

УДК 004.93'1

МОДЕЛІ ОПИСУ ОБ'ЄКТА ТА ДОСТОВІРНІСТЬ ІДЕНТИФІКАЦІЇ В СИСТЕМАХ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ

М.В. Волошин

Викладач

Черкаський державний бізнес коледж
вул. Енгельса, 243, м. Черкаси, Україна, 18000

Контактний тел.: 067-69-65-147

E-mail: Voloshin87@gmail.com

У статті сформовані методи виявлення облич та ідентифікації особистості в системах комп'ютерного зору на основі методу Viola-Jones з використанням передобробки та методу ЛБШ з використанням модифікованих гістограм по секторах

Ключові слова: розпізнавання людини, ідентифікація, передобробка зображення, ЛБШ

В статье сформированы методы выявления лиц и идентификация личности в системах компьютерного зрения на основе метода Viola-Jones с использованием предобработки и метода ЛБШ с использованием модифицированных гистограмм по секторам

Ключевые слова: распознавания человека, идентификация, предобработка изображения, ЛБШ

Methods of identifying individuals and personal identification in system of computer vision which is based on Viola-Jones method using pretreatment image and LBP method using modified histogram sector are formed in the article

Keywords: recognition of human, identification, pretreatment image, LBP

1. Вступ

Проблема ідентифікація особистості за зображенням обличчя є одним з пріоритетних напрямків розвитку біометричних систем. Основними напрямками досліджень у цій сфері є: створення робото-технічних систем, моделювання діяльності людини, створення інтелектуальних комп'ютерних інтерфейсів, розробка методів та програмно-апаратних засобів розпізнавання та синтезу мовних і зорових образів. Одним з актуальних напрямків досліджень є розробка систем образного сприйняття зорової інформації, серед яких важливе значення мають системи автоматичного аналізу зображень обличчя людей. Дані системи широко застосовуються у системах фейсконтролю, системах медичного моніторингу та діагностики та інших автоматизованих системах, у яких важливим є ідентифікація чи аналіз стану людини.

Задачу розпізнавання особи по зображенню обличчя зазвичай розбивають на дві підзадачі: виявлення зони обличчя та розпізнавання обличчя отриманого з попереднього етапу. До виявлення зони обличчя (підготовки зображення) відносять наступні етапи: бінарізацію, сегментацію, виявлення/обрахунок параметричних ознак і формування вхідної матриці [1]. Найкраще з цією задачею справляється метод Viola-Jones [2], але щоб покращити швидкість даного методу можна робити попередню обробку зображення. Тобто, метод Viola-Jones застосовувати не до всього

зображення, а лише до тієї частини, де найімовірніше знаходиться зона обличчя. Для цього будуються класифікатори основані на кольорових системах – RGB [4] і YCbCr [5]. Найкращим методом для розпізнавання, з точки зору ощадливості до системних ресурсів, є метод локальних бінарних шаблонів [6] та його модифікації.

2. Виділення проблеми та формулювання цілей і задач

В рамках даної роботи проводиться огляд основних методів цифрової обробки зображення, визначені основні алгоритми при фільтрації, сегментації та розпізнаванні об'єктів, отримано основні характеристики зображення. Метою дослідження є вирішення задачі комп'ютерної ідентифікації людини на основі аналізу фронтального зображення обличчя. Для досягнення поставленої мети вирішені наступні задачі:

- 1) розроблена методологія виявлення та розпізнавання обличчя в єдиному комплексі,
- 2) розроблений метод пошуку області обличчя та визначення масштабу обличчя на статичних зображеннях з довільним фоном,
- 3) досліджені можливості підвищення відсотку правильної ідентифікації за рахунок підбору оптимальної кількості секторів та надання вагових коефіцієнтів характеристикам сумарної інтенсивності пікселів по секторах.

3. Основне дослідження

Процес розпізнавання образів можна розділити на два етапи: підготовка зображення (пошук обличчя) і розпізнавання. Підготовка включає в себе: бінарізацію, сегментацію, виявлення/обрахунок параметричних ознак і формування вхідної матриці [1]. Як метод виділення обличчя на зображенні був обраний метод Viola-Jones, який розробили дослідники із Microsoft Пол Віола та Майкл Джей Джонс із Mitsubishi Electric Laboratory [2]. Вони займалися питанням розпізнавання образів, зокрема обличчя, в системах комп'ютерного зору. Метод Viola-Jones є одним з кращих по співвідношенню показників (ефективність розпізнавання)/(швидкість роботи). Також цей детектор має вкрай низьку ймовірність помилкового виявлення обличчя. Алгоритм Viola-Jones досить стійкий (близько 20 градусів) до поворотів зображення. При куті нахилу досліджуваного об'єкту понад 20 градусів відсоток виявлення та розпізнавання обличчя різко падає. Однак при невеликих кутах нахилу до 10 градусів, алгоритм продовжує надійно визначати обличчя людини. Даний метод заснований на підсиленні простих класифікаторів. Підсилення простих класифікаторів – підхід до вирішення задачі класифікації (розпізнавання), шляхом комбінування примітивних «слабких» класифікаторів в один «сильний» [2]. Під «силою» класифікатора в даному випадку розуміється ефективність (якість) розв'язання задачі класифікації. Слабкий класифікатор має вигляд:

$$h(x, f, p, \Theta) = \begin{cases} 1, & \text{pf}(x) < p\Theta \\ 0, & \text{інакше} \end{cases} \quad (1)$$

де f – ознака, p – полярність, що показує напрямки нерівності, Θ – порогове значення.

Алгоритм 1. Процедура AdaBoost, що формує сильний класифікатор (каскад) як зважену комбінацію слабких класифікаторів:

1. Наведені приклади зображень $(x_1, y_1) \dots (x_n, y_n)$, де $y_i = 0$ чи 1 для негативних і позитивних прикладів відповідно;

2. Визначити ваги $w_{1,i} = \frac{1}{2m}, \frac{1}{2l}$ для $y_i = 0, 1$ відповідно, де m і l – кількість негативних і позитивних прикладів відповідно;

3. for $t = 1 \dots T$:

3.1. Нормалізувати ваги

$$w_{t,i} = \frac{w_{t,i}}{\sum_{j=1}^n w_{t,j}}$$

3.2. Вибрати кращий слабкий класифікатор у відповідності до зваженої помилки

$$\epsilon_t = \min_{f,p,\Theta} \sum_i w_i |h(x_i, f, p, \Theta_t) - y_i|;$$

3.3. Визначити $h_t(x) = h(x, f_t, p_t, \Theta_t)$, де f_t, p_t і Θ_t – мінімізують зважену помилку класифікації ϵ_t ;

3.4. Оновити ваги

$$w_{t+1,i} = w_{t,i} \cdot \beta_t^{1-e_i}$$

де $e_i = 0$, якщо приклад x_i класифікований правильно, і $e_i = 1$ – інакше, і $\beta_t = \frac{\epsilon_t}{1 - \epsilon_t}$.

4. Фінальний сильний класифікатор

$$C(x) = \begin{cases} 1, & \sum_{t=1}^T \alpha_t h_t(x) \geq \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \alpha_t \\ 0, & \text{інакше} \end{cases}$$

$$\text{де } \alpha_t = \log \frac{1}{\beta_t}.$$

Питанням підвищення ефективності виявлення обличчя людини на цифрових зображеннях за рахунок розробки та застосування нових і модифікованих алгоритмів займався Кудряшов Павло Павлович із Волгоградського державного технічного університету [3], який запропонував представляти ознаку для аналізу зображення таким кортежем:

$$\text{Feature} = \{T, O, S\} \quad (2)$$

де T – тип ознаки, O – координата лівого верхнього кута ознаки, S – розмір ознаки по горизонталі і вертикалі.

Значення ознаки розраховується за наступною формулою:

$$\text{Feature}_i = k_w \sum V_w - k_b \sum V_b \quad (3)$$

де $\sum V_w$ і $\sum V_b$ – суми інтенсивностей всіх пікселів зображення в білих і чорних областях ознаки відповідно, k_w і k_b – коефіцієнти їх нормування за площею. Види ознак представлені на рис. 1. Схематичне зображення сильного класифікатора (каскаду) представлено на рис. 2.

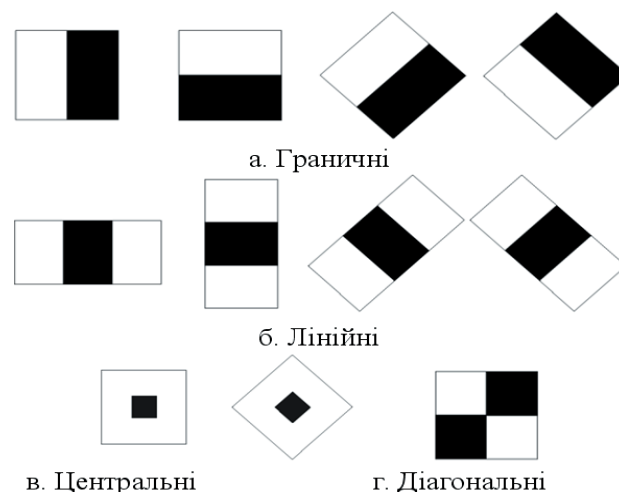


Рис. 1. Види ознак, які використовуються для аналізу зображення

Метод Viola-Jones відрізняється високою швидкістю роботи. Проте навіть він не забезпечує обробку відеопотоку стандартної чіткості в режимі реального часу. З метою збільшення продуктивності фільтра, було прийнято рішення виконувати попередню обробку зображення. Ідея цього підходу полягає в тому, що замість того, щоб обробляти детектором Viola-Jones весь кадр, можна визначити області, в яких ймовірність виявлення обличчя досить висока. Тим самим досягається не тільки прискорення роботи фільтра, але і зменшується ймовірність помилкового виявлення обличчя.

Шкіра має доволі характерний діапазон кольорів, тому передобробку слід будувати, класифікуючи пікселі по їх кольору. Для цієї задачі використовуються кольорові простори RGB та YCbCr. Такий вибір пояснюється тим, що для більшості зображень використовується система RGB, тому при її використанні не виникає необхідності перетворювати зображення в іншу кольорову систему, за рахунок цього при обробці економиться час [4]. Дану кольорову систему запропонував використовувати Петрашко Андрій Анатолійович із Томського державного університету систем управління та радіоелектроніки, який займався питанням сегментації в контексті задачі виявлення обличчя на зображенні [4].

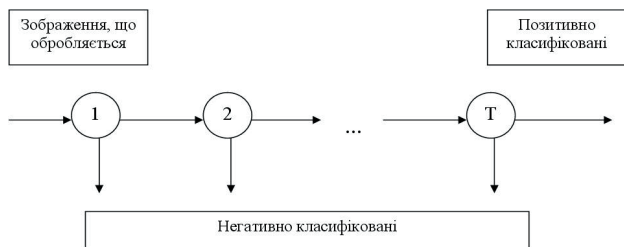


Рис. 2. Схематичне зображення сильного класифікатора

Правило-класифікатор для кольорової системи RGB має наступний вигляд:

$$\begin{aligned}
 P_{RGB}(skin) = & R > 95 \text{ and } G > 40 \text{ and } B > 20 \text{ and} \\
 & R > G \text{ and } R > B \text{ and } |R - G| > 15 \text{ and} \\
 & \max(R, G, B) - \min(R, G, B) > 15
 \end{aligned}
 \tag{4}$$

Це означає, що якщо для пікселя, заданого координатами (R,G,B), виконуються вказані обмеження, то його з високою долею ймовірності можна визначити як такий, що відноситься до шкіри. В основі цієї формули лежить емпіричне спостереження, що для шкіри людини червона компонента (R) переважає над зеленою (G) і синьою (B). Також вони не повинні розташовуватися дуже близько одна до одної (інакше утворюється сірий відтінок) і повинні перевищувати порогові значення, щоб мати достатню яскравість. Приклад застосування даного класифікатора до зображення показаний на рис. 3.



Рис. 3. Приклад застосування RGB-класифікатора до растрового зображення

Однак в системі RGB є істотний недолік, який ускладнює її використання для кольорової сегмента-

ції, – в ній не розділені компоненти яскравості та відтінку. В зв'язку з цим пропонується додатково використовувати систему YCbCr, котра дозволяє їх розділяти [5]. В кольоровій системі YCbCr в якості правила взято компоненту Cr, яка відповідає за відтінок червоного кольору і повинна перевищувати певний поріг (10 одиниць). Правило-класифікатор запишемо у вигляді:

$$P_{YCbCr}(skin) = (0.500R - 0.419G - 0.081B) > 10
 \tag{5}$$

Таке рішення запропонував іранець Алі Таваколі, який займався питанням передобробки зображення для виявлення зони обличчя [5].

Приклад застосування даного класифікатора до зображення показано на рис. 4.



Рис. 4. Приклад застосування YCbCr-класифікатора до растрового зображення

Застосовуючи ці класифікатори разом і окремо до різних зображень, був зроблений висновок, що ефективні результати досягаються при їх спільному використанні (див. рис. 5). Тобто формула універсального скін-детектора має вигляд:

$$P(skin) = P_{RGB}(skin) \text{ and } P_{YCbCr}(skin)
 \tag{6}$$



Рис. 5. Приклад застосування RGB- та YCbCr-класифікатора до растрового зображення

Розпізнавання образів проводиться шляхом використання локальних бінарних шаблонів (надалі ЛБШ). ЛБШ представляє собою опис околу пікселя зображення у двійковій формі. Оператор ЛБШ, що застосовується до пікселя зображення використовує вісім пікселів околу, приймаючи центральний піксель у якості порогу. Пікселі, які мають значення більші, ніж центральний піксель (чи дорівнюють йому), приймають значення «1», ті, які, менше центрального,

приймають значення «0». Таким чином утворюється восьмирозрядний бінарний код, який описує окіл пікселя [5]. Приклад роботи оператора ЛБШ над тоновим зображенням показано на рис. 6. Даний метод для розпізнавання запропонував Маслій Роман Васильович із Вінницького національного технічного університету, який займався питанням підвищення точності розпізнавання зображень обличчя за рахунок використання класичних методів розпізнавання та їх модифікацій [6].

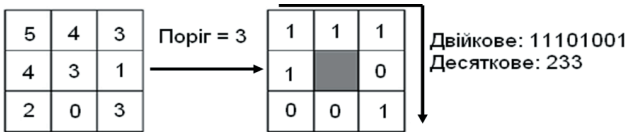


Рис. 6. Приклад роботи ЛБШ оператора

Пікселі околу лежать на колі радіусом R . Кількість точок цього кола може бути обрана довільно, позначимо її як P . Для обчислення значень у цих точках для різних радіусів R та кількості точок P використовується білінійна інтерполяція. Для представлення ЛБШ з радіусом R і відстанню P будемо використовувати позначення $LBP_{P,R}$.

Зображення обличчя розбивається на $k \times k$ областей. Потім у кожній області для кожного пікселя зображення обчислюється $LBP_{P,R}$ -код. Після цього, для представлення глобального опису зображення обличчя, всі гістограми областей об'єднують в одну гістограму. Ця гістограма складатиметься з k^2 стовпчиків і формуватиме вектор ознак обличчя. Приклад поділу зображення обличчя на області та відповідні цим областям гістограми зображено на рис. 7.

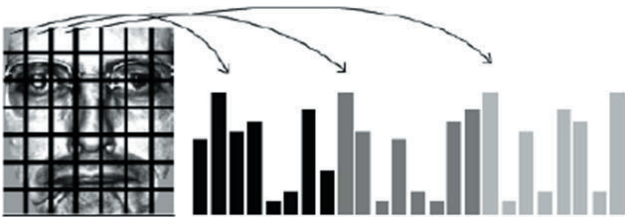


Рис. 7. Зв'язок гістограм з областями досліджуваного зображення

Для зображення розміром $N \times M$ вектор ознак обличчя будується обчисленням ЛБШ-коду для кожної точки (x_c, y_c) , де $x_c \in \{R+1, \dots, N-R\}$, $y_c \in \{R+1, \dots, N-R\}$. Якщо зображення розділено на $k \times k$ областей, гістограма області (k_x, k_y) , де $k_x \in \{1, \dots, k\}$ та $k_y \in \{1, \dots, k\}$ буде визначена так:

$$H_i(k_x, k_y) = \sum_{x,y} LBP_{P,R}(x,y) \quad (7)$$

$$\text{де } x \in \begin{cases} \{R+1, \dots, N/k\} & k_x = 1 \\ \{(k_x - 1)(N/k + 1), \dots, N-R\} & k_x = k \\ \{(k_x - 1)(N/k + 1), \dots, k_x(N/k)\} & \forall 0: H5 \end{cases}$$

$$y \in \begin{cases} \{R+1, \dots, M/k\} & k_y = 1 \\ \{(k_y - 1)(M/k + 1), \dots, M-R\} & k_y = k \\ \{(k_y - 1)(M/k + 1), \dots, k_y(M/k)\} & \forall 0: H5 \end{cases}$$

При класифікації зображень обличчя для знаходження найменшої відстані між гистограмами, що представляють обличчя, використовується відстань χ^2 . Відстань між зображеннями S та M визначається за формулою [5]:

$$\chi^2(S, M) = \sum_{j=1}^k \left(\sum_{i=1}^k \frac{(S_{i,j} - M_{i,j})^2}{S_{i,j} + M_{i,j}} \right) \quad (8)$$

де $S_{i,j}$ та $M_{i,j}$ – це розміри стовпчика i з області j .

Оскільки деякі області обличчя (наприклад, область очей) можуть нести більш важливу інформацію, ніж інші області, кожній області в залежності від її важливості для розпізнавання можуть бути присвоєні ваги.

При присвоєнні ваги w_j області j формулу можна записати так:

$$\chi^2(S, M) = \sum_{j=1}^k w_j \left(\sum_{i=1}^k \frac{(S_{i,j} - M_{i,j})^2}{S_{i,j} + M_{i,j}} \right) \quad (9)$$

У цій роботі пропонується використати ЛБШ у формі еліпса (ЕЛБШ), тобто для формування ЛБШ будуть використовуватися ті пікселі околу, які лежать на еліпсі відносно центрального пікселя. Позначимо більший радіус еліпса як A , менший радіус – як B , кількість точок у ЛБШ позначимо як m . Тоді координати g_{ix} та g_{iy} для кожного пікселя околу g_i ($i=1, 2, \dots, m$) будуть визначатися за формулами:

$$g_{ix} = A \cdot \cos(\theta_i), \quad g_{iy} = B \cdot \sin(\theta_i)$$

де $\theta_i = 0..2\pi$.

На рис. 8 представлений приклад ЕЛБШ з різними значеннями A , B та m .

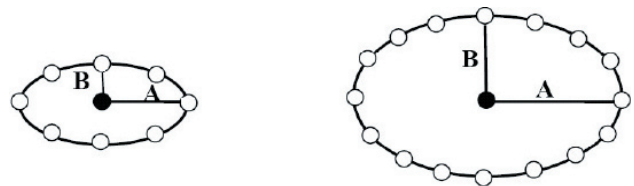


Рис. 8. ЕЛБШ: а) $A=2, B=1, m=8$; б) $A=3, B=2, m=16$

Щоб визначити ефективність даних методів необхідно організувати два дослідження: перше на визначення ефективності знаходження зони обличчя на зображенні, і друге для визначення ефективності розпізнавання. Для проведення першого дослідження будуть використовуватися ідеальні, з точки зору обробки, зображення обличчя трьох основних типів [7]: квадратне, конічне, овальне (див. рис. 9).

Розмір даних обличчя буде коливатися в діапазоні $100 \times 125 - 370 \times 463$ пікселів. Однією з важливих особливостей обличчя є його колір та текстура. В експерименті використані обличчя з ідеальною текстурою шкіри та ідеальним освітленням, що покращує спостереження.

Також важливим параметром при дослідженні є зміна контрасту, гамма-корекції, кольорових каналів

та шум. При дослідженні отримуватимемо характеристики звичайних зображень (без спотворень) та складних (присутні вищезгадані спотворення).

Для проведення другого експерименту необхідний набір облич. Для повноти дослідження необхідно мати різні за положенням обличчя. У експерименті була використана база облич дослідницької лабораторії Оліветті (ORL-Olivetti research laboratory), яка складається з 400 зображень облич 40-а осіб (тобто по 10 зображень на одну особу), які мають різні вирази обличчя (наприклад, з розплющеними/заплющеними очима, з посмішкою/без посмішки) та наявність/відсутність окулярів [8]. Усі зображення облич розташовані на темному фоні, у фронтальній позиції з нахилами та поворотами голови до 20 градусів та зміною масштабу до 10%. Усі зображення тонові і мають розмір 48x48 пікселів. В даному дослідженні будуть використовуватися 5 осіб, які визначені під номерами: 1, 27, 40, 9 і 20. На рис. 10 наведені зображення облич осіб з бази ORL, які будуть використовуватися у дослідженні.

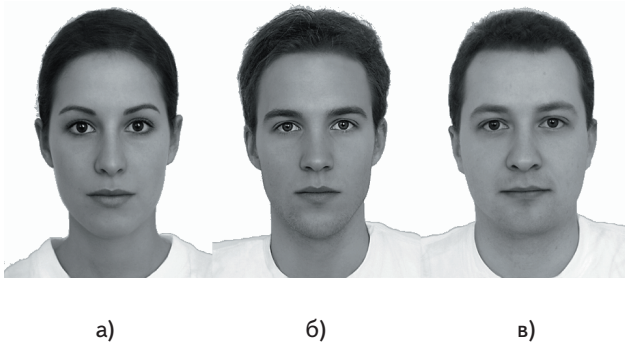


Рис. 9. Ідеальні обличчя:
а) обличчя №1 (квадратне обличчя); б) обличчя №2 (конічне обличчя); в) обличчя №3 (овальне обличчя)

В якості головного зображення, тобто такого з яким буде проводитися порівняння, було обрано перше зображення особи №1. Такий вибір пояснюється тим фактом, що растрові зображення особи №1 дуже різняться за положенням обличчя. Строго в фронтальній позиції знаходяться зображення під номером 1, 3, 7 та 8. Зображення інших осіб є більш сталим за положенням обличчя, тому будуть не такі цікаві, з точки зору розпізнавання, як зображення особи №1.



Рис. 10. Зображення облич осіб з бази ORL
а) особа №1; б) особа №27; в) особа №40; г) особа №9; д) особа №20

Під час першого дослідження визначення ефективності знаходження зони обличчя на зображенні було встановлено, що передобробка зображення займає дуже малий проміжок часу (менше однієї мілісекунди). Максимальний час обробки був зафіксований на комп'ютері з процесором Intel Celeron 2ГГц, 248 МБ ОЗУ та операційною системою Windows XP SP3, він склав 16 мілісекунд. Також, експериментальним шляхом, було встановлено, що дана передобробка чутлива до змін контрасту зображення. Так контраст повинен лежати в діапазоні від -5 до 30 одиниць.

Дані по роботі алгоритму виявлення зони обличчя на зображенні зручно представляти в графічному вигляді. На рис. 11 представлені криві часу обробки та виявлення обличчя №1, 2 та 3. В даному випадку на вхід системи подавались зображення облич представлених на рис. 9, які розміщувались по центру форми, зі сталим однотонним фоном зеленого кольору, без спотворень. Дослідження проводились і на інших комп'ютерах, результати досліджень зведені у табл. 1.

Таблиця 1

Результати досліджень по виявленню зони обличчя на зображенні

Виявлення зони обличчя	Середній час виявлення зони обличчя на зображенні*		
	процесор Intel Core 2 Duo 3.16ГГц, 3,25 ГБ ОЗУ	процесор Intel Celeron 2,00 ГГц, 248МБ ОЗУ	процесор AMD Sempron Processor 3000+ 1.61ГГц, 448МБ ОЗУ
Без передобробки	195	505	339
З передобробкою	109	239	178

* розмір зображення 640x480 пікселів, зона обличчя на зображенні коливалась в діапазоні від 100x125 до 370x463 пікселі

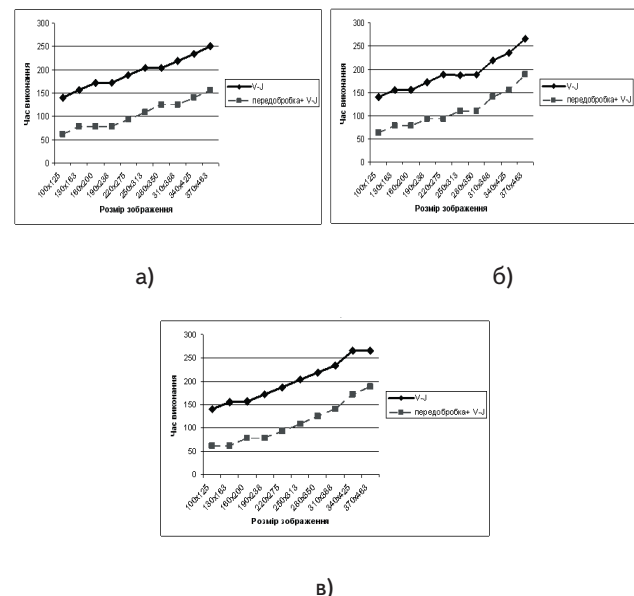


Рис. 11. Залежності часу виявлення обличчя від розміру обличчя на зображенні: а) час обробки та виявлення обличчя №1; б) час обробки та виявлення обличчя №2; в) час обробки та виявлення обличчя №3

Дані по роботі методу ЛБШ зручно представляти в графічному вигляді. На рис. 12 представлені криві відстаней між головним зображенням та вхідними зображеннями осіб. На рис. 12 (а) представлена робота класичного методу ЛБШ: більший та менший радіуси – 1 піксель, кількість точок околу – 8 точок, 6x6 секторів (така кількість секторів являється оптимальною для зображень в діапазоні 45x45 – 55x55 пікселів); рис. 12 (б) – модифікований метод ЛБШ: більший радіус – 3 пікселі, менший радіус – 2 пікселі, кількість точок околу – 16 точок, 6x6 секторів; рис. 12 (в) – класичний метод ЛБШ + ваги по секторам (див. рис. 13); рис. 12 (г) – модифікований метод ЛБШ + ваги по секторам.

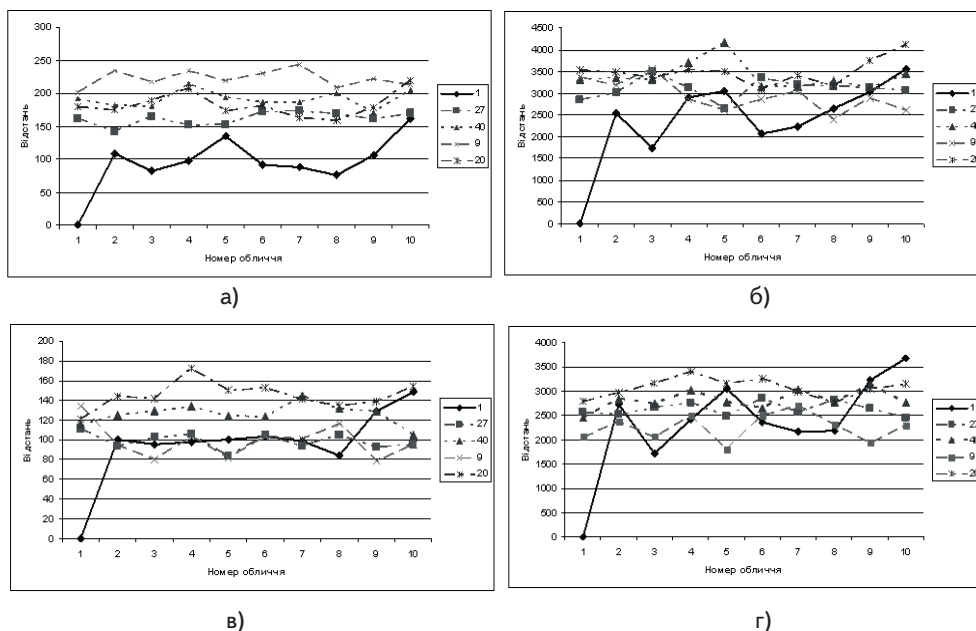


Рис. 12. Відстані між гістограмами, що представляють обличчя:
 а) робота класичного методу ЛБШ; б) робота модифікованого методу ЛБШ; в) робота класичного методу ЛБШ + ваги по секторам; г) робота модифікованого методу ЛБШ + ваги по секторам

2	1	1	1	1	1	2
2	4	4	3	4	4	2
1	1	1	2	1	1	1
0	1	1	2	1	1	0
0	1	1	1	1	1	0
0	1	1	2	1	1	0
0	1	1	1	1	1	0

Рис. 13. Ваги по секторам

4. Висновки за результатами дослідження

В ході дослідження було встановлено наступне:

1. Передобробка зображення по кольору шкіри чутлива до зміну контрасту (в середньому лежить в діапазоні від -5 до 30 одиниць), але займає дуже малий час роботи (менше однієї мілісекунди).

2. Пошук обличчя методом Viola-Jones малочутливий до кольорових спотворень, але час роботи при різних кольорових спотвореннях становить в середньому 224 мілісекунди.

3. Якщо поєднати передобробку зображення по кольору шкіри та пошук обличчя методом Viola-Jones, то час роботи при різних кольорових спотвореннях становить в середньому 118 мілісекунд. Це на 47% швидше ніж просто пошук обличчя методом Viola-Jones.

4. Доцільність використання передобробки довело подальше дослідження. Дослідження проводились на трьох комп'ютерах при різних розмірах зони обличчя, яке коливалося в діапазоні 100x125 – 370x463 пікселі. Комп'ютери, які брали участь в експерименті: перший – процесор Intel Core 2 Duo 3.16ГГц, 3,25 ГБ ОЗУ, операційна система Windows XP SP3; другий – процесор Intel Celeron 2,00 ГГц, 248МБ ОЗУ операційна система Windows XP SP3; третій – процесор AMD Sempron Processor 3000+ 1.61ГГц, 448МБ ОЗУ, операційна система Windows XP SP3. Час виявлення зони обличчя на першому комп'ютері без передобробки склав в середньому 195 мілісекунд, а з передобробкою – 109 мілісекунд (покращення на 44%). Час виявлення зони обличчя на другому комп'ютері без передобробки склав в середньому 505 мілісекунд, а з передобробкою – 239 мілісекунд (покращення на 53%). Час виявлення зони обличчя на третьому комп'ютері без передобробки склав в середньому 339 мілісекунд, а з передобробкою – 178 мілісекунд (покращення на 47%).

5. Отже використання передобробки з одного боку обмежує використання методу Viola-Jones щодо спотворень по контрасту, але з іншого боку покращує час виявлення зони обличчя в середньому на 48%.

6. При використанні класичного методу ЛБШ відстань між головним зображенням та зображеннями особи №1 в середньому склала 105 одиниць; відстань до зображень особи №27 склала приблизно 126 одиниць (різниця 20%); відстань до зображень особи №9 склала приблизно 149 одиниць (різниця 41%); відстань до зображень особи №40 склала приблизно 123 одиниці (різниця 17%); відстань до зображень особи №20 склала приблизно 130 одиниці (різниця 23%).

7. При використанні модифікованого методу ЛБШ відстань між головним зображенням та зображеннями особи №1 в середньому склала 2640 одиниць; відстань до зображень особи №27 склала приблизно 3105 одиниць (різниця 18%); відстань до зображень особи №9 склала приблизно 2938 одиниць (різниця 11%); відстань до зображень особи №40 склала приблизно 3406 одиниць (різниця 29%); відстань до зображень особи №20 склала приблизно 3493 одиниці (різниця 32%).

8. При використанні класичного методу ЛБШ та надання ваг секторам відстань між головним зображенням та зображеннями особи №1 в середньому склала 107 одиниць; відстань до зображень особи №27 склала приблизно 99 одиниць (різниця -7%); відстань до зображень особи №9 склала приблизно 99 одиниць (різниця -7%); відстань до зображень особи №40 склала приблизно 131 одиниць (різниця 22%); відстань до зображень особи №20 склала приблизно 152 одиниць (різниця 42%).

9. При використанні модифікованого методу ЛБШ та надання ваг секторам відстань між головним зображенням та зображеннями особи №1 в середньому склала 2617 одиниць; відстань до зображень особи №27 склала приблизно 2635 одиниць (різниця 0,68%); відстань до зображень особи №9 склала приблизно 2252 одиниць (різниця -13%); відстань до зображень особи №40 склала приблизно 2819 одиниць (різниця 8%); відстань до зображень особи №20 склала приблизно 3071 одиниць (різниця 17%).

10. Проаналізувавши графіки (див. рис. 12 а, б) та висновки 6 та 7 пунктів, можна зробити хибний висновок, що використання класичного методу ЛБШ є найбільш прийнятним. Оскільки при розпізнаванні даним методом важливою характеристикою є наскільки зображення різні, а не наскільки зображення схожі, то стає очевидним, що використання модифікованого методу краще. Різниця між зображеннями класичним методом ЛБШ лежала у проміжку 57-117 одиниць, а модифікованого – 298-853 одиниць.

11. Проаналізувавши графіки (див. рис. 12 в, г) та висновки 8 та 9 пунктів, можна спостерігати деяке погіршення результату розпізнавання. При додаванні ваг по секторам різниця між зображеннями класичним методом ЛБШ лежала у проміжку -8-38 одиниць, а модифікованого – -365-454 одиниць. Погіршення розпізнавання пояснюється тим фактором, що у наборі зображень особи №1 лише на чотирьох зображеннях особа представлена в строго фронтальному положенні (1, 3, 7 та 8 зображення), а ваги секторів розроблювались для зображень обличчя, які знаходяться строго в фронтальному положенні. Якщо врахувати тільки зображення, які знаходяться в строго фронтальному положенні, то отримуємо наступну картину: при використанні класичного методу ЛБШ відстань між головним зображенням та зображеннями особи №1 в середньому склала 93 одиниць, а різниця відстаней до інших осіб коливалась у проміжку 6-52 одиниць; при використанні модифікованого методу ЛБШ відстань між головним зображенням та зображеннями особи №1 в середньому склала 2027 одиниць, а різниця відстаней до інших осіб коливалась у проміжку 195-1044 одиниць.

12. Проаналізувавши вищесказане можна констатувати, що використання звичайного методу ЛБШ краще ніж модифікованого, так як різниця між відстанями даних методів складає 3% на користь класичного методу ЛБШ: середня різниця між зображеннями, розпізнаними класичним методом ЛБШ склала 26% (див. 6 п.), а модифікованим – 23% (див. 7 п.). При додаванні вагових коефіцієнтів по секторам і врахуванні обличчя в строго фронтальному положенні різниця між відстанями змінюється до 4%, але вже на користь модифікованого методу ЛБШ: середня різниця класичним методом ЛБШ склала 29%, а модифікованим – 33%. Для

методу ЛБШ важливою характеристикою являється відстань між зображеннями, тому чим більша різниця між зображеннями різних осіб, тим нижча ймовірність помилкового розпізнавання. Отже використання модифікованого методу ЛБШ з наданням вагових коефіцієнтів по секторам є більш прийнятним.

5. Висновки

У даній роботі наведено вирішення наукової задачі комп'ютерної ідентифікації людини на основі аналізу фронтального зображення обличчя. Аналіз отриманих результатів дозволяє зробити наступні висновки:

1. Проведений аналіз стану проблеми комп'ютерної ідентифікації людини за зображенням обличчя показав, що в даний час для вирішення задач автоматичного виявлення і розпізнавання не вироблено єдиного і надійного підходу. Для подальшого розвитку та досліджень обрано наступні методи вирішення поставленої задачі, яка розділяється на два послідовних етапи:

- виявлення – передобробка зображення та пошук зони обличчя методом Viola-Jones;

- розпізнавання – обрахунок локальних бінарних шаблонів, співставлення гістограм зображень та визначення відстані між зображеннями.

2. Одержав подальший розвиток метод пошуку області обличчя на зображенні в напрямку зменшення часу виявлення обличчя за рахунок попередньої обробки зображення. Проведене дослідження показало покращення часу виявлення обличчя на зображенні майже у 2 рази (середнє зменшення часу складає 48%).

3. Удосконалено метод ідентифікації, заснований на використанні локальних бінарних шаблонів зображення, у напрямку зниження сумарної помилки розпізнавання. Розроблений метод використовує модифіковані шаблони для побудови кожної гістограми зображення. Тобто для формування опису околу пікселя використовується не 8, а 16 точок околу, які розташовані не на колі, а на еліпсі відносно центрального пікселя. Також, для підвищення точності, потрібно надавати вагові коефіцієнти по секторам (рис. 13). Використання запропонованого підходу дозволяє знизити сумарну помилку розпізнавання з 31% до 27% при вирішенні задачі контролю доступу (дані отримані експериментальним шляхом на спроектованій системі при реальних умовах розпізнавання).

4. Запропоновані в роботі методи реалізовані в програмному продукті, який здійснює пошук області обличчя на зображенні та розпізнавання людини за зображенням обличчя.

Література

1. Распознавание образов мобильным роботом [Електронний документ]. Режим доступу: <http://www.ampersant.ru/glaz/>. Перевірено: 13.04.2010.
2. Viola P., Jones M. Robust Real-Time Face Detection. // International Journal of Computer Vision. – 2004. – №57(2). – С. 137-154.
3. Кудряшов П.П. Алгоритмы обнаружения лица человека для решения прикладных задач анализа и обработки изображений. // ВГТУ. – 2007. – С. 23.

4. Петрашко А.А. Сегментация в контексте задачи обнаружения лиц на изображении. // Доклады ТУСУРа. – 2007. – №2(16). – С. 129-133.
5. Face Detection processing by Ali Tavakoli [Електронний документ]. Режим доступу: http://www.codeproject.com/KB/cs/Face_Detection_processing.aspx. Перевірено: 22.04.2010.
6. Маслій Р.В. Використання локальних бінарних шаблонів для розпізнавання облич на напівтонових зображеннях. // Наукові праці ВНТУ. – 2008. – №4. – С.1-6.
7. Merkmale eines schonen Gesichts [Електронний документ]. Режим доступу: <http://www.beautycheck.de/cmsms/index.php/merkmale-schoener-gesichter>. Перевірено: 22.03.2010.
8. The Database of Faces [Електронний документ]. Режим доступу: <http://www.cl.cam.ac.uk/research/dtg/attarchive/facedatabase.html>. Перевірено: 20.02.2010.

УДК 687.016.5

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ЦИФРОВОЇ ФОТОГРАФІЇ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ ОДЯГУ

Дана загальна характеристика процесу визначення якості одягу. Розглянута можливість використання фотографічного зображення зразка виробу. Доказана доцільність застосування методу цифрової фотографії

Ключові слова: проектування одягу, якість одягу, цифрова фотографія

Дана общая характеристика процессу определения качества одежды. Рассмотрена возможность использования фотографического изображения образца изделия. Доказана целесообразность применения метода цифровой фотографии

Ключевые слова: проектирование одежды, качество одежды, цифровая фотография

General description is given to the process of determination the quality of clothes. Possibility to the use of photographic image of clothes is considered. Expedience of application the method of digital picture is well-proven

Key words: planning of clothes, quality of clothes, digital picture

В. В. Залкінд

Кандидат технічних наук, асистент*
Контактний тел. (057) 335-18-05
E-mail: kafedra@tlp.uipa.kharkov.ua

М. Л. Рябчиков

Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри*
Контактний тел. (057) 733-78-06
E-mail: kafedra@tlp.uipa.kharkov.ua
*Кафедра "Технологій та дизайну"
Українська інженерно-педагогічна академія
вул. Університетська, 16, м. Харків, Україна, 61003

Вступ

Якість одягу, як і будь-якого товару, завжди знаходиться у центрі уваги спеціалістів. Саме від неї залежить конкурентноздатність одягу і доходність швейного бізнесу.

В процесі проектування одягу створюється не лише об'єкт споживання, але і художній витвір, здатний забезпечити естетичні потреби споживача. Тому, для проектування одягу особливе значення мають саме споживчі вимоги, визначення яких потребує використання передових технологій, притаманних сучасному стану розвитку науки і техніки.

Постановка проблеми

Проблема в оцінці якості швейних виробів полягає в її суб'єктивному характері. Якість одягу неможливо оцінити тільки за допомогою технічних вимірювальних устроїв. Мова йде про вимоги споживачів, які не тільки непостійні в часі, а також залежать від інтервалу зорової байдужості. Це означає, що дефекти в одязі залежать від того, чи помітні вони оку.

Таким чином, для визначення якості одягу необхідно проводити опитування споживачів або залучати експертів, для чого необхідно представити зразок виробу кожному з них. На сьогодні є можливість заміни-