

УДК 004.9 + 615.84

АНАЛИЗ ИЗОБРАЖЕНИЯ РАДУЖНОЙ ОБОЛОЧКИ ГЛАЗА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ РАДОНА

© 2008 А.В. Кузнецов^{1,2}, А.В. Куприянов^{1,2}, Н.Ю. Ильясова^{1,2}

¹Институт систем обработки изображений РАН,

²Самарский государственный аэрокосмический университет

Работа посвящена исследованию возможностей применения преобразования Радона для анализа цветных изображений радужной оболочки глаза. Разработана технология формирования вектора признаков по радоновскому образу, построенному в цветовом пространстве HSL. Показано, что предложенные в работе признаки обладают хорошей разделяемостью для различных классов изображений радужных оболочек, что представляет особый интерес при проведении биометрической идентификации.

Изображение радужной оболочки, преобразование Радона, цветовые пространства, классификация, биометрическая идентификация.

Введение

В работе предлагается алгоритм формирования признаков и проведения исследования эффективности признаков, полученных для цветного изображения радужной

оболочки глаза с использованием преобразования Радона, что является актуальным для разработки экспертной системы биометрической идентификации по параметрам радужной оболочки.

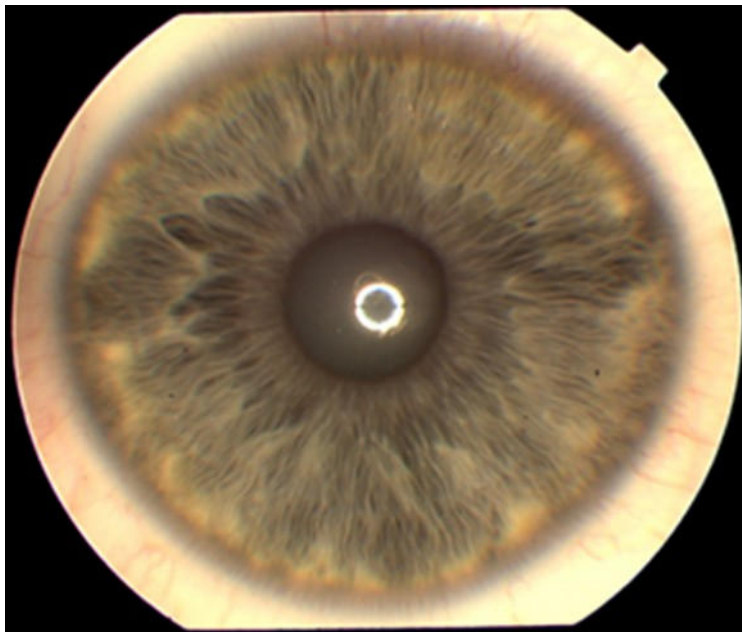


Рис.1 Изображение радужной оболочки

Радужная оболочка имеет очень сложный рисунок (рис. 1), он индивидуален у каждого человека. Это позволяет даже по не очень качественному ее изображению точно определить личность человека [1]. В настоящий момент существует множество способов распознавания радужной оболочки, тем не менее, все они не лишены недостатков и очень требовательны к условиям получения входных изображений [2].

1. Описание технологии обработки

В качестве алгоритма анализа и идентификации радужной оболочки глаза было выбрано преобразование Радона [3,4]. Оно сопоставляет функции f на плоскости функции \hat{f} на множестве всех прямых, задаваемую интегралами от f вдоль прямых.

В нашем исследовании на вход подавалось изображение глаза человека. Далее ра-

бота велась в соответствии со следующими этапами алгоритма:

- 1) преобразование изображения радужной оболочки глаза в полярную систему координат (рис. 2);

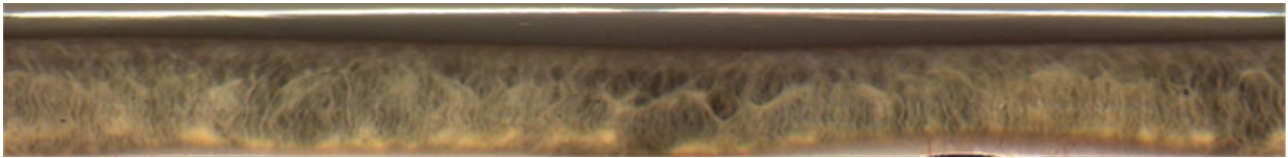


Рис. 2. Полярная развертка изображения радужной оболочки

Особенностью представленного в данной работе алгоритма формирования признаков для анализа радужной оболочки является то, что он работает как с черно-белым, так и с цветным изображением. После первого этапа мы получаем изображение радужки в полярной системе координат, которое состоит из 3 цветовых компонент (красной, зеленой, синей). Так как все компоненты получаются похожими между собой, интерес представляет комплексная оценка цвета, которую дает компонент Hue из цветового пространства HSL.

Таким образом, мы получили входные изображения для следующего этапа алгоритма, результатом которого является преобразование Радона (рис. 3а). В связи с тем, что преобразование Радона вычисляется через быстрое преобразование Фурье, входное изображение дополняется до размеров, равным степени двойки.

Последний этап ставит в соответствие исходному изображению вектор-признак, вычисленный по Радоновскому образу (рис. 3б). Для вычисления признаков был использован метод, предложенный в [5], согласно которому на преобразовании выбираются и сегментируются две характеристические линии. Результатом работы алгоритма для каждого изображения являются 6 характеристических чисел.

2. Результаты экспериментальных исследований

На основе полученных результатов было проведено исследование делимости признаков для цвета и яркости по результатам оценки расстояний между средними значениями векторов для одного класса и для

- 2) переход от цветового пространства RGB в HSL;
- 3) построение преобразования Радона для различных цветовых компонент (рис. 3).

разных классов. Было показано, что предложенные в работе признаки обладают хорошей делимостью для различных классов, что представляет особый интерес при проведении биометрической идентификации.

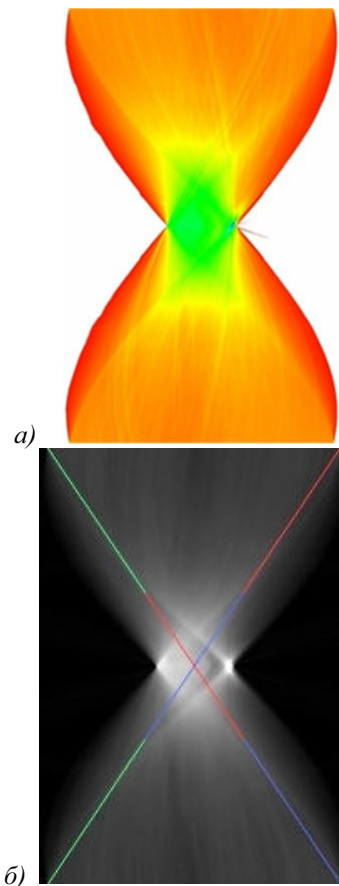


Рис. 3. Изображение преобразования Радона: цветное (а), полутоновое (б)

Также были проведены экспериментальные исследования качества полученных признаков при наличии аддитивного шума и изменения размера обрабатываемого изображения на точность получаемых приближений для заданного признака. Полученные результаты показали высокую точность метода, особенно при исследовании объектов и

дефектов, имеющих сложную конфигурацию и участки с различной структурой и цветом волокон. Ниже представлены результаты ис-

следования инвариантности признаков для нескольких натуральных изображений в зависимости от выбора сектора для анализа.

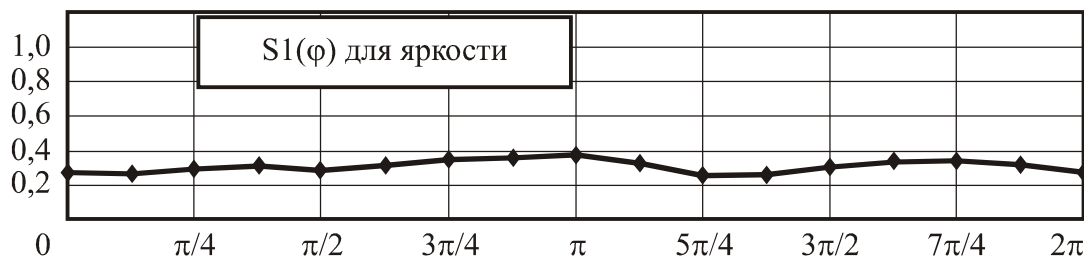
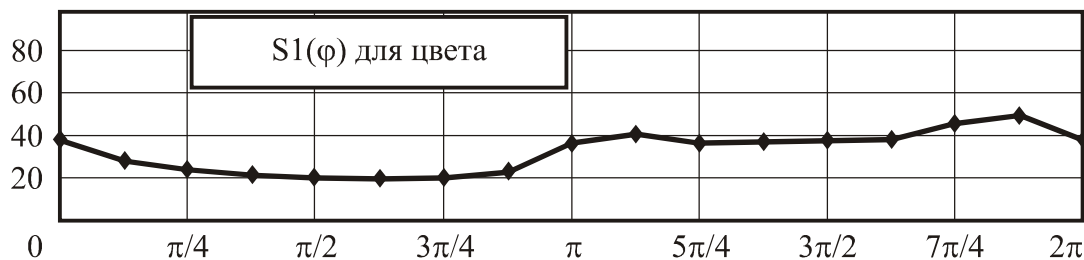


Рис. 4. Отклонения признаков по секторам для первого изображения радужной оболочки

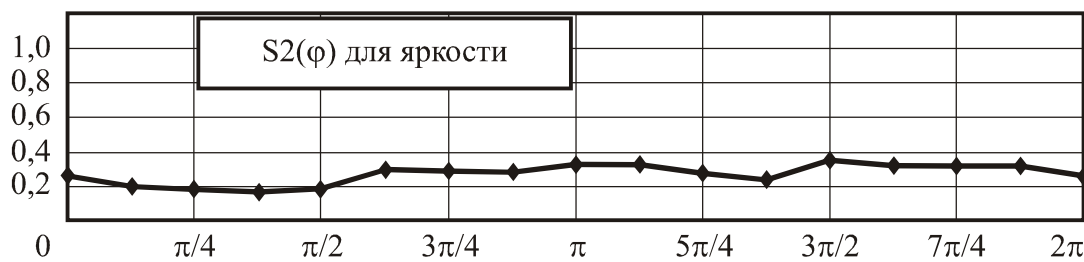
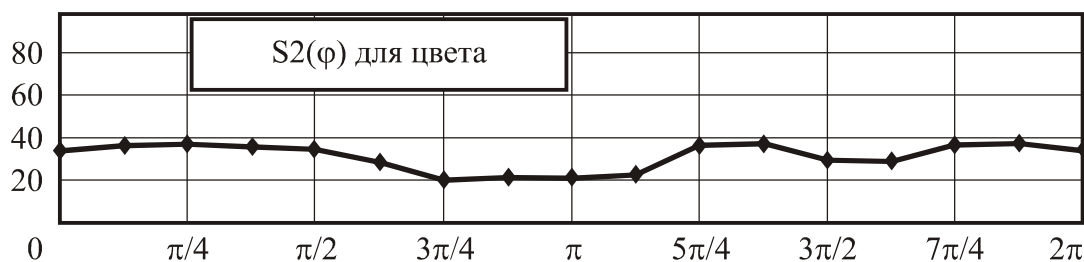


Рис. 5. Отклонения признаков по секторам для второго изображения радужной оболочки

Проводятся измерения признаков для всего изображения и отдельных секторов радужной оболочки с относительным смещением $\pi/8$, ширина каждого сектора равна π . На рис. 4 и 5 представлены изображения радужных оболочек глаз в полярной системе координат и графики отклонения признаков секторов от значения признака для целого изображения в зависимости от смещения ($S(\varphi)$) для цветового и яркостного компонента.

На графиках отклонения для обеих характеристик достаточно ровные, а для яркости не превышают среднего значения отклонения между признаками одного класса. Можно говорить, что каждый сектор имеет похожую структуру и цвет, и, следовательно, признаки являются инвариантными к сдвигу и повороту относительно сектора.

В целом исследования показали лучшие возможности классификации по признакам, полученным для цветового компонента, чем для яркостного. Но признаки яркостного компонента оказались более устойчивыми к ухудшению качества входного изображения.

Заключение

В работе представлены исследования возможностей анализа цветного изображения радужной оболочки глаза с использованием преобразования Радона. Приведены результаты экспериментальных исследований, полученных для натуральных изображений.

Объектами изучения стали такие возможности, как классификация изображений радужных оболочек для различных людей и диагностика отклонений в структуре радужки по полученным признакам. Произведены

исследования инвариантности предложенных признаков.

Благодарность

Работа выполнена при поддержке российско-американской программы «Фундаментальные исследования и высшее образование» (BRNE) и программы Президиума РАН «Фундаментальные науки – медицине», гранта РФФИ № 06-07-08006-офи, гранта РФФИ № 07-08-96611.

Библиографический список

1. **Wildes, Richard P.** Iris Recognition: An Emerging Biometric Technology [текст] / Richard P. Wildes // Proceedings of The IEEE, September 1997. – Vol. 85, no. 9. – P. 1347-1347.
2. **Tisse, Christel-loic** Person identification technique using human iris recognition. [текст] / Christel-loic Tisse [and other] // Proc. of Vision Interface. – 2002. – P. 294-299.
3. **Хелгасон, С.** Преобразование Радона [текст] / С. Хелгасон, пер. с англ.: А.Г. Сергеев, под ред. Б.И. Завьялова. – М.: Мир, 1983. –148 с.
4. **Shapiro, L.** Textbook: Computer Vision [электронный ресурс] / L. Shapiro, G. Stockman // Prentice Hall, 2001, <http://www.cse.msu.edu/~stockman/Book/book.html>.
5. **Orlov, Nikita** Computer Vision for Microscopy Applications. Source: Vision Systems: Segmentation and Pattern Recognition. / Nikita Orlov [текст] // ISBN 987-3-902613-05-9. I-Tech, Vienna, Austria, June 2007.

References

1. **Wildes, Richard P.** Iris Recognition: An Emerging Biometric Technology / Richard P. Wildes // Proceedings of The IEEE, September 1997. – Vol. 85, no. 9. – P. 1347-1347.
2. **Tisse, Christel-loic** Person identification technique using human iris recognition. / Christel-loic Tisse [and other] // Proc. of Vision Interface. – 2002. – P. 294-299.
3. **Helgason, S.** Radon Transform. / S. Helgason, translated from English: A. G. Sergeev. Ed. by B. I. Zavyalov – M.: “Mir” Publishers (World), 1983. – 148 p.
4. **Shapiro, L.** Textbook: Computer Vision / L. Shapiro, G. Stockman // Prentice Hall, 2001, <http://www.cse.msu.edu/~stockman/Book/book.html>.
5. **Orlov, Nikita** Computer Vision for Microscopy Applications. Source: Vision Systems: Segmentation and Pattern Recognition. / Nikita Orlov // ISBN 987-3-902613-05-9. I-Tech, Vienna, Austria, June 2007.

IRIS IMAGE ANALYSIS USING THE RADON TRANSFORM

© 2008 A.V. Kuznetsov^{1,2}, A.V. Kupriyanov^{1,2}, N.Yu. Ilyasova^{1,2}

¹ Image Processing Systems Institute of the RAS,
² Samara State Aerospace University

This work deals with looking into the possibilities of using the Radon transform for analysis of color images of iris. A technology for generating the feature vector using the Radon image constructed in HSL color space is developed. The features we propose in this work are shown to have high separability for different classes of iris images, which is of particular interest for biometrical identification purposes.

Iris image, Radon transform, color spaces, classification, biometrical identification

Сведения об авторах:

Кузнецов Андрей Владимирович, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева, студент. Учреждение Российской академии наук Институт систем обработки изображений РАН, Самара, Россия, сотрудник лаборатории лазерных измерений. Опубликовано 3 работы в отечественных изданиях. Область научных интересов - распознавание образов, обработка изображений, текстурный анализ, интегральные преобразования.

Куприянов Александр Викторович, Учреждение Российской академии наук Институт систем обработки изображений РАН, Самара, Россия. Кандидат технических наук. Старший научный сотрудник лаборатории лазерных измерений. Опубликовано свыше 50 работ в отечественных и зарубежных изданиях. Область научных интересов - обработка биомедицинских изображений, текстурный анализ, локальные и спектральные преобразования, биометрическая идентификация.

Ильясова Наталья Юрьевна, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева, кандидат технических наук, доцент. Учреждение Российской академии наук Институт систем обработки изображений РАН, Самара, Россия. Старший научный сотрудник лаборатории лазерных измерений. Опубликовано свыше 70 работ в отечественных и зарубежных изданиях, в том числе одна монография (в соавторстве). Область научных интересов - обработка изображений, распознавание образов, обнаружение объектов, разработка программно-аппаратных комплексов биомедицинского назначения.

Kuznetsov Andrey Vladimirovich, S.P. Korolyov Samara State Aerospace University, student. Establishment of the Russian Academy of Sciences Image Processing Systems Institute of the Russian Academy of Sciences, Samara, Russia, the employee of laboratory of laser measurements. 3 works in domestic editions are published. Area of research: pattern recognition, image processing, texture analysis, integral transforms.

Kupriyanov Alexandr Viktorovich, Establishment of the Russian Academy of Sciences Image Processing Systems Institute of the Russian Academy of Sciences, Samara, Russia. Cand. Tech. Sci., the senior scientific employee of laboratory of laser measurements. It is published over 50 works in domestic and foreign editions. Area of research: biomedical image processing, texture analysis, local and spectral transforms, biometrical identification.

Ilyasova Natalya Yurjevna, S.P. Korolyov Samara State Aerospace University, Cand. Tech. Sci., the senior lecturer. Establishment of the Russian Academy of Sciences Image Processing Systems Institute of the Russian Academy of Sciences, Samara, Russia, the senior scientific employee of laboratory of laser measurements. It is published over 70 works in domestic and foreign editions, including one monography (in the co-authorship). Area of research: image processing, pattern recognition, object detection, development of biomedical hardware-software complexes.