

УДК 621.384.3

В.С. Танчук, студент гр. ПО-11мп, професор Колобродов В.Г.
КПІ ім. Ігоря Сікорського

НЕОДНОРІДНЕ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБЛИЧЧЯ ПОЛЯРИЗАЦІЙНИМ ТЕПЛОВІЗОРОМ, ВИКОРИСТОВУЮЧИ СЛОВНИКОВЕ НАВЧАННЯ ОЗНАК

Анотація. Однією з найскладніших областей досліджень у комп'ютерному баченні є неоднорідне розпізнавання обличчя, основна задача якого є точне розпізнавання зображення, зробленого за допомоги альтернативних методів, наприклад в тепловому спектрі. Великого використання набуло поляризаційне тепловізійне зображення, за допомоги якого можна отримати додаткові ознаки та геометричні деталі обличчя, які складно отримати із звичайного тепловізора. Дані ознаки сприяють більш ефективному розпізнаванню обличчя. У цій статті розглядається використання словникового навчання ознак, для отримання обробленого зображення видимого та тепловізійного спектрів, які будуть схожі між собою та більш точні для порівняння та розпізнавання.

Ключові слова: розпізнавання обличчя, поляризація, словникове навчання ознак, пост-обробка, виділення ознак, цифрова обробка зображення

ВСТУП

Розпізнавання обличчя має широке застосування у комерційній, військовій та цивільній сферах використання, починаючи від розпізнавання людей на веб-сайтах в соціальних мережах і закінчуючи спостереженням для національної безпеки. В даний момент часу, дослідження та розробки розпізнавання обличчя переважно зосереджені на видимому спектрі. Для спостереження в нічний час використання звичайних камер не задовольняє поставленій задачі, тому для цього використовують тепловізійні камери.

Основне питання неоднорідного розпізнавання обличчя полягає в тому, як точно ідентифікувати видиме зображення обличчя із зображеннями, зробленими в тепловому спектрі. Для більш ефективного розпізнавання, використання звичайних тепловізорів не є ефективним. Точнішої обробки зображення можна добитися, використовуючи поляризаційні тепловізори, які виділяють додаткові ознаки та геометричні деталі обличчя.

В статті розглянуто наступний алгоритм розпізнавання обличчя, використовуючи звичайне зображення та зображення з поляризаційного тепловізора: використання словникового навчання ознак для отримання словникових наборів даних; використання створених словників для відновлення та синтезу зображень із видимого та поляризаційного зі спільними ознаками; створення моделі і датасету для навчання.

ВИКОРИСТАННЯ ПОЛЯРИЗОВАНОГО ТЕПЛОВІЗІЙНОГО ЗОБРАЖЕННЯ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБЛИЧЧЯ

Для характеристики поляризаційного зображення використовують вектори Стокса S_0, S_1, S_2, S_3 [1]:

$$\begin{aligned} S_0 &= I_0 + I_{90} \\ S_1 &= I_0 - I_{90} \\ S_2 &= I_{45} - I_{135} \end{aligned} \quad (1)$$

Параметри Стокса описують стан поляризації цілі, використовуючи інтенсивність поляризаційного світла із різними кутами поляризації $I_0, I_{45}, I_{90}, I_{135}$. Так як на вхідних зображеннях немає штучного освітлення, то кругова

поляризація відсутня, тому вектор S_3 не використовується. Також використовується ступінь поляризації, який описує частину електромагнітної хвилі, яка є лінійно поляризованою[2]:

$$P = \frac{\sqrt{S_1^2 + S_2^2}}{S_0} \quad (2)$$

Поляризаційне тепловізійне зображення обличчя, представлене S_1 і S_2 , доповнює звичайну інформацію теплового зображення, представлену S_0 , надаючи додаткові текстурні та геометричні деталі, які покращують розпізнавання, приклад зображень з цими ознаками наведений на Рис.1 [2].

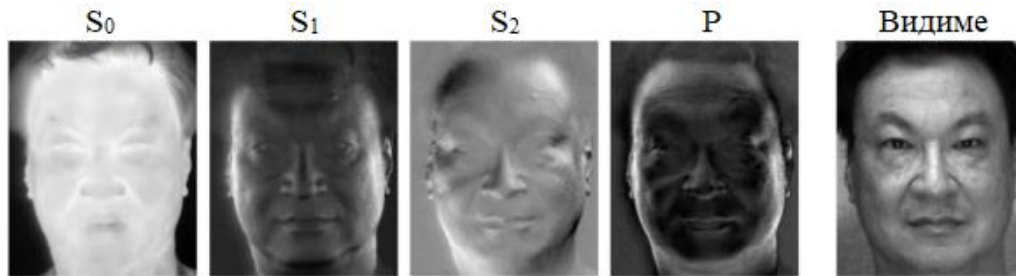


Рисунок 1. Приклад зображення S_0 , S_1 , S_2 , P та зображення видимого діапазону

ОПИС МЕТОДУ ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕННЯ ДЛЯ СТВОРЕННЯ МОДЕЛІ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБЛИЧЧЯ

Метод, який розглядається в даній роботі, включає дві основні компоненти для досягнення крос-модельного синтезу та розпізнавання обличчя (Рис.2) [1]:

- 1) Використання архітектури словникового навчання ознак. Використання отриманого словника на видиме та поляризаційне зображення, використовуючи патч відновлення (patch-wise sparse recovery);
- 2) Виконання пост-обробки та виділення ознак.

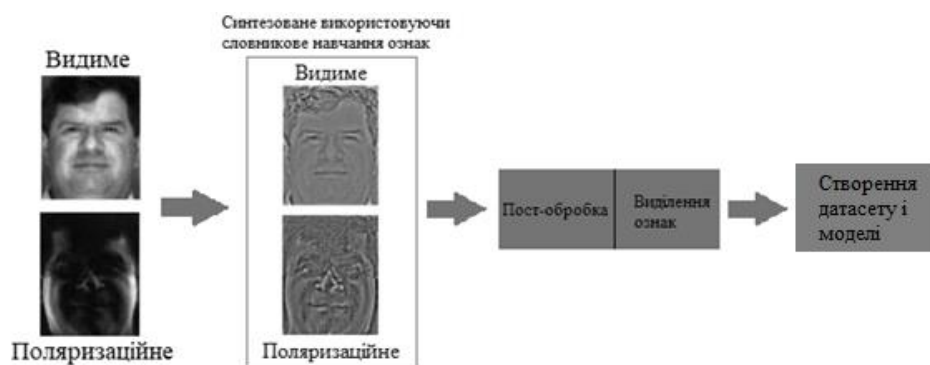


Рисунок 2. Процес розпізнавання обличчя розглянутого методу

Розглянемо архітектуру словникового навчання ознак. Словникове навчання ознак – це метод навчання ознак, який спрямований на знаходження розрідженого представлення вхідних даних (також відомого як розріджене кодування) у вигляді лінійної комбінації основних елементів, а також самих базових елементів. Основна мета словникового навчання, це синтезувати зображення обличчя для інфрачервоного спектру та видимого, на основі навченого словника. Синтезовані зображення будуть мати схожі ознаки обличчя

і тим самим їх порівняння буде набагато точнішим. Головною проблемою даного методу є створення словника. Створення словника використовує вхідне зображення, або готовий набір даних (датасет). Після створення словника, можна виконати синтезування вхідного зображення [3].

Після отримання синтезованого зображення, необхідно виконати пост-обробку зображень, використовуючи різницю гаусіанів (DoG) та нелінійну гіперболічну тангенціальну сигмоїду (th). Це виконується для збільшення кореляції між тепловійним та видимим синтезованими зображеннями.

Для того, щоб підкреслити краї та виконати фільтрацію високих та низьких частот, використовується смуговий фільтр DoG [1]:

$$I_{DoG}(x, y) = [G(x, y, \sigma_0) - G(x, y, \sigma_1)] \cdot I(x, y)$$

$$G(x, y, \sigma) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}}, \quad (3)$$

де I – вхідне зображення, σ_0 та σ_1 – радіуси фільтру.

Щоб зробити контури більш чіткими на зображенні, необхідно використати сигмоїду гіперболічного тангенсу[1]:

$$T(I_{DoG}(x, y)) = th\left(\frac{I_{DoG}(x, y)}{\sigma_{DoG}}\right) \quad (4)$$

де, σ_{DoG} – є стандартним відхиленням відфільтрованого зображення I_{DoG} .

Наступний етап після пост-обробки – це виділення ознак із зображення. Для цього використовується дескриптор ознак гістограми напрямлених градієнтів (англ. *histogram of oriented gradients*, HOG), який полягає в тому, що зовнішній вигляд і форму локального об'єкта в межах зображення можна описати розподілом градієнтів інтенсивності або напрямків країв. Приклад роботи дескриптора ознак наведено на Рис.3 [4].

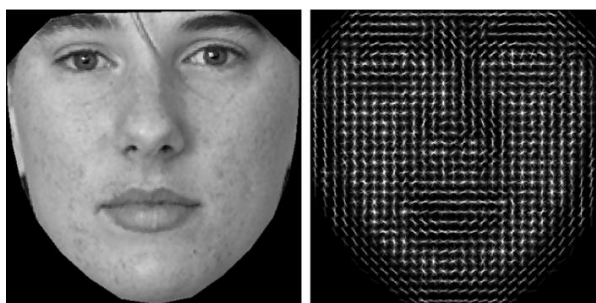


Рисунок 3. Приклад використання дескриптора ознак гістограми напрямлених градієнтів

Отримані, після функції HOG, ознаки використовуються для створення та навчання моделі, яка в подальшому буде використовуватися для розпізнавання обличчя, використовуючи поляризаційні тепловізори.

РЕЗУЛЬТАТИ ОТРИМАНИХ ЗОБРАЖЕНЬ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ

Зображення для виконання обробки та створення датасету для моделі бралися з «Polarimetric Thermal Face Image Dataset», який в собі має зображення обличчя людей в видимому діапазоні, зображення векторів стокса S_0 , S_1 , S_2 та ступеня поляризації P [2].

Ефективність синтезу та попередньої обробки зображень обличчя продемонстрована на Рис. 4 [1].

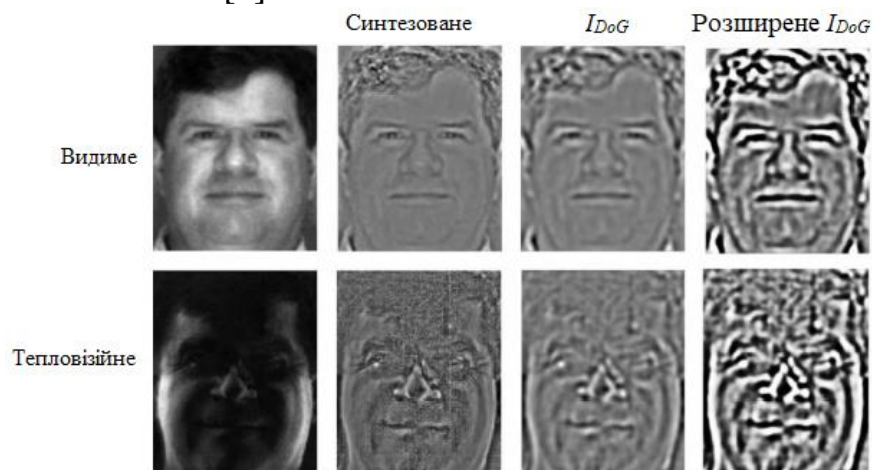


Рисунок 4. Результати обробки зображення видимого та поляризаційного

На рисунку видно синтезовані зображення як видимого, так і теплового зображення. Синтезовані зображення здатні отримувати набагато більше інформації і особливостей. Рис. 4 демонструє, як після виконання пост-обробки у зображення виділяються контури та зменшуються шуми.

ВИСНОВКИ

Розглянута обробка поляризаційного та видимого зображення показала дуже гарні результати. Запропонована обробка зображення на основі словникового навчання ознак, дає можливість отримати спільні ознаки поляризаційного зображення з видимим, що значно спрощує створення моделі для розпізнавання обличчя. А виконана пост-обробка виділяє важливі для розпізнавання об'єкти. В подальших планах створення моделі розпізнавання об'єктів та оптимізація обробки зображення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Dong, Chunhua, et al. "Cross polarimetric thermal-to-visible heterogeneous face recognition by coupled dictionary learning." *Infrared Technology and Applications XLVI*. Vol. 11407. International Society for Optics and Photonics, 2020.
- [2] Hu, Shuowen, et al. "A polarimetric thermal database for face recognition research." *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition workshops*. 2016.
- [3] Song, Pingfan, et al. "Coupled dictionary learning for multimodal image super-resolution." *2016 IEEE Global Conference on Signal and Information Processing (GlobalSIP)*. IEEE, 2016.
- [4] Brown, Dane. "Investigating Combinations of Feature Extraction and Classification for Improved Image-Based Multimodal Biometric Systems at the Feature Level", 2018.