

Технічні науки

УДК 004.93`1

Іванішин Іван Володимирович

студент

*Національного технічного університету України
«Київський національний інститут імені Ігоря Сікорського»*

Ivanishyn Ivan

Student of the

*National Technical University of Ukraine
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

Науковий керівник:

Бовсуновська Катерина Сергіївна

старший викладач кафедри біомедичної кібернетики

*Національний технічний університет України
«Київський національний інститут імені Ігоря Сікорського»*

**ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ВІОЛІ-ДЖОНСА І К НАЙБЛИЖЧИХ
СУСІДІВ ДЛЯ ДЕТЕКЦІЇ ТА РОЗПІЗНАВАННЯ ОБЛИЧ
USING VIOLA-JONES AND K NEAREST NEIGHBORS METHODS FOR
FACE DETECTION AND RECOGNITION**

Анотація. У роботі розглянуто та проаналізовано алгоритми і методи для виявлення облич у відеопотоці та безпосереднього розпізнавання знайдених облич.

Ключові слова: комп'ютерний зір, відеопотік, виявлення облич, розпізнавання облич.

Summary. *This paper discusses and analyzes algorithms and methods of detecting faces in a video stream and direct recognition of found faces.*

Key words: *computer vision, video stream, face detection, face recognition.*

Вступ. Останнім часом набула поширення відеоаналітика – технологія, котра використовує методи комп’ютерного зору для автоматичного збору різної інформації на основі послідовності кадрів, отриманих з відеокамер реального часу або відеозаписів. Цю технологію можна використовувати в системах відеоспостереження, системах безпеки, торгівлі та транспорту.

Одним із способів вирішення проблеми відеоаналітики є розпізнавання облич у відеопотоках. Рішення цієї задачі насамперед має безпосереднє застосування як системах управління доступу, так і в системах ідентифікації особистостей.

Традиційні системи для ідентифікації вимагають запам’ятовування пароля, наявності спеціальних ключів, ідентифікаційної картки чи іншого елемента ідентифікації, який можна забути чи втратити. Навпаки, біометричні системи базуються на унікальних біометричних характеристиках людини, котрі важко підробити та однозначно ідентифікують конкретну особу.

Незважаючи на численні дослідження в цій галузі, що проводилися по всьому світу за останні десятиліття, не розроблено методів, які б дозволяли надійно виявляти та розпізнавати обличчя людей за будь-яких умов.

Очікується, що ідентифікація людини за зображенням її обличчя стане найпоширенішою біометричною технологією. Оскільки вона не потребуватиме специфічних обладнання, не вимагатиме фізичного контакту з пристроєм і не буде необхідності спеціально зупинятися і чекати, поки система обробляється. Для певної якості роботи достатньо буде використовувати веб-

камеру й програмне забезпечення, яке оброблятиме зображення і вирішуватиме відповідно до заданого методу та способу роботи.

Виявлення облич методом Віоли-Джонса. Цей підхід був розроблений та представлений Полом Віолою і Майклом Джонсом у 2001 році [1]. Однак і до цього дня метод є одним з найкращих підходів для пошуку об'єктів на зображенні в режимі реального часу.

Виокремимо основні принципи, на яких базується робота цього методу:

1. Інтегральне представлення зображень.
2. Пошук облич за допомогою ознак Хаара.
3. Каскадна класифікація з застосування бустингу.

Інтегральне представлення зображень. Інтегральне представлення використовується для обчислення яскравості прямокутної області зображення. [2]. Це представлення зазвичай використовується в багатьох розроблених алгоритмах так званого комп'ютерного зору. Інтегральне представлення дозволяє швидко оцінити повну глибину будь-якого прямокутника на заданому зображенні і до того ж час обчислення не залежатиме від площі цього прямокутника.

Дане представлення – це матриця, розміри якої збігаються з розмірами вхідного зображення. У кожному елементі матриці зберігається сума інтенсивності пікселів, що лежать ліворуч і вище відносно певного елемента. Елементи такої матриці розраховуються за наступною формулою:

$$I(x, y) = \sum_{x' \leq x, y' \leq y} i(x', y')$$

де $I(x, y)$ – значення точки (x, y) в інтегральному зображенні; $i(x', y')$ – значення інтенсивності вхідного зображення.

Використання інтегрального представлення зображення надає можливість однаково розраховувати ознаки одного типу, але з різними

геометричними параметрами, за однаковий період часу, оскільки обчислення матриці інтегрального представлення займає лінійно залежний час, пропорційний кількості пікселів у зображенні.

Ознаки Хаара. Використання функцій виявлення об’єктів на основі вейвлетів Хаара було вперше запропоновано Папагоргиу в 1998 році. [3]. Віола та Джонс адаптували цю ідею у своїй роботі та отримали прямокутні ознаки, котрі називаються ознаками Хаара [1]. Зовнішній вид ознак представлено на рис. 1.

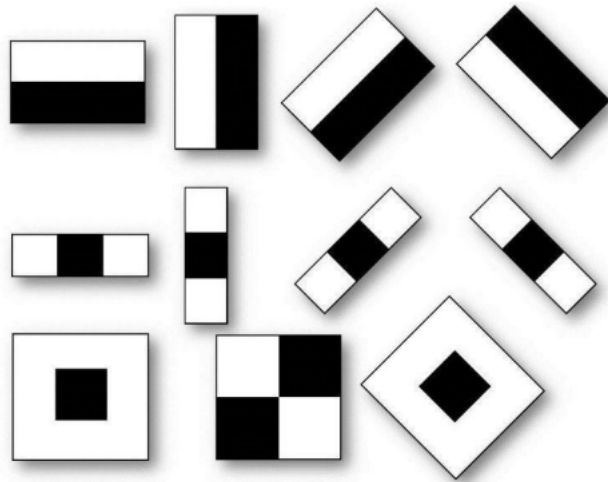


Рис. 1. Ознаки Хаара

Розширений метод Віоли-Джонса, наданий у бібліотеці комп’ютерного зору OpenCV, також використовує додаткові функції, зображені на рис. 2.

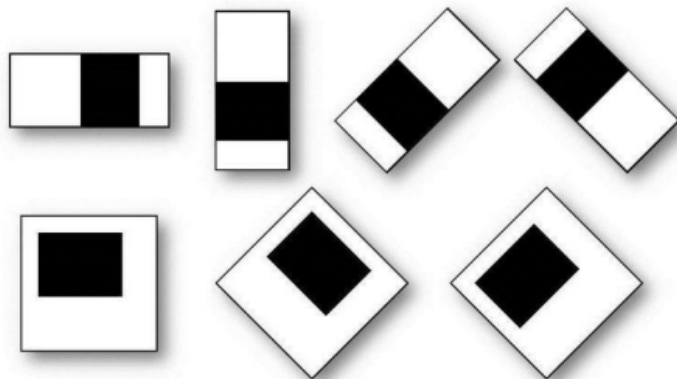


Рис. 2. Додаткові ознаки Хаара

Результат розрахунку таких ознак в інтегральному представленні виглядатиме наступним чином:

$$F = U - V$$

де U – сума яскравості точок, закритих світлою частиною ознаки, а V – сума значень яскравості точок, покритих темною частиною ознаки. Дані ознаки описують зміну яскравості по двом осям зображення.

Пошук облич здійснюється за допомогою так званого вікна сканування, розмір котрого в оригінальному алгоритмі становить 24x24 пікселя. Вікно переміщується по зображенню з кроком у 1 піксель, і для кожної його позиції вираховують ознаки Хаара з різним масштабом і положенням у вікні. Саме сканування сканування відбувається таким же чином, не зважаючи на різні масштаби скануючого вікна. Знайдені ознаки Хаара передаються до класифікатора, який використовує їхні значення, щоб визначити, чи є область зображення, пов'язана з вікном, обличчям чи ні.

Каскадна класифікація. Каскадна структура класифікатора надає можливість прискорити розпізнавання обличчя, зосередивши роботу на найбільш цікавих ділянках зображення. Каскад забезпечує структурну організацію слабких класифікаторів, навчених з використанням процедури

бустингу. З невеликими обчислювальними зусиллями можна відхилити зображення, які не містять потрібного об'єкта (у цьому випадку обличчя), з високою ймовірністю на ранніх стадіях розпізнавання. Приклад каскадної структури класифікаторів наведено на рис. 3.

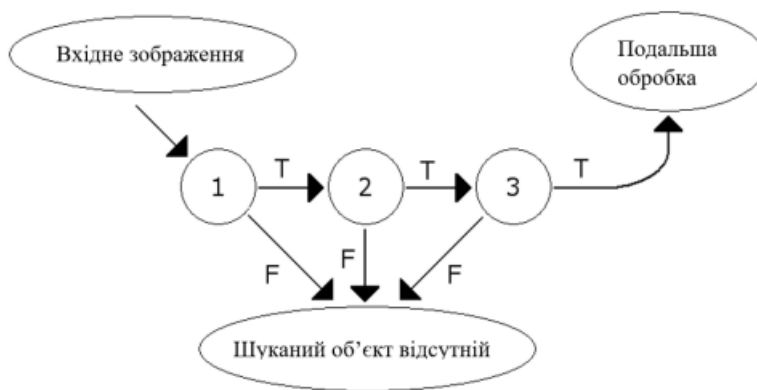


Рис. 3. Каскадний класифікатор

Кожен етап каскаду навчається за допомогою алгоритму AdaBoost [1]. Кількість використовуваних у ньому ознак слід збільшувати до того моменту, поки виявлення цільового об'єкта та помилки першого типу не досягнуть певного значення. Рівні визначаються шляхом тестування детектора на тестовому наборі. Якщо загальна помилка типу I ще не досягнута для всього об'єкта, додається наступний етап каскаду. Негативний набір для навчання наступних рівнів визначається шляхом збору всіх помилкових виявлень під час використання поточного каскаду.

Результатом класифікації є набір областей зображення, які містять потрібний об'єкт. Потім прибираються вкладені повторення під час виявлення того самого об'єкта, спричинені масштабуванням вікна сканування. Для подальшої обробки знайдені обличчя перетворюються в градації сірого і масштабуються до розміру 128*128 пікселів.

Метод k-найближчих сусідів (англ. k-nearest neighbor method, k-NN) – це непараметричний метод навчання, вперше розроблений Евеліном Фіксом і

Джозефом Ходжесом у 1951 році [4], а пізніше продовжений Томасом Ковером. Метод використовується так само для регресії, як і для класифікації. Вхідні дані в обох випадках складаються з k найближчих шаблонів навчання в наборі даних.

Метод найближчого сусіда — це простий алгоритм класифікації, заснований на визначенні належності об'єкта до класу, до якого він є найближчим елементом. Наприклад, на рис. 4 алгоритм повинен класифікувати зелений коло як червоний трикутник, оскільки саме трикутник знаходиться найближче до кола.

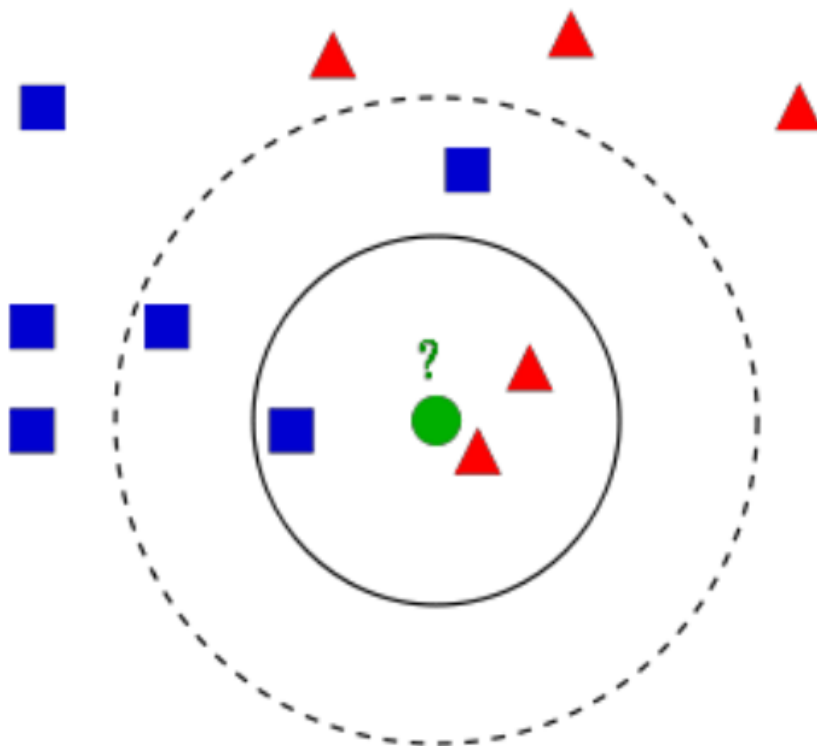


Рис. 4. Приклад k -NN класифікації

На етапі класифікації k є константою, визначеною користувачем, і непозначений вектор (тестова точка або запит) класифікується шляхом

призначення відмітки, яка найчастіше зустрічається серед k шаблонів навчання, котрі є найближчими до цієї точки запиту.

Для покращення результатів використовується техніка, за якою об'єкту присвоюється клас, до якого належать більшість його сусідів у околиці заданого розміру. Алгоритм можна описати математично наступним чином. На першому кроці з N елементів визначається елемент x_s навчальної вибірки, який найбільше відповідає представленому зображенню x , тобто:

$$\|x - x_s\| = \min\{\|x - x_i\| : i = 1, \dots, N\}$$

Даний метод використовується, коли вартість неправильної класифікації висока, а помилки даних не є великими. Основним недоліком цього методу є його чутливість до значень окремих (можливо помилкових) даних. Проте, незважаючи на це, метод найближчого сусіда показує високу ефективність під час застосування до широкого кола задач класифікації [5].

Висновок. Математичні розрахунки часто передбачають використання різних методів, які мають свої особливості, переваги та недоліки. Розглянутий метод найближчих сусідів надає можливість вирішувати досить серйозні задачі, пов'язані з властивостями математичних об'єктів. Дослідницькі концепції, засновані на аналізованій методології, зараз активно використовуються в інструментах штучного інтелекту. У експертних системах необхідно не тільки класифікувати об'єкти, а й показати користувачеві пояснення класифікації, що розглядається.

У статті запропоновано спосіб для детекції та розпізнавання облич у відеопотоках. Метод Віоли Джонс був запропонований для розпізнавання обличчя в кадрах відеопотоку. Виявлені обличчя класифікували за методом найближчого сусіда.

Система, розроблена за допомогою цих методів, може бути використана для вирішення різноманітних проблем відеоаналізу, та, у першу чергу, має

безпосереднє застосування у системах контролю доступу й ідентифікації особистості.

Література

1. Viola P., Jones M. Rapid object detection using a boosted cascade of simple features / 2001 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Vol. 1. 8–14 December 2001 // The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. P. 511–518.
2. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений, М. : Техносфера, 2005. 1072 с.
3. Papageorgiou O., Papageorgiou P. A general framework for object detection / International Conference on Computer Vision, 1998 // The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. P. 555–562.
4. Fix Evelyn, Hodges Joseph L. Discriminatory Analysis. Nonparametric Discrimination: Consistency Properties. 1951. P. 238–247.
5. Edwards G.J., Cootes T.F., Taylor C.J. Face Recognition Using Active Appearance Models // Computer Vision — ECCV’98, Volume 1407 of the series Lecture Notes in Computer Science. P. 581–595