

ФОРМАЛІЗАЦІЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ЗАДАЧІ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ НА ПРИКЛАДІ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБЛИЧ

Анотація: Відповідно до поставленого завдання був розглянутий та реалізований алгоритм Віоли Джонса як метод розпізнавання осіб, шляхом розробки програми для локалізації та розпізнавання обличчя людини у вхідному відео потоці та групи зображень. У зв'язку зі зростаючими потребами суспільства до розвитку охоронних систем, систем верифікації кредитних карток, систем криміналістичної експертизи, виникає потреба до використання методів, що дозволяють ідентифікувати образи зокрема обличчя людей.

Ключові слова: метод Віоли Джонса, розпізнавання образів, відеопотік, ознаки Хаара, скануюче вікно.

1 Вступ

На сьогоднішній день ідентифікація особи по зображенню обличчя є одним з пріоритетних напрямів розвитку біометричних систем. Такі біометричні показники, як відбиток пальця і малюнок райдужної оболонки є конфіденційною інформацією, тоді як зображення обличчя є загальнодоступним. Саме технологія ідентифікації на основі зображення обличчя визнана найприйнятнішою для масового застосування, оскільки вона не вимагає фізичного контакту з пристроєм, ненав'язлива, природна і, в потенціалі, може володіти високою надійністю і швидкістю.

Актуальність теми дипломної роботи обумовлена тим, що розпізнавання образів є однією з фундаментальних проблем теорії інтелектуальних систем. Крім цього, задача розпізнавання образів має величезне практичне значення, адже системи виявлення і розпізнавання обличчя використовуються не тільки в системах безпеки і контролю доступу, вони знайшли широке застосування і в таких областях, як організація відеоконференцій, об'єктно-орієнтоване стиснення відеоданих, розпізнавання емоцій людини, створення систем машинного зору в робототехніці.

Розпізнавання обличчя – один з підрозділів більш широкої категорії розпізнавання образів. Власне, методи та алгоритми розпізнавання практично дуже схожі, за відмінністю функції розпізнавання, а точніше – її параметрів

Метою дипломної роботи слугує дослідження формалізації та практичної реалізації методів розпізнавання обличчя на приладі алгоритму Віюлі Джонса.

Справжній прорив у знаходженні обличчя на зображенні зробила публікація Віюлі і Джонса у 2001-му році [2-3]. Описаний метод мав дуже високу швидкість та високе відношення вдалих знаходжень обличчя до помилкових. Хоч цей метод був представлений більше 10 років тому, на сьогодні він досі є найбільш поширеним методом знаходження обличчя на фотографіях [3]

2 Формалізація задачі розпізнавання образів

Розпізнавання образів — це віднесення вихідних даних до певного класу за допомогою виділення істотних ознак, що характеризують ці дані, із загальної маси несуттєвих даних.

При постановці задач розпізнавання намагаються користуватися математичною мовою, намагаючись, на відміну від теорії штучних нейронних мереж, де основою є одержання результату шляхом експерименту, замінити експеримент логічними міркуваннями й математичними доведеннями [4].

Найчастіше в задачах розпізнавання образів розглядаються монохромні зображення, що дає можливість розглядати зображення як функцію на площині.

Якщо розглянути множину точок на площині T , де функція $x(x,y)$ виражає в кожній точці зображення його характеристику — яскравість, прозорість, оптичну щільність, то така функція є формальним записом зображення.

Множина усіх можливих функцій $K(x,y)$ на площині T — є моделлю множини всіх зображень X . Уводячи поняття подібності між образами можна поставити задачі розпізнавання. Конкретний вид такої постановки залежить від наступних етапів при розпізнаванні відповідно до того або іншого підходу.

У рамках роботи необхідно автоматизувати процес розпізнавання осіб шляхом розробки програми для локалізації та розпізнавання обличчя людини у вхідному відео потоці та групи зображень. Середовищем програмування обрано прикладну програму Microsoft Visual Studio 2017 з використанням об'єктно-орієнтованої мови програмування C# та бібліотеки EmguCV.

Теоретичні дослідження повинні ґрунтуватися на застосуванні методів розпізнавання образів та математичної статистики, теорії оптимізації, методів обчислювальної геометрії, теорії математичного моделювання.

Бібліотека OpenCV дуже популярна за рахунок своєї відкритості та можливості безкоштовно використовувати як в навчальних, так і комерційних цілях.

Проблеми розпізнавання легко вирішуються людьми, причому, робиться це, як правило, підсвідомо. Однак спроби побудувати штучні системи розпізнавання не настільки переконливі. Основна проблема полягає у тому, що у більшості випадків неможливо адекватно визначити ознаки, на основі яких слід здійснювати розпізнавання.

3 Алгоритмічна та програмна реалізація задачі розпізнавання образів

Для програмної реалізації задачі розпізнавання обличчя нами був обраний метод Віюли-Джонса.

Метод Віоли-Джонса (англ. *Viola–Jones object detection*) - алгоритм, що дозволяє виявляти об'єкти на зображеннях в реальному часі. Його запропонували Паул Віола і Майкл Джонс в 2001 році. Хоча алгоритм може розпізнавати різні класи зображень, основним завданням при його створенні було виявлення осіб. У методу є багато реалізацій, в тому числі в складі бібліотеки комп'ютерного зору OpenCV (функція `cvHaarDetectObjects`). Алгоритм знаходить особи з високою точністю і низькою кількістю помилкових спрацьовувань.

Узагальнена схема розпізнавання в алгоритмі Віоли-Джонса представлена на рисунку 2.1.

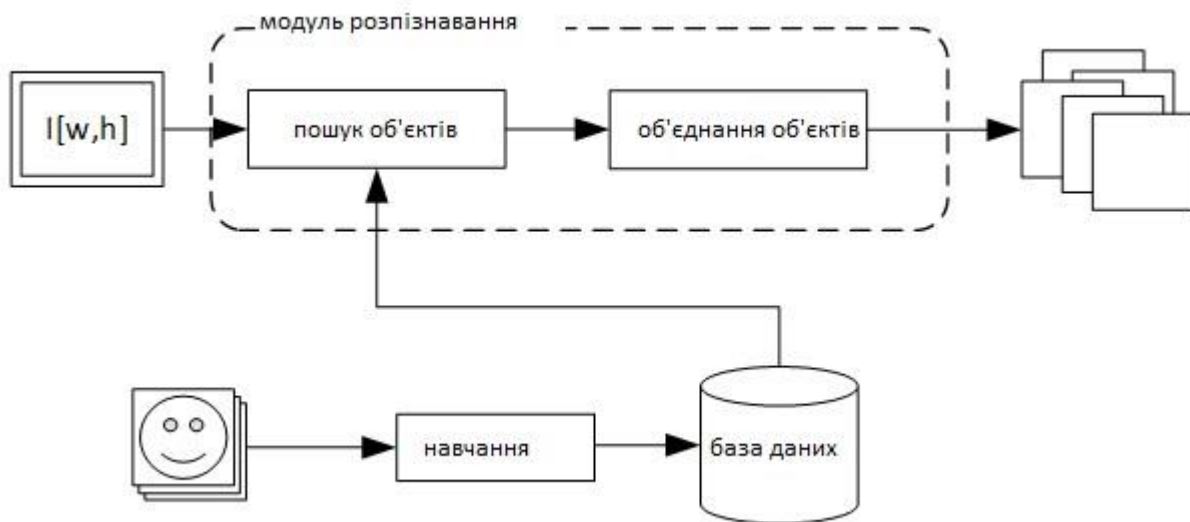


Рис. 1. Схема розпізнавання в алгоритмі Віоли-Джонса

Метод складається з 2-х підалгоритмів: алгоритм навчання і алгоритм розпізнавання. На практиці швидкість роботи алгоритму навчання не важлива. Вкрай важлива швидкість роботи алгоритму розпізнавання.

Метод має такі переваги:

1. можливе виявлення більше однієї особи на зображенні;
2. використання простих класифікаторів показує хорошу швидкість і дозволяє використовувати цей метод в потоці.

Однак метод складно навчається, так як для навчання потрібна велика кількість тестових даних і передбачає великий час навчання, яке вимірюється днями.

Основні принципи, на яких базується метод, такі:

1. Використовуються зображення в інтегральному вигляді, що дозволяє обчислювати швидко необхідні об'єкти;
2. Використовуються ознаки Хаара, за допомогою яких відбувається пошук потрібного об'єкта (в даному контексті, обличчя і його риси);
3. Використовується бустінг (від англ. boost - поліпшення, посилення) для вибору найбільш підходящих ознак для шуканого об'єкта на даній частині зображення;
4. Всі ознаки надходять на вхід класифікатора, який дає результат «вірно» або «невірно»;
5. Використовуються каскади ознак для швидкого відкидання вікон, де не знайдено обличчя.

У загальному вигляді, завдання виявлення обличчя та рис обличчя людини на цифровому зображенні виглядає саме так:

1. Є зображення, на якому є шукані об'єкти. Воно представлено двовимірною матрицею пікселів розміром $w * h$, в якій кожен піксель має значення:

— від 0 до 255, якщо це чорно-біле зображення;

— від 0 до 2553, якщо це кольорове зображення (компоненти R, G, B).

2. В результаті своєї роботи, алгоритм повинен визначити положення обличчя і їх рис та позначити їх – пошук здійснюється в активній області зображення прямокутними ознаками, за допомогою яких і описується знайдене обличчя і його риси:

$$rectangle_i = \{x, y, w, h, a\} \quad (2.1)$$

де x, y – координати центру i -го прямокутника, w - ширина, h - висота, a - кут нахилу прямокутника до вертикальної осі зображення.

Іншими словами, для малюнків і фотографій використовується підхід на основі скануючого вікна (scanning window): сканується зображення вікном пошуку (або так зване вікно сканування), а потім застосовується класифікатор до кожного положення вікна. Система навчання і вибору найбільш значущих ознак повністю автоматизована і не вимагає втручання людини, а тому цей підхід працює швидко.

Візуалізація скануючого вікна представлена на рисунку 2.2

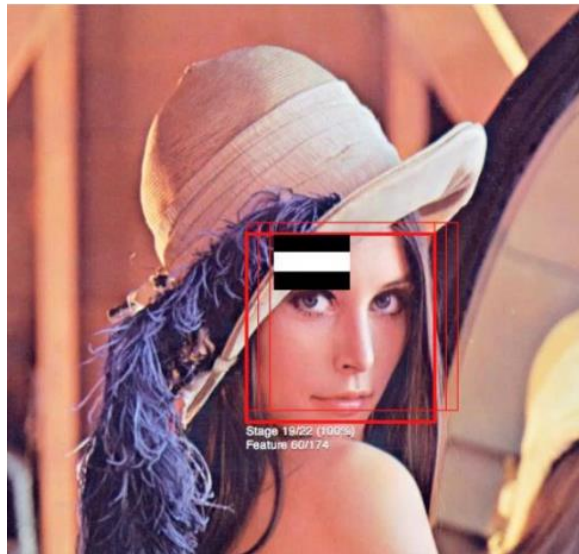


Рис.2. Візуалізація скануючого вікна

Для того, щоб проводити будь-які дії з даними, використовується інтегральне представлення зображень в методі Віюлі-Джонса. Таке представлення використовується часто і в інших методах, наприклад, в вейвлет-перетвореннях, SURF і багатьох інших алгоритмах.

Зазвичай у кожного методу є основа, то, без чого цей метод не міг би існувати в принципі, а вже над цією основою будується вся інша частина. У методі Віюлі-Джонса цю основу складають примітиви Хаара, що представляють собою розбивку заданої прямокутної області на набори різнотипних прямокутних під областей.

У стандартному методі Віюли-Джонса використовуються прямокутні ознаки, представлені на рисунку 2.3, вони називаються примітивами Хаара.

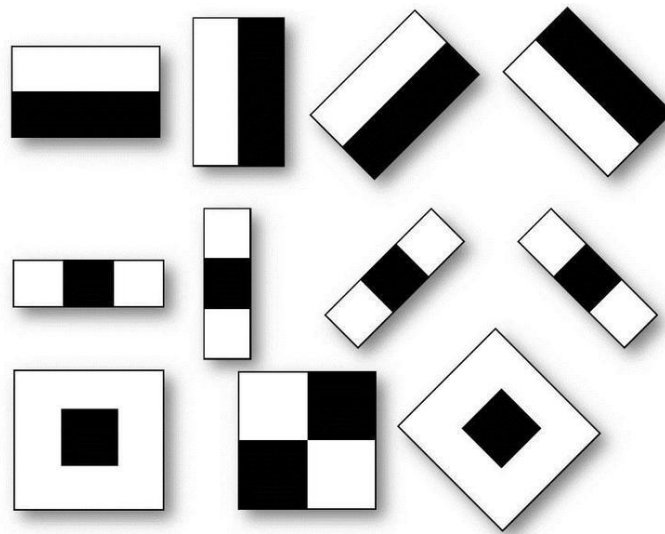


Рис. 3. Примітиви Хаара

У контексті алгоритму є множина об'єктів (зображень), розділених деяким чином на класи. Визначена скінченна множина зображень, для яких відомо, до якого класу вони відносяться (наприклад, це може бути клас «фронтальне зображення носа»). Ця множина називається навчальною вибіркою. Класова приналежність інших об'єктів невідома. Потрібно побудувати алгоритм, здатний класифікувати довільний об'єкт з початкової множини [1].

Класифікувати об'єкт - це вказати номер (або найменування класу), до якого належить даний об'єкт.

Класифікація об'єкта - номер або найменування класу, що видаються алгоритмом класифікації в результаті його застосування до даного конкретного об'єкту.

Класифікатор (classifier) - в задачах класифікації це апроксимуюча функція, що виносить рішення, до якого саме класу даний об'єкт належить.

Навчальна вибірка - скінченне число даних.

У машинному навчанні завдання класифікації відноситься до розділу навчання з учителем, коли класи роздільні та не перетинаються. Розпізнавання образів по суті і є класифікація зображень і сигналів. У випадку алгоритму

Віоли- Джонса для ідентифікації та розпізнавання обличчя класифікація є двухкласовою – об'єкт може бути обличчям або не обличчям.

Постановка класифікації виглядає наступним чином:

Нехай X - множина, в якій зберігається опис об'єктів, Y – скінченна множина номерів, що належать класам. Між ними є залежність- відображення $Y^*: X \Rightarrow Y$. Навчальна вибірка представлена $X_m = \{(x_1, y_1), \dots, (x_m, y_m)\}$. Конструюється функція f від вектора ознак X , для будь-якого можливого спостереження X і здатна класифікувати об'єкт $x \in X$. Дане просте правило повинно добре працювати і на нових даних.

4 Одна з частин коду програми розпізнавання облич

```
Form1.cs
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.Linq;
using System.IO;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
using System.Windows.Forms;

namespace FaceRec
{
    public partial class Form1 : Form
    {
        // глобальная переменная для хранения пути к файлу
        string path = "";
        // глобальная переменная для хранения расширения имени файла
        string ext = "";

        public Form1()
        {
            // инициализация основной формы
            InitializeComponent();
        }

        private void button1_Click(object sender, EventArgs e) // при нажатии на кнопку
"Импорт"
    {
```



```

// открываем диалог с пользователем
OpenFileDialog ofd = new OpenFileDialog();

// задаем подпись окна диалога
ofd.Title = "Выберите файл";
// задаем фильтры для расширений файлов ( только графика и видео )
ofd.Filter = "Image files (*.jpg, *.jpeg, *.jpe, *.jfif, *.png) | *.jpg; *.jpeg; *.jpe; *.jfif;
*.png" +
            "|Video files (*.mp4, *.avi) | *.mp4; *.avi";

// проверяем открылся ли диалог
if (ofd.ShowDialog() == DialogResult.OK)
{
    // передаем переменной путь к выбранному файлу
    path = ofd.FileName;
}
}

private void выходToolStripMenuItem_Click(object sender, EventArgs e) // при
нажатии на кнопку "Выход"
{
    Application.Exit(); // закрыть программу
}

private void справкаToolStripMenuItem_Click(object sender, EventArgs e) // при
нажатии на кнопку "Справка"
{
    // выведем информационное сообщение
    MessageBox.Show("Created by Ihor Shanajev", "Справка", MessageBoxButtons.OK,
    MessageBoxIcon.Information);
}

private void button2_Click(object sender, EventArgs e) // при нажатии на кнопку
"Результат"
{
    // проверяем был ли импортирован файл
    if (path != "")
    {
        // передадим переменной значие расширения файла
        ext = Path.GetExtension(path);
        // проверяем к какому класу относится выбранный файл
        if (ext == ".mp4" || ext == ".avi")
        {
            // выбранный файл видео -> открываем форму3
            Form3 f = new Form3(path); // создаем экземпляр класса Form3 и передаем
путь к выбранному файлу как параметр
            f.Show(); // открываем форму 3
        }
        else
        {
            // выбранный файл графика -> открываем форму2

```

```

        Form2 f = new Form2(path); // создаем экземпляр класса Form2 и передаем
путь к выбранному файлу как параметр
        f.Show(); // открываем форму 2
    }
}
else
{
    // Если файл не был импортирован -> выведем сообщени с ошибкой
    MessageBox.Show("Ошибка! Сначала нужно импортировать файл", "Ошибка",
    MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Error);
}
}
}
}
}

```

5 Приклади експериментів

Результат роботи програми на обраних фото зображено на рисунку Рис.4 та Рис.5 На обох фотографіях шукані об'єкти були розпізнані.

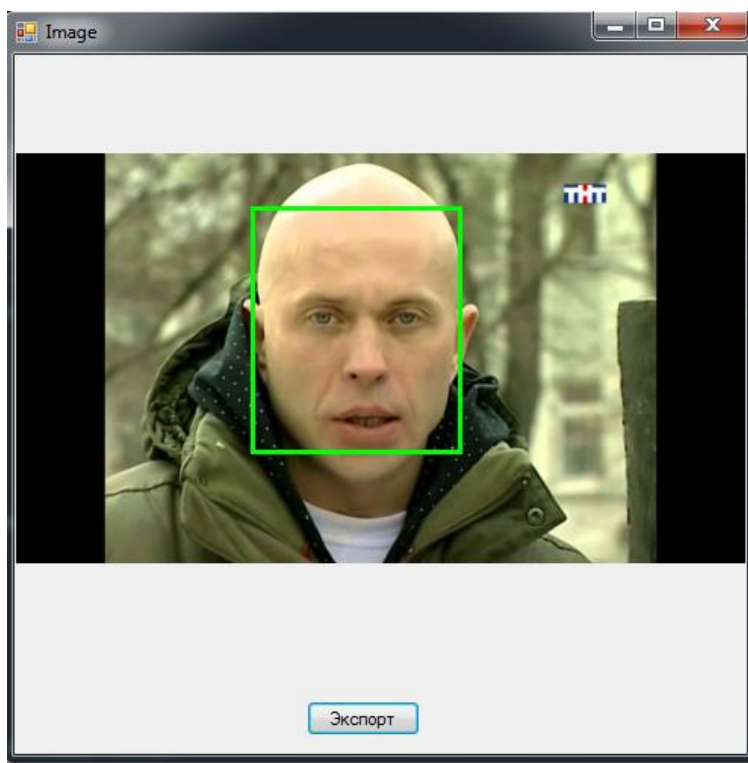


Рис. 4. Результат роботи програми з фото №1

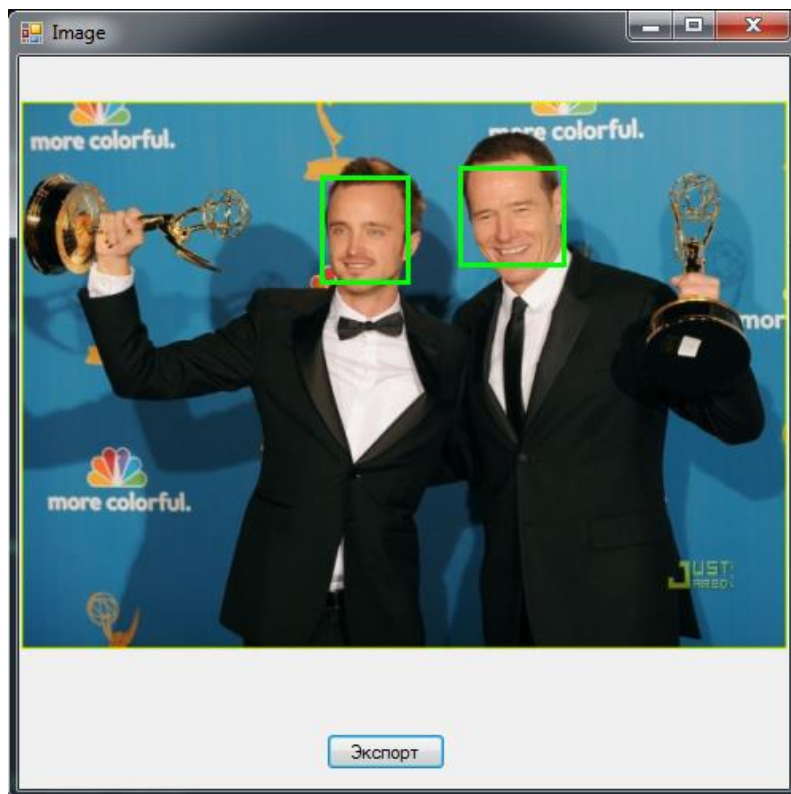


Рис. 5. Результат роботи програми з фото №2

6 Висновок

У рамках дипломної роботи був реалізований алгоритм Віоли Джонса як метод розпізнавання осіб, шляхом розробки програми для локалізації та розпізнавання обличчя людини у вхідному відео потоці та групи зображень. Середовищем програмування нами було обрано прикладну програму для реалізації алгоритму Віоли Джонса - Microsoft Visual Studio, з використанням мови програмування C++. Теоретичні дослідження ґрунтувалися на застосуванні методів розпізнавання образів та математичної статистики, теорії оптимізації, методів обчислювальної геометрії, теорії математичного моделювання.

У зв'язку зі зростаючими потребами суспільства до розвитку охоронних систем, систем верифікації кредитних карток, систем криміналістичної експертизи, виникає потреба до використання методів, що дозволяють ідентифікувати особи людей. Таке завдання для людини досить нескладне, але навчити комп'ютер набагато проблематичніше. Існує кілька методів для

детектування осіб, але метод Віоли - Джонс зарекомендував себе більше з кращого боку і тому є найбільш поширеним.

Посилання

1. Местецкий Л. М., *Математические методы распознавания образов* /Местецкий Л. М. // МГУ, ВМиК, Москва, 2002–2004., с. 42 – 44
2. P. Viola, *Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features* / P. Viola and M.J. Jones // *Proceedings IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR 2001)*, 2001
3. P. Viola, *Robust real-time face detection* / P. Viola and M.J. Jones // *International Journal of Computer Vision*, vol. 57, no. 2, pp.137–154 (2004)
4. Файн В. С. *Опознавание изображений*, М. 1970

Authors:

Lyevi LI, Shanajev.I.E.

Formalization and software implementation problem recognition for example face detection

Abstract: According to the task was considered and implemented algorithm Viola Jones as a method of identification of persons by developing programs for localization and identification of a human face in the input video stream and the GOP. Due to the growing needs of society in the development of security systems, credit card verification systems, forensic, there is a need to use methods to identify images including human faces.

Keywords: Viola Jones method, pattern recognition, video stream, signs Haar scanning window.

Авторы:

Леви Л. И., Шанаев.И.Е.

Формализация и программная реализация задачи распознавания образов на примере распознавания лиц

Аннотация: В соответствии с поставленной задачей был рассмотрен и реализован алгоритм Виолы Джонса как метод распознавания лиц, путем разработки программы для локализации и распознавания лица человека во входном видеопотоке и группы изображений. В связи с растущими потребностями общества к развитию охранных систем, систем верификации кредитных карточек, систем криминалистической экспертизы, возникает потребность к использованию методов, позволяющих идентифицировать образы в частности лица людей.

Ключевые слова: метод Виолы Джонса, распознавания образов, видеопоток, признаки Хаара, сканирующее окно.