

СУЧАСНІ МЕТОДИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ОСОБИСТОСТІ ПО ЗОБРАЖЕННЮ ОБЛИЧЧЯ

У статті проведено аналіз сучасних методів ідентифікації особистості по зображенню обличчя. Розглянуто специфіку методів та приклади їх застосування. Запропоновано ряд підходів до їх використання при розробці відповідних систем.

In the article held the analysis of modern methods of identification personality by the face image. Considered specificity methods and examples of their application. Proposed a number of approaches to their use in developing appropriate systems.

Ідентифікація особистості – це встановлення тотожності особистості людини за сукупністю ознак шляхом їх порівняльного дослідження. У залежності від об'єкта ідентифікації та його особливостей застосовують різноманітні методи дослідження, серед яких чільне місце посідають біометричні методи ідентифікації.

Біометрична ідентифікація є засобом підтвердження особи шляхом розпізнавання і зіставлення біометричних даних (кольору очей, малюнка сітківки ока, відбитків пальців, геометрії руки, рис обличчя тощо), що зафіксовані носіями цих даних, з особистими даними особи.

В даний час існує багато методів біометричної ідентифікації, які можна розділити на дві великі групи: статичні та динамічні. Статичні методи ґрунтуються на фізіологічній (статичній) характеристиці людини, тобто унікальних властивостях, даних їй від народження і невід'ємних від неї. Динамічні ґрунтуються на аналізі поведінкової (динамічної) характеристики людини, тобто враховують особливості, характерні для підсвідомих рухів у процесі відтворення якої-небудь дії [1]. Відомо багато методів статичної та динамічної ідентифікації, найвідоміші з них нижче розглянуті більш детально.

Ідентифікація особистості за відбитком пальця є найпоширенішим методом біометричної ідентифікації, в основі якого лежить унікальність для кожної людини малюнка папілярних візерунків на пальцях. Зображення відбитка пальця, отримане за допомогою спеціального сканера, перетворюється в цифровий код (згортку) і порівнюється з раніше введеним шаблоном (еталоном) або набором шаблонів (у випадку ідентифікації). До недоліків даного методу слід віднести легкість пошкодження папілярного малюнку пальця, а також можливість підробки малюнку.

Метод ідентифікації особистості за формою долоні побудований на розпізнаванні геометрії кисті руки. З допомогою спеціального пристрою, що дозволяє отримувати тривимірний образ кисті руки, проводяться вимірювання, необхідні для унікальної цифрової згортки, що ідентифікує людину.

При використанні методу ідентифікації по венозному малюнку руки за допомогою інфрачервоної камери відбувається зчитування зображення із зовнішньої або внутрішньої сторони руки. Таким чином формується карта вен руки, інформація про яку надалі використовується для ідентифікації. Даний метод можна порівняти за надійністю з методом ідентифікації за райдужною оболонкою ока.

Методи ідентифікації за сітківкою і райдужною оболонкою ока ґрунтуються на унікальності кровоносних судин очного дна (для сітківки ока) і унікальності малюнка райдужної оболонки ока (для райдужної оболонки). Описані методи є найбільш надійними на даний момент. До недоліків можна віднести високу вартість впровадження.

В основі цього методу ідентифікації особистості за термограмою особи лежить унікальність розподілу на обличчі артерій, що насичують кров'ю шкіру і виділяють тепло. Для отримання зображення використовуються спеціальні камери інфрачервоного діапазону [2].

Для ідентифікації особистості за формою обличчя будується двох- або трьохмірний образ обличчя людини. За допомогою камери і спеціалізованого програмного забезпечення на зображенні виділяються контури очей, брів, носа, губ і т. д. обчислюються відстані між ними. За цими даними будується образ, що перетворюється в цифрову форму для порівняння. Як перевагу даного методу можна виділити ідентифікацію на відстані: об'єкту ідентифікації не обов'язково перебувати у безпосередній близькості до датчиків, а також контактувати з ними.

Існують ще такі способи ідентифікації особистості, як ідентифікація за ДНК, піднігтьовим шаром шкіри, формою вуха, по голосу, рукописному почерку, клавіатурному почерку, тощо [3].

Розробкою та дослідженням методів ідентифікації особистості на протязі багатьох років займався чимало вітчизняних та іноземних вчених, таких як: С.Г. Антошук, В.М. Крилов, В.П. Машталір, К.В. Муригін, К.М. Нюнькін, С.П. Пуятін, Б.П. Русин, Л.І. Тимченко, М.І. Шлезінгер, Т. Веттер, В.П. Вежневцев, П. Віола, К. Гарсія, М. Джонс, Т. Кенейд, П.П. Кудряшов, Т. Поджіо, Р.Х. Садигов, В.В. Старовойтов, Г. Роулі, М. Янг та ін. [2]. Але й досьогодні питання ідентифікації людини за зовнішніми ознаками залишається не до кінця розкритим, що й зумовлює актуальність даної теми.

У сучасній криміналістиці є актуальною задача ідентифікації особистості за зовнішністю людини – фотопортретом або словесним описом, складеним свідком. В умовах підвищеної небезпеки терористичних актів створюються комп'ютерні системи глобального спостереження, в яких головна роль відводиться задачі

ідентифікації особистості. Так, останнім часом значного поширення в діяльності правоохоронних органів набули інформаційно-пошукові системи біометричної ідентифікації особистості по зображенню обличчя за оперативними даними від камер, розміщених у громадських місцях, за словесним описом, або портретом, складеним за допомогою фоторобота. Сучасні системи криміналістичного обліку, наприклад, такі як автоматизована дактилоскопічна інформаційна система АДІС "Папілон" та Система інформаційного забезпечення ОВС України, які містять у своєму складі модулі, що забезпечують внесення інформації про зовнішність людини як у формі словесного портрета, так і фотографії. Однак можливість автоматизованого пошуку за фотопортретом у цих системах не реалізована, а створення словесного портрета на практиці викликає певні складнощі [6].

Підсумовуючи, можна відзначити, що розвиток та впровадження у застосування методів ідентифікації особистості по зображенню обличчя є актуальним завданням сучасних інформаційних технологій.

Відповідно, метою статті є дослідження сучасних методів ідентифікації особистості людини по зображенню обличчя, аналіз їхніх переваг та недоліків.

Сьогодні існує велика кількість застосувань, в яких використовуються методи розпізнавання обличчя, таких як: ідентифікація особи, контроль посвідчень особи, застосування інтерфейсу „людина-комп'ютер", тощо. Головними труднощами при розпізнаванні обличчя є значна кількість змін при представленні обличчя, а саме: різне освітлення, вираз обличчя, поворот голови, вікові зміни і т.д.. Тому проблема автоматизованої ідентифікації особистості людини по зображенню обличчя повністю не вирішена до сьогодні.

Основним завданням системи комп'ютерного розпізнавання обличчя є автоматичне віднесення досліджуваного об'єкта (зображення обличчя), заданого сукупністю спостережень, до одного із взаємовиключних класів (людей), або формування висновку про те, що об'єкт не відноситься до жодного із відомих класів. Такі системи, як правило, складаються із двох основних частин: виявлення і, власне, розпізнавання обличчя. Ціллю процедури виявлення є знаходження координат усіх обличчя, присутніх на зображенні та максимальне відкидання фонових ділянок для зменшення об'єму оброблюваної інформації для процедури ідентифікації.

Процес ідентифікації особи полягає у поданні зображення обличчя невідомої особи на вхід системи розпізнавання, в якій воно порівнюється із зображеннями обличчя відомих осіб, що знаходяться в базі даних. Процес ідентифікації можна розділити на три основні частини [4]:

- реєстрація та нормалізація зображення обличчя;
- виокремлення ознак;
- класифікація.

Для швидкого і коректного процесу ідентифікації особи слід подати якомога краще зображення обличчя на вхід системи розпізнавання. Існує багато методів одержання зображення при розпізнаванні обличчя, при цьому до основних відносять наступні методи:

- Плоске зображення в інфрачервоному світлі.
- Плоске зображення у видимому світлі.
- Об'ємне зображення.

В основі використання методу отримання плоского зображення в інфрачервоному світлі лежить спосіб аутентифікації особистості, що базується на унікальності розподілу артерій на обличчі, що постачають кров'ю шкіру та виділяють тепло.

Методи, що використовують плоскі зображення обличчя у видимому світлі, базуються на аналізі контурних ознак обличчя та поділі їх на властивості й категорії. Лінійний дискримінантний аналіз дозволяє вибирати проекцію простору зображень на простір ознак таким чином, щоб мінімізувати внутрішньокласову й максимізувати міжкласову відстань у просторі ознак [5].

Одним із найпростіших методів розпізнавання обличчя є метод масок. Попередньо центроване зображення обличчя порівнюється шляхом накладання з масками, трафаретами, існуючими в базі даних пошукової системи. Центрування, тобто перенесення зображення з метою його співставлення з маскою, здійснюється за допомогою фіксації контурів обличчя. Перевагою даного методу ідентифікації є простота його реалізації і швидкість роботи, недоліком – відносно мала точність.

При використанні методів порівняння гнучких контурів моделі обличчя, розпізнавання проводиться шляхом порівняння контурів обличчя. Контури звичайно витягають для ліній голови, вух, губ, носа, брів і очей [6].

При методі порівняння еластичних графів особа представляється у вигляді графа, вершини якого розташовані на ключових точках обличчя, таких як контури голови, губ, носа і їхні крайні точки. Основною перевагою є низька чутливість до рівня освітленості обличчя та до поворотів обличчя, але на жаль сам по собі він має нижчі показники за достовірністю розпізнавання [7], ніж методи, засновані на нейромережах.

Суть методу аналізу геометричних характеристик обличчя полягає у виділенні набору ключових точок (або областей) обличчя й наступному виділенні набору ознак. Кожна ознака є або відстанню між ключовими точками, або відношенням таких відстаней.

Метод порівняння еталонів полягає у виділенні областей обличчя на зображенні й наступному порівнянні цих областей для двох різних зображень.

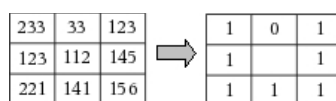
Метод оптичного потоку базується на використанні двох або більше послідовних кадрів зображення, що дозволяє розрахувати двовимірне векторне поле, назване оптичним потоком, який відображає актуальний або найбільш імовірний зсув точок зображення від кадру до кадру [2].

Метод масок є методом розпізнавання, стійким до спотворень зображення обличчя, викликаних емоційними та мімічними проявами. Для його застосування створюється база «масок» – накладених одне на одне бінаризованих зображень, що фіксують прояви всіх можливих емоцій певною людиною. В результаті для кожної людини утворюється «маска», що покриває риси обличчя її при будь-якому емоційному прояві. Відповідно, порівнюючи тестове зображення з «масками», знаходиться «маска», що покриває риси обличчя на тестовому зразку, що й ідентифікує відповідну особу. Попри стійкості до різноманітних спотворень, даний метод надто розширює межі кожного класу образів, що при великих обсягах бази даних призводить до завищеної кількості співпадань.

Алгоритми розпізнавання особистості по вушній раковині засновані на тому, що вушна раковина остаточно формується до народження, а в процесі життя продовжує рости, зберігаючи свою форму. При цьому, форма вушної раковини у кожної людини індивідуальна. Для роботи алгоритму використовується метод SIFT, який застосовується для зіставлення зображень і зводиться до знаходження особливих точок. Детектування особливих точок відбувається через побудову піраміди гауссіанів (Gaussian) і різниць гауссіанів (Difference of Gaussian, DoG). Недоліки даного методу проявляються при поганій освітленості вушної раковини на тестовому зображенні [1].

Одним із найбільш застосовуваних методів ідентифікації особи за фотозображенням є *метод локальних бінарних шаблонів* (LBP). LBP має непараметричне ядро, яке обробляє просторову структуру зображень. Крім того, воно інваріантне до монотонних сіро-масштабних перетворень, а отже, реалізація LBP менш чутлива до змін освітленості. Це цікава властивість в розпізнаванні осіб, оскільки одна з основних проблем в системах розпізнавання осіб є робота зі зміною освітленості.

LBP представляє собою опис околиці пікселя зображення в двійковій формі. Оператор (LBP), який застосовується до пікселя зображення, використовує вісім пікселів околиці, приймаючи центральний піксель за поріг. Пікселі, які мають значення більше, ніж центральний піксель (або рівну йому), приймають значення "1", а ті, які менше центрального, приймають значення "0" [2]. Таким чином, отримується восьмирозрядний бінарний код, який описує околицю пікселя (Рис. 1).



Binary Pattern - 10111111

Рис. 1. Опис роботи LBP

У десятковій формі результуюче вісімкове слово (LBP код) може бути представлена в наступному вигляді:

$$LBP(x_c, y_c) = \sum_{n=0}^7 s(i_n - i_c) 2^n,$$

де i_c – відповідає центральному пікселю;

i_n – відноситься до восьми оточуючих пікселів.

Функція $s(x)$ описується як

$$s(x) = \begin{cases} 1 & \text{if } x \geq 0 \\ 0 & \text{if } x < 0. \end{cases}$$

LBP можна інтерпретувати як індекс структури ядра. За визначенням, оператор LBP не залежить від будь-якого монотонного сіро-масштабного перетворення, що зберігає пікселі в порядку інтенсивності у околі (Рис. 2). Завдяки своїй текстурі LBP є нескладним у реалізації, і тому є популярним в розпізнаванні образів.

Метод прихованої марківської моделі. Прихована марківська модель – статистична модель, що імітує роботу процесу, схожого на марківський процес з невідомими параметрами. На основі моделі ставиться задача знаходження невідомих параметрів на основі параметрів, за якими ведеться спостереження. Отримані параметри можуть бути використані в подальшому аналізі для розпізнавання облич. З точки зору розпізнавання, зображення – це двовірний дискретний сигнал. Важливу роль в побудові моделі зображення грає вектор спостереження, тобто обхід зображення. Для того, щоб уникнути розбіжностей в описах, зазвичай використовують прямокутне вікно для розпізнавання. Щоб не втрачати області даних, прямокутні вікна мають перекривати одне інше. Значення для перекривання, як і області розпізнавання, підбираються експериментально. Після зняття блоку виконують його перетворення в цифровий блок за одним із двох методів (методом Карунена-Лоева (KLT) або методом дискретно-косинусного перетворення (DCT)).



Рис. 2. Вихідне зображення (ліворуч) обробляється оператором LBP (праворуч)

Основна проблема методів на основі моделі Маркова – це робота, власне, з моделями, тобто саме алгоритм визначає, яка з моделей краще підходить для характеристики цього зображення. Фактично, цей алгоритм зручно використовувати на перших етапах розпізнавання [6].

Окрім вище перерахованих методів, широкого використання набувають комбіновані методи розпізнавання обличчя із використанням різноманітних нейромереж. Особливості їхньої роботи полягають у поєднанні методів розпізнавання об'єктів із нейронними мережами [7], що забезпечує високі показники за достовірністю розпізнавання та високу ефективність роботи таких систем.

Перспективними є також методи, що використовують тривимірну модель людського обличчя. Наприклад, Blantz [8] запропонували метод, заснований на тривимірній моделі обличчя з використанням морфінга, що кодує форму й структуру в параметри моделі, і алгоритм, що повертає ці параметри від єдиного зображення обличчя.

Ключова перевага цього підходу – здатність порівнювати поверхні, незалежні від природних деформацій, що є результатом мімічних змін обличчя. Спочатку одержують рангове зображення й структуру обличчя, потім рангове зображення проходить передобробку: відділяються певні частини, наприклад, волосся, які можуть ускладнити процес розпізнавання. На останньому кроці обчислюється канонічна форма лицьової поверхні, по якій і здійснюється розпізнавання.

Інформаційні технології виявлення обличчя впроваджуються з використанням різних за характеристиками апаратних засобів: від персональних комп'ютерів до портативних пристроїв. Тому основними вимогами до процедури виявлення обличчя є достовірність і швидкодія в умовах обмежених обчислювальних ресурсів. За критерієм достовірності більш ефективними є методи на основі моделювання зображення обличчя, які застосовують монолітні класифікатори: нейронні мережі, апарат опорних векторів та ін., але більшу швидкодію демонструють методи виявлення обличчя, які використовують каскадні класифікатори. Перспективним є удосконалення існуючих та створення нових комбінованих методів ідентифікації особистості по зображенню обличчя, які б забезпечували оптимальне поєднання швидкості й точності пошуків, забезпечуючи максимальну ефективність.

На сьогоднішній день розроблено ряд комерційних продуктів, призначених для розпізнавання обличчя. Алгоритми, що використовуються в цих продуктах, різні і поки складно дати оцінку, яка з технологій найбільш перспективна. Лідерами на ринку на сьогодні виступають наступні компанії: «Visionic», «Viisage» і «Miros» [6].

Компанія «Visionic» представляє систему "Faceit", розпізнавання обличчя в якій здійснюється по алгоритмах аналізу локальних ознак (головні з них – координати центрів очей). Дана система застосовується для ідентифікації злочинців по відеоданим, одержуваним з 144 камер із центра Лондона, об'єднаних у єдину мережу. Коли встановлюється ідентичність, система повідомляє про це офіцера безпеки. Можливо, звичайно, й інше застосування.

Компанія «Viisage» є розробником системи "Photobook", що використовує методи, засновані на «власних обличчях» і реконструкції обличчя на їхній основі. Система орієнтована на пошук обличчя у більших базах даних, для упорядкування бази даних і для ідентифікації людини на основі образу обличчя, отриманого з камери, або фотографії з документа. Комерційні компанії і державні структури в багатьох американських штатах і в ряді інших країн використовують систему компанії «Viisage» при роботі з ідентифікаційними посвідченнями, наприклад, правами водія.

Компанія «Miros» є розробником системи "TrueFace", розпізнавання в якій базується на використанні нейронних мереж, які використовують для своєї роботи незмінні частини людського обличчя. Система застосовується в комплексі видачі готівкових грошей корпорації «Mr.Payroll» і встановлена в казино та інших розважальних закладах багатьох штатів США.

Отже, у статті було проаналізовано існуючі методи ідентифікації особистості по зображенню обличчя, досліджено їхні переваги і недоліки. Оскільки кожен із методів має як свої переваги, так і недоліки, то при монопольному використанні існуючих методів доцільно співставляти їх переваги і недоліки з особливостями й вимогами цільової області їх застосування. В перспективі, доцільно комбінувати різноманітні методи ідентифікації особистості по зображенню обличчя для отримання якнайкращих результатів.

Література

1. Руководство по биометрии / [Р. М. Болл и др.] ; [пер. с англ. Н. Е. Агапова]. – М.: Техносфера, 2007. – 367с.
2. В. Моржаков, А. Мальцев. Современные биометрические методы идентификации [Электронный ресурс] – Режим доступу: <http://www.polyset.ru/article/st327.php>.

3. Варіанти реалізації динамічних методів біометричної ідентифікації в інформаційних системах захисту // Матеріали Першої міжнародної науково-технічної конференції «Обчислювальний інтелект (ОІ-2011)». – Черкаси: Маклаут, 2011. – С.325.
4. Biometrics Market and Industry Report 2009-2014 / International Biometric Group [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.biometricgroup.com/reports/public/market_report.html.
5. Григорьев А.В., Каргин А.А. Нечеткий метод к идентификации человека по фотопортрету // Радиоелектроніка, інформатика, управління № 2 (12) – 2004, Запоріжжя: ЗНТУ, 2004. – С.131-135.
6. Розпізнавання облич: від теорії до практики [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://referats.allbest.ru/programming/8700070184.html>
7. Класифікація відомих нейромереж по основних категоріях застосування [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.victoria.lviv.ua/html/oio/html/theme7.htm>
8. Люгер Д.Ф. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем: Пер. с англ. М.: Вильямс, 2003. - 864с.