

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ БИОМЕТРИЧЕСКОЙ ВИДЕОАНАЛИТИКИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА

П. И. Дмитриев, А. В. Ониксимов, А. В. Мельник

000 «Научно-производственное предприятие "Видеомикс"», г. Санкт-Петербург, Россия

USING THE SYSTEM OF BIOMETRIC VIDEO ANALYTICS TO DETERMINE THE PSYCHOPHYSIOLOGICAL STATE MAN

P. I. Dmitriev, A. V. Oniksimov, A. V. Melnik

Scientific & production enterprise Videomiks Ltd., Saint Petersburg, Russia

Резюме. В представленном материале дано описание аппаратно-программного комплекса оценки психофизиологического состояния человека. Обозначены его основные технические характеристики, в том числе возможность пользователя расширять классификатор целевыми шаблонами, подлежащими идентификации в режиме реального времени. Указаны предметные области, в которых целесообразно использование систем биометрической видеоаналитики для повышения производительности труда соответствующего специалиста (библ.: 15 ист.).

Ключевые слова: биометрическая видеоаналитика, вегетативные реакции, объективное обследование, поведенческие паттерны, психофизиологическое состояние.

Summary. In the presented material, a description of the hardware-software complex for assessing a person's psychophysiological state is given. Its main technical characteristics are indicated, including the ability for the user to fill the classifier with target templates that are to be identified in real time. The subject areas are indicated, in which the use of biometric video analytics systems is expedient for increasing the labor productivity of the corresponding specialist (bibliography: 15 refs).

Key words: autonomic responses, behavioral patterns, biometric videoanalytics, objective examination, psychophysiological state.

ВВЕДЕНИЕ

При медицинских и/или психологических обследованиях сохраняется актуальность количественного выражения качественных характеристик функционирования обследуемого в заданных средовых условиях [1, 2].

В случаях, когда речь идет об интегральной оценке параметров индивидуального состояния человека, находящегося в конкретных условиях и выполняющего в них трудовые функции, используется термин «психофизиологическое» или «функциональное состояние» (ПФС). ПФС — это совокупность биопсихометрических параметров, характеризующих индивида, измеренных одновременно с помощью валидных измерительных приборов и методик.

ПФС включает нейрофизиологические характеристики, морфологические и биохимические изменения, сдвиги физиологических функций, вегетативные реакции, а также изменения психомоторики, сенсорики, психических функций и настроения.

В этой логике психофизиологическим процессом следует считать переход от одного ПФС к другому. Частота дискретизации переходов от среза к срезу определяется решаемой задачей и техническими возможностями измерительной техники [3].

Следует отметить высокую вариативность параметров, которые может регистрировать система биометрической видеоаналитики. Вариативность обусловлена как физиологическими различиями индивидуумов (возраст, пол, расовые отличия), так и особенностями одного индивидуума

В связи с высокой вариативностью существует проблема классификации зарегистрированных комплексов параметров [4–6].

Разработка технических средств, способствующих решению проблемы параметрической регистрации данных, характеризующих психофизиологическую активность человека в конкретных внешних условиях и обеспечивающих автоматическую классификацию и интерпретацию результатов объективного измерения параметров ПФС, способствует повышению достоверности и информативности объективного целевого биометрического мониторинга в интересах медицины [7], психологии [1, 2], педагогики [8], криминалистики [9–11], кадрового рекрутинга [12, 13] и других областей сферы «человек–человек» [14].

В качестве примеров систем, работающих на базе технологий биометрической видеоаналитики, можно привести такие аппаратно-программные комплексы, как «Vibraimage» (Россия), «Emo-Detect» (Германия), «Tobii» (Швеция), «SMI Eye Tracking Glasses» (США) и др.

Основными ограничениями существующих видеобиометрических аппаратно-программных комплексов (АПК) являются: 1) относительно короткая (от 30 см до 1 м) рабочая дистанция; 2) обязательное требование относительной неподвижности объекта видеомониторинга; 3) жесткие требования к освещению.

Если создание данных условий возможно в лабораториях, то в реальных условиях это не всегда является осуществимым. Вместе с тем известно, что понимание человеком самого факта обследования способно изменить его ПФС. Для преодоления обозначенных ограничений был разработан АПК «МИКС».

АПК ОЦЕНКИ ПФС ЧЕЛОВЕКА «МИКС»

Примером результативной работы в направлении объединения технологий машинного зрения, интеллектуальной динамической обработки данных средствами «data mining» и использования нейронных сетей глубокого обучения является техническое средство отечественного производства АПК «МИКС» [15].

АПК «МИКС», в отличие от любых контактных АПК (медицинских диагностических приборов, контактных полиграфов и т. п.), позволяет не только бесконтактно, но и дистанционно получать информацию о психофизиологическом состоянии человека как в лабораторных (специально подготовленных), так и в естественных условиях деятельности.

Создание подобных высокоинформативных технических средств стало возможным лишь в последние несколько лет. Это связано с появлением доступных видеокамер с высоким разрешением и высокопроизводительных вычислительных средств, способных обеспечивать необходимую производительность для работы алгоритмов компьютерного зрения и многоуровневой классификации.

На современной технической и вычислительной базе компанией ООО «НПП «Видеомикс»» разработан АПК «МИКС». Данное техническое средство позволяет преодолеть ограничения аналогичных комплексов других производителей.

АПК «МИКС» может эксплуатироваться на расстояниях от 0,7 до 5 м, не требователен к освещенности, не требует неподвижности объекта биометрического видеомониторинга и может быть незаметен для испытуемого. Это позволяет использовать АПК как объективное средство психометрического мониторинга ПФС человека.

Концепция обработки данных и сценарии применения АПК сформулированы на основе экспериментально полученных данных.

Модульный принцип, положенный в основу архитектуры комплекса, позволяет оперативно изменять функциональность технического средства под необходимые потребителю характеристики.

В базовой комплектации АПК «МИКС» используются две видеокамеры, работающие в видимом или инфракрасном диапазоне. При этом в зависимости от поставленных задач АПК может обрабатывать изображение от 1 до 16 видеокамер.

Наличие высокопроизводительного вычислителя позволяет АПК «МИКС» в режиме реального времени обрабатывать видеопотоки большого объема и большого разрешения (от Full HD до 4K и более). Эта техническая характеристика обеспечивает возможность распознавания биометрических событий (БС), характеризующих поведенческую и ассоциированную с поведением психофизиологическую активность обследуемого даже при их малой амплитуде и/или высокой скорости изменения.

В АПК «МИКС» реализованы алгоритмы выделения динамики различных биометрических параметров: текстуры кожи областей лба, межбровья, носогубных складок; положения бровей, губ, глазных щелей, ноздрей; положения лица, головы, надплечий, плеч, предплечий локтей, кистей рук, корпуса, коленей, стоп; дыхания, сердцебиения, диаметра зрачков, саккад, направления взгляда и других параметров, характеризующих ПФС человека. При этом суммарно, с учетом ошибок 1-го и 2-го рода, достоверность регистрации БС в АПК «МИКС» составляет порядка 80%, что сопоставимо с возможностями профессионального наблюдателя (верификатора, профайлера).

Помимо возможности регистрации БС АПК позволяет одновременно обрабатывать данные о реакции человека на внешние раздражители и ассоциировать эту реакцию с определенными типами психоэмоционального состояния. Эта функция реализуется на уровне классификатора. Модуль классификации БС выделяет из общего потока данных некоторые целевые шаблоны — паттерны. Эти элементарные поведенческие паттерны доступны для формального описания специальными программными средствами. Состав паттернов в классификаторе вариативен; он определяет целевое предназначение АПК, его чувствительность к тем или иным типам реакций и состояний субъекта мониторинга.

Добавление в АПК новых паттернов осуществляется через механизм экспертной разметки набора эталонных видеозаписей, на которых с помощью специальных программных средств, входящих в состав АПК «МИКС», выделяются искомые паттерны поведения. Выделение последовательности биомет-

рических признаков, характерных для паттерна, происходит в простых случаях автоматически или с привлечением специалистов ООО «НПП "Видео-микс"».

В зависимости от подключаемого классификатора АПК «МИКС» может применяться в качестве технического средства бесконтактной дистанционной оценки ПФС человека; системы обеспечения безопасности и контроля доступа к объектам; системы обеспечения идентификации личности; многопрофильной медицинской диагностической системы; системы оценки и мониторинга ПФС оператора; системы поддержки кадрового рекрутинга, а также средства поддержки криминалистического профайлинга и др.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящей работе описаны основные возможности отечественного технического средства биометрической видеоаналитики АПК «МИКС» в связи с его применением в различных предметных областях. В частности, показано, что объединение высокоточных программных детекторов БС с программным средством экспертной разметки целевых видеозаписей с целью определения интересующих поведенческих паттернов позволяет специалистам различных предметных областей относительно оперативно и самостоятельно разрабатывать классификаторы для решения своих прикладных задач и оперативно встраивать их в существующий АПК.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Artemtseva N. G., Krylova V. B. Visual diagnostics of the client as stage of psychological consultation. In: Materialy Yubiley-noy konf. "From the beginnings to the present" (130 years of the organization of the Psychological society at Moscow University). 2015; 2: 309–11. Russian (Артемова Н. Г., Крылова В. Б. Визуальная диагностика клиента как этап психологического консультирования. В сб.: Материалы Юбилейной конф. «От истоков к современности» (130 лет организации Психологического общества при Московском университете). 2015; 2: 309–11).
2. Kostina L. N. Visual psychodiagnostics as a method of cognition and preliminary evaluation of the personality in the professional work of a psychologist. Vestnik Moskovskogo universiteta MVD Rossii. 2016; 6: 195–6. Russian (Костина Л. Н. Визуальная психодиагностика как метод познания и предварительной оценки личности в профессиональной деятельности психолога. Вестник Московского университета МВД России. 2016; 6: 195–6).
3. Pronin V. N., Zvezdin M. V., Shavykina S. B. Calculation of the speed of motion of objects on video recorded by means of video fixing. Teoriya i praktika sudebnoy ekspertizy. 2013; 3 (31): 84–8. Russian (Пронин В. Н., Звездин М. В., Шавыкина С. Б. Расчет скоростей движения объектов по видеозаписям, полученным средствами видеофиксации. Теория и практика судебной экспертизы. 2013; 3 (31): 84–8).
4. Vagin V. N., Golovina E. Yu., Zagoryanskaya A. A., Fomina M. V. A reliable and plausible conclusion in intelligent systems. Moscow: Fizmatlit; 2008. Russian (Вагин В. Н., Головина Е. Ю., Загорянская А. А., Фомина М. В. Достоверный и правдоподобный вывод в интеллектуальных системах. М.: Физматлит; 2008).
5. Doshina A. D. Expert system. Classification. The review of the existing expert systems. Young Scientist. 2016; 21: 756–8. Russian (Дошина А. Д. Экспертная система. Классификация. Обзор существующих экспертных систем. Молодой ученый. 2016; 21: 756–8).
6. Temlyantsev A. V., Vetrov D. P., Kropotov D. A. Structural analysis of behavioral dynamics. Mathematical methods of pattern recognition. 2009; 1 (14): 602–5. Russian (Темлянцева А. В., Ветров Д. П., Кропотов Д. А. Структурный анализ поведенческой динамики. Математические методы распознавания образов. 2009; 1 (14): 602–5).
7. Lemeshevskaya Z. P., Mikhal'chik S. V., Vodoevich V. P. Diagnosis of a person's mental state by facial expressions. Journal of the Grodno State Medical University. 2010; 1 (29): 62–7. Russian (Лемешевская З. П., Михальчик С. В., Водоевич В. П. Диагностика психического состояния человека по мимике лица. Журнал Гродненского государственного медицинского университета. 2010; 1 (29): 62–7).
8. Berkovich O. E., Ginzburg B. L. Psychophysiological and historical-anthropological bases of the visual diagnostics of personality. Society: sociology, psychology, pedagogy. 2016; 8: 46–8. Russian (Беркович О. Е., Гинзбург Б. Л. Психофизиологические и историко-антропологические основы визуальной диагностики личности. Общество: социология, психология, педагогика. 2016; 8: 46–8).
9. Belkin A. R. Polygraph, the current situation and forensic enquiry revisited. Biblioteka kriminalista. Nauchnyi zhurnal. 2016; 6: 79–91. Russian (Белкин А. Р. Еще раз о полиграфе, о текущем моменте и о судебной экспертизе. Библиотека криминалиста. Научный журнал. 2016; 6: 79–91).
10. Bulgakov V. G. Prospects for forensic examination of gestures, facial expressions and articulation of a person by the content of the video. Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Series 5: Law. 2005; 7: 120–3. Russian (Булгаков В. Г. Перспективы криминалистического исследования жестикуляции, мимики и артикуляции человека по материалам видеозаписи. Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 5: Юриспруденция. 2005; 7: 120–3).
11. Kozuleva A. A. Possibilities of using profiling in the activities of law enforcement agencies. In: Materialy IV Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii "Problems of modern Russian legislation". Irkutsk: Irkutsk Institute (branch) of the VGUYU (RPA of the Ministry of Justice of Russia); 2015: 293–8. Russian (Козулева А. А. Возможности применения профайлинга в деятельности правоохранительных органов. В кн.: Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции «Проблемы современного российского законодательства». Иркутск: Иркутский институт (филиал) ВГУЮ (РПА Минюста России); 2015: 293–8).
12. Nikitin M. Application profiling in the field of personnel security. Zashchita informatsii. In said. 2015; 2 (62): 49–51.

- Russian (*Никитин М.* Применение профайлинга в сфере кадровой безопасности. Защита информации. Инсайд. 2015; 2 (62): 49–51).
13. *Radygin A. V., Berkovich O. E.* Gestures — adapters in the visual diagnosis of the reliability of information. *Innovatsionnye tekhnologii v nauke i obrazovanii.* 2016; 3 (7): 141–3. Russian (*Радыгин А. В., Беркович О. Е.* Жесты — адаптеры в визуальной диагностике достоверности информации. Инновационные технологии в науке и образовании. 2016. 3 (7): 141–3).
14. *Klimov E. A.* Introduction to the psychology of work. 2nd ed., revised and enlarged. Moscow: *Academiya*; 2004. 336. Russian. (*Климов Е. А.* Введение в психологию труда. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Академия; 2004. 336).
15. *Dmitriev P. I.* Hardware-software complex for assessment and monitoring of a person's psychophysiological state «МИКС». *Zhurnal «Standart».* 2015; 7/8: 9. Russian (*Дмитриев П. И.* Аппаратно-программный комплекс оценки и мониторинга психофизиологического состояния человека «МИКС». Журнал «Стандарт». 2015; 7/8: 9).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Онисимов Александр Васильевич — генеральный директор ООО «Научно-производственное предприятие «Видеомикс»», 197342, Россия, г. Санкт-Петербург, Красногвардейский пер., д. 15, лит. п, конт. тел.: 8(812)6004818, +7(921)9399309, e-mail: onisimov@prointech.ru

Дмитриев Павел Иванович — канд. техн. наук, руководитель направления биометрической видеоаналитики ООО «Научно-производственное предприятие «Видеомикс»», 197342, Россия, г. Санкт-Петербург, Красногвардейский пер., д. 15, лит. п, конт. тел.: 8(812)6004818, доб. 502, +7(921)3058123, e-mail: dmitriev@prointech.ru

Мельник Антон Владимирович — ведущий инженер ООО «Научно-производственное предприятие «Видеомикс»», 197342, Россия, г. Санкт-Петербург, Красногвардейский пер., д. 15, лит. п, конт. тел.: 8(812)6004818, доб. 103, e-mail: melnik@prointech.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Onisimov Alexander V. — General Director of Scientific & production enterprise Videomiks Ltd., 15, lit. p, Krasnogvardeyskiy lane, Saint-Petersburg, Russia, cont. phone: 8(812)6004818, +7(921)9399309, e-mail: onisimov@prointech.ru

Dmitriev Pavel I. — candidate of technical Sciences, head of the Department of biometric videoanalytics of Scientific & production enterprise Videomiks Ltd., 15, lit. p, Krasnogvardeyskiy lane, Saint-Petersburg, Russia, cont. phone: 8(812)6004818, plus 502, +7(921)3058123, e-mail: dmitriev@prointech.ru

Melnic Anton V. — leading engineer of Scientific & production enterprise Videomiks Ltd., 15, lit. p, Krasnogvardeyskiy lane, Saint-Petersburg, Russia, cont. phone: 8(812)6004818, plus 103, e-mail: melnik@prointech.ru