

2) Унікальність: Біометрія відкидає існування двох людей з однаковими фізичними та поведінковими параметрами.

3) Постійність: Для коректної аутентифікації необхідно постійність в часі.

4) Вимірюваність: Спеціалісти повинні мати можливість виміряти признак яким-небудь приладом для подальшого занесення в базу даних.

5) Прийнятність: Суспільство не повинне бути проти збору і вимірювання цього біометричного параметру.

Аутентифікація людини за допомогою параметрів обличчя:

Аутентифікація людини на основі мережевих програм розпізнавання обличчя може відбуватися двома шляхами, які відрізняються між собою:

Аутентифікація по термограмі лица

Спосіб заснований на дослідженнях, які показали, що термограма особи унікальна для кожної людини. Термограма виходить за допомогою камер інфрачервоного діапазону. На відміну від аутентифікації по геометрії особи, даний метод розрізняє близнят. Використання спеціальних масок, проведення пластичних операцій, старіння організму людини, температура тіла, охолодження шкіри обличчя в морозну погоду не впливають на точність термограми. Через невисоку якість аутентифікації, метод на даний момент не має широкого поширення.

Аутентифікація по геометрії лица

Біометрична аутентифікація людини по геометрії особи досить поширений спосіб ідентифікації і аутентифікації. Технічна реалізація представляє собою складну математичну задачу. Широке застосування мультимедійних технологій, за допомогою яких можна побачити достатню кількість відеокамер на вокзалах, аеропортах, площах, вулицях, дорогах і інших місцях скупчення людей, стало вирішальним у розвитку цього напрямку. Для побудови тривимірної моделі людського обличчя, виділяють контури очей, брів, губ, носа, і інших різних елементів особи, потім обчислюють відстань між ними, і за допомогою нього будують тривимірну модель. Щоб знайти цю унікальну шаблону, відповідного певній людині, потрібно від 12 до 40 характерних елементів. Шаблон повинен враховувати безліч варіацій зображення на випадки повороту особи, нахилу, зміни освітленості, зміни виразу. Діапазон таких варіантів варіюється в залежності від цілей застосування даного способу (для ідентифікації, аутентифікації, віддаленого пошуку на великих територіях і т. д.). Деякі алгоритми дозволяють компенсувати наявність у людини очок, капелюхи, вусів і бороди.

Показано що, найбільш ефективний засіб ідентифікації в системах контролю за персоналом заснован використанні нейронних мережевих програм. Використання нейронних мереж дозволяє досить ефективно і швидко проводити комплексний контроль за персоналом: вести контроль за робочим часом працівників, контролювати присутність працівників на робочому місці, виявляти не санкціоновані переміщення людей по приміщеннях з обмеженим доступом та інше. Використання нейронних мережевих програм дозволяє виключити людину, як найбільш ненадійний елемент захисту інформації.

УДК 004.931

## **СИСТЕМА БІОМЕТРИЧНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ОСОБИ**

*К. В. Меркулова, Є. О. Жабська*

Технології автоматичного виявлення та розпізнавання обличчя використовуються у багатьох сучасних системах комп'ютерного зору: біометрична ідентифікація, людино-машинний інтерфейс, зір роботів, комп'ютерна анімація, відеоконференції. Потреба до надійної ідентифікації особистості призвела до зростання інтересу до біометрії.

Біометрична ідентифікація – це техніка автоматичної ідентифікації, перевірки та підтвердження особи за фізичними характеристиками або рисами особистості. Система біометричної аутентифікації повинна гарантувати високу надійність, щоб підтверджувати авторизованого користувача, але відхилити доступ для зловмисника зі схожими біометричними параметрами, а також забезпечувати конфіденційність біометрії як персональних даних користувача.

Привабливість методу ідентифікації особи за фотопортретом заснована на тому, що він є найближчим до того, як люди зазвичай ідентифікують одне одного.

Вибір категорії та методу для виявлення обличчя на портретному зображенні залежить від впливу наступних обмежень та умов:

- наявність або відсутність обмежень на можливі штучні завади на обличчі;
- просторові характеристики положення обличчя;
- масштаб обличчя та роздільна здатність зображення;
- умови освітленості об'єктів;
- пріоритет у мінімізації хибних виявлень або у кількості виявлених обличчя.

Для аналізу нестационарних процесів широко використовуються вейвлет-перетворення. Вони показали свою ефективність для вирішення широкого класу задач, пов'язаних з обробкою зображень. Коефіцієнти вейвлет-перетворення містять інформацію про процес, що аналізується, та вейвлет, який використовується. Тому вибір вейвлету залежить від того, яку інформацію необхідно вилучити з процесу.

Представлення зображень вейвлетами Габора обране через їх біологічну значимість та технічні властивості. Вейвлети Габора мають форму, подібну до рецептивних полів простих клітин первинної зорової кори, а отже представлення зображень за допомогою них засноване на принципах представлення зображень в розумі людини. Тому моделювання комп'ютерного зору стає більш діючим та ефективним процесом[1].

Вейвлет-перетворення – це згортка вихідного зображення з деякою функцією – вейвлетом. Наведемо формулу для комплексної функції Габора у просторовій області:

$$g(x, y) = s(x, y)\omega_r(x, y),$$

де  $s(x, y)$  – це комплексна синусоїда, відома як носій, та  $\omega_r(x, y)$  – 2D-функція Гауса, відома як огинаюча функція.

Комплексна синусоїда визначається наступним чином:

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

де  $(u_0, v_0)$  та  $P$  визначають просторову частоту і фазу синусоїди відповідно.

Ця синусоїда представляється двома окремими реальними функціями, що зручно розміщені у реальній та уявній частинах складної функції.

Формули для представлення реальної та уявної частини цієї синусоїди мають наступний вигляд:

$$Re(s(x, y)) = \cos(2\pi(u_0x + v_0y) + P),$$

$$Im(s(x, y)) = \sin(2\pi(u_0x + v_0y) + P).$$

Параметри  $u_0$  та  $v_0$  визначають просторову частоту синусоїди у декартових координатах. Ця просторова частота також може виражатися у полярних координатах як величина  $F_0$  та напрямком  $\omega_0$ :

$$F_0 = \sqrt{u_0^2 + v_0^2},$$

$$\omega_0 = \tan^{-1}\left(\frac{v_0}{u_0}\right),$$

тобто

$$u_0 = F_0 \cos \omega_0,$$

$$v_0 = F_0 \sin \omega_0.$$

Використовуючи це представлення, комплексну синусоїду можна записати наступним способом:

$$s(x, y) = \exp(j(2\pi F_0(x \cos \omega_0 + y \sin \omega_0) + P)).$$

Детально розглянемо огинаючу Гауса, яку можна записати так:

$$\omega_r(x, y) = K \exp\left(-\pi(a^2(x - x_0)_r^2 + b^2(y - y_0)_r^2)\right),$$

де  $(x_0, y_0)$  – це пік функції,  $a$  та  $b$  – параметри масштабування Гаусіана, та індекс  $r$  позначає операцію повороту таким чином:

$$(x - x_0)_r = (x - x_0)\cos \theta + (y - y_0)\sin \theta,$$

$$(y - y_0)_r = -(x - x_0)\sin \theta + (y - y_0)\cos \theta.$$

Комплексна функція Габора визначається такими параметрами, як:

- $K$  – масштабує величину огинаючої Гауса;
- $(a, b)$  – масштабує дві вісі огинаючої Гауса;
- $\theta$  – кут повороту огинаючої Гауса;
- $(x_0, y_0)$  – координати піку огинаючої Гауса;
- $(u_0, v_0)$  – просторові частоти синусоїдального носія у декартових координатах.

Також може визначатися полярними координатами  $(F_0, \omega_0)$ ;

- $P$  – фаза синусоїдального носія.

Кожна комплексна функція Габора складається з двох функцій поза фазою у  $90^\circ$ , зручно розташованих у дійсній та уявній частинах складної функції.

Тепер записати комплексну функцію Габора у просторовій області можна так:

$$g(x, y) = K \exp\left(-\pi(a^2(x - x_0)_r^2 + b^2(y - y_0)_r^2)\right) \exp(j(2\pi(u_0x + v_0y) + P)).$$

Або у полярних координатах:

$$g(x, y) = K \exp\left(-\pi(a^2(x - x_0)_r^2 + b^2(y - y_0)_r^2)\right) \exp(j(2\pi F_0(x \cos \omega_0 + y \sin \omega_0) + P)). [2]$$

Метод полягає в двох етапах обробки: виявлення ознак за допомогою вейвлет-перетворення Габора та їх співставлення з навчальним набором. Виявлення ознак відповідає за автоматичну ідентифікацію ознак обличчя (ніс, рот, вуха і т. д.) і генерує вектор ознак для кожної точки ознаки. Отримані піки вейвлету Габора є точками ознаки. Тому метод дозволяє ідентифікувати різні структурні особливості обличчя. Співставлення ознак містить порівняння векторів ознак тестового зображення з векторами ознак зображення з навчальної вибірки.

Висновки. Після первинної реалізації алгоритму з використанням фільтрів Габора ми отримали такий результат: коректно були розпізнані 82% зображень для тестування. Запропонований метод є нечутливим до невеликих змін положення голови, неоднорідного освітлення та невеликих змін масштабу. Надалі планується виконати підбір параметрів системи так, щоб значно підвищити точність ідентифікації особи.

### Література

1. Marcelja S. Mathematical description of the responses of simple cortical cells. J. Opt. Soc. Amer, vol. 70(11), pp. 1297–1300, 1980.
2. Movellan J. R.. Tutorial on Gabor Filters. 2008. University of California, San Diego, 2008.