

личных моделей параметрической аппроксимации яркостного профиля в зависимости от вида анализируемого сосуда, 4) оценивание локальных направлений сосудов, а также анализ их ветвлений, пересечений и окончаний эффективно выполнять с помощью метода модифицированного локального вейвлет-преобразования, основанного на анализе радиальных функций яркости области скользящего сектора внутри окна сканирования, 5) новый метод модифицированного вейвлет-преобразования, основанный на использовании двумерных вейвлетов, сконструированных из одномерных посредством продолжения по второй координате согласно модели сосудов, является эффективным инструментом для решения задачи выделения центральных линий сосудов, 6) диагностический программный комплекс на основе информационной технологии анализа изображений глазного дна, включающей алгоритмы формирования новых признаков и выделения с использованием дискриминантного анализа диагностически значимых групп признаков, позволяет повысить эффективность классификации сосудов на группы: «норма» и 4 стадии диабетической ретинопатии, 7) система анализа коронарных сосудов сердца, основанная на информационной технологии восстановления пространственной структуры коронарных сосудов по малому числу ангиографических проекций, позволяет в условиях рассогласования проекций осуществить оценивание пространственных геометрических характеристик сосудистой системы сердца и сформировать диагностические признаки.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена при государственной поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках реализации мероприятий Программы повышения конкурентоспособности СГАУ среди ведущих мировых научно-образовательных центров на 2013-2020 годы; грантов РФФИ 12-01-00237-а, 14-01-00369-а, 14-07-97040-р_поволжье_а; программы № 6 фундаментальных исследований ОНИТ РАН «Биоинформатика, современные информационные технологии и математические методы в медицине» 2013-2014 гг.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ильасова Н.Ю.* Методы цифрового анализа сосудистой системы человека. Обзор литературы // Компьютерная оптика. 2013. Т. 37. № 4. С. 517-541.
2. *Sirius: a web-based system for retinal image analysis / M. Ortega, N. Barreira, J. Novo, M.G. Penedo, A. Pose-Reino, F. Gomez-Ulla* // International Journal of Medical Informatics. 2010. Vol. 79. P. 722-732.
3. Retinopathy online challenge: automatic detection of

- microaneurysms in digital color fundus photographs / *M. Niemeijer, B. van Ginneken, M.J. Cree, A. Mizutani, G. Quilley, C.I. Sanchez, B. Zhang, R. Hornero, M. Lamard, C. Muramatsu, X. Wu, G. Cazuguel, J. You, A. Mayo, L. Qin, Y. Hatanaka, B. Cochener, C. Roux, F. Karraay, M. Garcia, H. Fujita, M.D. Abramoff* // IEEE Transactions on Medical Imaging. 2009. Vol. 29. P. 185-195.
4. *Li Q.* Colour Retinal Image Segmentation For Computer-aided Fundus Diagnosis Department of Computing. The Hong Kong Polytechnic University, 2010. 126 p.
5. RIVERS: Retinal Image Vessel Extraction and Registration System [Electronical Resource] / *C.V. Stewart, B. Roysam*. URL: <http://cgivision.cs.rpi.edu/cgi/RIVERS/in-dex.php.in> (дата обращения 05.06.2014).
6. Automated retinal image analysis over the internet / *C.L. Tsai, B. Madore, M.J. Leotta, M. Sofka, G. Yang, A. Majerovics, H.L. Tanenbaum, C.V. Stewart, B. Roysam* // IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine. 2008. Vol. 12. P. 480-487.
7. VAMPIRE: vessel assessment and measurement platform for images of the RETina / *A.Perez-Rovira, T.MacGillivray, E.Truccho, K.S. Chin, K. Zutis, C. Lupascu, D. Tegolo, A. Giachetti, P.J. Wilson, A. Doney, B. Dhillon* // Engineering in Medicine and Biology Society, EMBC, 2011 Annual International Conference of the IEEE, 2011. P. 3391-3394.
8. Live-vessel: extending livewire for simultaneous extraction of optimal medial and boundary paths in vascular images / *P. Kelvin, H. Ghassan, A. Rafeef* // Proceedings of the 10th International Conference on Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention, Springer-Verlag, Brisbane, Australia, 2007.
9. «Гамма Мультивокс» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.gammamed.ru/Multivox-Gamma-D1.html>, <http://www.multivox.ru/multivox2d.shtml> (дата обращения 05.06.2014).
10. «Myrian® XP-Vessel». URL: [http://www.eukon.it/site/download/Myrian_XP-Vessels.pdf_\(дата_обращения_05.06.2014\)](http://www.eukon.it/site/download/Myrian_XP-Vessels.pdf_(дата_обращения_05.06.2014)).
11. «Электрон» [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://electronxray.com/equipment/rentgenohirurgicheskie_apparaty/angiograf/angiograf-oko_2_wp/ (дата обращения 05.06.2014).
12. «Allura Xper» [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.healthcare.philips.com/ru_ru/products/interventional_xray/Product/interventional_cardiology/imaging_systems/intcardio_fd20.wpd, http://www.healthcare.philips.com/ru_ru/products/interventional_xray/Product/interventional_cardiology/imaging_systems/intcardio_fd10.wpd (дата обращения 05.06.2014).
13. «InterView Fusion» [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.mediso.hu/products.php?fid=1,10,6&pid=67_
14. General Operator Processor» ContextVision [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.contextvision.com/our-technology/gop-image-enhancement/> (дата обращения 05.06.2014).
15. Measuring Biomechanical Characteristics of Blood Vessels for Early Diagnostics of Vascular Retinal Pathologies / *N.Yu. Plyasova, M.A. Ananin, N.A. Gavrilova, A.V. Kupriyanov* // Lecture Notes in Computer Science. Medical Image Computing and Computer Assisted Intervention, MICCAI 2004, Proceedings of 7th International, Conference Saint-

- Malo, France, 2004, September. Volume 3217, Issue 1 PART 2. Part II. P. 251-258.
16. *Ilyasova N.Yu., Yatul'chik V.V.* Methods for formation of features of tree-like structures on fundus images // Pattern Recognition and Image Analysis (MAIK "Nauka/Interperiodica"). 2006. Vol. 16, Issue 1. P. 124-127.
 17. Estimating Directions of Optic Disk Blood Vessels in Retinal Images / *M.A. Anan'in, N.Yu. Ilyasova, A.V. Kupriyanov* // Pattern Recognition and Image Analysis (MAIK «Nauka/Interperiodica»). 2007. Vol. 17, Issue 4. P. 523-526.
 18. Geometrical Parameters Estimation of the Retina Images for Blood Vessels Pathology Diagnostics / *A.V. Kupriyanov, N.Yu. Ilyasova, M.A. Ananin* // Proceedings of 15th European Signal Processing Conference September 3-7 2007, EUSIPCO 2007, Poznan, Poland. 2007. P. 1251-1254.
 19. A Method of the Wavelet Transformation for Estimation of Geometrical Parameters upon the Diagnostic Images / *N. Ilyasova, A.O. Korepanov, A. Kupriyanov* // Optical Memory & Neural Networks. 2009. Vol. 18, Issue 4. P. 343-348.
 20. Компьютерная технология восстановления пространственной структуры коронарных сосудов по ангиографическим проекциям / *Н.Ю. Ильясова, Н.Л. Казанский, А.О. Корепанов, А.В. Куприянов, А.В. Устинов, А.Г. Храмов* // Компьютерная оптика. 2009. Т. 33, № 3. С. 281-318.

COMPUTER SYSTEMS FOR GEOMETRICAL ANALYSIS OF BLOOD VESSELS DIAGNOSTIC IMAGES

© 2014 N.Yu. Ilyasova

Image Processing Systems Institute, Russian Academy of Sciences, Samara

Existing computer systems for geometric geometrical characteristics of blood vessels diagnostic images are reviewed. The systems for computer analysis of ocular fundus «OphthalmOffice» and heart coronary vessels diagnostic images «CardiOffice» are presented. The comparative characteristics of computational efficiency are given.

Keywords: human vascular system, image processing.