



Столыпинский  
вестник

Научная статья

Original article

УДК 007.52

**ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВОГО ОПИСАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ЛИЦА ДЛЯ  
ВЫПОЛНЕНИЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЛИЧНОСТИ**

**APPLICATION OF DIGITAL DESCRIPTION OF FACE ELEMENTS TO  
PERFORM OF PERSON IDENTIFICATION**

**Синицын Алексей Витальевич**, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Робототехнические системы и мехатроника» Московского государственного технического университета им. Н.Э.Баумана (105005, г. Москва, улица 2-я Бауманская, д. 5, к. 1), [kutta@mail.ru](mailto:kutta@mail.ru)

**Sinitsyn Alexey Vitalievich**, candidate of technical sciences, associate professor, associate professor of the Department of robotic systems and mechatronics, Bauman Moscow State Technical University (105005, Moscow, 2 Baumanskaya str, 5-1), [kutta@mail.ru](mailto:kutta@mail.ru)

**Аннотация.** В статье предложен способ определения цифрового описания одного из элементов человеческого лица – глаза. Цифровое описание формы глаза может быть использовано в качестве одного из качественных признаков при решении задачи идентификации личности человека по изображению лица, являющейся весьма актуальной для многих применений. Для вычисления цифрового описания предлагается использовать линейную аппроксимацию графика изменения коэффициентов корреляции столбцов

изображения области глаза, расположенных симметрично относительно центра глаза – точки зрачка. Угол наклона аппроксимирующей прямой (построенной без учета двух первых и двух последних коэффициентов для устранения краевых эффектов) можно считать параметром, характеризующим форму глаза. Проведенные эксперименты показали, что данный параметр ввиду недостаточной селективности не позволяет непосредственно решить задачу идентификации лиц, но может быть использован как первая стадия идентификации предъявленного лица по большой базе для уменьшения общего времени поиска.

**Abstract.** The article proposes a method for determining the digital description of one of the elements of the human face - the eye. A digital description of the shape of the eye can be used as one of the qualitative features in solving the problem of identifying a person by a face image, which is very relevant for many applications. To calculate the digital description, it is proposed to use a linear approximation of the graph of changes in the correlation coefficients of the image columns of the eye area, located symmetrically with respect to the center of the eye - the pupil point. The angle of inclination of the approximating straight line (constructed without taking into account the first two and last two coefficients to eliminate edge effects) can be considered a parameter characterizing the shape of the eye. The experiments have shown that this parameter, due to insufficient selectivity, does not allow one to directly solve the problem of face identification, but can be used as the first stage of identification of a presented person using a large database to reduce the total search time.

**Ключевые слова:** распознавание образов, идентификация личности, классификация объектов, корреляционное сравнение, фотопортретная экспертиза, идентификация образов

**Keywords:** pattern recognition, personality identification, object classification, correlation comparison, photo-portrait examination, image identification

Идентификация личности человека по изображению лица всегда представляла интерес, так как это изображение может быть сравнительно легко получено, в том числе и незаметно для человека. Она представляется важной, прежде всего, для решения задач в области криминалистики [1-4], а также в других областях, где имеется необходимость в ограничении доступа к конфиденциальной информации или материальным ценностям [5]. Известны методики идентификации как по количественным [6], так и по качественным [7] признакам. Сравнение по качественным признакам сводится к сопоставлению отдельных элементов внешности [8,9]. Для использования в автоматическом алгоритме необходимо иметь способ цифрового описания элементов лица, в частности формы глаза, который можно впоследствии использовать для идентификации как один из параметров.

Выделим для начала участок изображения лица, которому принадлежит изображение глаза. Пусть  $(X_p, Y_p)$  - координаты зрачка. В проводившихся экспериментах область глаза на приведенном изображении имела размеры  $X_p \pm 15$  пикселей по горизонтали и  $Y_p \pm 7$  пикселей по вертикали (рис. 1). Следовательно, изображение области глаза состоит из 30 столбцов: 15 слева от зрачка и 15 справа. В основе построения цифрового описания лежит определение массива коэффициентов корреляции путем вычисления коэффициента корреляции [10] по формуле (1) между двумя столбцами, расположенными симметрично относительно точки зрачка. Для  $i$ -той пары столбцов можно записать следующие выражения:

$$\gamma_R^i(B^{+i}, B^{-i}) = \frac{\langle B^{+i}, B^{-i} \rangle}{\|B^{-i}\| \|B^{+i}\|} \quad (1)$$

где

$$\|B^{+i}\| = \left( \sum_{j=Y_p-7}^{Y_p+7} \hat{B}^2(X_p + i, j) \right)^{1/2} \quad (2)$$

$$\|B^{-i}\| = \left( \sum_{j=Y_p-7}^{Y_p+7} \hat{B}^2(X_p - i, j) \right)^{1/2} \quad (3)$$

$$\langle B^{-i}, B^{+i} \rangle = \sum_{j=Y_p-7}^{Y_p+7} \hat{B}(X_p - i, j) \hat{B}(X_p + i, j) \quad (4)$$

а  $i$  принимает значения от 1 до 15.

Таким образом, получаются 15 коэффициентов корреляции. На рис. 1 (справа) графически представлен полученный массив коэффициентов корреляции для двух различных глаз, принадлежащих двум разным людям.

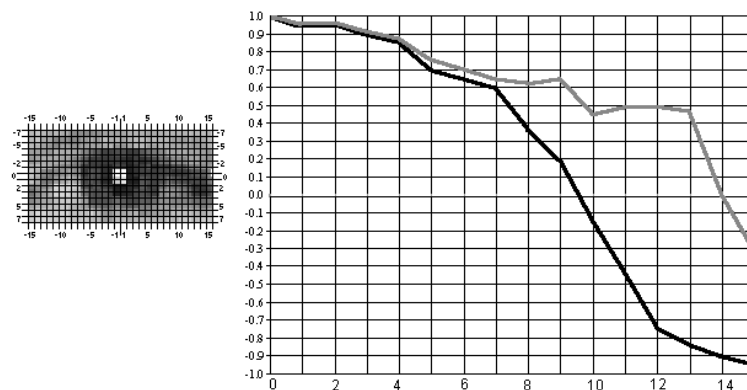


Рисунок 1 – оценка формы глаза с использованием корреляции

Проанализируем эти графики. При  $i < 2$  они практически совпадают. Это объясняется тем, что в районе зрачка любой глаз практически симметричен. При  $i > 12$  наблюдается резкое изменение характера зависимости. Это обусловлено частым наличием искажений в районе уголков глаза и плохой проработкой многих изображений в этом месте. В ходе экспериментов обработано большое количество изображений, и на основании полученных

результатов сделан вывод о том, что форму глаза наиболее достоверно отражают коэффициенты корреляции со 2-го по 12-тый.

Для получения числового описания формы глаза использовалась линейная аппроксимация по методу наименьших квадратов [11] для зависимости  $\gamma_R(i)$ , представленной на рис 1.

$$\gamma_R(i) = a + b \cdot i \quad (5)$$

В результате экспериментов установлено, что от формы глаза зависит наклон кривой  $\gamma_R(i)$ . Поэтому в качестве характеристики формы глаза использован коэффициент  $b$  из формулы (5), представляющий собой тангенс угла наклона аппроксимирующей прямой.

$$b = \frac{\sum_{i=2}^{12} (i - \bar{i})(\gamma_R^i - \bar{\gamma}_R)}{\sum_{i=2}^{12} (i - \bar{i})^2} \quad (6)$$

где

$$\bar{i} = \frac{\sum_{i=2}^{12} i}{11} \quad \bar{\gamma}_R = \frac{\sum_{i=2}^{12} \gamma_R^i}{11} \quad (7)$$

Были проведены эксперименты по идентификации лиц с использованием коэффициента формы глаза. При этом форма левого и правого глаз сравнивалась отдельно, а результирующий коэффициент “похожести” формы глаз определялся по формуле:

$$E = \sqrt{(b_{L1} - b_{L2})^2 + (b_{R1} - b_{R2})^2} \quad (8)$$

где  $b_L$  - коэффициент формы левого глаза,  $b_R$  - правого.

По полученным экспериментальным данным построены графики ошибок классификации, представленные на рис. 2 (фоновая база 750 лиц, тестовый набор - 280 лиц).

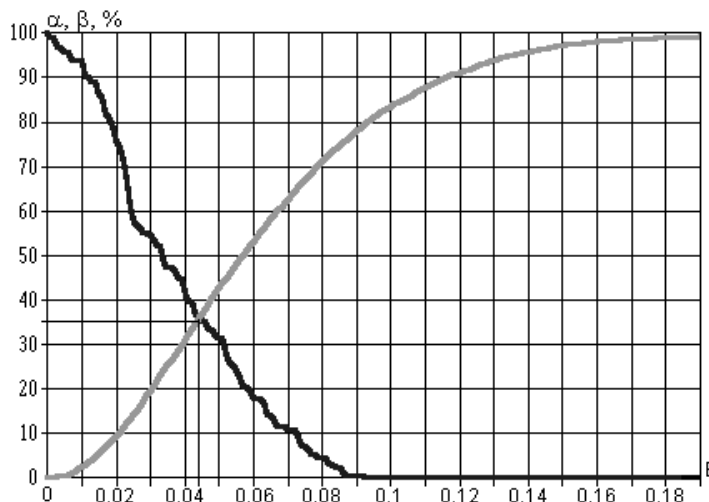


Рисунок 2 – результаты экспериментов

Из графиков видно, что минимальная средневзвешенная ошибка классификации равна 36% при пороге 0.044. Этот результат объясняется тем, что глаза многих людей похожи по форме. Ошибка классификации, равная 36% не позволяет использовать данный алгоритм как самостоятельный метод идентификации, однако он может быть использован как начальная стадия поиска при разработке криминалистической поисковой системы для общего ускорения работы, так как такое сравнение при наличии заранее вычисленного коэффициента формы глаза происходит очень быстро и в случае наличия большой базы лиц позволит существенно сократить общее время поиска.

### Литература

1. Зинин А.М., Кирсанова Л.З. Криминалистическая фотопортретная экспертиза: Учебное пособие / Под ред. В.А.Снеткова, З.И.Кирсанова. - М.: ВНКЦ МВД СССР, 1991
2. Зинин, А. М. Внешность человека в криминалистике и судебной экспертизе — М. : Юрлитинформ, 2015

3. Габитоскопия и портретная экспертиза : учебник / А. М. Зинин, И. Н. Подволоцкий ; под ред. Е. Р. Российской — М. : Норма: ИНФРА-М, 2017
4. Ильин, Н. Н. Криминалистическая идентификация человека по признакам внешнего облика, запечатленным на видеоизображениях / Н. Н. Ильин. — М. : Юрлитинформ, 2010.
5. Ascheulov N.I. Using of facial recognition as part of the access control system // Languages in professional communication. Сборник материалов международной научно-практической конференции преподавателей, аспирантов и студентов. Ответственный редактор Л. И. Корнеева. 2020. С. 448-452
6. A.J. Goldstein, L.D. Harmon, A.B.Lesk, "Identification of Human Faces", Proc. IEEE, May 1971, Vol. 59, No. 5, 748-760.
7. M.A. Turk and A.P. Pentland, "Face Recognizing Using Eigenfaces", Proc. IEEE, 1991, 586-591.
8. Рассадкин Ю.И. Сеницын А.В. Системы идентификации // Инженерный журнал: наука и инновации. 2012. № 11 (11). С. 36
9. Сеницын А.В. Использование метода корреляционного сравнения для решения задачи идентификации лиц // Столыпинский вестник, 2022 .- № 8
10. Гонсалес Р., Вудс Р Цифровая обработка изображений. - М.: Техносфера, 2005.
11. Местецкий Л.М. Математические методы распознавания образов. - М.: МГУ, ВМиК, 2002.

### References

1. Zinin A.M., Kirsanova L.Z. Forensic photo-portrait examination: Tutorial / Ed. V.A. Snetkov, Z.I. Kirsanov. - M.: VNKC MIA USSR, 1991.
2. Zinin A.M. Appearance of a person in forensics and forensics — М. : Yurlitinform, 2015

3. Habitoscopy and portrait examination : textbook / A. M. Zinin, I. N. Podvolotsky ; Ed. E. R. Rosiyskaya — M. : Norma: INFRA-M, 2017
4. Ilyin N. N. Forensic identification of a person by signs of appearance captured on video images — M. : Yurlitinform, 2010
5. Ascheulov N.I. Using of facial recognition as part of the access control system // Languages in professional communication. Materials of the international scientific-practical conference of teachers, graduate students and students. executive editor L. I. Korneeva. 2020. P. 448-452
6. A.J. Goldstein, L.D. Harmon, A.B.Lesk, "Identification of Human Faces", Proc. IEEE, May 1971, Vol. 59, No. 5, 748-760.
7. M.A. Turk and A.P. Pentland, "Face Recognizing Using Eigenfaces", Proc. IEEE, 1991, 586-591.
8. Rassadkin Y.I., Sinitsyn A.V. Identification systems // Engineering journal: science and innovation. 2012. № 11 (11). P. 36
9. Sinitsyn A.V. Using the method of correlation comparison for solving the problem of person identification // Stolypin messenger, 2022 .- № 8
10. Gonzalez P., Woods R Digital image processing. - M.: Technosphere, 2005.
11. Mestetsky L.M. Mathematical methods of pattern recognition. - M.: MSU, VMiK, 2002.

© Синецын А.В., 2022 Научный сетевой журнал «Столыпинский вестник» №10/2022

**Для цитирования:** Синецын А.В. ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВОГО ОПИСАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ЛИЦА ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЛИЧНОСТИ // Научный сетевой журнал «Столыпинский вестник» №10/2022.