(x)$ функція, яка визначається як $S(x) = \{1 \text{ якщо } x \geq 0; 0 \text{ інакше}\}$; g_0 та g_n – значення центрального елемента та його одновимірних сусідів відповідно. Індекс n змінює

своє значення зліва направо в одновимірному рядку. Гістограма одновимірної моделі визначає дескриптор 1DLBP.

Алгоритм 1DLBP застосовується до всіх блоків розділеного зображення з різною роздільною здатністю. Витягнуті гістограми об'єднуються в один глобальний 1-вимірний вектор, який представляє одне зображення обличчя. Вектори, отримані після обробки кожного блоку, об'єднуються в один глобальний вектор ознак.

Результати досліджень та їх обговорення. Експериментальне дослідження розробленого алгоритму проводилися за допомогою програмного забезпечення, створеного мовою програмування Python. Алгоритм досліджувався на трьох базах даних зображень облич: The Database of Faces, Facial Recognition Technology (FERET) database і Surveillance Cameras Face Database (SCface). Експериментальне дослідження проводилося з метою встановлення ефективності алгоритму, що лежить в основі інформаційної технології ідентифікації особи на неоклюзивних зображеннях обличчя й таких, що містять оклюзію.

Перший набір експериментів було проведено на оригінальних зображеннях баз даних. Оскільки The Database of Faces містить зображення всього 40 людей, було вирішено також використовувати зображення 40 людей для проведення експериментів на базі даних FERET і SCface. Результати даного етапу дослідження містяться у таблиці 1.

1. Результати експериментів на неоклюзивних зображеннях

	The Database of Faces		FERET		SCface	
	Показник коректності	Показник помилки	Показник коректності	Показник помилки	Показник коректності	Показник помилки
Загальна кількість зображень / осіб	120/40		120/40		120/40	
Кількість зображень	28	12	29	11	39	1
Показник точності ідентифікації	70 %	30 %	72,5 %	27,5 %	97,5 %	2,5 %

На порівняльній діаграмі (рис. 1) представлені результати ідентифікації з використанням обраних методів на різних базах даних. Зважаючи на те, що зображення обличчя з бази даних SCface, які використовувалися для проведення експерименту, є неякісними зображеннями відеоспостереження, можна зробити висновок, що сукупність усіх досліджуваних методів забезпечує високу точність ідентифікації на зображеннях обличчя низької роздільної здатності.

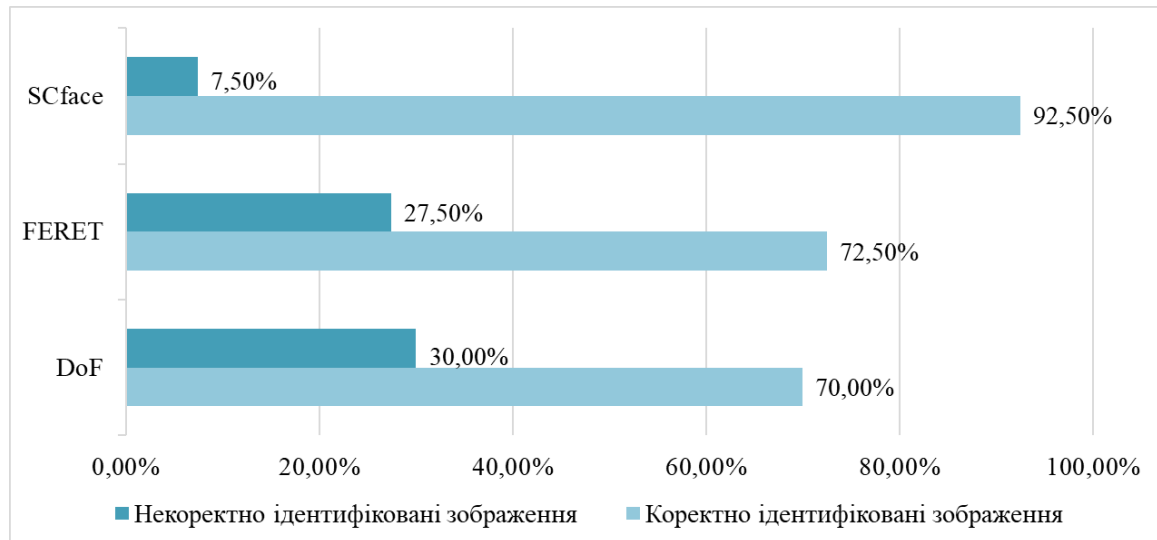


Рис. 1. Порівняльна діаграма експериментальних результатів застосування досліджуваних методів до неоклюзивних зображень

З результатів експерименту, враховуючи той факт, що зображення обличчя з бази даних SCface є низькоякісними зображеннями відеоспостереження, було зроблено висновок, що запропонований алгоритм забезпечує високу точність ідентифікації на зображеннях обличчя з низькою роздільною здатністю. Отримані результати показали найвищий показник точності ідентифікації 92,5% на зображеннях з бази даних SCface. Експериментальні результати в базі даних обличч і базі даних FERET дали від 70 до 72,5 % правильно ідентифікованих зображень.

Як наслідок такої варіації отриманих результатів виникла проблема: якщо алгоритм забезпечує високу точність ідентифікації на наборі певних зображень, то які чинники впливу знижують його ефективність на наборах зображень з інших баз даних.

З огляду на цю проблему на другому етапі дослідження було вирішено провести експериментальне дослідження оклюзивних зображень та визначити залежність показника точності ідентифікації від таких властивостей зображення: формат зображення та його роздільна здатність. Як ознаки оклюзії зображення були обрані медична маска та балаклава.

З точки зору анатомії обличчя, медична маска та балаклава покривають середню та нижню частини обличчя, залишаючи відкритою верхню частину обличчя. Оскільки досліджуваний алгоритм вирішує задачу виявлення обличчя на зображенні з подальшою його обробкою, для моделювання стану закриття обличчя було вирішено обрізати зображення на етапі попередньої обробки зображення алгоритмом, щоб зображення містило тільки верхню область обличчя.

Результати роботи алгоритму на оклюзивних зображеннях зі зміною формату та роздільної здатності містяться в таблиці 2.

2. Результати експериментів на оклюзивних зображеннях з перетворенням формату

	Оригінальне зображення		BMP		PNG		JPG	
	Показник коректності	Показник помилки	Показник коректності	Показник помилки	Показник коректності	Показник помилки	Показник коректності	Показник помилки
The Database of Faces								
Загальна кількість зображень /	120/40		120/40		120/40		120/40	
Кількість зображень	26	14	26	14	26	14	29	11
Показник точності ідентифікації	65 %	35 %	65 %	35 %	65 %	35 %	72,5 %	27,5 %
FERET								
Загальна кількість зображень / осіб	99 / 40		99 / 40		99 / 40		99 / 40	
Кількість зображень	26	14	26	14	26	14	31	9
Показник точності ідентифікації	75 %	25 %	75 %	25 %	75 %	25 %	77,5 %	22,5 %
SCface								
Загальна кількість зображень	160 / 40		160 / 40		160 / 40		160 / 40	
Кількість зображень	33	7	33	7	33	7	33	7
Показник точності ідентифікації	82,5 %	17,5 %	82,5 %	17,5 %	82,5 %	17,5 %	82,5 %	17,5 %

Порівнюючи результати на рис. 2, показник точності ідентифікації алгоритму, застосованого на зображеннях з бази даних SCface, знизився на 10 % на оклюзивних зображеннях по відношенню до вихідних зображень без оклюзії. Для зображень з бази даних облич результат знизився на 2,5-5 %. А в експериментах із зображеннями з бази даних FERET показник точності ідентифікації підвищився на 2,5 % на вихідних зображеннях і після їх перетворення у формати BMP і PNG і на 5 % після перетворення зображення у формат JPG.

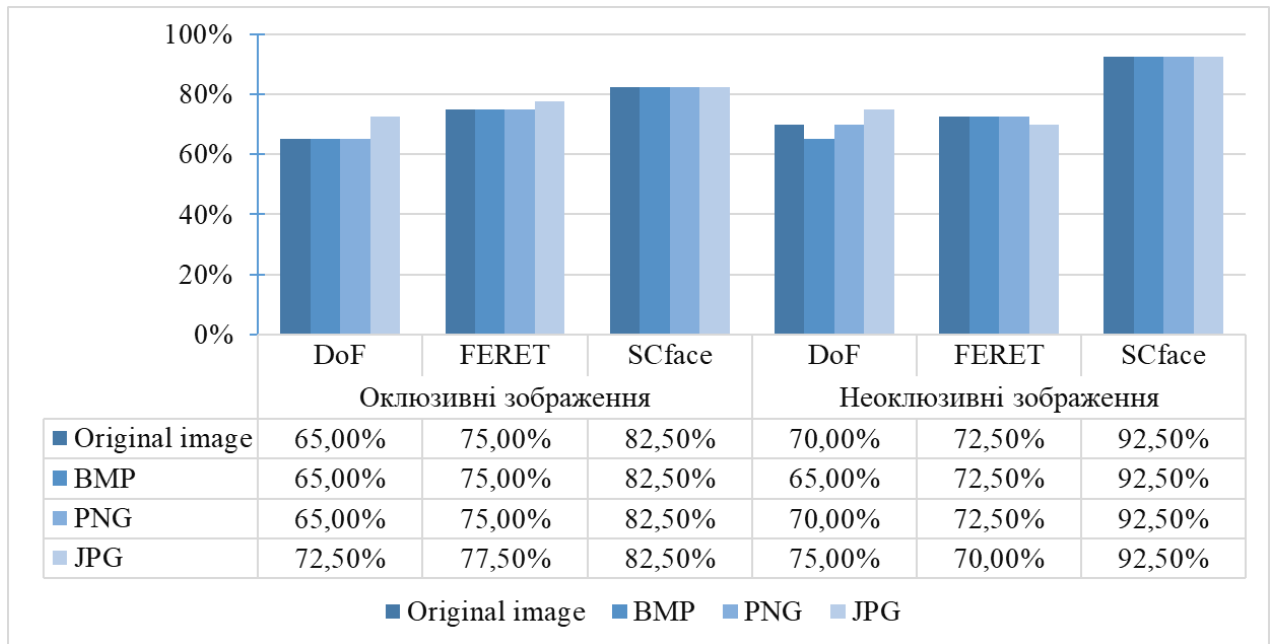


Рис. 2. Результати експериментів, проведених на неоклюзивних і оклюзивних зображеннях з перетворенням формату

Результати експериментів, проведених на зображеннях з перетворенням формату та роздільної здатності, представлені в таблиці 3.

Експериментальні результати на зображеннях із перетворенням формату та роздільної здатності можна порівняти з результатами експериментів на початковому та перетвореному форматі зображення. Як можна зробити висновок з рис. 3, результати для бази даних облич і бази даних FERET знизилися після перетворення роздільної здатності зображення в усіх наборах експериментів. Трансформація зображень із бази даних SCface до роздільної здатності 108x144 пікселів підвищила

результат точності ідентифікації до 85% на зображеннях, конвертованих у формати BMP та PNG.

3. Результати експериментів на оклюзивних зображеннях з перетворенням роздільної здатності

	width x 91		width x 100		width x 128		width x 144	
	Показник коректності	Показник помилки	Показник коректності	Показник помилки	Показник коректності	Показник помилки	Показник коректності	Показник помилки
	The Database of Faces							
Загальна кількість зображень / осіб	120/40		120/40		120/40		120/40	
	BMP							
Кількість зображень	27	13	27	13	28	12	25	15
Показник точності ідентифікації	67,5 %	32,5 %	67,5 %	32,5 %	70 %	30 %	62,5 %	37,5 %
	PNG							
Кількість зображень	27	13	27	13	27	13	25	15
Показник точності ідентифікації	67,5 %	32,5 %	67,5 %	32,5 %	67,5 %	32,5 %	62,5 %	37,5 %
	JPG							
Кількість зображень	27	13	24	16	22	18	27	13
Показник точності ідентифікації	67,5 %	32,5 %	60 %	40 %	55 %	45 %	67,5 %	32,5 %
	FERET							
Загальна кількість зображень / осіб	99 / 40		99 / 40		99 / 40		99 / 40	
	BMP, PNG							
Кількість зображень	21	19	22	18	27	13	29	11
Показник точності ідентифікації	52,5 %	47,5 %	55 %	45 %	67,5 %	32,5 %	72,5 %	27,5 %
	JPG							
Кількість зображень	21	19	22	18	28	12	29	11
Показник точності ідентифікації	52,5 %	47,5 %	55 %	45 %	70 %	30 %	72,5 %	27,5 %
	SCface							
Загальна кількість зображень / осіб	160 / 40		160 / 40		160 / 40		160 / 40	
	BMP, PNG							
Кількість зображень	15	25	18	22	29	11	34	6
Показник точності ідентифікації	37,5 %	62,5 %	45 %	55 %	72,5 %	27,5 %	85 %	15 %
	JPG							
Кількість зображень	10	30	23	17	25	15	32	8
Показник точності ідентифікації	25 %	75 %	57,5 %	42,5 %	62,5 %	37,5 %	80 %	20 %

Експериментальні результати на зображеннях із перетворенням формату та роздільної здатності можна порівняти з результатами експериментів на початковому

та перетвореному форматі зображення. Як можна зробити висновок з рис. 3, результати для бази даних облич і бази даних FERET знизилися після перетворення роздільної здатності зображення в усіх наборах експериментів. Трансформація зображень із бази даних SCface до роздільної здатності 108x144 пікселів підвищила результат точності ідентифікації до 85% на зображеннях, конвертованих у формати BMP та PNG.

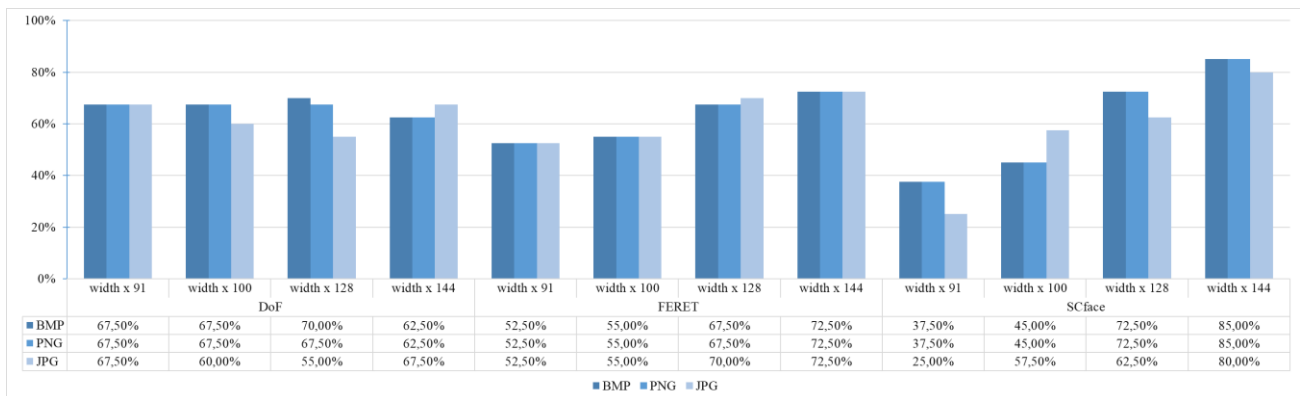


Рис. 3. Результати експериментів на зображеннях з перетворенням роздільної здатності

Висновки і перспективи. Стаття присвячена дослідженню алгоритму, що лежить в основі інформаційної технології ідентифікації особи на неоклюзивних зображеннях обличчя й таких, що містять оклюзію. Запропонований алгоритм складається з анізотропної дифузії як методу попередньої обробки зображення, вейвлет-перетворення Габора, гістограми орієнтованих градієнтів (HOG) та локальних бінарних шаблонів в 1-вимірному просторі (1DLBP) як методів вектора ознак зображення.

Отримані результати показали, що найвищий рівень точності ідентифікації 97,5 % було отримано на зображеннях з бази даних SCface, які є зображеннями з камер відеоспостереження низької якості. Експериментальні результати на зображеннях із The Database of Faces і FERET забезпечують від 70 до 72,5 % коректно ідентифікованих зображень.

Показник точності ідентифікації після застосування алгоритму до оклюзивних зображень з бази даних SCface знизився на 10%, збільшився на 2,5 % на BMP- і PNG-конвертованих і на 5% на JPG-конвертованих оклюзивних зображеннях з бази

даних FERET і залишався стабільним на оклюзивних зображеннях з The Database of Faces по відношенню до вихідних зображень без оклюзії.

Результати ідентифікації після перетворення роздільної здатності зображень із The Database of Faces і бази даних FERET знизилися у всіх наборах експериментів в середньому на 2,5 %. Але конвертація зображень із бази даних SCface до роздільної здатності 108x144 пікселів підвищила результат точності ідентифікації до 85 % на зображеннях, конвертованих у формати BMP та PNG.

Підсумовуючи вищевикладені висновки, запропонований у цій роботі алгоритм інформаційної технології ідентифікації може бути застосований для розпізнавання та ідентифікації особи в умовах зображень обличчя з низькою якістю та роздільною здатністю, тобто частково вирішує проблему малого розміру вибірки. В майбутніх дослідженнях необхідно вдосконалити запропонований алгоритм для сценарію, коли зображення відеоспостереження низької якості порівнюють із зображенням фронтального знімка з баз даних правоохоронних органів або національної безпеки.

Список використаних джерел

1. World Health Organization. Mask use in the context of COVID-19: interim guidance. *World Health Organization*. 1 December 2020. P. 22.
2. M. Ngan, P. Grother, K. Hanaoka. Ongoing Face Recognition Vendor Test (FRVT) Part 6A: Face recognition accuracy with masks using pre- COVID-19 algorithms. NIST Interagency/Internal Report (NISTIR), National Institute of Standards and Technology. Gaithersburg, MD. 2020. doi: 10.6028/NIST.IR.8311.
3. K. Hill. Facial Recognition Goes to War. The New York Times. April 7, 2022. URL: <https://www.nytimes.com/2022/04/07/technology/facial-recognition-ukraine-clearview.html> (дата звернення: 23.01.2023)
4. J. Bhuiyan and agencies. Ukraine uses facial recognition software to identify Russian soldiers killed in combat. The Guardian. March 24, 2022. URL: <https://www.theguardian.com/technology/2022/mar/24/ukraine-facial-recognition-identify-russian-soldiers> (дата звернення: 23.01.2023)
5. P. Perona, J. Malik. Scale-Space and Edge Detection Using Anisotropic Diffusion. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. July 1990, vol. 12, No. 7. P. 629-639.
6. O. Bychkov, O. Ivanchenko, K. Merkulova, Y. Zhabska. Mathematical Methods for Information Technology of Biometric Identification in Conditions of Incomplete Data. Proceedings of the 7th International Conference "Information Technology and Interactions" (IT&I-2020), Kyiv, Ukraine. December 02-03, 2020. P. 336-349.

7. B. Attallah, A. Serir, Y. Chahir, A. Boudjelal. Histogram of gradient and binarized statistical image features of wavelet subband-based palmprint features extraction. J. Electron. Imag. 26(6) 063006, November 8, 2017. doi: 10.1117/1.JEI.26.6.063006.

References

1. World Health Organization (2020). Mask use in the context of COVID-19: interim guidance. World Health Organization, 22.
2. M. Ngan, P. Grother and K. Hanaoka (2020). Ongoing Face Recognition Vendor Test (FRVT) Part 6A: Face recognition accuracy with masks using pre- COVID-19 algorithms. NIST Interagency/Internal Report (NISTIR), National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD. doi: 10.6028/NIST.IR.8311.
3. K. Hill (2022). Facial Recognition Goes to War. The New York Times. April 7, 2022. Available at: <https://www.nytimes.com/2022/04/07/technology/facial-recognition-ukraine-clearview.html>
4. J. Bhuiyan and agencies (2022). Ukraine uses facial recognition software to identify Russian soldiers killed in combat. The Guardian. March 24, 2022. Available at: <https://www.theguardian.com/technology/2022/mar/24/ukraine-facial-recognition-identify-russian-soldiers>
5. P. Perona and J. Malik. (1990). Scale-Space and Edge Detection Using Anisotropic Diffusion. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 12, No. 7, p. 629-639.
6. O. Bychkov, O. Ivanchenko, K. Merkulova and Y. Zhabska. (2020). Mathematical Methods for Information Technology of Biometric Identification in Conditions of Incomplete Data. Proceedings of the 7th International Conference "Information Technology and Interactions" (IT&I-2020), Kyiv, Ukraine, p. 336-349.
7. B. Attallah, A. Serir, Y. Chahir, A. Boudjelal. (2017). Histogram of gradient and binarized statistical image features of wavelet subband-based palmprint features extraction. J. Electron. Imag, 26(6) 063006, November 8, 2017. doi: 10.1117/1.JEI.26.6.063006.

INFORMATION TECHNOLOGY FOR PERSON IDENTIFICATION BY FACE IMAGE IN CONDITIONS OF OCCLUSION

Y. Zhabska

Abstract. *Face recognition is a non-invasive biometric technology, so it is of interest both to owners of small surveillance systems and for national security purposes.*

State-of-the-art face recognition techniques have achieved impressive results with medium- and high-quality face images, but poor performance with low-quality images.

The purpose of the study is to develop and experimentally verify the information technology of face identification based on the image of a face obtained from a video stream, based on an algorithm that provides high identification results on images of low quality and resolution that contain occlusion.

This paper describes research of information technology of person identification by face image, which is based on an algorithm that includes anisotropic diffusion method for image preprocessing, Gabor wavelet transform for image processing, histogram of

oriented gradients (HOG) and local binary patterns in 1- dimensional space (1DLBP) for extracting an image feature vector.

Since the spread of the coronavirus disease has created the problem of facial recognition in the presence of a medical mask, which is used as a preventive measure, research on facial recognition and identification technologies has become crucial for all areas of cybersecurity based on digital identity verification.

Experiments with the proposed technology after applying it to occluded images from the SCface database gave a result of 85%, which increased by 2.5% after converting the image format and resolution.

Key words: *information technology, biometric identification, face recognition*