

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЯ ЛИЦА ПРИ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЛИЧНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

С.С. Раджабов, Г.Р. Мирзаева

Научно-инновационный центр информационно-коммуникационных технологий при Ташкентском университете информационных технологий им. М. ал-Хоразмий, Ташкент

Одно из актуальных и быстро развивающихся направлений современных информационных технологий связано с задачами идентификации личности по биометрическим характеристикам (признакам) человека. Преимуществами систем идентификации личности по изображению лица являются ненавязчивость, пассивность и относительно низкая стоимость. Несмотря на это, вопросы выделения признаков изображений лица исследованы недостаточно. Рассматривается этап выделения признаков изображения лица, являющийся основным при создании систем идентификации личности человека на их основе. Для решения данной задачи предлагается алгоритм выделения признаков изображений лица, состоящий из следующих этапов: выделение области лица на изображении; поиск зрачков на изображении лица; определение местонахождения рта и носа; формирование геометрических признаков; выделение подмножеств сильносвязанных признаков; определение репрезентативных признаков в каждом подмножестве сильносвязанных признаков. Отличительная особенность предложенного алгоритма заключается в интеграции результатов различных методов определения антропометрических точек. Основной целью данной статьи является разработка алгоритма выделения геометрических признаков при идентификации личности по изображению лица. Предметом исследования являются алгоритмы предварительной обработки изображения лица. В научном плане результаты данной работы в совокупности представляют собой новое решение научной задачи, связанной с предварительной обработкой изображения лица при идентификации личности человека. Практическая значимость результатов заключается в том, что разработанные алгоритмы и программы могут быть применены в криминалистике, контроле доступа, видеонаблюдении, а также обеспечении безопасности информационных систем. Для проверки работоспособности предложенного алгоритма проведены экспериментальные исследования при решении задачи идентификации личности человека по изображению лица.

Ключевые слова: выделение области лица, выделение характеристических точек лица, идентификация личности.

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы всё более широкий круг специалистов уделяет внимание проблеме идентификации личности человека по изображению лица, и число научных публикаций по данной тематике постоянно растёт. Это связано с тем, что в последние годы идентификация личности человека по изображению лица находит всё большее применение в различных областях повседневной жизни.

Известно [1,2], что проблема, связанная с вопросами моделирования процессов идентификации личности человека по изображению лица, была затронута ещё на самых ранних стадиях развития компьютерных технологий обработки изображений. Эти методы и алгоритмы бурно развиваются, и это послужило причиной появления интеллектуальных систем, основанных на современных информационных технологиях [3,4], и в настоящее время эти системы получили широкое распространение. Примерами могут служить: осуществление связи между людьми посредством Интернета (видеоконференции, консультации, почта); поиск информации в Интернете и получение доступа к ним; организация электронной коммерции; системы «клиент-банк»; контроль доступа (к базе данных, программной системе, зданиям и т.д.); поиск человека в базе данных по изображению лица.

Следует отметить, что все вышеупомянутые задачи имеют одно общее свойство – в них требуется осуществить связь между человеком и системой в диалоговом режиме. И, самое главное, в систему имеет право войти только зарегистрированный пользователь, и интеллектуальная система управляет этими процессами. В связи с этим, одним из центральных задач в интеллектуальных системах является задача идентификации пользователя. Эта задача успешно решается с помощью биометрических методов идентификации личности.

Учитывая эти обстоятельства, на сегодняшний день во многих развитых странах активно ведутся исследования в области идентификации личности на основе биометрических параметров [5]. Среди них идентификация личности по изображению лица признана наиболее приемлемой для массового применения [4-8]. Однако вопросы разработки и применения алгоритмов предварительной обработки изображений лица при идентификации личности являются малоисследованными [4].

Данная работа посвящена вопросам разработки алгоритмов предварительной обработки изображения лица, составляющих основу при создании систем идентификации личности человека по изображению лица. При этом основное внимание уделяется формированию пространства геометрических признаков. Отличительная особенность предложенного алгорит-

ма заключается в интеграции результатов различных методов определения антропометрических точек.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Целью работы является разработка алгоритмов формирования пространства геометрических признаков изображения лица при создании системы идентификации личности. Для достижения данной цели решены следующие задачи:

- проанализированы основные литературные источники по тематике исследования и определен круг решаемых задач;
- разработан алгоритм выделения набора геометрических признаков;
- проведены экспериментальные исследования для оценки работоспособности разработанного алгоритма.

Обзор литературы. Известно [3,8,9], что каждое изображение лица может быть представлено некоторым вектором признаков. Тогда каждому изображению лица соответствует некоторый вектор, содержащий в идеале полную информацию об этом изображении. Дальнейшая обработка данных, связанных с распознаванием личности по изображению лица, осуществляется над множеством этих векторов. Однако, определение адекватного набора признаков, учитывающего особенности реализации алгоритмов выделения признаков и обеспечивающего требуемое качество распознавания, является одной из сложных задач в теории распознавания образов вообще, и в проблематике построения систем идентификации личности по изображению лица в частности [8-11].

В литературе по распознаванию образов, в частности [10,11], рассматриваются три категории признаков: физические, структурные и математические. На сегодняшний день разработано большое количество алгоритмов, ориентированных на решение задачи выделения признаков при распознавании личности по изображению лица. К ним относятся: алгоритмы выделения физических признаков [3,4,7,8,13]; алгоритмы выделения структурных признаков [3,7,8,14]; алгоритмы выделения математических признаков [3,8,11,15]. Следует отметить, что один из первых методов распознавания личности по изображению лица, связанный с анализом геометрических характеристик лица, был разработан и изначально применялся в криминалистике [16,17]. Основная идея метода заключается в определении ключевых точек (или областей) с последующим выделением на их основе набора признаков. Каждый признак является либо расстоянием между ключевыми точками (рис.1), либо отношением таких расстояний. Эти признаки формируются на основе различных отношений расстояний между элементами (антропометрическими точками) лица [3,4,6-9].

На основе приведенного краткого обзора можно сделать вывод, что одним из центральных задач в проблеме выделения признаков являются вопросы определения ключевых особенностей (или выделения признаков) на цифровом изображении. Однако большинство из них достаточно точно определяют набор признаков изображений лица на идеальных изображениях, а на реальных – изображениях работают с неприемлемой ошибкой. Поэтому в последние годы число научных публикаций по данной тематике постоянно растёт, что также свидетельствует об актуальности этой проблемы.

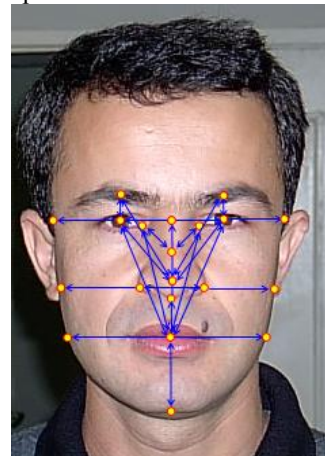


Рис.1. Примеры некоторых расстояний между антропометрическими точками

Постановка задачи. Рассмотрим множество допустимых изображений лица \mathbb{F} , которое разбито на конечное число подмножеств (классов) $K_1, \dots, K_j, \dots, K_\ell$:

$$\mathbb{F} = \bigcup_{j=1}^{\ell} K_j, \quad \mathcal{K}_i \cap K_j = \emptyset, \quad i \neq j, \quad i, j \in \{1, \dots, \ell\}.$$

Разбиение \mathbb{F} определено не полностью. Имеется только некоторая начальная информация \mathcal{J}_0 о классах $K_1, \dots, K_j, \dots, K_\ell$.

Пусть имеется некоторая выборка $\tilde{\mathcal{F}}^m$ ($\tilde{\mathcal{F}}^m \subset \mathcal{F}$), которая состоит из m изображений лица (объектов) $\tilde{\mathcal{F}}^m = \{\mathcal{F}_1, \dots, \mathcal{F}_u, \dots, \mathcal{F}_m\}$ ($\mathcal{F}_u \in \mathbb{F}, u = \overline{1, m}$):

$$\tilde{\mathcal{K}}_j = \tilde{\mathcal{F}}^m \cap K_j, \quad c\tilde{\mathcal{K}}_j = \tilde{\mathcal{F}}^m \cap \tilde{K}_j.$$

Тогда начальную информацию \mathcal{J}_0 о классах можно задать в виде:

$$\mathcal{J}_0 = \{\mathcal{F}_1, \tilde{\alpha}(\mathcal{F}_1), \dots, \mathcal{F}_u, \tilde{\alpha}(\mathcal{F}_u), \dots, \mathcal{F}_m, \tilde{\alpha}(\mathcal{F}_m)\}, \\ \tilde{\alpha}(\mathcal{F}_u) = (\alpha_{u1}, \dots, \alpha_{uj}, \dots, \alpha_{u\ell}),$$

где α_{uj} – значение предиката $\mathcal{P}(\mathcal{F}_u) = \mathcal{F}_u \in K_j$.

Пусть имеется начальная информация, заданная в виде изображений лица. Задача заключается в определении значения признаков X , где $X = \{x_1, \dots, x_i, \dots, x_n\}$, по заданной начальной информации \mathcal{J}_0 . При этом требуется, чтобы каждому изображению лица в пространстве геометрических признаков соответствовало его описание $I(\mathcal{F}_u)$:

$$I(\mathcal{F}_u) = (a_{u1}, \dots, a_{uj}, \dots, a_{un}), \quad \mathcal{F}_u \in \mathbb{F}.$$

Таких признаков может быть достаточно много. Эти признаки формируются на основе различных расстояний между элементами (антропометрическими точками) лица (рис.1).

Метод решения. Для решения задачи формирования набора геометрических признаков при идентификации личности человека предложены алгоритмы предварительной обработки изображения лица, которые представляют собой основной этап при создании систем идентификации личности на основе анализа изображения лица. В данной работе рассматриваются вопросы определения области лица и местоположения лицевых элементов на изображении, которые представляют неотъемлемую часть создания системы биометрической идентификации.

Алгоритм выделения набора геометрических признаков состоит из следующих основных этапов.

1. *Выделение области лица на изображении.* На данном этапе применяются 3 процедуры выделения области лица на изображении. Первая процедура основана на выделении участков изображения по цвету кожи человека на цветном изображении [4,9]. Во второй процедуре осуществляется поиск маски лица на основе анализа коэффициентов корреляции [4]. Третья процедура выделения области лица осуществляется на основе алгоритма Виолы-Джонса [14].

2. *Поиск зрачков на изображении лица.* На данном этапе для определения координат середины зрачков на изображении лица используются 4 процедуры. Первая процедура основана на поиске окружности с использованием преобразования Хафа [4,9]. Во второй процедуре поиск зрачков осуществляется на основе анализа интегральной проекции яркости [4,9]. Третья и четвертая процедуры работают так же, как и первые, отличаясь от них тем, что область поиска сокращается с помощью алгоритма Виолы-Джонса.

3. *Определение местонахождения рта и носа.* Для определения местонахождения рта и носа используются интегральные проекции [9], однако перед этим требуется произвести нормализацию исходного изображения лица, опираясь на полученные координаты центров зрачков с помощью предыдущих процедур [4].

4. *Формирование геометрических признаков.* На данном этапе осуществляется интеграция результатов различных методов определения антропометрических точек, рассмотренных на предыдущих этапах. Данная процедура осуществляется на основе принципа локального предпочтения.

Пусть дана обучающая выборка, состоящая из m изображений лица. На основе анализа этих изображений методом главных компонент выделяются m' изображений, образующих базисные изображения.

Сравниваются представители обучающей выборки и формируются векторы сравнения $\tilde{S}^{m'm}$:

$$\tilde{S}^{1m} = (s_{11}, s_{12}, \dots, s_{1m}),$$

$$\dots$$

$$\tilde{S}^{im} = (s_{i1}, s_{i2}, \dots, s_{im}),$$

$$\dots$$

$$\tilde{S}^{m'm} = (s_{m'1}, s_{m'2}, \dots, s_{m'm}).$$

Рассмотрим алгоритм интеграции вычисленных значений координат антропометрических точек $P(x, y)$. Пусть соответствующие точки рассматриваемого изображения X , вычисленных алгоритмом A_u , равны $P(x_u, y_u)$.

Введем понятие корректирующего вектора для точки $P(x_u, y_u)$, которое определяется в соответствии с s_{ij} :

$$\eta_1(s_{ij}) = \begin{cases} 1, & \text{если } x_0 + \delta_x < x_u; \\ 0, & \text{если } |x_u + x_0| < \delta_x; \\ -1, & \text{если } x_0 - \delta_x > x_u, \end{cases}$$

$$\eta_2(s_{ij}) = \begin{cases} 1, & \text{если } y_0 + \delta_y < y_u; \\ 0, & \text{если } |y_u + y_0| < \delta_y; \\ -1, & \text{если } y_0 - \delta_y > y_u, \end{cases}$$

где δ_x, δ_y – параметры алгоритма интеграции; x_u, y_u – координаты антропометрической точки P , вычисленные алгоритмом A_u ; x_0, y_0 – точные координаты антропометрической точки, заданные в обучающей выборке.

Для каждого компонента вектора сравнения s_{ij} определяется корректирующий вектор $\tilde{\eta}(s_{ij}) = (\eta_1(s_{ij}), \eta_2(s_{ij}))$ на основе принципа локального предпочтения:

1) для рассматриваемого изображения X определяется вектор оценки $\tilde{b}(X) = (b_1(X), \dots, b_i(X), \dots, b_{m'}(X))$, где $b_i(X)$ – оценка близости между i -ым базисным изображением и рассматриваемым изображением X ;

2) определяются предпочтительные компоненты из каждого вектора \tilde{S}^{im} ($i = \overline{1, m'}$):

$$\tilde{\beta}(X) = (\beta_1(X), \dots, \beta_i(X), \dots, \beta_{m'}(X)),$$

$$\beta_1(X) = k_1, \text{ если } |s_{ik_1} - b_1(X)| = \min_{1 \leq j \leq m} |s_{ij} - b_1(X)|$$

$$\dots$$

$$\beta_i(X) = k_i, \text{ если } |s_{ik_i} - b_i(X)| = \min_{1 \leq j \leq m} |s_{ij} - b_i(X)|$$

$$\dots$$

$$\beta_{m'}(X) = k_{m'}, \text{ если } |s_{ik_{m'}} - b_{m'}(X)| = \min_{1 \leq j \leq m} |s_{ij} - b_{m'}(X)|$$

3) выбирается корректирующий вектор для каждой компоненты вектора $\Delta_u(X)$, соответствующий оценкам близости между базисными изображениями и рассматриваемым изображением

$$\Delta_u(X) = (\delta_{x_u}(X), \delta_{y_u}(X)),$$

4) определяются обобщенные корректирующие функции как линейная функция от корректирующего вектора

$$\delta x = \sum_{u=1}^{m'} \lambda_u \delta x_u(X),$$

$$\delta y = \sum_{u=1}^{m'} \gamma_u \delta y_u(X),$$

где λ_u, γ_u – параметры алгоритма интеграции.

5. *Выделение подмножеств сильносвязанных признаков.* На данном этапе определяется система «независимых» подмножеств характерных признаков, состав которой будет зависеть от параметра n' . Задавая различные целочисленные значения к этому параметру можно получить различные алгоритмы.

6. *Определение репрезентативных признаков.* В результате выполнения данного этапа определяется репрезентативный признак для подмножества признаков. Каждый репрезентативный признак из этого набора является типичным представителем только одного подмножества сильносвязанных признаков.

Эксперименты. Программная реализация предложенных алгоритмов осуществлена на языке C++. Для оценки работоспособности разработанных программ рассмотрим задачу выделения признаков изображений лица.

Исходными данными для рассматриваемой задачи является выборка, состоящая из изображений лиц. Количество классов в данном эксперименте равно трём. Объём исходной выборки – 150 изображений лица (по 50 изображений на каждого человека). Все рассматриваемые изображения являются нормализованными и имеют различные размеры.

На основе решения этой задачи осуществляется сравнительный анализ метода выделения геометрических признаков изображения лица [3-9] в предложенной процедуре. Сравнительный анализ этих методов при решении рассмотренной задачи проведён по следующим критериям: 1) точность распознавания объектов контрольной выборки; 2) время, израсходованное на обучение алгоритма; 3) время, израсходованное на распознавание объектов из контрольной выборки.

Для вычисления указанных критериев при решении рассматриваемой задачи в целях исключения удачного (или неудачного) разбиения исходной выборки V на две равные части V_o и V_k ($V = V_o \cup V_k$, V_o – обучающая выборка, V_k – контрольная выборка), используется метод скользящего контроля [18]. В этом методе исходная выборка объектов случайным образом разбивается на 10 непересекающихся блоков, точно совпадающих по размеру. При этом требуется, чтобы во всех блоках сохранилась пропорция по количеству изображений лица, принадлежащих разным классам. В результате получается, что в каждом блоке по 5 изображений каждого класса. Процесс скользящего контроля по этим блокам включает несколько шагов. На каждом шаге из 10 блоков выбираются 8 в

качестве обучающей выборки. На этой выборке обучается алгоритм интеграции с заданными параметрами и проверяется на оставшемся блоке данных (контрольной выборке). В результате каждой проверки определяется оценка качества результатов выделения признаков по указанным критериям и фиксируется. При выполнении каждого очередного шага для оценки качества алгоритма выделения признаков из обучающей выборки выбираются два блока, и один из них меняется с контрольной выборкой. В целях исключения повторного использования изображений лиц контрольной выборки, соответствующие блоки маркируются и при выборе контрольной выборки они не участвуют. После выполнения всевозможных перемещений точность распознавания и временные показатели определялись как средние.

Результаты. Основным результатом данной статьи является алгоритм выделения признаков изображений лиц. В целях проверки работоспособности предложенного алгоритма проведено экспериментальное исследование при решении задачи выделения признаков, характеризующих изображения лиц. Как уже отмечалось ранее, данная задача решалась на основе метода выделения геометрических признаков.

Сравнение полученных результатов с результатами, полученными с помощью приведенных в [9] алгоритмов, показал, что предложенный алгоритм позволил повысить точность распознавания личности по изображению лица более чем на 5%. Это объясняется тем, что известные методы выделения геометрических признаков дают неустойчивые результаты [4].

На рис.2 приведен результат применения предлагаемого алгоритма.

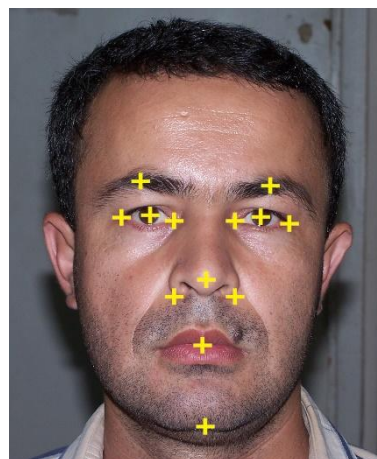


Рис.2. Результат определения характеристических точек

Следует отметить, что предлагаемый алгоритм отличается от других тем, что он основан на интеграции результатов, полученных с применением различных методов выделения признаков. Интеграция осуществляется на основе принципа локального предпочтения.

Результаты проведённого экспериментального исследования показывают, что предложенный алгоритм

позволяет решать задачу выделения геометрических признаков более точно относительно сравниваемых алгоритмов. Однако при этом имеет место некоторое увеличение времени обучения предложенного алгоритма. Это объясняется тем, что предлагаемый алгоритм объединяет результаты других алгоритмов, базируясь на идее синтеза надежных систем из ненадежных элементов, предложенной Дж. Нейманом, Ю.Ф. Муром и К.Э. Шенноном.

Преимуществом данного алгоритма является то, что он обеспечивает повышение надежности результатов нахождения всех элементов лица, и поэтому задача идентификации личности решается более точно. Однако, время, затраченное на решение данной задачи, увеличивается, особенно в процессе обучения интегратора. В связи с этим, применение такого рода алгоритмов целесообразно при создании систем, работающих в offline-режиме, но требующих высокую точность идентификации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложен алгоритм выделения геометрических признаков изображения лица, опирающийся на интеграции результатов различных методов определения антропометрических точек и формирования репрезентативных признаков. Данный алгоритм увеличивает точность решения задачи идентификации личности по изображению лица и может быть использован при составлении различных программных комплексов, ориентированных на решение данной задачи. Кроме того, полученные результаты могут быть использованы при создании систем идентификации личности, позволяющих решать актуальные на сегодняшний день такие задачи, как: поиск человека в базе данных на основе изображения лица, контроль доступа, защита информации в компьютерных системах и т.п.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Файн В.С. Опознавание изображений [Текст] / В.С. Файн. – М.: Наука, 1970. – 299 с.
2. Kanade, T. "Picture processing by computer complex and recognition of human faces," Ph.D. dissertation, Kyoto Univ., 1973.
3. Кухарев Г.А. Биометрические системы: методы и средства идентификации личности человека [Текст] / Г.А. Кухарев. – СПб.: Политехника, 2001. – 240 с.
4. Тухтасинов, М.Т. Алгоритмы предварительной обработки изображений лица при идентификации личности человека [Текст]: дис. канд. техн. наук: 05.13.01: защищена 28.11.07: утв. 27.03.08 / Тухтасинов Мумтозали Тулкиналиевич. – Ташкент, 2007. – 125 с. – Библиогр.: с. 110-118. – 01№010498.
5. Руководство по биометрии [Текст] / Р.М. Болл [и др.]; под ред. Р.М. Болла. – М.: Техносфера, 2007. – 368 с.
6. Самаль Д.И., Старовойтов В.В. Выбор признаков для распознавания на основе статистических данных [Текст] / Д.И. Самаль, В.В. Старовойтов // Цифровая обработка изображений. – 1999. – С.105-114.
7. Методы обработки и распознавания изображений лиц в задачах биометрии [Текст] / Г.А. Кухарев [и др.]; под ред. М.В. Хитрова. – СПб.: Политехника, 2013. – 388 с.
8. Фазылов, Ш.Х. Выделение геометрических признаков лица человека на изображении при идентификации личности / Ш.Х. Фазылов, Н.М. Мирзаев, С.С. Раджабов // Естественные и технические науки. – 2008. – № 2. – С.321-327.
9. Ту, Дж. Принципы распознавания образов [Текст] / Дж. Ту, Р. Гонсалес. – М.: Мир, 1978. – 414 с.
10. Mirzaev N., "The model of formation of features of objects presented as images," *Importance of information-communication technologies in innovative development of sectors of economy*, Tashkent, Uzbekistan, pp. 288-292, April, 2018.
11. Peer, P., and F. Solina, "An automatic human face detection method," *4th Computer Vision Winter Workshop*, Rastensfeld, Austria, pp. 122-130, February, 1999.
12. Riaz, Z., C. Mayer, M. Beetz, and B. Radig, "Model based analysis of face images for facial feature extraction," *Computer Analysis of Images and Patterns*, Münster, Germany, pp. 99-106, September, 2009.
13. Распознавание лиц на основе применения метода Виолы-Джонса, вейвлет-преобразования и метода главных компонент / Б.Т. Тху Чанг [и др.] // Известия Томского политехнического университета. – 2012. – Т. 320. – № 5. – С. 54-59.
14. Vinaya, A., C.A. Kumar, G.R. Shenoy, K.N. Balasubramanaya and M.S. Natarajan, "ORB-PCA based feature extraction technique for face recognition," *Procedia Computer Science*, vol. 58, pp. 614-621, August 2015.
15. Зинин, А.М. Криминалистическая фотопортретная экспертиза [Текст] / А.М. Зинин, Л.З. Кирсанова. – М.: МВД СССР ВНКЦ, 1991. – 88 с.
16. Криминалистическое описание внешности человека: учеб. пособие [Текст] / В.А. Снетков [и др.]; под ред. В.А. Снеткова. – М.: ВНИИ МВД СССР, 1984. – 121 с.
17. Braga-Neto, U. M. and E. R. Dougherty, *Error Estimation for Pattern Recognition*, New York: Springer, 2016.

Раджабов Собиржон Сатторович – старший научный сотрудник Научно-инновационного центра информационно-коммуникационных технологий при ТУИТ им. М. ал-Хоразмий, тел. (+99897) 700-26-68, e-mail: s_radjabov@yahoo.com.

Мирзаева Гулмира Рустамовна – младший научный сотрудник Научно-инновационного центра информационно-коммуникационных технологий при ТУИТ им. М. ал-Хоразмий, тел. (+99897) 988-95-21, e-mail: gmirzaeva@mail.ru.

PREPROCESSING OF FACE IMAGES FOR PERSON IDENTIFICATION

S.S. Radjabov, G.R. Mirzaeva

Scientific and innovation center of information and communication technologies at the Tashkent university of information technologies named after M. al-Khwarizmi, Tashkent

Abstract – One of the urgent and rapidly developing areas of modern information technology is related to the tasks of identifying an individual on the biometric characteristics of a person. Advantages of personal identification systems on the base of face images are its unobtrusiveness, passivity and relatively low cost. Despite this, the problems of extracting the features of a face image have not been studied enough. The feature extraction stage, which is the main step in the creation of systems for identifying a person's identity on these features basis, is considered. To solve this problem, an algorithm for extracting the features of the face images, consisting of the following stages, is proposed: detection of a face area on an image; search pupils on the face image; determining the location of the mouth and nose; formation of geometric features; extraction of subsets of strongly correlated features; determining representative feature in each subset of strongly correlated features. A distinctive feature of the proposed algorithm is the integration of the results of various methods for determining anthropometric points. The main purpose of this article is to develop an algorithm for identifying geometric features when identifying a person from a face image. The subject of the study are algorithms for preprocessing of a face image. In scientific terms, the results of this work together constitute a new solution to the scientific problem associated with the preprocessing of an image of a person in identifying a person's identity. The practical significance of the results lies in the fact that the algorithms and programs developed can be applied in forensics, access control, video surveillance, and security of information systems. To test the efficiency of the proposed algorithm, an experimental study was carried out to solve the problem of identifying a person's identity from a face image.

Keywords: face localization, facial feature points extraction, person identification.

REFERENCES

1. Fine V.S. *Recognition of images*. Moscow: Nauka, 1970.
2. Kanade, T. "Picture processing by computer complex and recognition of human faces," Ph.D. dissertation, Kyoto Univ., 1973.
3. Kukharev G.A. *Biometric systems: methods and means of identification of a person's personality*. St. Petersburg: Polytechnika, 2001.
4. Tukhtasinov, M.T. "Algorithms of preprocessing of images for the person identification," Ph.D. dissertation, Institute of mathematics and informatics, 2007.
5. Bolle, R.M., J.H. Connel, S. Pankanti, N.K. Ratha and A.W. Senior, Guide to biometrics, Moscow: Tekhnosfera, 2007.
7. Samal, D.I. and Starovoytov V.V., "Selection of features for recognition based on statistical data," *Digital image processing*, pp. 105-114, 1999.
8. Kukharev, G., et al., Methods for face images processing and recognizing in biometrics, St. Petersburg: Polytechnika, 2013.
9. Fazilov, Sh.Kh., N.M. Mirzaev and S.S.Radjabov, "Face geometrical features extraction for person identification," *Natural and technical sciences*, no 2, pp. 321-327, 2008.
10. Tou, J. and R.C. Gonzalez. *Pattern recognition principles*. Moscow: Mir, 1978.
11. Mirzaev N., "The model of formation of features of objects presented as images," *Importance of information-communication technologies in innovative development of sectors of economy*, Tashkent, Uzbekistan, pp. 288-292, April, 2018.
12. Peer, P., and F. Solina, "An automatic human face detection method," *4th Computer Vision Winter Workshop*, Rastensfeld, Austria, pp. 122-130, February, 1999.
13. Riaz, Z., C. Mayer, M. Beetz, and B. Radig, "Model based analysis of face images for facial feature extraction," *Computer Analysis of Images and Patterns*, Münster, Germany, pp. 99-106, September, 2009.
14. Thu Chang, B.T., et al., "Face recognition based on the application of the Viola-Jones method, wavelet transform and principal component method", *Proceedings of Tomsk Polytechnic University*, vol. 320, no 5, pp. 54-59, 2012.
15. Vinaya, A., C.A. Kumar, G.R. Shenoy, K.N. Balasubramanaya and M.S. Natarajan, "ORB-PCA based feature extraction technique for face recognition," *Procedia Computer Science*, vol. 58, pp. 614-621, August 2015.
16. Zinin, A.M., *Forensic photographic expertise*, Moscow: MVD USSR VNKS, 1991.
17. Snetkov, V.A., et al., Forensic description of a person's appearance, Moscow: VNII MVD USSR, 1984.
18. Braga-Neto, U. M. and E. R. Dougherty, *Error Estimation for Pattern Recognition*, New York: Springer, 2016.

Radjabov Sobirjon Sattorovich – senior researcher, Scientific and innovation center of information and communication technologies at the Tashkent university of information technologies named after M. al-Khwarizmi, (+99897) 700-26-68, e-mail: s_radjabov@yahoo.com.

Mirzaeva Gulmira Rustamova – junior researcher, Scientific and innovation center of information and communication technologies at the Tashkent university of information technologies named after M. al-Khwarizmi, (+99897) 988-95-21, e-mail: grmirzaeva@mail.ru.