

Фразе-Фразенко О. О.

## ВИКОРИСТАННЯ БІОМЕТРИЧНИХ ТЕРМОПОКАЗНИКІВ ДЛЯ ІДЕНТИФІКАЦІЇ В СИСТЕМАХ ДОСТУПУ

*Розглядаються передумови використання біометричних методів ідентифікації та аутентифікації, які засновані на особливостях термограм особи людини. Приводиться послідовність роботи алгоритму щодо градієнтного методу виділення контурів та вирішення задачі розпізнавання термограми обличчя, який може бути використаний для підвищення якості функціонування систем доступу до інформаційних ресурсів.*

**Ключові слова:** ідентифікація, аутентифікація, термограма, доступ, FAR, FRR.

### 1. Вступ

Необхідність розмежування доступу до інформації в сучасному суспільстві на одне з чільних місць ставить проблему перевірки справжності користувача. Посилення інтенсивності використання комп'ютерних мереж, як правило, спрощує завдання зловмисника щодо отримання несанкціонованого доступу до даних або до певних сервісів, що надаються комп'ютерними та автоматизованими системами. Крім задачі забезпечення розмежування прав доступу до інформації сучасні програмно-технічні комп'ютеризовані комплекси вирішують ряд суміжних завдань. Дві основні процедури, які вони виконують, є ідентифікація та аутентифікація суб'єктів доступу. У загальному випадку таким суб'єктом для комп'ютерної системи може бути не тільки зовнішній вигляд особи, включаючи відбитки пальців, райдужну оболонку ока, особливості поведінки чи написання ключових слів, а й такі параметри, які не фіксуються звичайними методами. Як показав аналіз доступних літературних джерел, до них відноситься такий параметр, як термограма людини або її окремих зон.

### 2. Формування мети та завдань

Постановкою проблеми є обґрунтування передумов щодо знаходження способу надійного захисту від несанкціонованого доступу до інформації шляхом застосування біометричних технологій, які засновані на аналізі термограм та градієнтних методів виділення контурів.

### 3. Аналіз досліджень та публікацій

Найбільш важливі результати по біометричній ідентифікації були отримані в роботах С. Новікова, В. Гудкова, О. Черномордика по розпізнаванню відбитків пальців, Г. Кухарева, А. Тельних — з різних аспектів лицьовій біометрії, А. Іванова, А. Малигіна — по нейромережевим методах біометричної ідентифікації, Л. Местецького — по розпізнаванню на основі параметрів кисті руки, І. Спиридонова — в галузі стандартизації та біометричної техніки, В. Димкова, І. Синіцина — з автоматизації наукових досліджень в області біометричної іденти-

фікації, С. Бочкарьова — в області голосової ідентифікації особистості, О. Ушмаева — по мультібіометрії. Серед зарубіжних досліджень в області біометричної ідентифікації слід виділити роботи таких фахівців, як А. Masnfield, A. Pentland, A. Ross, D. Maio, D. Maltoni, D. Zhang, J. Daugman, J. Wayman, K. Bowyer, M. Turk, N. Ratha, P. Griffin, P. Grother, P. Phillips, R. Bolle, A. Jain та багато інших. Слід зазначити, що у їх працях проблемі ідентифікації та аутентифікації по термограмам увага майже не приділяється, що пояснюється складністю обладнання, яке повинне бути задіяне для отримання певних параметрів особи. Втім, як зазначає більшість із приведених дослідників, забезпечення доступу до інформаційних ресурсів з обмеженим доступом на основі термограм є достатньо перспективним. Поясненням цього є той факт, що метод термодоступу забезпечує ідентифікацію навіть у таких складних випадках, як розрізнення близнюків, наявність шумів у вигляді всіляких заважаючих об'єктів на фотознімках, можливість використання муляжів та ін.

### 4. Результати досліджень

Незважаючи на незначну популярність біометричних методів доступу, істотними перевагами при використанні є те, що їх неможливо передати іншому об'єкту, втратити або украсти. Технології біометричних методів роблять їх практично ідеальними для використання в якості аутентифікаторів, оскільки надійність системи доступу безпосередньо залежить від можливості потрапляння в руки зловмисника предмету ідентифікації.

Проте зазначимо, що використання біометричних характеристик, особливо з використанням термограм, наприклад, обличчя, в якості ідентифікатора пов'язане з багатьма труднощами. Проблемаю є те, що на відміну від знань про предмет ідентифікації та про власності його характеристик, користувачем пред'являється біометричний ідентифікатор, який ні в якому разі не буде з абсолютно точно співпадати з ідентифікатором з бази даних. У процесі екстракції властивостей з біометричного зразка, їх характеристики піддаються лінійним, а частіше нелінійним перетворенням та накладенню шуму [1]. Це призводить до того, що при пошуку відповідного

біометричного ідентифікатора в базі даних використовується не просте порівняння цифрового представлення інформації, а більш складний алгоритм, який полягає в наступному [2].

1. До шаблону, що пред'являється користувачем  $B_1$ , та який зберігається в базі даних  $B_2$ , застосовується функція екстракції, тобто  $f(B_1)$ ,  $f(B_2)$ .
2. Обчислюється величина, яка виражає ступінь подібності між зразками, тобто  $s(f(B_1), f(B_2))$ .
3. Отримана величина порівнюється з наперед заданим пороговим значенням  $T$ . У тому випадку, коли  $s > T$ , процедура завершується успішно, у разі, коли  $s < T$  — невдало.

Загально прийнято, що ефективність роботи алгоритму стосовно до обраного біометричного параметру оцінюється за двома критеріями, які, логічно, ми також будемо використовувати:

1. FAR (англ.: False Acceptance Rate) — коефіцієнт помилкового доступу, який є процентним показником випадків, при яких перевірка особи виявилася помилково успішною.
2. FRR (англ.: False Rejection Rate) — коефіцієнт помилкової відмови в доступі, який є процентним показником випадків, при яких перевірка особи помилково завершилася невдачею.

Проведений аналіз, який базувався на обробці доступних літературних джерел за напрямом дослідження, показав, що для використання в системі аутентифікації біометричного ідентифікатора у вигляді нормованих за певними правилами контурів термограм обличчя, необхідно застосування біометричного параметра  $B$ , функції екстракції  $f$  та оператора порівняння  $s$ , для яких вимоги до обчислювальних ресурсів будуть мінімальними при достатньо низькому рівні FRR. Це має забезпечити швидке та успішне визначення особистості користувача. При цьому вимога щодо мінімізації FAR не є критичною, оскільки надійність аутентифікації практично повністю залежить від аутентифікатора, а не від ідентифікатора. Виходячи з цього, можемо зробити висновок про те, що система доступу буде надійно ідентифікувати та аутентифікувати користувачів навіть у тих випадках, коли між предметом доступу та шаблоном, який зберігається у базі даних, будуть певні відмінності. Втім, рівень відмінностей повинен встановлюватися вимогами до конфіденційності інформації.

Якщо для ідентифікатора найбільш важливим параметром є FRR, то при виборі відповідного аутентифікатора критичну роль відіграє значення FAR. Крім цього, зростання ступеню застосування біометричних аутентифікаторів є доцільним у зв'язку з тим, що забезпечується виконання певних вимог. Так, більшість фізіологічних біометричних ознак не може отримати широке застосування з причини небажання більшої частини користувачів комп'ютерних систем передавати в бази даних свої унікальні та незмінні параметри. Ситуація загострюється тим, що при їх витоку та попаданню до злоумисника, користувач не зможе цьому зашкодити. Відповідно, біометричні показники можуть бути використані не тільки в системах доступу, а й при інших обставинах. Так, наприклад, сітківка ока людини містить інформацію про хвороби і ці дані можуть бути використані роботодавцями з метою відмови у наданні роботи. Метод, який пропонується та заснований на нормуванні за певними правилами контурів термограм

обличчя з використанням градієнтного методу виділення контуру, включає нелінійні перетворення, які не передбачають відновлення біометричних показників після їх обробки та занесення до бази даних. Цим знімається вище приведене моральне обмеження та робить метод достатньо доступним. Короткі передумови до його застосування та сутність описані нижче.

Растрові зображення термограм особи людини, яких можна отримати доступними технічними засобами, можуть містити ділянки, затінені та засвічені в інфрачервоному діапазоні. Природно, що звичайними засобами людина не може виявити такі ділянки під час фіксації термограм. Тим паче, що при автоматичній відеозйомці в такому діапазоні, можливостей сучасної техніки явно недостатньо. Як наслідок, на одному і тому ж зображенні можуть зустрічатися світлі об'єкти на темному фоні і, навпаки, темні об'єкти на світлому фоні.

Виділення контурів об'єктів на півтонових растрових зображеннях можна здійснювати спільно з виділенням самих об'єктів. Для цього, зазвичай, використовують порогові методи сегментації на основі середнього значення яскравості пікселів, наприклад, так, як це показано в [5]. У даному методі спочатку в деякій області визначають середнє значення яскравості пікселів зображення, задають порогове значення, а потім в ній виділяють об'єкти, якщо яскравість пікселів в ній по модулю перевищує дане порогове значення. Інакше ухвалюється рішення про те, що область однорідна. Такий метод дає добрі результати при розпізнаванні спеціальних зображень в яких на однорідному світлому фоні присутні темні об'єкти або, навпаки, на темному загальному фоні присутні світлі об'єкти. Такі зображення отримують при зйомці об'єктів під мікроскопом, фотографуванні осіб з фіксацією і т. д. Проте в зображеннях з інфрачервоним освітленням та довільним набором об'єктів часто зустрічаються одночасно обидва випадки — темні об'єкти на світлому фоні і світлі об'єкти на темному фоні. Зрозуміло, що терміни «темний» і «світлий» відносяться до інфрачервоного діапазону. У такій ситуації метод з [5] дає погані результати або взагалі не застосовний.

По сукупності ознак найбільш близьким для використання є градієнтний спосіб виділення контурів об'єктів на матриці півтонового растрового зображення, приведений в [6]. Він полягає в тому, що для всіх пікселів растрового зображення за заздалегідь вибраним способом обчислюється норма або квадрат норми градієнта зміни їх яскравості. Потім, на підставі отриманих даних, на новій чорно-білій монохромній матриці чорним кольором на білому фоні виділяються всі елементи у яких значення норми або квадрата норми градієнта більше деякого порогового значення. У якості контурів зображення на монохромній матриці приймаються зв'язні конфігурації елементів чорного кольору. При цьому невирішеним завданням залишається вибір процедури підвищення якості автоматизованих алгоритмів виділення контурів об'єктів на растрових зображеннях за рахунок обґрунтованого вибору порогового значення норми градієнта і додаткового відбракування помилково виділених ділянок зображень у якості контурів.

Задачу можна вирішити використанням методу [4], який дозволяє підвищити якість виділення контурів на растрових зображеннях загального застосування та, при відповідній доробці, растрових зображеннях термограм обличчя людини. Метод припускає, що на першому

етапі для всіх пікселів растрового зображення, згідно вибраному способу, обчислюється норма або квадрат норми градієнта зміни їх яскравості. Другий крок: на новій чорно-білій монохромній матриці чорним кольором на білому фоні повинні бути виділені всі елементи, у яких значення норми або квадрата норми градієнта більше порогового значення, а як контури об'єктів на монохромній матриці приймаються зв'язні конфігурації елементів чорного кольору. Далі, для вибраного способу обчислення градієнта визначається коефіцієнт і розраховується порогове значення квадрата норми градієнта, як добуток даного коефіцієнта на суму квадратів середніх величин модулів зміни яскравості сусідніх пікселів по рядках та стовпцях. При цьому враховується, що у них значення перевищують загальні середні рівні ненульових змін по рядках і стовпцях відповідно, а серед зв'язних конфігурацій елементів чорного кольору на монохромній матриці відразу відкидаються конфігурації, у яких число вхідних елементів менше 5–7. Для конфігурацій, що залишилися, обчислюється середня ступінь сусідства, тобто результат від ділення суми по всіх елементах конфігурації сусідніх з ним елементів на суму елементів в конфігурації. При цьому ті конфігурації, у яких середній ступінь сусідства менше 3, відкидаються, а ті, що залишилися, приймаються як шукані контури об'єктів.

Розглянемо прямокутне півтонове растрове зображення розмірами  $n \times m$ , де  $n$  — число рядків,  $m$  — число стовпців. Функція зміни яскравості  $f(i, j)$  пікселів растрового зображення враховує дві основні причини:

- 1) контури об'єктів, які містяться на зображенні;
- 2) зміни освітленості поверхонь самих об'єктів.

Зазвичай, в першому випадку зміна яскравості різка, але вона відбувається на невеликих ділянках зображення. У другому випадку зміни невеликі, але вони захоплюють основну частину матриці зображення. Середні рівні зміни ненульових значень яскравості пікселів зображення по рядках і стовпцях відповідно, рівні:

$$m_{f_{gor}} = \frac{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n-1} |f(i+1, j) - f(i, j)|}{N_{gor}},$$

$$m_{f_{vert}} = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n-1} |f(i, j+1) - f(i, j)|}{N_{vert}},$$

де  $N_{gor}$ ,  $N_{vert}$  — загальні числа ненульових змін яскравості в рядках та стовпцях матриці відповідно.

Для звичайних зображень у величинах  $m_{f_{gor}}$  та  $m_{f_{vert}}$  основний внесок вносять зміни типу 2, тобто освітленості поверхонь самих об'єктів. У зв'язку з цим модулі строкових різниць  $|f(i+1, j) - f(i, j)|$ , що перевищують  $m_{f_{gor}}$ , і модулі різниць в стовпцях  $|f(i, j+1) - f(i, j)|$ , що перевищують  $m_{f_{vert}}$ , відносяться, в основному, до типу 1 і відображають зміну яскравості пікселів на межах між об'єктами, які містяться на зображенні. Середні значення даних величин, тобто  $M_{f_{gor}}$  та  $M_{f_{vert}}$ , характеризують зміну яскравості на межах об'єктів зображення.

Порогове значення при розпізнаванні контурів термограм приймається рівним  $P = k(M_{f_{gor}}^2 + M_{f_{vert}}^2)$ , де  $k$  — постійний коефіцієнт, залежний від способу обчислення градієнта  $G(i, j)$ .

На новій чорно-білій монохромній матриці  $M$  чорним кольором на білому фоні виділяються всі елементи, у яких значення норми або квадрата норми градієнта  $G(i, j)$  більші за  $P$ . Як контури об'єктів на монохромній матриці приймаються зв'язні конфігурації елементів чорного кольору. Потім серед виділених зв'язних конфігурацій віддаляються всі, у яких менше 5–7 елементів, оскільки вони через свою крихітність не можуть бути реальними контурами об'єктів.

Для конфігурацій, що залишилися, обчислюється середній ступінь сусідства, тобто результат від ділення суми по всіх елементах конфігурації сусідніх з ним елементів на суму елементів в конфігурації. При цьому ті конфігурації, у яких середній ступінь сусідства менше 3, відкидаються як погіршеності розпізнавання, а ті, що залишилися — приймаються, як контури об'єктів. Конфігурації, у яких середній ступінь сусідства менше 3, зазвичай є розірваними зв'язними структурами, які виникають при аналізі освітленості поверхонь самих об'єктів і є погіршеннями розпізнавання.

## 5. Висновок

Розглянуті передумови використання біометричних методів ідентифікації та аутентифікації, які засновані на особливостях термограм особи людини [7, 8]. Показаний метод вирішення задачі розпізнавання контуру термограми обличчя людини, який дозволяє підвищити якість функціонування систем захисту інформації та отримати достатньо високі показники FAR та FRR [9, 10].

## Література

1. Болл, Р. М. Руководство по биометрии [Текст] : монография / Р. М. Болл. — М. : Техносфера, 2007. — 368 с.
2. Лысак, А. Б. Идентификация и аутентификация личности [Текст] / А. Б. Лысак // Математические структуры и моделирование. — Омск : ОмГУ. — 2012. — № 26. — С. 124–134.
3. Скопа, О. О. Анализ развития современных направлений информационной безопасности автоматизированных систем [Текст] / О. О. Скопа, Н. Ф. Казакова // Системы обработки информации. — Харьков : Харьковский ун-т Повітряних Сил ім.І.Кожедуба. — 2009. — № 7(79) : Безпека та захист інформації в інформаційних системах. — С. 48–54.
4. Градиентный способ выделения контуров объектов на матрице полутонового растрового изображения [Текст] : пат. 2325044 Росія : МПК H04N1/409 (2006.01), G06K9/46 (2006.01) / Гданський М. І. (RU), Марченко Ю. А. (RU) ; заявник та патентообладач Московський державний університет інженерної екології (RU) ; заявл. 21.02.2007 ; дата опублікування невідома.
5. Павлидис, Т. Алгоритмы машинной графики и обработка изображений [Текст] : монография. — М. : Радио и связь, 1986. — 86 с.
6. Андреев, А. Л. Автоматизированные телевизионные системы наблюдения. Арифметико-логические основы и алгоритмы [Текст] : навч. посібник. — СПб. : СПбГУИТМО, 2005. — 138 с.
7. Danielyan, E. The Lures of Biometrics [Текст] / E. Danielyan // The Internet Protocol Journal. — 2004. — Том 7. — № 1. — С. 15–35.
8. Monrose, F. Keystroke dynamics as a biometric for authentication : [Текст] / F. Monrose, A. Rubin // Future Generation Computer Systems. — 2000. — № 16. — С. 351–359.

9. Chellappa, R. Human and machine recognition of human face images : [Текст] / R. Chellappa, C. L. Wilson, S. Sirohey // Proceeding of the IEEE. — 1995. — № 83. — С. 705–741.
10. Borkar, M. User identification systems leverage smarter biometrics technologies : керівний документ / White paper : Texas Instruments, 2012. — 6 с.

#### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕРМОПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ В СИСТЕМАХ ДОСТУПА

Рассматриваются предпосылки использования биометрических методов идентификации и аутентификации, основанные на особенностях термограмм личности человека. Приводится последовательность работы алгоритма по градиентному методу выделения контуров и решения задачи распознавания

термограммы лица, который может быть использован для повышения качества функционирования систем доступа к информационным ресурсам.

**Ключевые слова:** идентификация, аутентификация, термограмма, доступ, FAR, FRR.

*Фразе-Фразенко Олексій Олексійович, заступник начальника Центру інформаційних технологій, Одеський національний економічний університет, e-mail: fraze@ukr.net.*

*Фразе-Фразенко Алексей Алексеевич, заместитель начальника Центра информационных технологий, Одесский национальный экономический университет.*

*Fraze-Frazenko Alexey, Odessa National Economic University, e-mail: fraze@ukr.net.*

УДК 658.562.3

**Шатохіна Ю. В.,  
Клінцов Л. М.,  
Шкінь О. М.,  
Мазюк Н. С.**

## ЯКІСТЬ ПРОЦЕСУ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ЯК ФУНКЦІЯ СКЛАДУ ВХІДНОГО ПОТОКУ

*В роботі проведено дослідження стабільності показників вхідного потоку стічних вод та впливу її на якість процесу очищення стоків в умовах діючого підприємства ДП «Чернігів-водоканал» з використанням аналітичних та експериментальних методів. Виявлено значну нестабільність процесу, у кореляцію між БСК<sub>5</sub> на вході і виході, та отримано уточнення між значенням показників БСК<sub>5</sub> і БСК<sub>повн</sub>.*

**Ключові слова:** стічні води, якість процесу очищення, біохімічне споживання кисню.

### 1. Вступ

Актуальною проблемою сьогодення є забезпечення якості продукції і процесів її отримання для різних галузей народного господарства, особливо — для збереження водних ресурсів, захисту їх від забруднення. Відомо, що у порівнянні з іншими країнами Європи Україна — одна із найменш забезпечених водними ресурсами країн, а це є вагомим фактором на думку комісії ООН обмеження для соціально-економічного розвитку держави [1, 2]. В Австрії, наприклад [3], визнали найважливішими цілями каналізаційної системи громадське здоров'я і безпеку, охорону довкілля, що дозволило профінансувати понад 20 млрд. євро у розбудову каналізаційної системи.

Захист від забруднення водних ресурсів має для України дуже важливе значення, Україна потерпає від того, що практично 100 % діючих спеціалізованих каналізаційно-очисних споруд (КОС) не забезпечують необхідний рівень очищення за окремими компонентами [4], але три сторони соціального партнерства — споживачі, КОС і держава — ще не досягли необхідної співпраці.

### 2. Аналіз останніх досліджень і публікацій

Так, саме споживачі забезпечують понад 90 % біогенних елементів у стічній воді (СВ) внаслідок використання певних миючих засобів [5], а держава забезпечила існування законів і важливих документів для нормативного

захисту водних ресурсів (наприклад, Закон України «Про охорону навколишнього середовища», Водний кодекс, стандарти серії ISO 14000, значну кількість міжнародних стандартів, гармонізованих в Україні щодо очищення стічних вод [6–9]), але поки що недостатньо впливає на споживачів у питаннях використання ними тих миючих засобів, що містять біогенні елементи, які не очищуються за технологіями діючих КОС, а потрапляють у водойми та знищують їх.

Про недостатнє розуміння проблеми забруднення водних ресурсів свідчать також проведені нами дослідження, які виявили на Чернігівщині високі темпи зростання суб'єктів господарської діяльності, що наднормативно забруднюють довкілля і водні ресурси, а готовність суспільства до розвитку екологічних аспектів корпоративної соціальної відповідальності за розглянутий десятирічний період зменшилась з 88 % до 39 % [10, 11]. Недостатньо враховується і існування зовнішніх для КОС причин, які впливають на якість процесу очищення СВ. Так, порушення існуючих правил (наприклад, залпові скиди токсичних речовин) здатні зруйнувати усю складну систему очищення [12, 13], а зміна складу СВ внаслідок зміни соціально-економічних умов у регіоні потребує своєчасного фінансування для реконструкції КОС чи впровадження нових технологій і обладнання. Цим зовнішнім причинам приділяється недостатня увага, зокрема, нами не виявлено в літературних джерелах даних відносно кінетики зміни показників СВ для стабільно працюючих КОС за тривалий період часу.