ID: 2015-08-7-R-5315 Авторское мнение

Миронов С.А.

К вопросу о перспективах использования фотоплетизмографии для выявления аффективных состояний у человека

ФГКУ ЦКВГ ФСБ России, г. Москва

Ключевые слова: фотоплетизмография, аффективные состояния

Недавние публикации сотрудников Рязанского государственного радиотехнического университета посвящены применению регистрации сигнала фотоплетизмограммы (ФПГ) в составе программно-аппаратного комплекса (ПАК), предназначенного для комплексной оценки аффективных состояний у человека [1, 2]. Использование подобного подхода перспективно, в частности, для разработки интеллектуальных систем повышения безопасности дорожного движения за счет динамического контроля психо-эмоционального состояния водителя [1, 3, 4]. В представленной работе ФПГ предлагается использовать для выделения основного ритма сердца с последующим анализом его вариабельности на основе различных показателей (временных, спектральных и нелинейных оценок). Оценка психо-эмоциональных явлений у человека на основе анализа вариабельности ритма сердца (ВРС) является интересным, хотя и дискуссионным, научным направлением [5-8].

Вопросу выделения основного ритма сердца из ФПГ посвящено множество работ [9-14]. При этом точность подобного выделения имеет ряд ограничений. В настоящее время, нашей научной группой создан тестовый образец прибора, в котором основной ритма сердца также выделяется из сигнала ФПГ [15]. Полного совпадения кардиоинтерваллограммы, воспроизведенной из сигнала ФПГ, с таковой, выделенной из ЭКГ, невозможно. В нашем приборе число кардиоинтервалов, значительно отличающихся от «оригинала» не превышало 5%, что можно, в целом, принять как удовлетворительный результат.

Использование ФПГ в составе ПАК позволяет расширить возможности анализа показателей вегетативной регуляции кровообращения, чем это предлагается авторами [1, 2]. Известно, что ВРС позволяет изучать вегетативную регуляцию только через ее хронотропный эффект на сердце, при этом инотропный и сосудистые эффекты остаются, по большей части, вне поля зрения исследователя. В последнее время в ряде работ предлагаются оценки, позволяющие взглянуть на вегетативную регуляцию кровообращения с системной точки зрения [16-18]. В частности, синхронизованность низкочастотных колебаний, выявляемых в ритме сердца и периферическом кровотоке (оценивается с помощью ФПГ) [16, 19], показала свое преимущество перед традициоными оценками ВРС при оценке фатального пятилетнего риска у больных с острым инфарктом миокарда [20]. Имеются предпосылки использования подобного подхода для персонализации медикаментозной терапии у пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями [21-23].

Учитывая, что использование унивариантных данных для изучения синхронизации потенциально возможно [24], можно реализовать оценку синхронизованности низкочастотных ритмов в ритме сердца и периферическом кровотоке, используя только канал ФПГ в рамках разрабатываемого авторами ПАК (см. [1, 2]). Необходимо отметить, что авторы используют при обработке записи ФПГ фильтры нижних частот [2], не указывая, однако, тип фильтра и его рабочий диапазон частот. Это может быть существенным ограничением применимости спектрального и других методик анализа ВРС, использующих низкочастотный (LF) и сверхнизкочастотный (VLF) диапазоны спектра.

Литература

1. Алпатов А.В., Кирюхин А.В. Система поддержки водителя на основе анализа пульса и параметров движения транспортного средства. Медицинская техника 2015; (2): 29-34.
2. Кирюхин А.В., Алпатов А.В. Проектирование автоматизированной системы для оценки аффективных состояний человека на основе измерения пульса при просмотре видеоизображений. Программная инженерия 2015; (1): 34-40.
3. Mehler B., Reimer B. An initial assessment of the significance of task pacing on self-report and physiological measures of workload while driving. In: Proceedings of the 7th International driving symposium on human factors in driver assessment, raining, and vehicle design. Bolton Landing, NY, 2013: 170-176.
4. Singh R.R., Conjeti S., Banerjee R. Comparative evaluation of neural network classifiers for stress level analysis of automotive drivers using physiological signals. Biomedical Signal Processing and Control 2013; 8: 740-754.
5. Magagnin V., Mauri M., Cipresso P., et al. Heart rate variability and respiratory sinus arrhythmia assessment of affective states by bivariate autoregressive spectral analysis. Comput Cardiol 2010; 37(5737930): 145-148.
6. Paul M., Garg K. The effect of heart rate variability biofeedback on performance psychology of basketball players. Appl Psychophysiol Biofeedback 2012; 37(2): 131-144.
7. Onorati F., Barbieri R., Mauri M., et al. Characterization of affective states by pupillary dynamics and autonomic correlates. Front Neuroeng 2013; 6: 9.
8. Climov D., Lysy C., Berteau S., et al. Biofeedback on heart rate variability in cardiac rehabilitation: practical feasibility and psycho-physiological effects. Acta Cardiol 2014; 69(3): 299-307.
9. Cyna A.M., Kulkarni V., Tunstall M.E., et al. A new respiratory monitoring and apnea alarm for spontaneously breathing patients. Br J Anaesth 1991; 67: 341–345.
10. Nakajima K., Tamura T., Miike H. Monitoring of heart and respiratory rates by photoplethysmography using a digital filtering technique. Med Eng Phys 1996; 18(5): 365-372.
11. Khandoker A.H., Karmakar C.K., Palaniswami M. Comparison of pulse rate variability with heart rate variability during obstructive sleep apnea. Med Eng Phys 2011; 33(2): 204-209.
12. Heathers J.A.J. Smartphone-enabled pulse rate variability: An alternative methodology for the collection of heart rate variability in psychophysiological research. International Journal of Psychophysiology 2013; 89: 297–304.
13. Schäfer A., Vagedes J. How accurate is pulse rate variability as an estimate of heart rate variability? A review on studies comparing photoplethysmographic technology with an electrocardiogram. Int J Cardiol 2013; 166(1): 15-29.
14. Wanga C., Li Z., Wei X. Monitoring heart and respiratory rates at radial artery based on PPG. Optik 2013; 124: 3954–3956.

 © Bulletin of Medical Internet Conferences, 2015

15. Кульминский Д.Д., Боровкова Е.И., Хорев В.С., Миронов С.А. Разработка устройства суточного мониторинга состояния сердечно-сосудистой системы на основе анализа синхронизации ее ритмов. Бюллетень медицинских Интернет-конференций 2014; 4(7): 962-966.
16. Karavaev A.S., Prokhorov M.D., Ponomarenko V.I., et al. Synchronization of low-frequency oscillations in the human cardiovascular system. Chaos 2009; 19(3): 033112.
17. Киселев А.Р., Гриднев В.И. Колебательные процессы в вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы. Саратовский научно-медицинский журнал 2011; 7(1): 34-39.
18. Киселев А.Р., Хорев В.С., Гриднев В.И. и др. Взаимодействие 0.1 Гц-колебаний в вариабельности ритма сердца и вариабельности кровенаполнения дистального сосудистого русла. Физиология человека 2012; 38(3): 92-99.
19. Киселев А.Р., Беспятов А.Б., Посненкова О.М. и др. Внутренняя синхронизация основных 0,1Гц - частотных ритмов в системе вегетативного управления сердечно-сосудистой системой. Физиология человека 2007; 33(2): 69-75.
20. Киселев А.Р., Гриднев В.И., Караваев А.С. и др. Оценка пятилетнего риска летального исхода и развития сердечно-сосудистых событий у пациентов с острым инфарктом миокарда на основе синхронизации 0,1 Гц-ритмов в сердечно-сосудистой системе. Саратовский научно-медицинский журнал 2010; 6(2): 328-338.
21. Киселев А.Р., Гриднев В.И., Караваев А.С. и др. Персонализация подхода к назначению гипотензивной терапии у больных артериальной гипертензией на основе индивидуальных особенностей вегетативной дисфункции сердечно-сосудистой системы. Артериальная гипертензия 2011; 17(4): 354-360.
22. Киселев А.Р., Гриднев В.И., Караваев А.С. и др. Коррекция вегетативной дисфункции сердечно-сосудистой системы у больных артериальной гипертонией на основе комбинированной терапии атенололом и амлодипином. Российский кардиологический журнал 2012; (6): 66-71.
23. Kiselev A.R., Gridnev V.I., Prokhorov M.D., et al. Selection of optimal dose of beta-blocker treatment in myocardial infarction patients basing on changes in synchronization between 0.1 Hz oscillations in heart rate and peripheral microcirculation. J Cardiovasc Med (Hagerstown) 2012; 13(8): 491-498.
24. Janson N.B., Balanov A.G., Anishchenko V.S., McClintock P.V.E. Phase relationships between two or more interacting processes from one-dimensional time series. I. Basic theory. Phys Rev E 2002; 65: 036211.