

Интернет-система поддержки методик контроля психологического состояния и психологической поддержки в системе спортивной подготовки спортсменов-паралимпийцев

Коротков КГ, Короткова АК

Введение

В последние годы наблюдается интерес к разработке систем индивидуального контроля психофизиологического состояния человека с использованием индивидуальных устройств, работающих с использованием Интернет технологий [1,2,3]. Такие системы все чаще применяются в спорте и тренировочном процессе на разных уровнях спортивной подготовки [4,5,6,7,8]. Такие системы несколько раз в день, в зависимости от требований анализа, снимают определенные психофизиологические показатели, которые передаются на сервер в режиме онлайн или с отсроченным доступом. На сервере производится обработки данных с выдачей заключений, в частности, о психологическом состоянии человека. Для спортсменов съем данных обычно производится в утренние и вечерние часы, а также по решению специалистов по согласованию с тренером, в процессе тренировки или по окончании соревновательного упражнения. Тренер и специалист получают объективную динамическую характеристику психофизиологического состояния спортсмена с определенными рекомендациями по системам психологической поддержки. Внедрение подобных систем в дальнейшем внесет существенный вклад в систему спортивной подготовки, систему мониторинга состояния и здоровья спортсменов [9].

Практика последних лет показала, что современные носители информации – компьютеры, планшеты, телефоны – ненадежны с точки зрения устойчивости и безопасности. В любой момент компьютер может потерять работоспособность, и ни одна фирма не отвечает за технические проблемы по окончании гарантийного срока; при этом может быть потеряна вся информация, хранящаяся на компьютере.

Еще одна проблема – компьютерная безопасность – защищенность компьютера от внешних атак. Как показали события последних лет, ни одна самая изощренная локальная система не может быть закрыта от проникновения. Индивидуальные компьютеры при подключении к сети Интернет оказываются практически открытыми и вся информация оказывается доступной всем заинтересованным лицам. Спорт высоких достижений всегда был конкурентной областью и соревнования проходили не только на зеленых полях, но и в тиши лабораторий. Все новые разработки в области спорта высоких достижений, когда их удавалось сохранять в течение определенного времени, обеспечивали конкурентные преимущества по отношению к соперникам.

Поэтому единственным способом сохранения информации на настоящем этапе технологического развития является Интернет-пространство с созданием Баз Данных на высокотехнологичных серверах с высокой степенью защиты. Такие сервера обеспечивают многоуровневую систему обработки и хранения информации

с невозможностью несанкционированного доступа к информации верхних уровней. Это так называемые «облачные технологии». Все крупные компьютерные компании, такие как Google, Apple, Microsoft и крупные Российские операторы, настойчиво предлагают своим клиентам хранение информации в «облаке». При этом стоимость хранения постоянно сокращается и в настоящее время составляет центы за терабайт.

В соответствии с этим методики контроля психологического состояния в системе подготовки спортсменов-паралимпийцев Министерства Sports России должны быть основаны на «облачных технологиях» с обработкой данных и хранением информации на высокозащищенном сервере. Это позволит обеспечить доступ к информации как с локального компьютера тренера, так и с любого компьютера, подключенного к Интернету, в частности, с компьютеров Министерства Sports.

В данной работе мы представляем принципы построения и пример практической реализации подобных систем.

Требования к архитектуре системы

Наиболее распространенным в настоящее время является построение подобных систем на базе так называемой Беспроводной Индивидуальной Сети (Wireless Body Area Network (WBAN)). Она состоит из серии датчиков, системы накопления информации, коммуникации, Интернет сети и серверной части [4, 7, 8, 10]. В настоящее время в спортивной медицине используются датчики, регистрирующие динамические параметры спортсмена, в том числе в процессе тренировки и выступления [11]. Такие системы уже используют ведущие футбольные клубы. Датчики передают информацию через Блютуз на устройства сбора и коммуникации данных. После поступления информации на сервер (в реальном режиме времени или отсроченно) производится обработки данных с формированием Заключения, которое может быть доступно сертифицированному пользователю – тренеру и специалисту через Интернет доступ. Данные накапливаются в базе данных. Пример реализации подобной системы в медицине представлен в [12,13]. Использование систем Дата Майнинга, интеллектуальных баз знаний и визуализации позволяет представлять информацию в удобной и понятной форме [14,15,16,17]. На рис.1 представлена структура построения Интернет-системы поддержки методик контроля психологического состояния и психологической поддержки в системе спортивной подготовки спортсменов-паралимпийцев.

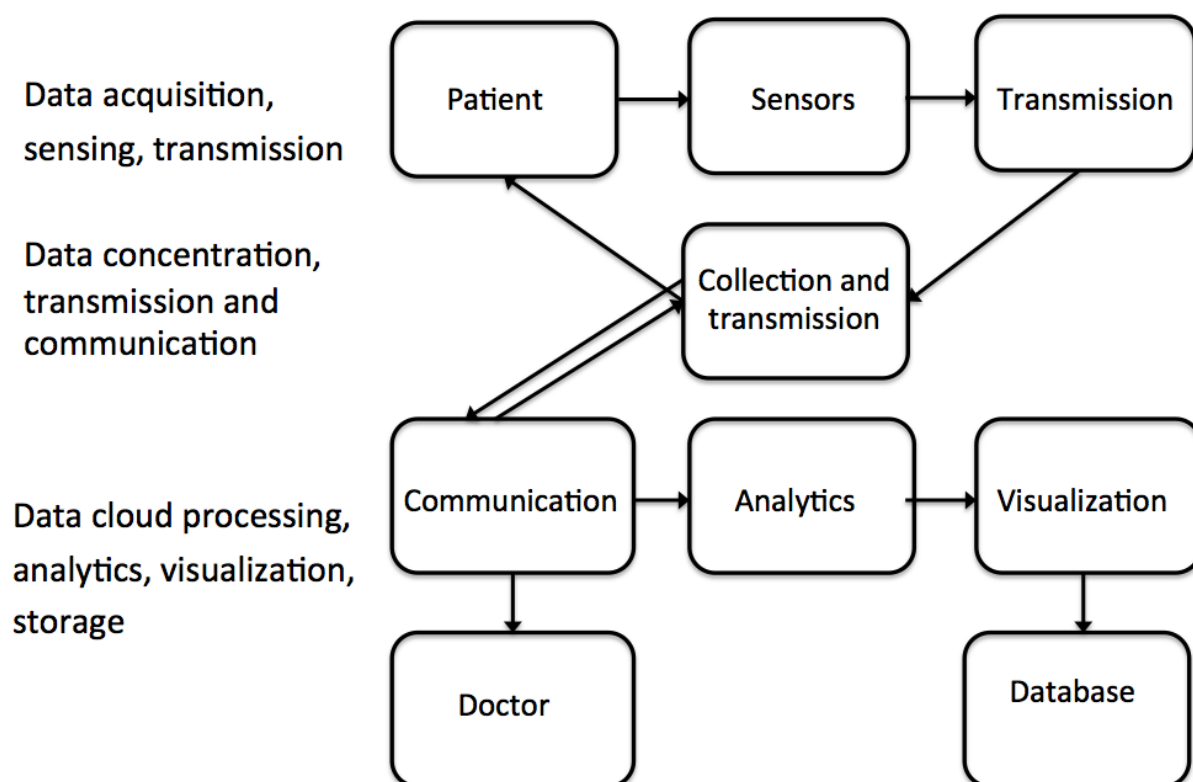


Рис. 1. Структура построения Интернет-системы поддержки методик контроля психологического состояния и психологической поддержки в системе спортивной подготовки спортсменов-паралимпийцев.

В качестве источников информации используются как результаты психологических экспресс-тестов, так и данные приборов Био-Велл и Прогноз, рассматриваемые ниже.

Накопление данные происходит на компьютере, планшете или мобильном телефоне. Последний все более часто используется как средство организации подобных систем. В литературе подобные системы организации сбора и передачи информации с системы датчиков получили название «Интернет Вещей» (Internet of Things (IoT)-based architecture) [18,19].

Серверная часть состоит из трех основных компонентов: системы хранения, анализа и визуализации данных. Ее задача состоит в надежном долговременном хранении полученной информации в классифицированном виде, интеллектуальной обработке и выдачи информации в максимально удобном и понятном для пользователю виде. Подобные системы широко обсуждаются в литературе [20,21]. Визуализация информации является важным компонентом подобных систем, ибо в настоящее время люди избалованы обилием графических материалов, представляемых через средства массовой информации и Интернет, и небрежно оформленные, некрасиво поданные материалы вызывают подсознательное раздражение и пользоваться специалист перестает системой. Не менее важным является представление информации в удобном и понятном для профессионала виде. Спортивные психологи и тренеры понимают ценность психологических анализов и готовы пользоваться системой, если она помогает им в ежедневной

практике.

Разработанная Интернет-система поддержки методик контроля психологического состояния и психологической поддержки в системе спортивной подготовки спортсменов-паралимпийцев

В СПбНИИФК в течение ряда последних лет проводится разработка подобной системы. Она представляет собой сетевую архитектуру, построенную по трехуровневой принципу, где сервисы внутри «интернет-облака» составляют три больших категории: хранение, обработка данных, общение с клиентом [22]. В ней присутствуют следующие компоненты:

- клиентское приложение (терминал);
- приложение для подключения к серверу;
- приложение для подключения к серверу базы данных (БД).

Клиент — это интерфейсный графический компонент, представляющий первый уровень, приложение для конечного пользователя. Этот уровень не имеет прямых связей с базой данных и не хранит состояние приложения. В него вынесена простейшая бизнес-логика: интерфейс авторизации, алгоритмы шифрования, проверка вводимых значений на допустимость и соответствие формату, несложные операции (сортировка, группировка, т.д.) с данными, уже загруженными на терминал, а также вывод данных на печать и получение данных с прибора с отправкой их на сервер. Сервер приложений представляет собой второй уровень, где сосредоточена большая часть бизнес-логики и программный интерфейс, связывающий клиентские компоненты с прикладной логикой базы данных. На третьем уровне Сервер БД обеспечивает хранение данных (стандартная реляционная СУБД).

Сервер приложений и сервер базы данных в данном случае физически находятся на одном сервере под управлением CentOS с установленным веб-сервером Apache и PHP 5.X. (Так называемый LAMP).

Сервер приложений разделен на две части, отвечающие за разные функции:

- Модули расчета параметров.
- Модули, реализующие бизнес-логику, а также сетевой обмен с клиентами.

В силу того, что расчет параметров является достаточно тяжелой с вычислительной точки зрения задачей, то от модулей, реализующих данную задачу, требуется максимальная производительность. Исходя из этого, модули написаны на стандартном языке C++ и собираются в исполняемые файлы. Каждый из модулей принимает в виде аргументов командной строки некоторые параметры и выводит результат в указанную папку. Исходные тексты снабжены описанием для утилиты cmake (<http://cmake.org/>), которая создает нужные файлы проекта под выбранную платформу и компилятор. Все ГРВ изображения хранятся на сервере в виде PNG картинок, поэтому в состав исходных текстов также включены библиотеки LIBPNG (<http://libpng.sourceforge.net/index.html>) и ZLIB (<http://zlib.net/>).

Каждый из модулей принимает в качестве параметра путь к каталогу, где хранятся изображения ГРВ-грамм и некоторые другие технические параметры, а на выходе формирует результат в виде ini-файла в указанном каталоге.

Весь комплекс модулей представляет собой так называемую веб-службу (web service), которая предоставляет клиентским приложениям возможность работать с системой посредством набора экспортируемых функций. Взаимодействие с клиентскими приложениями осуществляется посредством протокола SOAP (<http://en.wikipedia.org/wiki/SOAP>), а само описание интерфейса реализовано с помощью языка WSDL.

В настоящее время система испытана при использовании прибора Био-Велл [23, 24,25], активно используемого при обследовании спортсменов паралимпийских команд России [26,27]. Этот прибор нашел применение в различных областях деятельности: в медицине [28,29, 30]; мониторинге состояния после различных воздействий [31, 32]; в психологии [33, 34, 35]; исследовании материалов [36, 37, 38]. Параллельно для оценки состояния спортсменов используется метод кардиовариабельности [39,40] и ряд интерактивных психологических методик.

Все приборы передают информацию через Блютуз на компьютер, который накапливает информацию и при нахождении в Интернет зоне передает ее на сервер. Проводится разработка программного обеспечения для работы с мобильными телефонами. Программы находятся на сервере Amazon, который обеспечивает уровень безопасности данных и практически неограниченное пространство для хранения баз данных.

Съемка данных занимает менее одной минуты и при подключении к серверу обработанная информация практически мгновенно поступает специалисту или тренеру. Пример вывода информации прибора Био-Велл после обработки на сервере.



Рис. 2. Пример вывода информации прибора Био-Велл после обработки на сервере.

Заключение

Представленные принципы Интернет-системы поддержки методик контроля психологического состояния и психологической поддержки в системе спортивной подготовки спортсменов-паралимпийцев прошли практические испытания при работе паралимпийскими командами ПОДА и незрячих спортсменов. Они получили

положительную оценку тренеров и спортсменов. Планируется дальнейшее развитие созданной системы, включение в нее других методов анализа психологического состояния, расширение используемых платформ и совершенствование методов интеллектуальной обработки данных.

Литература

- ¹ Jawbone Inc., “Jawbone fitness trackers,” accessed April 2015. [Online]. Available: <https://jawbone.com/up/trackers>
- ² FitBit Inc., “flex: Wireless activity + sleep wristband,” accessed April 2015. [Online]. Available: <https://www.fitbit.com/flex>
- ³ Apple Inc., “Apple watch,” accessed April 2015. [Online]. Available: <https://www.apple.com/watch/>
- ⁴ A. Pantelopoulos and N. Bourbakis “A survey on wearable sensor-based systems for health monitoring and prognosis,” *IEEE Trans. Sys., Man, and Cybernetics, Part C: Applic. and Reviews*, vol. 40, no. 1, pp. 1–12, Jan 2010.
- ⁵ D. Son, J. Lee, S. Qiao, et al. “Multifunctional wearable devices for diagnosis and therapy of movement disorders,” *Nature Nanotechnology*, pp. 1–8, 2014.
- ⁶ A. Page, O. Kocabas, T. Soyata, et al. “Cloud- Based Privacy-Preserving Remote ECG Monitoring and Surveillance,” *Annals of Noninvasive Electrocadiology (ANEC)*, 2014. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.1111/anec.12204>
- ⁷ R. Paradiso, G. Loriga, N. Taccini, “A wearable health care system based on knitted integrated sensors,” *IEEE Trans. Info. Tech. in Biomedicine*, vol. 9, no. 3, pp. 337–344, Sept 2005.
- ⁸ A. Milenkovi, C. Otto, E. Jovanov, “Wireless sensor networks for personal health monitoring: Issues and an implementation,” *Comput. Commun.*, vol. 29, no. 1314, pp. 2521 – 2533, 2006, wireless Sensor Networks and Wired/Wireless Internet Communications. [Online]. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140366406000508>
- ⁹ M. Hassanalieragh, A. Page, T. Soyata, et al. “Health Monitoring and Management Using Internet-of-Things (IoT) Sensing with Cloud-based Processing: Opportunities and Challenges”, 2015 IEEE International Conference on Services Computing, p 285-292. DOI 10.1109/SCC.2015.47
- ¹⁰ A. Benharref and M. Serhani, “Novel cloud and SOA-based framework for E-Health monitoring using wireless biosensors,” *IEEE Journal of Biomed. and Health Inf.*, vol. 18, no. 1, pp. 46–55, Jan 2014.
- ¹¹ S. Babu, M. Chandini, P. Lavanya, K. Ganapathy, and V. Vaidehi, “Cloud-enabled remote health monitoring system,” in *Int. Conf. on Recent Trends in Inform. Tech. (ICRTIT)*, July 2013, pp. 702–707.
- ¹² C. Rolim, F. Koch, C. Westphall, J. Werner, A. Fracalossi, and G. Salvador, “A cloud computing solution for patient’s data collection in health care institutions,” in *Second Int. Conf. on eHealth, Telemedicine, and Social Medicine, ETELEMED ’10.*, Feb 2010, pp. 95–99.
- ¹³ M. Lan, L. Samy, N. Alshurafa, M.-K. Suh, et al. “Wanda: An end-to-end remote health monitoring and analytics system for heart failure patients,” in *Proc. of the Conf. on Wireless Health*, ser. WH ’12. New York, NY, USA: ACM, 2012, pp. 9:1–9:8.
- ¹⁴ L. Wei, N. Kumar, V. Lolla, E. Keogh, et al. “A practical tool for visualizing and data mining medical time series,” in *Proc. 18th IEEE Symposium on Computer-Based Med. Sys.*, June 2005, pp. 341–346.
- ¹⁵ Y. Mao, Y. Chen, G. Hackmann, et al. “Medical data mining for early deterioration warning in general hospital wards,” in *IEEE 11th Int. Conf. on Data Mining Workshops (ICDMW)*, Dec 2011, pp. 1042–1049.
- ¹⁶ V. Ukis, S. Rajamani, B. Balachandran, T. Friese, “Architecture of cloud-based advanced

- medical image visualization solution,” in *IEEE Int. Conf. on Cloud Computing in Emerging Markets (CCEM)*, Oct 2013, pp. 1–5.
- ¹⁷ B. Rao, “The role of medical data analytics in reducing health fraud and improving clinical and financial outcomes,” in *Computer-Based Medical Systems (CBMS), 2013 IEEE 26th International Symposium on*, June 2013, pp. 3–3.
- ¹⁸ W. Zhao, C. Wang, Y. Nakahira, “Medical application on internet of things,” in *IET Int. Conf. on Com. Tech. and Application (ICCTA 2011)*, Oct 2011, pp. 660–665.
- ¹⁹ F. Hu, D. Xie, S. Shen, “On the application of the internet of things in the field of medical and health care,” in *IEEE Int. Conf. on and IEEE Cyber, Physical and Social Computing Green Computing and Communications (GreenCom), (iThings/CPSCoM)*, Aug 2013, pp. 2053–2058.
- ²⁰ G. Nalinipriya, R. Aswin Kumar, “Extensive medical data storage with prominent symmetric algorithms on cloud - a protected framework,” in *IEEE Int. Conf. on Smart Structures and Systems (ICSSS)*, March 2013, pp. 171–177.
- ²¹ A. F. M. Hani, I. V. Paputungan, M. F. Hassan, et al. “Development of private cloud storage for medical image research data,” in *Int. Conf. on Computer and Inf. Sciences (ICCOINS)*, June 2014, pp. 1–6.
- ²² Кузьмина В.В. Актуальность и многогранность применения «Облачных технологий» Электронный ресурс: обзорная статья, Вестник Дмитровградского инженерно-технического института., 2013, №1, с. 93-96.
- ²³ www.bio-well.com, accessed March 2017 [online].
- ²⁴ Patent US 8,321,010 B2, Date Nov. 27, 2012 Method for determining the condition of a biological object and device for making same. Korotkov KG, Yusubov R.R.
- ²⁵ Patent US 7,869,636 B2 Date Jan 11, 2011 Method for Determining the Anxiety level of a human being. Korotkov KG
- ²⁶ Дроздовский А.К., Коротков К.Г. Евсеев С.П. Психофизиологические факторы, способствовавшие успешному выступлению лыжников и биатлонистов на паралимпийских играх Сочи-2014. Адаптивная физическая культура. №5 (58). 2014. с 13-15
- ²⁷ Drozdovski A, Gromova I, Korotkov K, Shelkov O, Akinagbe F. Express-evaluation of the psychophysiological condition of Paralympic athletes. [Open Access Journal of Sports Medicine](http://www.dovepress.com/express-evaluation-of-the-psycho-physiological-condition-of-paralympic-peer-reviewed-article-OAJSM). Journal of Sports Medicine, № 3, 2012, p. 215-222. <http://www.dovepress.com/express-evaluation-of-the-psycho-physiological-condition-of-paralympic-peer-reviewed-article-OAJSM>
- ²⁸ Alexandrova R, Fedoseev B, Korotkov KG et al Analysis of the Bioelectrograms of bronchial asthma patients. In: *Proceedings of conference “Measuring the human energy field: State of the science”*. National Institute of Health. [SEP]Baltimore, MD: 2003;70-81.
- ²⁹ Aleksandrova E, Zarubina T, Kovelkova M et al Gas Discharge [SEP]Visualization (EPI) Technique is New in Diagnostics for Patient with Arterial Hypertension. [SEP]J New Med Technologies, 2010;17(1):122-125.
- ³⁰ Yakovleva E G., Buntseva OA, Belonosov SS et al Identifying Patients with Colon Neoplasias with Gas Discharge Visualization Technique. *J Altern Complement Medicine*. 2015;21(11):720–724.
- ³¹ Polushin J, Levshankov A, Shirokov D, Korotkov KG Monitoring Energy Levels during [SEP]treatment with EPI Technique. *J Sci Healing Outcome*. 2009;2(5):5-15.
- ³² Korotkov KG, Shevtsov A, Mohov D, et.al. Stress Reduction with Osteopathy assessed with EPI Electro-Photonic Imaging: Effects of Osteopathy Treatment. *J Altern Complement Med*. 2012;18(3): 251-257.
- ³³ Rgeusskaja GV, Listopadov UI. Medical Technology of Electrophotonics in Evaluation of [SEP]Cognitive Functions. *J Sci Healing Outcome*. 2009;2(5):16-19.
- ³⁴ Bundzen PV, Korotkov KG, Unestahl LE Altered States of Consciousness: Review of Experimental Data Obtained with a Multiple Techniques Approach. *J Altern Complement*

³⁴ *Med.* 2002;8(2):153-165.

³⁵ Kostyuk N, Meghanathan N, Isokpehi RD et al Biometric Evaluation of Anxiety in Learning English as a Second Language. *International J Comp Science and Network Security*, 2010;10(1):220-229.

³⁶ Szadkowska I, Masajtis J., Gosh JH Images of corona discharges in patients with cardiovascular diseases as a preliminary analysis for research of the influence of textiles on images of corona discharges in textiles' users. *Autex research J* 2010;l(10):26-30.

³⁷ Korotkin DA, Korotkov KG Concentration dependence of gas discharge around drops of inorganic electrolytes. *J Applied Physics*. 2001;89(9):4732-4736.

³⁸ Korotkov KG, Orlov DV Analysis of Stimulated Electrophotonic Glow of Liquids. Available at: <http://www.waterjournal.org/volume-2/korotkov>. Accessed 29 January 2016.

³⁹ Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *European Heart Journal* (1996) 17, 354–381

⁴⁰ Brosschot, J.F.; E. Van Dijk; J.F. Thayer (2007). "Daily worry is related to low heart rate variability during waking and the subsequent nocturnal sleep period". *International Journal of Psychophysiology*. 63 (1): 39–47. doi:10.1016/j.ijpsycho.2006.07.016. PMID 17020787.