

МЕТОДЫ РЕГИСТРАЦИИ И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ В ЗАДАЧАХ ВИДЕОКАПИЛЛЯРОСКОПИИ И ФОТОПЛЕТИЗМОГРАФИИ

Потёмкин А.В.

Научный руководитель – к.т.н., доцент ФПО, Волков М.В.

Неинвазивные методы диагностики социально-значимых заболеваний, таких как сахарный диабет, болезнь Рейно, сердечно-сосудистые и ревматические заболевания, имеют важное значение для повышения уровня здравоохранения [1,2]. Оптические методы видеокapилляроскопии (ВКС) [3-5] и двумерной фотоплетизмографии (ДФПГ) основаны на видеорегистрации капиллярного кровотока и обеспечивают двумерную визуализацию параметров микроциркуляции.

Для применения методов ВКС и ДФПГ требуется разработка специализированного ПО, обеспечивающего настройку параметров видеокамеры, регистрацию видеокadров со скоростью до 500 к/с, сжатие, сохранение видеокadров на диск, динамическую настройку параметров визуализации и предварительную обработку видеокadров, визуализацию сигнала ФПГ в процессе регистрации. Одним из требований к системе видеорегистрации является мобильность, что существенно ограничивает доступные вычислительные ресурсы и оперативную память. Следовательно, при разработке ПО требуется широкое применение методов оптимизации и параллельных вычислений. В работе рассмотрены особенности разработанного ПО захвата видеокadров для задач ВКС и ДФПГ, соответствующее перечисленным требованиям, обеспечивающее поддержку USB 3.0 видеокамер IDS и XIMEA. С использованием разработанного ПО проведен ряд экспериментов по регистрации параметров кровотока условно-здоровых добровольцев, результаты опубликованы в работах [3,5].

При видеорегистрации поверхностного капиллярного кровотока в коже человека, особенно в конечностях, крайне сложно обеспечить неподвижность исследуемого объекта. Практически при любых длительных измерениях, и особенно при применении функциональных тестов, происходят произвольные сокращения мышц, приводящие к локальным смещениям капиллярной сети. По этой причине одним из этапов обработки данных ВКС и ДФПГ является компенсация смещений капилляров для зарегистрированной последовательности видеокadров. Для изображений капиллярного кровотока и биологических объектов в общем характерны изменчивость и отсутствие четких границ, что приводит к неэффективности выделения и отслеживания ключевых точек. По этой причине использование методов оптического потока для изображений биологических объектов сильно ограничено. Как показано в работах [6,7], решение данной задачи обеспечивается с использованием методов на основе фазовой корреляции или полнокадровой стабилизации. В работе представлены разработанные методы компенсации смещений видеокadров капиллярного кровотока на основе полнокадрового и локального совмещения видеокadров. На основе данных методов разработано специализированное ПО на языке C++. Выполнена верификация разработанных методов и ПО для экспериментальных данных и подтверждена их эффективность.

Результатами работы являются методы и ПО для высокоскоростной регистрации видеокadров и компенсации смещений изображений капилляров при решении задач диагностики заболеваний методами ВКС и ДФПГ.

Список литературы.

1. Всемирная организация здравоохранения. Сердечно-сосудистые заболевания. 2017. URL: http://www.who.int/cardiovascular_diseases/ru.

2. Cutolo M., Pizzorni C., Sulli A. Capillaroscopy //Best Practice & Research Clinical Rheumatology. – 2005. – Т. 19. – №. 3. – С. 437-452.
3. Volynsky M. A. et al. Blood Peripheral Circulation Assessment Method Based on Combined Use of the Video-Capillaroscopy, Imaging Photoplethysmography, and Electrocardiography //Laser Applications to Chemical, Security and Environmental Analysis. – Optical Society of America, 2016. – С. JT3A. 26.
4. Chochia P. A. Analysis of video data formed by the capillaroscope and blood flow dynamics measurements //Journal of Communications Technology and Electronics. – 2014. – Т. 59. – №. 12. – С. 1524-1529.
5. Gurov I.P., Volkov M.V., Margaryants N.B., Pimenov A., Potemkin A. High-speed video capillaroscopy method for imaging and evaluation of moving red blood cells//Optics and Lasers in Engineering, IET - 2018, Vol. 104, pp. 244-251.
6. Karimov K. A., Volkov M. V. The phase correlation algorithm for stabilization of capillary blood flow video frames //SPIE Optical Metrology. – International Society for Optics and Photonics, 2015. – С. 952810-952810-9.
7. Каримов К.А., Волков М.В. Анализ применимости алгоритма фазовой корреляции при стабилизации последовательностей видеок кадров капиллярного кровотока // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2015. Т. 15. № 3. С. 365–372.

Автор

Потёмкин А.В.

Научный руководитель

Волков М.В.