

ДЕТЕКТОР СОНЛИВОСТИ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ ВИБРОИЗОБРАЖЕНИЯ

В.А. Минкин, В.А. Акимов

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

Sleepiness detector based on vibraimage technology

V.A. Minkin, V.A. Akimov

Elsys Corp., St.Petersburg,

minkin@elsys.ru

Введение

Разработка новых телевизионных детекторов, определяющих психофизиологическое состояние человека путем обработки виброизображения, является одной из задач, успешно решаемых российской компанией «Элсис» на протяжении последних 10 лет. Разработка надежного детектора сонливости является одной из актуальных задач современного общества, прежде всего для повышения безопасности автомобильного движения.

В соответствии с регулярными отчетами Американской Национальной Администрации Безопасности Движения (American National Highway Safety Traffic Administration, ANHSTA) [1] ежегодно в мире происходит около 100000 автомобильных аварий с тяжелыми последствиями из-за засыпания водителей за рулем транспортных средств. По своей значимости данная причина аварийности превосходит алкогольное опьянение водителей, хотя она редко выделяется в российской статистике автомобильных происшествий.

В настоящее время разработан целый ряд промышленно выпускаемых детекторов сонливости для водителей, преимущественно основанных на ЭЭГ анализе активности головного мозга [2, 3]. Основные проблемы существующих детекторов сонливости связаны с особенностями технологии электроэнцефалографии и вряд ли могут быть изменены принципиально, т.к. ЭЭГ – это, прежде всего, контактный метод получения информации, да еще очень чувствительный к любым электромагнитным воздействиям. Водители крайне неохотно надевают на себя любые гаджеты и электроды, ограничивающие подвижность, так как это неудобство само по себе может стать причиной повышенной аварийности. Менее распространенные детекторы сонливости, основанные на регистрации ЭКГ или пульсовой волны, также обладают всеми недостатками, присущими контактному методу.

В этом плане телевизионные технологии имеют несомненные преимущества по сравнению с контактными методами считывания информации о состоянии человека. До настоящего времени оставался открытым вопрос: насколько надежным можно сделать телевизионный детектор сонливости, не случайно, один из первых телевизионных детекторов сонливости, определяющий количество морганий [4, 5], оказался недостаточно надежен. Постоянное изменение условий освещенности в реальных условиях автомобильного движения, вибрации телевизионной камеры усложняют получение достовер-

ной и точной телевизионной информации о человеке. Однако, на основании прошлого опыта создания эмоциональных и физиологических детекторов, авторы убедились в широких возможностях технологии виброизображения по повышению достоверности отсчетов путем информационно-статистической обработки параметров виброизображения в режиме реального времени [6, 7].

Методика проведения исследований

Работа по созданию детектора сонливости на основе технологии виброизображения проводилась в двух основных направлениях:

1. Создание средств синхронного анализа различных известных физиологических сигналов (ЭЭГ, ЭКГ, пульс) совместно с виброизображением.
2. Проведение экспериментов и отработка параметров критериев сонливости в технологии виброизображения.

В качестве базовой системы для синхронной обработки физиологических сигналов была использована и модернизирована система контроля психоэмоционального состояния человека (Vibraimage 7.5) производства предприятия «Элсис», (С.Петербург, Россия). В качестве электро-энцефалографа использовался Мицар-ЭЭГ-201 производства предприятия Мицар (С. Петербург, Россия). В качестве устройства записи пульсовой волны использовался дактилоскопический сканер DC21U производства предприятия «Элсис», (С. Петербург, Россия). После модернизации и подключения устройств регистрации ЭЭГ и пульсовой волны система виброизображения получила версию 8. На версии Vibraimage 8 были проведены исследования физиологических параметров человека в состояниях активного бодрствования, сонливости и сна. Отметим, что для получения положительного результата необходимо фиксировать именно состояние сонливости (начальная стадия засыпания), а не состояние сна, причем оба эти состояния отличаются физиологическими параметрами.

Результаты исследований

Исследования статических состояний

Сравнительные результаты исследования параметров для испытуемых в состоянии активного бодрствования и сонливости, полученных системой виброизображения (версия 8) и обработанные программой VibraStat, приведены на рисунках 1, 2.

Из приведенной на рисунке 1 диаграммы следует, что система виброизображения достаточно успешно разделила состояния активного бодрствования от сонливости с двумя ошибками, приходящимися на 37 результатов тестирования. Погрешность оценки состояния составила чуть более 5%. Из рисунка 2 следует, что наибольшее отличие в вариабельности параметров при сравнении состояний активного бодрствования и сонливости наблюдается для параметра T6.

Данный параметр был взят нами как информативный критерий для определения состояния сонливости.

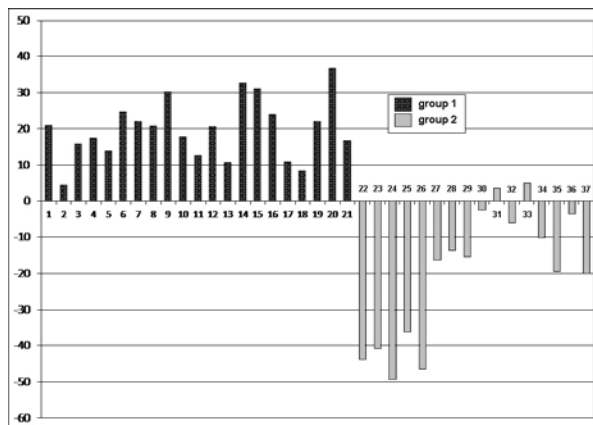


Рис.1 Гистограмма классификации состояний активного бодрствования и сонливости по параметрам (T1-T10) системы виброизображения.

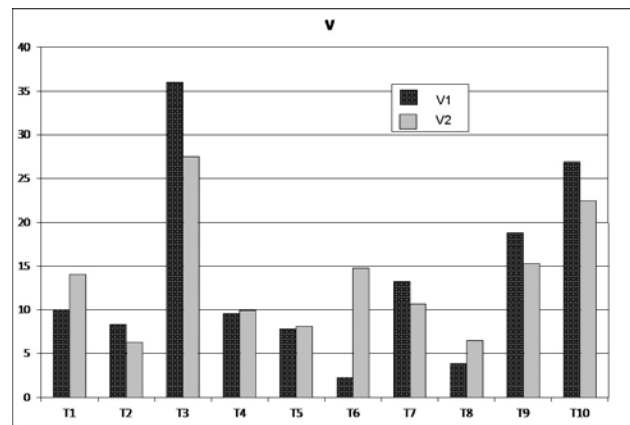


Рис. 2 Гистограмма коэффициентов вариативности параметров T1-T10, полученных при исследовании состояния активного бодрствования и сонливости.

Исследование динамических состояний

Исследование динамических состояний проводилось при совместном анализе параметров ЭЭГ и виброизображения. Пример такой совместной регистрации сигналов ЭЭГ и виброизображения приведен на рисунке 3.

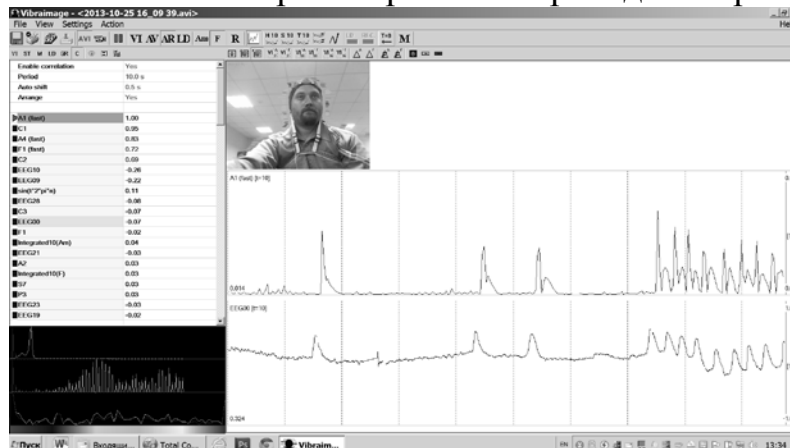


Рис. 3 Синхронная регистрация сигналов виброизображения (AIF-верхний график) и сигналов ЭЭГ (EEG00 – нижний график)

Путем экспериментальных наблюдений было установлено, что параметр виброизображения F3 является наиболее ярким индикатором перехода от состояния активного бодрствования к состоянию сонливости. Этот параметр был так же использован для программы детектора сонливости.

Заключение

Проведённые исследования показали возможность использования телевизионной информации для определения состояния сонливости человека. Практическая реализация компанией «Элсис» детектора сонливости на современных компактных гаджетах на ОС Андроид позволяет любому водителю загрузить программу через интернет-магазин Псмейкер, установить программу Детектор Сонливости [8] на свой мобильный телефон и использовать его, как предупреждающее устройство при любой поездке в автомобиле. Телефон будет контролировать лицо водителя с помощью встроенной телевизионной камеры и при проявлении признаков сонливости издавать громкий предупреждающий звуковой сигнал.

Литература:

1. Dawn Royal, National Survey of Distracted and Drowsy Driving Attitudes and Behavior: 2002 U.S. Department of Transportation National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA), Final Report, April, 2003.
2. Antoine Picot, Sylvie Charbonnier & Alice Caplier, Monitoring drowsiness on-line using a single encephalographic channel, Gipsa-Lab, Grenoble University, France, Recent Advances in Biomedical Engineering, ISBN 978-953-307-013-1 (Ed.) (2009) 145-164.
3. Roman Rosipal, Björn Peters, Göran Kecklund, Torbjörn Åkerstedt, Georg Gruber, Michael Woertz, Peter Anderer, and Georg Dorffner, EEG-Based Drivers' Drowsiness Monitoring Using a Hierarchical Gaussian Mixture Model, Austrian Research Institute for Artificial Intelligence, Vienna, Austria, Lecture Notes in Computer Science Volume 4565, 2007, pp 294-303.
4. N. Galley, R. Schleicher and L. Galley, Blink parameters for sleepiness detection, University of Cologne, Daymlier Chrysler, Berlin, Report, 2005.
5. Antoine Picot, Sylvie Charbonnier and Alice Caplier, Drowsiness detection based on visual signs: blinking analysis based on high frame rate video, 2010E International Instrumentation and Measurement Technology, 2011 Conference (I2MTC'10), Austin, Texas: United States (2010).
6. В.А.Минкин, Телевизионная биометрия. Синхронность физиологических процессов как признак биологической совместимости. Труды 20-ой Международной научно-технической конференции «Современное телевидение и радиоэлектроника», Москва, 15-16 марта, 2012 г.
7. В.А.Минкин, Н.Н. Николаенко, А.Ю. Медведев, Виброизображение против контактных датчиков. От теории к практике на примере психофизиологической детекции лжи. Труды 19-ой Международной научно-технической конференции «Современное телевидение и радиоэлектроника», Москва, 15-16 марта, 2011 года.
8. Детектор сонливости, Техническое описание, материалы предприятия «Элсис», 2014, <http://www.psymaker.com/ru/shop/>