

УДК 004.932.2:343.982.34

О.В. ВАХЕТА,
В.М. СТРУКОВ, канд. техн. наук, доц.

Національний університет внутрішніх справ

АНАЛІЗ МЕТОДІВ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕНЬ ВІДБИТКІВ ПАЛЬЦІВ

Виконаний аналіз ідентифікаційних методів автоматизованої обробки зображень відбитків пальців.

Обробка зображень є однією із ключових задач при створенні автоматизованих біометричних систем ідентифікації. Такі системи останнім часом знаходять все більше застосування в діяльності органів внутрішніх справ. Вони можуть використовуватися на об'єктах з обмеженим доступом, у системах голосування, при проведенні електронних платежів, у мобільних телефонах, при перетинанні державних кордонів, розслідуванні злочинів і т.д. До цього класу систем належать автоматизовані дактилоскопічні інформаційні системи (АДІС).

У наукових дослідженнях з дактилоскопії значний внесок зробили: Г.Л. Грановський, який дослідив прикладні питання дактилоскопії, наприклад, оцінки часткових ознак папілярних візерунків, локалізації слідів папілярних ліній і т.д.; Л.Г. Еджубов та С.О. Литинський - з розробки способу і пристрою автоматизованого порівняння папілярних візерунків; Н.Є. Гнідін, В.Є. Корноухов - з покращення деяких методів виявлення, фіксації та обробки слідів рук.

Метою статті є аналіз актуальних питань автоматизованої обробки дактилоскопічних зображень та виявлення проблемних питань, що потребують вирішення. В роботі ми пропонуємо застосувати нові етапи для деяких процедур обробки зображень відбитків пальців, що може поліпшити результати подальшої ідентифікації і, як наслідок, сприяти процесу розслідування злочинів.

Серед факторів, що обумовлюють доцільність і необхідність використання в діяльності органів внутрішніх справ саме АДІС, виділимо наступні:

- на місці злочинів часто залишаються відбитки пальців злочинців, а також осіб, здатних вплинути на хід кримінальної справи;
- відбитки пальців, на відміну від звукових та відеослідів, залишаються на різних об'єктах і можуть вилучатися без використання додаткової апаратури;
- сучасні методи й засоби, що знаходяться на озброєнні органів внутрішніх справ, дозволяють одержати якісну інформацію про відбитки пальців з об'єктів (носіїв слідів);
- папілярні візерунки стійкі до механічних, термічних, хімічних та інших впливів.

Спеціальні дослідження папілярних візерунків, проведені з розривом у часі від 25 до 60 років, і багаторічний досвід реєстрації злочинців за відбитками їхніх пальців свідчать про те, що папілярні візерунки на долонних поверхнях рук людини не тільки не змінюються з віком, але й не піддаються патологічним змінам [1]. Остаточню папілярний візерунок на поверхні пальців формується до 7-го місяця внутрішньоутробного розвитку людини і залишається незмінним протягом усього її життя [2].

Як недолік застосування систем ідентифікації за від-

битками пальців можна відзначити, що відбиток пальця може бути знятий із контактуючого об'єкта і використаний надалі сторонньою особою.

У дактилоскопічних дослідженнях виділяють 9 загальних і 12 окремих ознак папілярних візерунків [3]. До загальних відносяться такі, що характеризують візерунок у цілому або окремі його частини. Такими ознаками є, поперше, ознаки анатомічної побудови рук людини, що визначають форму, розміри й розміщення папілярних візерунків на долонній поверхні рук; по-друге, ознаки морфології шкірного рельєфу на долонях. До окремих ознак у всіх класифікаціях віднесені деталі папілярних ліній та особливості їхньої побудови [1]. Разом із тим, у деяких дактилоскопічних системах зберігається лише короткий ідентифікаційний код, побудований на базі характерних рис відбитка пальця, та за цим кодом не можна відтворити візерунок. Такий принцип зберігання інформації дозволяє істотно зменшити ризик використання відбитка пальця в протиправних діях, а також підвищити швидкість пошуку інформації про відбиток у базі даних, виключивши при цьому тимчасові витрати на повторну обробку зображення відбитка пальця.

У результаті аналізу наукової літератури ми виділили три основних методи порівняння вхідного зображення відбитка пальця з наявним у базі еталоном:

- за характерними крапками папілярного візерунку;
- за зображенням усієї поверхні відбитка пальця;
- за статистичними характеристиками, що отримані з аналізу зображення відбитка пальця.

У першому методі виявляються характерні ділянки, і запам'ятовується їхнє взаємне розташування. У другому - запам'ятовується вся «картина» у цілому, і порівняння виконується шляхом накладення зображень. У третьому - за основу беруться статистичні дані зображення, наприклад, дисперсія точок папілярних ліній, частота їхнього розподілу й т.д. У роботі [4] застосовується спектральний аналіз зображення, однак він не є інваріантним до повороту зображення, тому виникає необхідність використання додаткових процедур обробки виділених ознак. У сучасних системах використовується також комбінація декількох методів, що дозволяє підвищити рівень надійності системи.

Автором роботи [4] запропонована математична модель процесу формування зображень в області дії пошкоджень, що дозволяє поліпшити деякі процедури попередньої обробки, а також проводити експерименти зі штучними пошкодженнями зображень. Однак, слід зазначити, що перелік наведених у роботі пошкоджень, не є вичерпним і не враховує можливих біологічних та інших змін в організмі людини, що спричиняють зміни папілярних

візерунків пальців. Слід також зазначити, що досліджень щодо фізіологічних змін папілярних ліній або візерунків у цілому практично не проводилося, отже, можна зробити висновок, що немає певного механізму порівняння або відновлення пошкоджених папілярних візерунків, наприклад, у результаті опіку.

На практиці при проведенні експертизи експерт-криміналіст робить висновок про ідентичність досліджуваних відбитків пальців при збігу 6-ти й більше ознак (відповідно до математичної моделі, висунутої Л.Г. Еджубовим і Б.С. Брудковським [5]), спираючись на якісні характеристики виділених ознак. Однак, варто звернути увагу на те, що на відбитку пальця ознак набагато більше, ніж 6 (рис.1). Наприклад, фрагмент реального відбитку можна охарактеризувати в такий спосіб: 39 закінчень, 9 вилок, 2 гачки, 5 обривків, 14 перерв, 1 місток.



Рисунок 1 - Виділені окремі ознаки відбитка пальця

Отже, при дослідженні відбитків пальців доцільно ввести рівень достатності порівняння двох відбитків, щоб знизити навантаження на експерта й скоротити ресурсомісткість використовуваної АДІС. У тих випадках, коли виділені ознаки для формування висновків про ідентичність відбитків пальців недостатньо, проводять більш детальне дослідження відбитків пальців - пороскопію й еджеоскопію (edge - край). Уперше дослідження нерівностей на бічних краях ліній провів Г.Л. Грановський, пізніше Чаттерджи [5].

Недоліком пороскопії слід зазначити, що розмір і форма пор папілярних ліній може змінюватися залежно від температурних умов навколишнього середовища, що може істотно вплинути на вибір методів дослідження й на результати експертизи в цілому.

Розглянемо практичну сторону проведення дактилоскопічних експертиз і виділимо деякі проблеми її проведення.

У сучасних автоматизованих дактилоскопічних інформаційних системах, наприклад, «Дакто-2000», експерт у процесі введення сліду в базу даних вручну виділяє кістяк папілярних ліній, вказує значимі ознаки, встановлює тип візерунка [6]. Цей процес є дуже трудомістким і не виключає помилок, оскільки якість вихідної інформації залежить від суб'єктивних якостей експерта.

У результаті реалізації запиту на пошук введеного сліду в бази даних експертів необхідно в результатуючій вибірці провести візуальний контроль знайденої інформації, тобто, проаналізувати й зрівняти зображення вхідного сліду й деякі зображення знайдених слідів, перелік яких АДІС «Дакто-2000» представляє з ваговими коефіцієнтами, що характеризують ступінь збігу слідів. Автоматичний режим введення сліду в АДІС так само вимагає постійного візуального контролю з боку експерта на кожному етапі обробки, і найчастіше експертів доводиться багато результатів процедур автоматичного режиму істо-

тно корегувати. Саме тому експерт практично постійно використовує ручний режим введення сліду.

Розглянемо основні проблеми автоматизованої обробки зображень відбитків пальців в АДІС, рішення яких істотно підвищить продуктивність експертів, якісну сторону виробництва судових справ і роботу системи у цілому.

Однією із ключових задач в обробці зображень відбитків пальців є попередня обробка отриманого зображення. Виділимо ключові етапи цього методу і вкажемо на їхні існуючі недоліки:

- визначення фонових сигналів зображення. Відбиток вилучається з різних поверхонь і, як наслідок цього, фоновий сигнал зображення може домінувати над зображенням папілярних ліній;

- виділення й видалення плям на зображенні відбитка, отриманих при неякісному дактилоскопіюванні. На рис.2 наведений фрагмент відбитка пальця, що містить неякісну ділянку папілярного візерунка;

- усунення помилкових з'єднань папілярних ліній (рис.3), утворених у процесі дактилоскопіювання, наприклад, при використанні занадто великої кількості фарби. Інакше ці з'єднання будуть розглядатися як інформативні окремі ознаки папілярного візерунка;

- усунення помилкових обривів ліній (рис.4), отриманих при дактилоскопіюванні, наприклад, при використанні недостатньої кількості фарби, або при слабкому натискуванні на палець.

Ігнорування або неякісне рішення зазначених питань може привести до помилкових результатів проведення дактилоскопічної експертизи і, як наслідок, викликати неправильне рішення в ході розслідування злочину.

Розглянемо деякі технічні проблеми вилучення відбитків пальців, що істотно впливають на результати наступних етапів їх обробки.

Відбитки пальців можна отримати двома способами:

- традиційним – фарбовим методом;

- безфарбовим – за допомогою спеціалізованого дактосканера.

При одержанні відбитків пальців фарбовим способом важливо виключити або, принаймні, максимально зменшити зсув або поворот пальця, зміну тиску, зміну якості поверхні шкіри й т.д. З електронних безфарбових дактосканерів одержати зображення відбитка пальця з достатньою для обробки якістю істотно простіше. Якість одержуваного зі сканера зображення папілярного візерунка пальця є одним із основних критеріїв, від якого залежить вибір потрібного алгоритму формування згортки відбитка пальця, й в остаточному підсумку - ідентифікації людини.

У результаті проведеного аналізу відзначимо:

- 1) із всіх методів ідентифікації дактилоскопічний метод є одним із надійніших та найзручніших при використанні в діяльності ОВС;

- 2) сьогодні відсутня адекватна математична модель відбитка пальця, що ускладнює розробку нових і вдосконалення існуючих методів й алгоритмів автоматизованої обробки та ідентифікації зображень відбитків пальців, що обумовлено недостатньо вивченим механізмом формування папілярного візерунку пальця, відсутністю вичерпного переліку можливих перетворень у існуючих моделях пошкоджень відбитків пальців;

- 3) незважаючи на множинні дактилоскопічні дослідження й широке поширення АДІС у різних сферах і, особливо у діяльності ОВС, не існує доказу факту абсолютної індивідуальності відбитка пальця;



Рисунок 2 - Фрагмент відбитку, отриманий при дактилоскопіюванні фарбовим методом

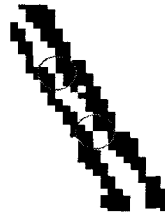


Рисунок 3 - Штучно сформовані з'єднуючі лінії

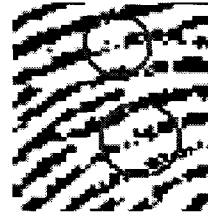


Рисунок 4 - Штучно сформовані обриви ліній

4) залишаються актуальними завдання підвищення ступеня автоматизації процесу обробки зображень відбитків пальців і виділення значимих ознак, а так само – й вдосконалення методів пошуку інформації в базі даних відбитків пальців;

5) деякі методи автоматизованої обробки зображень відбитків пальців потребують вдосконалення, що буде позитивно сприяти процесу ідентифікації відбитків;

6) якість відбитків пальців, вилучених у оперативній обстановці фарбовим методом, часто виявляється незадовільною, що не сприяє розслідуванню злочинів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Белкин Р.С. Криминалистика: проблемы, тенденции, перспективы. От теории - к практике. -М.: Юрид. лит., 1988. -304 с.
2. Задорожный В. Идентификация по отпечаткам пальцев // PC Magazine /Russian Edition. -2004. -№ 2. -С.19-24.

3. Криминалистика: Підручник /За ред. В.Ю. Шепітька. -К.: Вид. дім «Ін Юре», 2001. -684 с.

4. Остап В.П. Методи опису та розпізнавання дактилоскопічних зображень для створення інформаційно-вимірвальних систем: Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.11.16 /НАН України. Фіз.-мех. ін-т ім. Г.В. Карпенка. - Львів, 2004. -20 с.

5. Хазиев Ш.Н., С.С. Самищенко Сто лет российской дактилоскопии: имена и публикации // Уголовный процесс и криминалистика на рубеже веков: Сб. науч. трудов. -М.: Академия управления МВД России, 2000. -С.235-242.

6. АДИС «ДАКТО 2000». Руководство пользователя: Версия 4.0.2. -Минск: НПООО «ТОДЕС», 2000. -160 с.

7. Ярославский Л.П. Введение в цифровую обработку изображений. -М.: Сов. радио, 1979. -312 с.

8. Глезер В. Д. Механизмы опознания зрительных образов. -М.: Наука, 1996. -204 с.

Надійшла до редколегії 28.04.2005

ВАХЕТА О.В., СТРУКОВ В.М. АНАЛИЗ МЕТОДОВ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ОТПЕЧАТКОВ ПАЛЬЦЕВ

Выполнен анализ идентификационных методов автоматизированной обработки изображений отпечатков пальцев.

VAHETA O.V., STRUKOV V.M. ANALYS METHODS OF THE AUTOMATED PROCESSING OF IMAGES FINGERS PRINTS

The analysis of identification methods of the automated processing of images of prints of fingers is executed.

УДК 621.376+621.391.82

В.В. ВОРОНИН*,

В.В. КРИВОДЕРЕВ**, канд. психол. наук, доц.

*Харьковский национальный университет радиоэлектроники им. академика М.К. Янгеля**
*Национальный университет внутренних дел***

МЕТОДЫ МОДУЛЯЦИИ И ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТЬ В ЦИФРОВЫХ РАДИОКАНАЛАХ

Сопоставлены различные методы фазовой и частотной модуляции по критериям помехоустойчивости и спектральной эффективности.

В настоящее время в специальной технике достаточно широко применяется цифровая передача информации по радиоканалу (данные, аналоговые сообщения в цифровой форме, команды и др.). Это объясняется высокой помехо-

устойчивостью цифровой передачи, возможностью маскировки (защиты) информации и т.д. Одним из важных вопросов при реализации таких каналов является выбор методов модуляции. В данной работе обосновывается