



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **93998** (13) **U**  
(51) МПК (2014.01)  
**G06K 9/00**  
**G06K 9/68** (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: <b>u 2014 04716</b>	(72) Винахідник(и): <b>Гордєєв Борис Миколайович (UA), Кутковецький Валентин Якович (UA), Турти Марина Валентинівна (UA)</b>
(22) Дата подання заявки: <b>05.05.2014</b>	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>27.10.2014</b>	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>27.10.2014, Бюл.№ 20</b>	(73) Власник(и): <b>ЧОРНОМОРСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ПЕТРА МОГИЛИ, вул. 68 Десанників, 10, м. Миколаїв, 54003 (UA)</b>

## (54) СПОСІБ ПОРІВНЯННЯ ПАПІЛЯРНИХ ВІЗЕРУНКІВ ПАЛЬЦІВ

### (57) Реферат:

Спосіб порівняння папілярних візерунків пальців полягає в тому, що орієнтовану центральну частку відбитка пальця представляють у вигляді вхідної матриці чисел, які відображають інтенсивність сигналу. На вхідній матриці встановлюють ділянку пошуку, визначають розмір вікна, за допомогою якого переглядають по частках вхідну матрицю чисел, установлюють початкове положення, напрямок та крок переміщення вікна, на основі локальної системи координат для кожного вікна розраховують значення коефіцієнта нахилу папілярних ліній. При переміщенні по рядку для сусідніх вікон у місці зміни знака розрахованих коефіцієнтів нахилу визначають величину різниці розрахованих коефіцієнтів нахилу між сусідніми вікнами. Положення центра глобальної системи координат знаходять у відповідному рядку між сусідніми вікнами з максимальним значенням вказаної різниці. Виділяють упорядковану за нумерацією фіксовану кількість прямокутних ділянок візерунків пальців. У кожній ділянці візерунків пальців визначають координати мінуцій у вигляді кінця та/або розгалуження папілярних ліній і координати центрів тяжіння мінуцій. Визначають відстані між центрами тяжіння мінуцій за глобальною системою координат, а відстані сумісно з координатами центрів тяжіння мінуцій використовують для ідентифікації відбитка пальця.

UA 93998 U



Корисна модель належить до сфери методів ідентифікації особи за відбитками папілярних візерунків пальців за допомогою автоматизованих дактилоскопічних інформаційних систем. Його може бути використано для ідентифікації особи для запобігання несанкціонованому доступу до інформації в комп'ютерних системах, доступу до території, приміщення чи будинку.

5 У загальному випадку ідентифікація відбитків пальців виконується:

- кодуванням глобальних ознак [візерунків типу «петля» (ліва, права, центральна, подвійна); візерунків типу «дельта» або «дуга» (проста і гостра); візерунків типу «спіраль» (центральна і змішана)];

10 - кодуванням виділених ділянок із загальними чи усередненими характеристиками (з урахуванням вектора спрямування папілярних ліній, центра тяжіння площі з однаковими елементами, ступеня увігнутості, товщини ліній та відстані між ними тощо);

15 - кодуванням локальних ознак - мінуцій, які визначають унікальні для кожного відбитка пальця координати точок зміни структури чи орієнтації папілярних ліній (початок/кінець; злиття/розгалуження; крапка; гачок; місток; вічко; фрагмент; злами та вигини; опуклості та увігнутості папілярних ліній). Найбільш розповсюджені типи мінуцій - початок/кінець та злиття/розгалуження папілярних ліній. В одному відбитку спостерігається 50-100 мінуцій. Ці ознаки відрізняються високою точністю кодування. У відбитках пальців різних людей можуть траплятися ідентичні глобальні ознаки, але при цьому дуже мала ймовірність наявності в цих же відбитках однакових координат розміщення однакових мінуцій.

20 Зазвичай глобальні ознаки використовуються для віднесення досліджуваного візерунка пальця до визначеного типу з метою подальшої ідентифікації на основі інших ознак. Урахування навіть частки розглянутих ознак відбитка пальців ускладнює аналіз, збільшує вартість обладнання та час отримання результату ідентифікації. Складність автоматичної ідентифікації особи збільшується тим, що в реальності на відбитках папілярних візерунків завжди наявні різного роду інформаційні шуми у вигляді шрамів, забруднення, деформації внаслідок надмірного тиску на шкіру тощо.

Відомий спосіб класифікації відбитків пальців, який полягає в тому, що орієнтовану центральну частину відбитка пальця представляють у вигляді вхідної матриці чисел, які відображають інтенсивність сигналу, зі стовпцем d-d, розташованим між лівою та правою межами візерунка відбитка пальця, установлюють розмір вікна, за допомогою якого переглядають вхідну матрицю чисел, установлюють початкове положення вікна, напрямом і крок переміщення вікна, на вхідній матриці чисел встановлюють ділянку пошуку, визначають можливість наявності в розглянутому вікні дельтаподібного елемента папілярного візерунка, за наявності дельтаподібного елемента на лівому й правому боці відбитка пальця класифікують папілярний візерунок на відбитку як завиток, на правій стороні відбитка - ліва петля, на лівій стороні відбитка - права петля, за відсутності дельтаподібного елемента на обох сторонах відбитка пальця - дуга [1].

Недоліком даного способу є складність розрахунків, використання великого об'єму пам'яті, великі витрати часу ідентифікації папілярного візерунка.

40 Відомий спосіб класифікації відбитка пальця, який полягає в тому, що орієнтований відбиток пальця представляють у вигляді вхідної матриці чисел, які відображають інтенсивність сигналу, визначають положення центра глобальної системи координат, на вхідній матриці чисел установлюють ділянку пошуку, визначають розмір вікна, за допомогою якого переглядають по частках вхідну матрицю чисел, установлюють початкове положення, напрямом та крок переміщення вікна, для кожного вікна визначають особливості мінуцій, який відрізняється тим, що після визначення координат мінуцій на основі папілярного візерунка розраховують центр їх мас. Для визначення аргументів функції біометричного коду виділяють серцевини папілярного візерунка, для чого для кожної мінуції розраховують її відстань від центра мас, а в ролі серцевин приймають мінуції з найменшими значеннями їх відстаней від центра мас. Від кожної серцевини будують дерева до інших мінуцій, розраховують довжини ребер кожного дерева та ранжують їх. Розраховують аргументи кучності мінуцій, на основі яких формують біометричний код папілярного візерунка [2].

Недоліками даного способу є складність аналізу, використання великого об'єму пам'яті, великі витрати часу на отримання результату.

55 Найбільш близьким аналогом до заявленого способу кодування папілярних візерунків є спосіб класифікації відбитків пальців, який полягає в тому, що орієнтовану центральну частину відбитка пальця в розмірі  $256 \times 240$  пікселів представляють у вигляді вхідної матриці чисел, які відображають інтенсивність сигналу, установлюють розмір вікна ( $2 \times 3$ ;  $6 \times 8$ ;  $8 \times 8$  пікселів), за допомогою якого переглядають по частинах вхідну матрицю чисел, установлюють початкове положення вікна, напрямом і крок переміщення вікна, аналізують вхідну матрицю чисел у вікні,

переміщують вікно в обраному напрямку з певним кроком і в цьому вікні на кожному кроці зображення в кожному вікні кодують папілярні лінії одним із 8-ми напрямів, який визначається за елементами в цьому вікні при порівнянні їх з елементами одного з 8 еталонних вікон. Отриману матрицю напрямків із  $32 \times 30$  елементів (за умови, якщо вікно -  $8 \times 8$  пікселів) піддають подальшій обробці вікнами різних розмірів для виділення «головок» з метою виявлення різновидів дуги, петлі, завитка, випадкового візерунка [3].

Причини, які перешкоджають одержанню очікуваного технічного результату в прототипі (здешевлення обладнання, його обслуговування та зменшення часу ідентифікації папілярного візерунка за рахунок спрощення аналізу у порівняно невеликому колективі - до 200 людей) - це велика кількість різних за типом ознак з їх взаємною перев'язкою.

Недоліками найближчого аналога є :

- підвищена вартість обладнання, яка зумовлена складністю визначення та обробки різних типів ознак (визначення серцевин папілярного візерунка, будування дерева до інших мінуцій, розрахунок довжини ребер кожного дерева з їх ранжуванням, розрахунок аргументів кучності мінуцій);

- збільшення витрат на обслуговування й налагодження системи розпізнавання відбитка пальця внаслідок її складності;

- збільшення непродуктивних витрат часу на ідентифікацію папілярного візерунка.

В основу корисної моделі поставлено задачу здешевлення обладнання та зменшення часу ідентифікації відбитку пальця за рахунок:

- обмеження кількості ознак відбитка пальця до однієї мінуції (початок/кінець або злиття/розгалуження папілярних ліній);

- обрання ознаки відбитка пальця, яка є осередненою характеристикою, а тому мало змінюється за наявності інформаційних шумів у вигляді забруднення, деформації відбитка пальця, шрамів тощо;

- зменшення об'єму інформації для ідентифікації особи.

Загальні суттєві ознаки запропонованого способу порівняння папілярних візерунків пальців, які співпадають із суттєвими ознаками найближчого аналога, полягають у тому, що орієнтовану центральну частку відбитка пальця представляють у вигляді вхідної матриці чисел, які відображають інтенсивність сигналу, на вхідній матриці встановлюють ділянку пошуку, визначають розмір вікна, за допомогою якого переглядають по частках вхідну матрицю чисел, установлюють початкове положення, напрямок та крок переміщення вікна, на основі локальної системи координат для кожного вікна розраховують значення коефіцієнта нахилу папілярних ліній, при переміщенні по рядку для сусідніх вікон у місці зміни знака розрахованих середніх коефіцієнтів нахилу визначають величину різниці розрахованих середніх коефіцієнтів нахилу між сусідніми вікнами, положення центра глобальної системи координат знаходять у відповідному рядку між сусідніми вікнами з максимальним значенням вказаної різниці.

Суттєві ознаки запропонованого способу кодування папілярних візерунків, що є достатніми у всіх випадках і характеризують запропоновану корисну модель, на відміну від найближчого аналога, полягають у тому, що стосовно отриманого центра глобальної системи координат виділяють упорядковану за нумерацією фіксовану кількість прямокутних ділянок візерунків пальців, у кожній ділянці візерунків пальців визначають координати мінуцій у вигляді кінця та/або розгалуження папілярних ліній і координати центрів тяжіння мінуцій, визначають відстані між центрами тяжіння мінуцій за глобальною системою координат, а відстані сумісно з координатами центрів тяжіння мінуцій використовують для ідентифікації відбитка пальця.

Алгоритм аналізу папілярних ліній пальця має вигляд (конкретні дані й цифри наводяться лише для однозначності пояснення; вони можуть бути змінені):

Зображення візерунка пальця сканують за допомогою цифрової камери або сканера. Розглядається візерунок лише одного пальця (наприклад, нігтьової фаланги вказівного пальця). Візерунок пальця нормалізується:

- виділена площа візерунка фільтрується з наданням кожному пікселю лише двох можливих значень: 0 або 1;

- візерунок спрямляється вертикально відносно горизонтальних прямих ліній у нижній його частині; при цьому потрібно забезпечити мінімальний можливий кут повернення пальця, з якого знімається візерунок, відносно заданого напрямку: цей кут повинен бути не більшим за  $10^\circ$ ;

- по горизонталі (відносно середньої лінії візерунка) і по вертикалі (відносно лінії, що виділяє нігтьову фалангу) виділяється площа  $100 \times 100$  пікселів візерунка пальця.

Алгоритм визначення центра глобальної системи координат відбитка пальця виконується по кроках. Кожний крок виконується у такій послідовності:

- уся виділена площа візерунка пальця розподіляється на однакові за розмірами  $n = 5$  рядків та  $n = 5$  колонок;

- в отриманих вікнах за методом найменших квадратів (при початку осей локальної системи координат  $\{y, x_1\}$  у лівій нижній точці вікна) для кожного вікна за пікселями «1» визначають усереднену папілярну лінію у вигляді рівняння:

$$y = b_0 x_0 + b_1 x_1,$$

де  $x_0 = 1 = \text{const}$ ;  $b_0$  - значення  $y$  (у- вісь по вертикалі) при  $x_1 = 0$  ( $x_1$  - вісь по горизонталі);  $b_1$  - розрахований коефіцієнт нахилу папілярних ліній у вікні;

При цьому розглядається спрощене чорно-біле зображення і для визначення коефіцієнтів  $b_0$  та  $b_1$  урахуються лише чорні точки, координати яких  $(X_1, y)$  визначаються згідно з їхнім положенням у створених вікнах.

Для кожного вікна розраховується вектор коефіцієнтів  $B^T = \{b_0, b_1\}$  згідно з матричним рівнянням за методом найменших квадратів:

$$B = (X^T X)^{-1} X^T Y,$$

де матриця  $X$  та вектор  $Y$  визначаються з матриці спостережень методу найменших квадратів.

- у кожному рядку вікон для двох сусідніх вікон із порядковим номером  $i$  та  $i + 1$ , у яких змінився знак розрахованого коефіцієнта нахилу папілярних ліній  $b_1$ , визначається різниця між цими коефіцієнтами у вигляді (останнє вікно в рядку не розглядається):

$$\Delta b_1^i = b_1^{i,j} - b_1^{i,j+1},$$

де  $i = \overline{1, n}$  - порядковий номер рядка відбитка пальця;  $j = \overline{1, n}$  - порядковий номер колонки відбитка пальця.

Вважаємо, що в рядку з найбільшим значенням  $\Delta b_1$ , у центрі площі двох вікон із порядковим номером  $i$  та  $i + 1$ , знаходиться центр глобальної системи координат відбитка пальця.

Для реалізації наступного кроку уточнення положення центра глобальної системи координат відбитка пальця навколо координати з найбільшим значенням  $\Delta b_1^i$ , визначається нова, зменшена в два рази, ділянка візерунка пальця (площею  $50 \times 50$  пікселів), та в цій ділянці використовується нове вікно зі зменшеними розмірами. Для отримання положення центра глобальної системи координат використовують не більше 8 нових розмірів вікон.

Стосовно отриманого положення центра глобальної системи координат, виділяють упорядковану за нумерацією фіксовану кількість прямокутних ділянок візерунків пальців, у кожній ділянці візерунків пальців визначають координати мінуцій у вигляді кінця та/або розгалуження папілярних ліній і координати центрів тяжіння мінуцій, визначають відстані між центрами тяжіння мінуцій за глобальною системою координат і використовують відстані для ідентифікації відбитка пальця.

Код зображення візерунка пальця має такий склад:

- біти зі значенням відстаней між центрами тяжіння мінуцій прямокутних ділянок візерунків пальців лівої сторони пальця;

- біти зі значенням відстаней між центрами тяжіння мінуцій прямокутних ділянок візерунків пальців правої сторони пальця;

- біти зі значенням відстаней між центрами тяжіння мінуцій прямокутних ділянок візерунків пальців різних сторін пальця;

- біти з координатами центра тяжіння мінуцій для прямокутних ділянок візерунків пальців.

Візерунок пальця ідентифікується за мінімальною ейлеровою відстанню (підсумком квадратів різниць між бітами коду візерунка пальця, який ідентифікується, та бітами еталонних кодів візерунків пальців, які зберігаються в базі даних).

Використання запропонованої корисної моделі дозволяє:

1) зменшити витрати на обладнання за рахунок його спрощення внаслідок зменшення кількості ознак відбитка пальця до однієї або двох мінуцій, однотипності виконуваних розрахунків та їх спрощення, зменшення об'єму інформації для ідентифікації особи;

2) зменшити витрати на обслуговування й налагодження системи ідентифікації відбитка пальця внаслідок її спрощення.

Використана інформація:

1. Гуревич Е.Я., Березная И.Я., Страховий Э.В., Ампилова Н.Б. Способ классификации ориентированных отпечатков пальцев. Патент RU 2103738, G06K 009/68, G06K 009/56, G06T 007/40.

2. Бондарь А.В., Ефимов В.В., Осадчий А.И. Способ формирования биометрического кода отпечатка пальца. Патент РФ 2395840 Cl, G06K9/00, 27.07.2010.

3. Hashimoto S., Hata Y., Nakashima K., Yamato K. Automatic Fingerprint Classifier and Its Application to Access Control // The Transactions of the IEICE, E 73, N 7, July 1990. - P. 1120-1126.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

- 5 Спосіб порівняння папілярних візерунків пальців, який полягає в тому, що орієнтовану центральну частку відбитка пальця представляють у вигляді вхідної матриці чисел, які відображають інтенсивність сигналу, на вхідній матриці встановлюють ділянку пошуку, визначають розмір вікна, за допомогою якого переглядають по частках вхідну матрицю чисел, установлюють початкове положення, напрямок та крок переміщення вікна, на основі локальної системи координат для кожного вікна розраховують значення коефіцієнта нахилу папілярних ліній, при переміщенні по рядку для сусідніх вікон у місці зміни знака розрахованих коефіцієнтів нахилу визначають величину різниці розрахованих коефіцієнтів нахилу між сусідніми вікнами, положення центра глобальної системи координат знаходять у відповідному рядку між сусідніми вікнами з максимальним значенням вказаної різниці, який **відрізняється** тим, що стосовно отриманого центра глобальної системи координат виділяють упорядковану за нумерацією фіксовану кількість прямокутних ділянок візерунків пальців, у кожній ділянці візерунків пальців визначають координати мінуцій у вигляді кінця та/або розгалуження папілярних ліній і координати центрів тяжіння мінуцій, визначають відстані між центрами тяжіння мінуцій за глобальною системою координат, а відстані сумісно з координатами центрів тяжіння мінуцій використовують для ідентифікації відбитка пальця.
- 10
- 15
- 20

---

Комп'ютерна верстка В. Мацело

---

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

---

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601