

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЕЙ ВИБРОИЗОБРАЖЕНИЯ ПО ТЕПЛОВОМУ И ВИДЕО ИЗОБРАЖЕНИЮ

В. А. Акимов, С. С. Диденко, В. А. Минкин

ООО «Многопрофильное предприятие «Элсис», Санкт-Петербург, Россия,
minkin@elsys.ru

Аннотация: Проведено исследование по определению психофизиологических и эмоциональных параметров испытуемого технологией виброизображения с применением телевизионных камер в видимом и инфракрасном спектральном диапазоне. Получены сравнительные характеристики математического ожидания, среднеквадратического отклонения и вариабельности психофизиологических параметров для видимого и тепловизионного изображения головы человека. Сделан вывод о невозможности автоматического переноса норм, полученных технологией виброизображения при определении психофизиологических параметров человека в видимом свете, на измерение психофизиологических параметров человека с помощью тепловизионных камер.

Ключевые слова: виброизображение, тепловое изображение, потоковое видео, эмоции, психофизиология.

COMPARATIVE MEASUREMENTS OF PSYCHOPHYSIOLOGICAL PARAMETERS BY THERMAL AND VIDEO CAMERAS FOR VIBRAIMAGE PROCESSING

Valery A. Akimov, Sergey S. Didenko, Viktor A. Minkin

Elsys Corp., St. Petersburg, Russia, minkin@elsys.ru

Abstract: Study to determine psychophysiological and emotional parameters of testee by vibraimage technology using television cameras operating in visible and infrared spectral ranges was conducted. The comparative characteristics of the mathematical expectation, standard deviation and variability of psychophysiological parameters for the visible and thermal images of human head are obtained. Was concluded the impossibility to automatically transfer the norms obtained by vibraimage technology when determining the psychophysiological parameters of a person in visible light to measure the psychophysiological parameters of a person using thermal imaging cameras.

Keywords: vibraimage, thermal image, video stream, emotions, psychophysiology.

Технология виброизображения (Минкин, 2007; 2020; Minkin&Nikolaenko, 2008) преобразует потоковое видео с помощью программной обработки в две различных составляющих изображения, отражающих амплитудные и частотные характеристики вибраций и движений объектов, находящихся в кадре. Причем, в качестве исходного потока видео изображения может быть использовано потоковое видео

изображение, получаемое в отраженном от объекта видимом свете в диапазоне длин волн (0,4–0,8) мкм, так и излучаемое объектом тепловое изображение или инфракрасное (ИК) в диапазоне длин волн (8–14) мкм. В настоящее время существует большое количество фотоприемников и телевизионных камер в обоих указанных диапазонах длин волн (Serrano-Cuerda et al., 2014), причем технические параметры таких камер удовлетворяют основным требованиям, предъявляемым технологией виброизображения к источникам видеосигнала (формат изображения не менее 640x480, частота кадров 30 к/с, динамический диапазон не менее 80 дБ). Для получения информации о движении объекта оба изображения (тепловое и видимое) являются близкими по информативности, однако каждое из этих изображений имеет свои достоинства и недостатки.

Основным достоинством видимого светового диапазона (ВСД) является высокий контраст изображения (относительно ИК), простота его получения с помощью дешевых телевизионных камер, возможность регулировки освещенности объекта с помощью осветительных приборов и широкое распространение телевизионных камер ВСД.

Основными достоинствами теплового излучения или собственного излучения в инфракрасном диапазоне (ИКД) являются его стабильность и независимость от изменения освещенности ВСД. При этом тепловизионные камеры всегда дороже обычных и тепловизионное изображение другое и менее контрастное, чем изображение ВСД, так как его контраст определяется перепадом температуры, а не отражательной способностью лица человека.

Известно, что определение характеристик вибраций предмета может осуществляться разными способами (Минкин, 2017), и в зависимости от используемого метода измеряемые характеристики вибрации объекта должны различаться только в пределах методологических погрешностей (Новицкий, 1975; Минкин, 2019). Это, однако, не гарантирует автоматический перенос алгоритмов измерения с одного метода на другой для получения идентичных результатов измерений.

Целью данной работы является сравнение результатов обработки виброизображения ВСД и ИКД для определения возможности переноса нормативной базы эмоциональных параметров ВСД на ИКД.

Материалы и Метод

Для проведения сравнительного исследования было проведено неоднократное (10 раз) одновременное измерение психофизиологических параметров испытуемого двумя телевизионными камерами Microsoft LifeCam Studio для ВСД и СОХ CG40 для ИКД. Формат обоих телевизионных камер был установлен одинаковый 640x480, также как и частота кадров 30 к/с. Расположение головы испытуемого по горизонтальной линии кадра составляло не менее 200 элементов для каждой телевизионной камеры. Время каждого измерения составляло 600 секунд. Измерение психофизиологических и эмоциональных параметров испытуемого осуществлялось программой Vibraimage PRO10 (Vibraimage PRO10, 2020). Статистическая обработка полученных результатов осуществлялась программой VibraStat (VibraStat, 2020).

Результаты исследований

На рисунке 1(а, б) представлены изображения испытуемого в видимом и ИК диапазоне при проведении данного исследования.



Рис. 1. Изображение испытуемого в ВСД (а) и ИКД (б)

Усредненные результаты 10 измерений 12 эмоциональных параметров в ВСД приведены в таблице 1.

Таблица 1

Усредненные результаты 10 измерений 12 эмоциональных параметров в ВСД

12 Emotional Parameter Results									
Parameter	Min	Avg	Max	Vi	Parameter	Min	Avg	Max	Vi
Aggression (20 ~ 50)	21,6	31,9202	45,8	13,2	Stress (20 ~ 40)	30,3	37,0694	43,3	7,8
Tension (15 ~ 40)	20,9	36,5226	50,3	19,5	Suspect (20 ~ 50)	29,4	35,0248	41,1	7,3
Balance (50 ~ 100)	61,3	73,8261	85,5	5,8	Charm (40 ~ 100)	28,9	66,3377	81,3	20,6
Energy (10 ~ 50)	10,3	16,4467	24,6	18,0	Self-Regulation (50 ~ 100)	49,0	68,6007	81,9	10,2
Inhibition (10 ~ 25)	65,7	84,6897	110,4	11,0	Neuroticism (10 ~ 50)	8,3	60,7125	102,7	33,2
Depression (20 ~ 50)	20,2	26,47	30,6	8,4	Happiness (50 ~ 100)	28,4	28,64	28,7	0,3

Усредненные результаты 10 измерений 12 эмоциональных параметров в ИКД приведены в таблице 2.

Таблица 2

Усредненные результаты 10 измерений 12 эмоциональных параметров в ИКД

12 Emotional Parameter Results									
Parameter	Min	Avg	Max	Vi	Parameter	Min	Avg	Max	Vi
Aggression (20 ~ 50)	13,4	20,6881	33,9	10,3	Stress (20 ~ 40)	25,5	33,9384	43,5	9,1
Tension (15 ~ 40)	20,3	37,4488	49,8	15,5	Suspect (20 ~ 50)	24,8	30,5246	35,3	7,1
Balance (50 ~ 100)	9,9	48,9929	82,4	31,3	Charm (40 ~ 100)	20,2	68,1656	83,5	25,4
Energy (10 ~ 50)	1,3	5,04391	12,2	48,2	Self- Regulation (50 ~ 100)	16,5	57,0573	81,8	25,1
Inhibition (10 ~ 25)	78,6	93,1271	126,9	11,4	Neuroticism (10 ~ 50)	7,2	55,4221	106,1	28,3
Depression (20 ~ 50)	20,0	42,22	49,5	17,3	Happiness (50 ~ 100)	26,0	26,99	28,9	2,1

Результаты измерений эмоциональных параметров, полученные в различных световых диапазонах приведенные в таблицах 1 и 2, имеют заметные различия, которые мы более подробно проанализируем в следующем разделе.

Обсуждение полученных результатов

Рассмотрим сравнительную гистограмму математического ожидания эмоциональных параметров, полученных в ИКД (группа 1) и ВСД (группа 2), приведенную на рисунке 2.

Максимальное изменение эмоциональных параметров, измеренное в различных спектральных диапазонах, наблюдается для параметров T1, T5, T7, причем различие указанных величин составляет примерно 30% для параметров T1 и T5 и 60% для параметра T7. Эти отличия явно имеют не случайный характер, а связаны с принципиальными отличиями тепловизионного изображения от телевизионного. То, что оба изображения несут информацию о перемещении объекта, абсолютно не гарантирует идентичность этой информации, так как реальное виброизображение отличается от идеального виброизображения (Минкин, 2007).

Рассмотрим сравнительную гистограмму СКО эмоциональных параметров, полученных в ИКД (группа 1) и ВСД (группа 2), приведенную на рисунке 3.

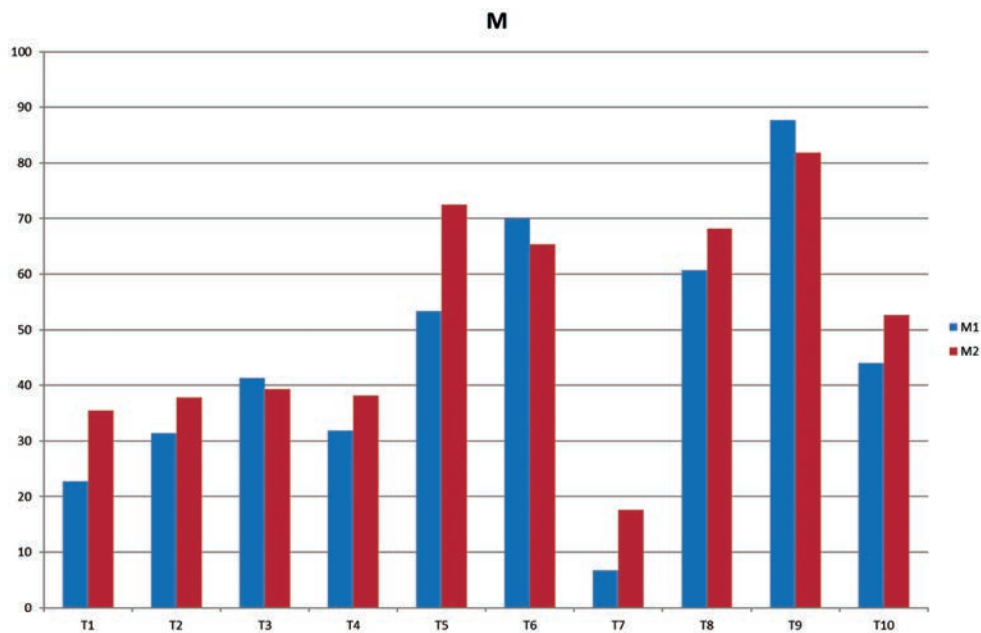


Рис. 2. Сравнительная гистограмма математического ожидания эмоциональных параметров, полученных в ИКД (группа 1) и ВСД (группа 2)

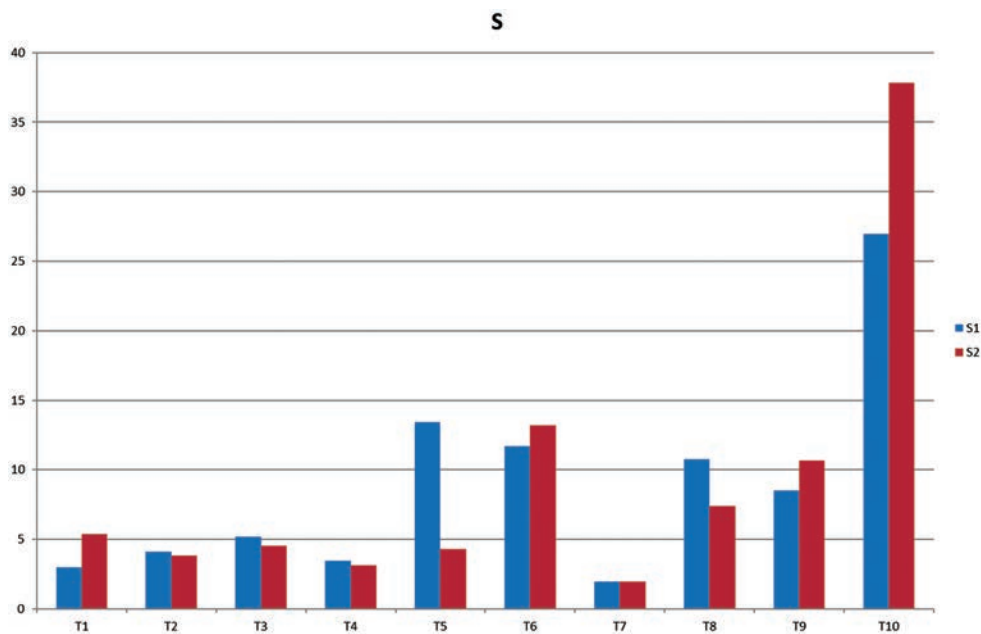


Рис. 3. Сравнительная гистограмма СКО эмоциональных параметров, полученных в ИКД (группа 1) и ВСД (группа 2)

Максимальное изменение СКО эмоциональных параметров, измеренное в различных спектральных диапазонах наблюдается для параметров T1, T5, T8, T10, причем различие указанных величин составляет около 30% для параметров T1, T8 и T10 и более 60% для параметра T5. Различие в СКО измеряемых величин подтверждает разный характер исследуемых изображений и не может быть скорректировано систематической погрешностью измерений (Новицкий, 1975).

Рассмотрим сравнительную гистограмму вариабельности эмоциональных параметров, полученных в ИКД (группа 1) и ВСД (группа 2), приведенную на рисунке 4.

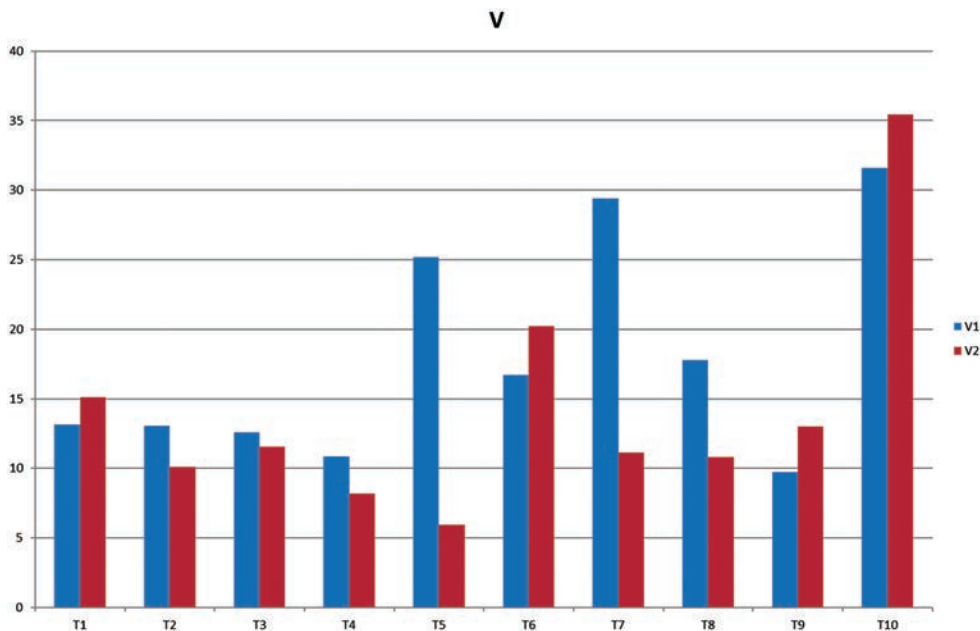


Рис. 4. Сравнительная гистограмма вариабельности эмоциональных параметров, полученных в ИКД (группа 1) и ВСД (группа 2)

Сравнительная гистограмма вариабельности эмоциональных параметров также имеет значимые отличия в параметрах T5, T7 и T8. Получается, что практически все эмоциональные параметры имеют значимые различия по основным характеристикам, получаемым на основе ИКД (группа 1) и ВСД (группа 2) изображений.

Заключение

Проведенные сравнительные испытания показали невозможность переноса норм, установленных в ВСД, на измерения эмоциональных параметров в ИКД. Следовательно, для проведения исследований эмоциональных параметров в ИКД необходим самостоятельный набор статистических данных и определение собственных норм на параметры, а возможно и корректировка формул расчета эмоциональных параметров в ИКД.

Литература:

1. Минкин В. А. Виброизображение. СПб.: Реноме, 2007. 108 с. DOI: 10.25696/ELSYS.VI.2007
2. Минкин В. А. О точности технологии виброизображения // Современная психофизиология. Технология виброизображения: Тр. 2-й международной научно-технической конференции, Санкт-Петербург, Россия, 25–26 июня 2019 г. СПб.: Элсис, 2019. С. 167–179. DOI: 10.25696/ELSYS.VC2.RU.21
3. Минкин В. А. Виброизображение, кибернетика и эмоции. СПб.: Реноме, 2020. 164 с. DOI: 10.25696/ELSYS.VI.2020
4. Новицкий П. В. Электрические измерения неэлектрических величин. Л.: Энергия, 1975.
5. Пат. RU2629247, МПК А61В 5/00. Способ получения информации о психофизиологическом состоянии человека / В. А. Минкин, ООО «МП «Элсис». Заявл. 31.03.2015; Опубл. 20.10.2016, бюл. № 25.
6. Minkin, V. A. and Nikolaenko, N. N. (2008). Application of Vibraimage Technology and System for Analysis of Motor Activity and Study of Functional State of the Human Body, Biomedical Engineering, Vol. 42, No. 4, pp. 196–200. DOI: 10.1007/s10527-008-9045-9
7. Minkin, V. A. (2018). The history and future of vibraimage technology, Proceedings of the 1st International Open Science Conference, Modern Psychophysiology. The Vibraimage Technology, Saint Petersburg, Russia, 28–29 June 2018, pp. 125–129. DOI: 10.25696/ELSYS.VC1.EN.1
8. Serrano-Cuerda, J. et al. (2014). Selection of a Visible-Light vs. Thermal Infrared Sensor in Dynamic Environments Based on Confidence Measures, Appl. Sci., 4, pp. 331–350. DOI: 10.3390/app4030331
9. Vibraimage PRO10 (2020). Emotion Recognition and Behavior Detection System Manual. Version 10. [Electronic resource]. Available at: http://www.psymaker.com/downloads/VII10_ManualEng.pdf (Access: 04 March 2020).
10. VibraStat (2020). VibraStat Manual. Vibraimaging analysis of MED psychophysiological parameters statistics. [Electronic resource]. Available at: <http://www.psymaker.com/downloads/VibraStatAdvEng.pdf> (Access: 04 March 2020).