

**Костюкова Н. С.,**  
*кандидат технічних наук, доцент кафедри прикладної математики та інформатики ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»,  
м. Красноармійськ*

**Головін А. О.,**  
*магістр ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»,  
м. Красноармійськ*

## **МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПРИ РОЗПІЗНАВАННІ ОБЛИЧ АЛГОРИТМІВ, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬ ЛОКАЛЬНІ ШАБЛОНИ**

При вирішенні різних проблем у галузі безпеки, при розшуку людей, що вчинили протиправні дії, або, навпаки, стали їх жертвами, виникає потреба у розпізнаванні облич на знімках, отриманих фото- і відеокамерами спостереження. Розпізнавання може здійснюватися за знімками, отриманими у місцях масового знаходження людей: громадський транспорт, місця проведення культурних і спортивних заходів, центральні вулиці й площі. Наприклад, в аеропорту Франкфурта для проходження митного контролю застосовується система EasyPass, яка надає можливість абсолютно в автоматичному режимі проходити митний контроль [1]. Однак, незважаючи на значний досвід, накопичений дослідниками, задача й досі є невирішеною. Усі існуючі реалізації є чутливими до зміни виразу обличчя, ракурсу зйомки та інших факторів.

Зазвичай об'єктом розпізнавання у таких системах є обличчя людини, результатом класифікації – дані про людину.

Одним з найважливіших критеріїв при оцінці методів розпізнавання облич є стійкість до таких перетворень, як обертання обличчя, затемнення, перекриття ключових областей, вікові зміни. Важливим фактором є ресурсомісткість таких алгоритмів, що обумовлює необхідність в організації оптимального зберігання колекції знімків кожної людини, розробці швидкодіяних алгоритмів, що здатні працювати в режимі реального часу.

У процесі ідентифікації виокремлюються такі кроки:

1. Виявлення обличчя на зображенні.

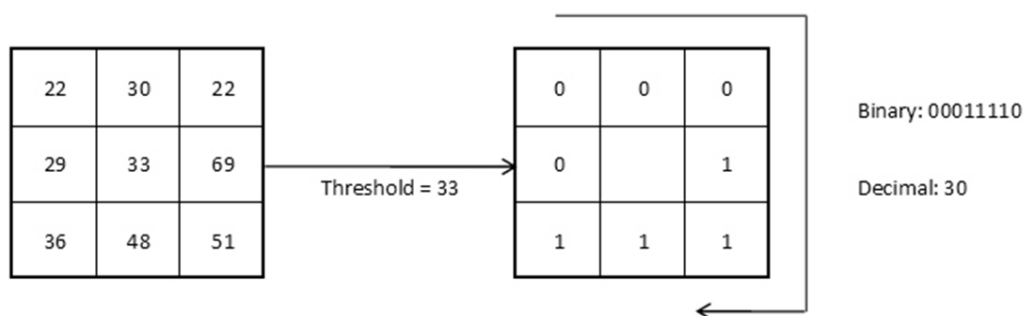
2. Нормалізація зображення обличчя.

3. Обчислення деяких ознак обличчя.

4. Використання спеціального правила для прийняття рішення про належність обличчя до певного класу.

Обчислення ознак є найважливішим кроком у вирішенні задачі ідентифікації людини за зображенням її обличчя.

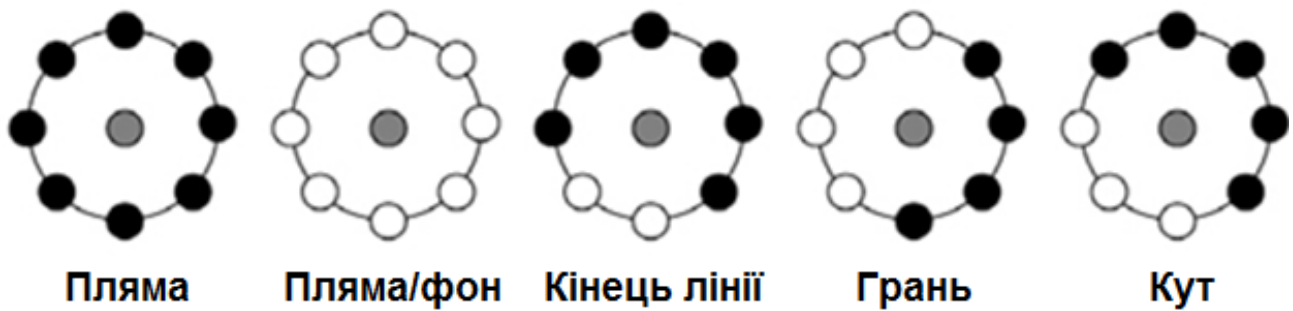
На сьогодні одним з найпоширеніших методів виявлення ключових ознак обличчя є локальні бінарні шаблони (Local Binary Patterns, LBR) [2]. Локальний бінарний шаблон – це опис околу кожного пікселя зображення у двійковому представленні. Базовий оператор LBR аналізує 8 пікселів околу, використовуючи значення інтенсивності центрального пікселя як порогове (threshold). Пікселі, значення інтенсивності яких більше або дорівнює інтенсивності центрального пікселя, отримують значення 1, інші приймають значення 0. Таким чином, кожному пікселю зображення ставиться у відповідність восьмирозрядний бінарний код, що описує його окіл (рисунок 1).



**Рисунок 1 – Отримання локального бінарного шаблону**

Більш суттєву інформацію про локальні особливості областей, що аналізуються, можна отримати, використовуючи кільцевий окіл (рисунок 2).

Результуюча структура даних, яка формується алгоритмом, є гістограма бінарних шаблонів. Наступним кроком є порівняння таких гістограм різними способами.



**Рисунок 2 – Приклади локальних особливостей**

Існують модифікації алгоритму LBR, які дають можливість отримання більшого обсягу інформації про локальні ділянки зображення. В таких модифікаціях обличчя ділиться на фрагменти, для кожного з яких обчислюється своя гістограма. Але в деяких випадках виявляється, що така інформація є надлишковою, оскільки не всі частини обличчя є однаково важливими для ідентифікації (наприклад, такі частини, як ніс і очі, є більш інформативними, ніж чоло або підборіддя).

Алгоритм LBR є інваріантним щодо незначних змін освітлення, однак при наявності «шуму» на зображенні ефективність алгоритму суттєво зменшується.

Існують модифікації, що покращують інваріантність алгоритму до «шуму». Один з таких алгоритмів – LTP (Local Ternary Patterns, локальні тернарні шаблони) [3]. У цьому алгоритмі вводиться поріг, що обмежує «шум», допустимий для конкретного зображення. Обчислюється тернарний шаблон для кожного сусіднього пікселя за наступною формулою:

$$f_2(x, p_c, \tau) = \begin{cases} +1, & x \geq p_c + \tau \\ 0, & |x - p_c| < \tau \\ -1, & x \leq p_c - \tau \end{cases} \Big|_{x = (p_i - p_c)}$$

де  $f_2$  – результат перетворення;  $x$  – сусідній піксель;  $p_c$  – інтенсивність поточного пікселя;  $\tau$  – порогове значення.

Далі кожен тернарний код перетворюється у нижній та верхній коди за правилами:

$$s'_p(p_c, \tau) = \begin{cases} 1, p_c \geq \tau \\ 0, p_c < \tau \end{cases}$$
$$s'_n(p_c, \tau) = \begin{cases} 1, p_c \leq -\tau \\ 0, p_c > -\tau \end{cases}$$

де  $s'_p$  – результат перетворення у верхній код;  $s'_n$  – результат перетворення у нижній код;  $p_c$  – інтенсивність поточного пікселя;  $\tau$  – порогове значення.

Метод LTP показав кращу інваріантність до різноманітного «шуму», який може спостерігатися на зображеннях, однак у даної модифікації також є значна кількість надлишкових даних, оскільки кожен LTP-код перетворюється у два. у результаті роботи алгоритму обчислюється дві гістограми для кожної області, що аналізується.

З урахуванням таких модифікацій можна зробити висновок про ймовірну доцільність реалізації модифікованого методу LTP, який генерує менший обсяг інформації про зображення (порівняно з оригінальним). Також доцільно виконувати нерівномірне розбиття зображення з урахуванням найбільш інформативних частин обличчя.

За рахунок зазначених модифікацій може бути отриманої алгоритм, що є стійким до неякісної зйомки, затемнення й перекриття обличчя.

### Список використаної літератури

1. Зембра Є. Сучасні технології розпізнавання облич та права людини [Електронний ресурс] / Зембра Є. // Науковий блог НаУ «Острозька Академія». – Режим доступу : <http://naub.oa.edu.ua/2012/suchasni-tehnolohiji-rozpiznavannya-oblych-ta-prava-lyudyny/>.

2. Ojala T. A comparative study of texture measures with classification based on feature distributions / Ojala T., Pietikainen M., Harwood D. // Pattern Recognition. – January 1996. – Volume 29, Issue 1. – P. 51–59.

3. Tan X. Enhanced Local Texture Feature Sets for Face Recognition Under Difficult Lighting Conditions / Xiaoyang Tan and Bill Triggs. // ImageProcessing, IEEE Transactionson. – June 2010. – Volume 19, Issue 6. – P. 1635–1650.