

УДК 004.72.056.523:57.087.1

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ОСОБИ ЗА ТЕРМОГРАМОЮ ОБЛИЧЧЯ. ЧАСТИНА 1

Канарик А.В., Терновий Я.І

e-mail: yaroslav.ternovyi@nure.ua.

Науковий керівник - к.т.н., доц. Горелов Д.Ю.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КРiСТЗi
студ. наук. гурток «Біометричні технології контролю доступу»

м. Харків, Україна

Using the databases "SF-TL54", "Visible Thermal DataSet" and Orange software, a study of the accuracy of facial thermogram identification in non-laboratory conditions was conducted. The results obtained allow us to recommend the use of video cameras with built-in thermal imaging in access control and management systems in order to increase the accuracy of user identification.

В наш час алгоритми розпізнавання облич набули широкого застосування у різних системах: від мобільних пристроїв до використання у платіжних системах. Існує безліч методів, що успішно застосовуються в задачах ідентифікації особистості. Однак разом із цим зростає і кількість способів обману алгоритмів ідентифікації на основі зображення обличчя людини. У зв'язку з цим необхідно розглядати інші способи ідентифікації. Одним із таких способів може стати система на основі аналізу термографічних знімків у далекому інфрачервоному діапазоні.

Людина, як біологічне тіло є джерелом переважно інфрачервоного випромінювання. На довжини хвиль від 1 до 5 мікрометрів (короткохвильове інфрачервоне випромінювання – SWIR та середньохвильове інфрачервоне випромінювання – MWIR) припадає близько 1 % всього випромінювання. На довжини хвиль від 5 до 16 мікрометрів (куди потрапляє довгохвильове інфрачервоне випромінювання – LWIR) припадає близько 60 % всього випромінювання. Останні 39 % припадають на більш довгохвильове випромінювання, але в цьому діапазоні шкіра людини випромінює, а отже й поглинає випромінювання, як абсолютно чорне тіло незалежно від віку, ступеня пігментації та інших особливостей. Смугу LWIR часто називають «тепловим інфрачервоним випромінюванням». Термографія в цьому діапазоні не потребує додаткового джерела світла або тепла, оскільки датчики теплового випромінювання можуть формувати зображення об'єкта виключно шляхом зчитування випромінювання теплової енергії спостережуваних об'єктів у кадрі. Таким чином, для практичних застосунків треба використовувати термограми обличчя, отримані саме в LWIR діапазоні.

На даний момент у вільному доступі розташовано більше 10 баз даних LWIR зображень термограм обличчя. Проте жоден з них не містить термограм, що відповідають: різним ракурсам зйомки, різним температурним

умовам навколишнього середовища, різним умовам освітлення об'єкта ідентифікації не враховують: мімічних спотворень обличчя, зміни в зовнішності, такі як грим, вуса, борода, наявність аксесуарів, таких як окуляри та медичні маски.



Рисунок 1

У 2022 казахськими вченими році було опубліковано SF-TL54 датасет, що містить по 18 зображень обличчя для кожного зі 100 користувачів (представлено різні раси, деякі з користувачів носять окуляри, вуса, бороду; зображення відповідають різним кутам повороту голови – рис. 1).

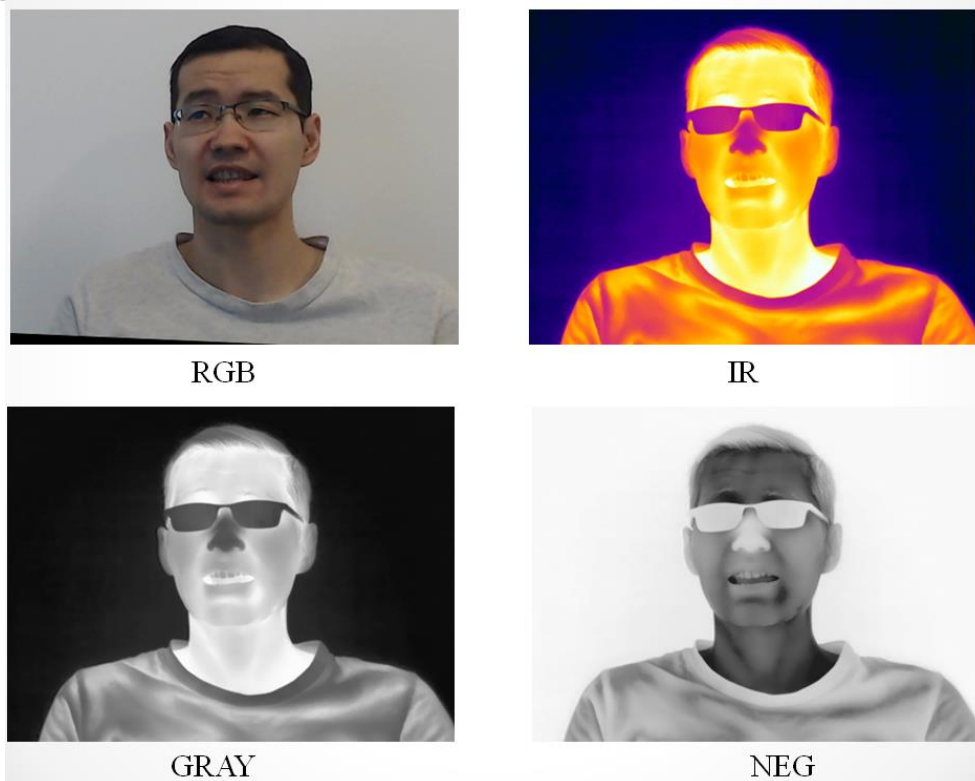


Рисунок 2

Також кожне з 1800 фото датасету представлено у чотирьох палітрах – звичайне кольорове фото (RGB) та інфрачервоне фото, яке в свою чергу подано в трьох варіантах – кольоровому (IR), у відтінках сірого (GRAY) та негатив (NEG) – рис. 2.

В якості програмного засобу для проведення досліджень було використано інструмент для візуалізації даних, машинного навчання та інтелектуального аналізу даних Orange. В якості екстрактору використовувалась нейронна мережа «Inception v3» – рис. 3.

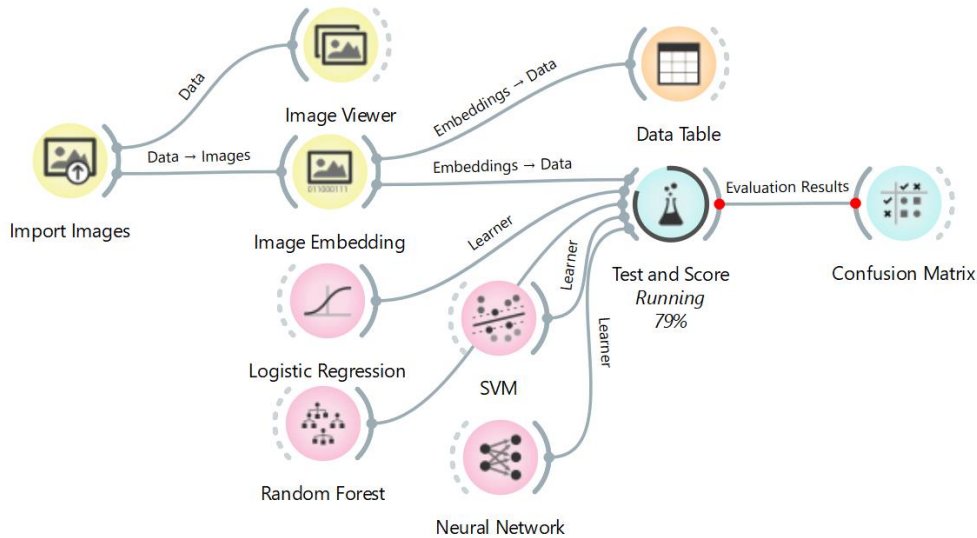


Рисунок 3

Результати класифікації: для всіх чотирьох алгоритмів класифікації (Logistic Regression, SVM, Random Forest, Neural Network) спостерігається незмінна ситуація: найгірша точність класифікації відповідає кольоровому поданню інфрачервоних зображень обличчя (IR), трохи вищі показники (93 %) спостерігаються для інфрачервоних зображень в градаціях сірого (GRAY), на другому місці з точністю класифікації 94.3 % знаходяться звичайні кольорові зображення обличчя (RGB), найкращу точність (94.8 %) забезпечує використання негативів інфрачервоних зображень обличчя.

Досить близькі точності класифікації для датасетів «RGB» та «NEG» на нашу думку можна пояснити тим фактом, що набір даних ImageNet, на якому навчено нейронну мережу «Inception v3», містить близько 14 мільйонів зображень, але, по-перше, зображення охоплюють тисячі категорій об'єктів, по-друге, усі зображення у RGB палітрі. Тобто більш спеціалізована нейронна мережа, навчена лише на зображеннях обличчя, потенційно може забезпечити екстракцію більш інформативних і більш унікальних ознак, а, отже, і підвищити точність класифікації.

В практичних застосунках для відеоспостереження застосовуються відеокамери з RGB палітрою відтворення візуальної інформації. Але в останні роки з'явилися цілі лінійки відеокамер з тепловізорами. Причому

більш дешевші моделі орієнтовані лише на виявлення людей з підвищеною температурою тіла, а більш дорогі – на повноцінне відтворення термограм обличчя.

Таким чином, наступним кроком досліджень було об'єднання датасету «SF-TL54-RGB» та датасету «SF-TL54-NEG». В якості алгоритму класифікації використовувався алгоритм Logistic Regression, як такий, що забезпечував найвищі результати у попередніх дослідках.

Середня точність ідентифікації користувачів зросла до 96.3 %. Причому 57 користувачів (57 %) було ідентифіковано без помилок, ще 27 користувачів (27 %) були в 34 з 36 випадків ідентифіковані вірно (94.4 %). Одинадцять користувачів були ідентифіковані з точністю 88.9 % (4 помилки з 36 спроб). Точність класифікації нижче 85 % спостерігається лише для 5 користувачів.

Також слід відзначити, що кожен користувач з дослідних датасетів описаний лише 18 фотографіями, причому положення голови відносно камери та вираз обличчя змінюються від зображення до зображення. Тобто, використовуючи, більш об'ємний датасет, наприклад, по 50 або 100 фотографій для кожного користувача, слід очікувати значного підвищення точності класифікації. Підтвердженням даної тези є результати класифікації користувачів датасету «Visible Thermal Data Set», який містить по 60 фотографій 20 користувачів – рис. 4.



Рисунок 4

В якості алгоритму класифікації використовувався алгоритм Logistic Regression. Середня точність ідентифікації користувачів становила 99.6 %. Причому 16 користувачів (80 %) було ідентифіковано без помилок, ще 4 користувачі (20 %) були в 59 з 60 випадків ідентифіковані вірно (98.3 %).