

## ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНІ НАУКИ

**Великанов М.С.**

*студент,*

*Науковий керівник: Чертов О.Р.*

*доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри,*

*Національний технічний університет України*

*«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

### **РОЗПІЗНАВАННЯ ТА ВІДСТЕЖЕННЯ ОБЛИЧЧЯ У ВАРІАТИВНИХ ПОЛОЖЕННЯХ В РЕЖИМІ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ**

Системи реального часу для виявлення людей на сцені мають важливе значення для додатків безпеки та спостереження. Відстеження людини може бути здійснене шляхом вилучення та класифікації її біометричних ознак, таких як: відбитки пальців, вуха, райдужна оболонка, долоні, хода або мова. Всі ці біометричні ознаки або використовуються окремо, або об'єднані разом залежно від необхідного рівня безпеки [1]. З потокового відео більш придатними будуть дані обличчя, вух та ходи, оскільки вони вимагають лише знімків, знятих з камери спостереження. Ідентифікація людей за обличчям є складним завданням, оскільки риси обличчя людини схильні до змін через освітлення, вираз обличчя, орієнтацію голови та її нахил. У цій роботі пропонується система реального часу для ідентифікації людей у відео шляхом виявлення, розпізнавання та відстеження облич, які змінюються в положенні. Систему можна розділити на три основні частини: розпізнавання обличчя з використанням каскадів Хаара, ідентифікація особи із застосуванням зваженого модульного аналізу головних компонентів та відстеження облич на основі фільтра Калмана.

У наступних розділах будуть розглянуті методи, що використовуються при фронтальному розпізнаванні осіб, в яких додані деякі модифікації, щоб включити інваріантність положення обличчя до цих методів.

#### **Розпізнавання обличчя**

Спочатку здійснюється виявлення обличчя в області зображення за допомогою обчислення характеристик Хаара, а потім обчисленні значення застосовують до каскаду покращених класифікаторів [2; 3]. Регіони зображення або області інтересу встановлюються шляхом сканування вікна розміром  $W \times H$ . Кожна функція Хаара обчислюється шляхом вирівнювання її в межах області сканованого вікна і обчислення зваженої суми пікселів у затінених прямокутниках об'єкта у співвідношенні зі зваженою сумою інших відтінків. Це може бути представлено таким чином  $f_J = \omega_1 \text{RecSum}(r_1) + \omega_2 \text{RecSum}(r_2)$ , де  $r_i$  – затінені прямокутники, що менші за розмір вікна,  $\omega_i$  – вагові коефіцієнти,  $J \in \{1, 2, \dots, 14\}$  – відповідна ознака Хаара. Таким чином, з області

дослідження можна виділити 16000 ознак. Вибір характеристик здійснюється каскадом класифікатора, де він навчається з використанням алгоритму дискретного адаптивного покращення [4]. Для розпізнавання різних об'єктів доступні різні каскади і в системі використовуються як каскади фронтального положення обличчя, так і профільного. Каскади вже навчені таким чином, що, коли частина зображення проходить через неї, відповідні ознаки, які можуть розрізнити обличчя, обчислюються послідовно через кожну стадію класифікатора.

Каскади фронтального положення обличчя можуть розпізнавати його в діапазоні від  $-30^\circ$  до  $+30^\circ$ . Каскади ж профільного положення в діапазоні від  $30^\circ$  до  $90^\circ$  для правої частини обличчя та відповідні відмінні діапазони для лівої.

### **Фронтальне розпізнавання обличчя**

Після виявлення обличчя, наступним кроком є ідентифікація осіб. Для системи розпізнавання осіб застосовано метод зваженого модульного аналізу основних компонентів [5]. На першому етапі препроцесингу необхідно виділити тільки лицьові ділянки. Одним із способів сегментування частин обличчя є використання алгоритму сегментації шкіри, а інший – використання маски. Оскільки розпізнавання обличчя на основі опорних векторів (РСА), яке розглядає глобальну інформацію кожного зображення обличчя, бореться з різними умовами освітлення та положенням голови, обличчя, поділене на менші регіони зі своїм набором репрезентативних ваг, більше підходить для розпізнавання. Оскільки освітлення та інваріантність положення впливають на певні області обличчя, то в інших регіонах все ще можна вирізнити характеристики, яких буде достатньо для прийняття рішення про визнання. Зважена модульна РСА – це метод, в якому вхідні зображення обличчя діляться на групу зображень. У цьому підході, кожне зображення в навчальному наборі ділиться на  $N$  менших зображень, які можуть бути представлені як  $I_{ij}(m, n) = I_i\left(\frac{L}{\sqrt{N}}(j-1) + m, \frac{L}{\sqrt{N}}(j-1) + n\right)$ ,  $\forall i \in \{1, \dots, M\}, j \in \{1, \dots, N\}$  де  $M$  – кількість зображень у навчальній вибірці, а  $N$  – кількість зображень у групі. Усереднене значення загального зображення обраховується як  $A = \frac{1}{MN} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N I_{ij}$ . Після цього необхідно нормалізувати кожне зображення з групи та відняти від нього усереднене значення, тому матриця коваріацій матиме вигляд  $C = \frac{1}{MN} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N Y_{ij}^T i$  для кожного власного вектора матриці коваріації необхідно обчислити їх ваги  $W_{pnjk} = E_k^T (I_{pnj} - A)$ ,  $\forall p \in \{1, \dots, P\}, n \in \{1, \dots, c\}, j, k \in \{1, \dots, S\} \in \mathbb{N}$ , де  $S$  – кількість зображень однієї особи,  $P$  – кількість осіб у навчальній вибірці.

Під час роботи всі області з обличчями відображаються на простір власних векторів та до них обчислюються ваги, які порівнюються з еталонними, використовуючи евклідову відстань. Найменша відстань дає розуміння про найкраще співпадіння та ідентифікацію особи.

### **Відстеження обличчя**

Фільтр Калмана використовується як система стеження і відстежує розташування виявленого обличчя, спираючись на положення обличчя та

особистості. Стани трекара Калмана встановлюються за координатами обмежувальної рамки виявленого обличчя і ознаки, що використовуються в цілях узгодження для відстеження, та є результатом розпізнавання, визначеним системою. Для кожної виявленої особи в одному кадрі потоку відео призначається трекаер. Дані відстеження для відповідної особи є координатами його обмежувальної рамки та ідентичності обличчя визначається системою.

### **Результати**

Модель було апробовано програмним способом, написаним мовою C++ з використанням бібліотеки OpenCV. З роздільною здатністю відео в  $1080 \times 787$  точок та 200 обличчями 10 осіб у різних позиціях було досягнуто результатів у 85% якості розпізнавання (погіршення в момент появи нової особи в кадрі) за швидкості в 2–3 секунди в середньому на надання результату розпізнавання.

### **Список використаних джерел:**

1. B. Bhanu, V. Govindaraju, *Multibiometrics for Human Identification*, Cambridge University Press, 2011.
2. Paul Viola and Michael Jones, *Robust real-time face detection*, IEEE International Conference on Computer Vision, Vol. 2, 2002, p. 747.
3. R. Lienhart, J. Maydt, *An extended set of haar-like features for rapid object detection*, International Conference on Image Processing Proceedings, Vol. 1, 2002.
4. Y. Freund, R. E. Schapire, *Experiments with a new boosting algorithm*, In *Machine Learning: Proceedings of the Thirteenth International Conference*, 1996, pp. 148–156.
5. R. Gottumukkal, V. K. Asari, *An improved face recognition technique based on modular pca approach*, *Pattern Recognition Letters* 25, 2004, 429–436.

**Калінський О.А., Петрушко Д.І.**

*студенти,*

*Коледж Чернівецького національного університету*

## **ЗАСТОСУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ СТАТИСТИКИ**

У житті людини статистика має неабияке значення. З давніх-давен люди використовували статистику у побуті. Найдавніші згадки датуються XIII ст. до н. е. (Китай). З часом почала зростати потреба в статистиці і у зв'язку з цим статистика почала удосконалюватися, та збільшувати сферу свого застосування. Слово статистика розуміється як накопичена інформація, при розрахунку якої створюється характеристика, яка застосовується в різних галузях людського життя, таких як: медицина, наука, торгівля, тощо. Також статистика є наукою яка вивчає умову, та характер ситуації і вираховує розвиток подій, та їх вірогідність.

В статистиці існують дві групи які можна вважати основними – це методи описової статистики та методи вибіркового спостереження. Описова статистика використовується при аналізі та послідовному відбуванню статистичних даних. Методом вибіркового спостереження називають вид спостереження, який дає