

УДК 004.5

ОПТИКООКУЛОГРАФИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА

Туровский Я.А., Богатиков Е.А., Зайцев С.А.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Воронежский государственный университет»

E-mail: [yaroslav\\_turovsk@mail.ru](mailto:yaroslav_turovsk@mail.ru)

**Аннотация:** В настоящее время все большее применение в производстве и быту находят человеко-машинные интерфейсы, отслеживающие взгляд пользователя. В статье описаны свойства, которыми должны обладать такие системы, и программно-аппаратные средства, на базе которых разработан действующий прототип эффективной видеоокулографической системы. Система призвана упростить жизнь лицам с ограниченными возможностями и может использоваться в службах безопасности опасных производств, в маркетинговых исследованиях, игровых гаджетах и умных домах.

**Ключевые слова:** эргатические системы, информационные системы, человеко-машинные интерфейсы, отслеживание внимания, трекинг, окулография, диаграмма Вороного, оптикоокулография.

OPTICOOCULOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM

Turovsky Y.A., Bogatikov E.A., Zaitsev S.A.

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education  
«Voronezh State University»

E-mail: [yaroslav\\_turovsk@mail.ru](mailto:yaroslav_turovsk@mail.ru)

**Summary:** Currently, human-machine interfaces that track the user's gaze are increasingly used in production and everyday life. The article describes the properties of such systems and the basic software and hardware for the current prototype of an effective videooculographic system. The system is designed to simplify the lives of people with disabilities and can be used in the security services of hazardous industries, in market research, gaming gadgets and smart homes.

**Keywords:** ergatic systems, information systems, human-machine interfaces, attention tracking, tracking, oculography, Voronoi diagram, optical oculography.

В настоящее время все большее применение в производстве и быту находят человеко-машинные интерфейсы, фактически трудно представить отрасль человеческой деятельности, где применение данных систем не улучшило бы производительность труда. Однако, ввиду относительной новизны данных технологий, перед исследователями открыты множество путей применения систем данного рода.

Существует множество систем, отслеживающих взгляд пользователя, однако они представлены на рынке высокотехнологичными решениями (продукты компаний SMI, Tobii и так далее), которые недоступны для рядового пользователя из-за высокой цены. Также, программное обеспечение, используемое в данных системах, является проприетарным и предназначено для узкого круга целевых платформ.

Из аналогов стоит упомянуть недорогую и эффективную видеоокулографическую систему, разработанную в ВГУ. В качестве датчика используется видеокамера с разрешением 0.3 Мпикс с интерфейсом USB. Программное обеспечение написано на языке C# в среде разработки Microsoft Visual Studio 2015. К персональному компьютеру предъявляются минимальные системные требования, характеристики системы достаточны для того, чтобы управлять таким инертным устройством-эффектором, как квадрокоптер.

Таким образом, встает задача создания программно-аппаратного комплекса для слежения за вниманием пользователя со следующими свойствами:

- аппаратная база должна быть основана согласно оптикоокулографическому подходу, на единичных оптоэлектронных датчиках, как более доступная альтернатива видеокамерам, благодаря этому будут улучшены эксплуатационные и эргономические характеристики с одновременным удешевлением конечного продукта;

- система должна иметь интегрированные средства для слежения за движениями головы, основанные на методах гравитационно-акселерометрического или магнитного трекинга;

- математический аппарат должен максимально отвечать требованиям легковесности и быстродействия, благодаря этому исчезнет необходимость в тяжелых вычислениях и, следовательно, появится возможность использования маломощных вычислительных платформ;

- система должна обладать высокой эргономичностью и низким порогом вхождения, простотой обслуживания;

– система должна обладать возможностью встраивания в средства дополненной / виртуальной реальности.

Вместо типичных для данных устройств видеокамер для слежения за взглядом, предлагается использование нескольких оптических рефлективных сенсоров в качестве датчиков, это решает проблемы простоты, дешевизны и эргономичности, так как видеокамеры перекрывают поле зрения. Сенсоры обеспечивают представление текущего направления взгляда в виде набора вещественных чисел, что, ввиду различной отражательной способности тканей глазного яблока, позволяет свести задачу определения направления взгляда к задаче распознавания и классификации образов.

В качестве соответствующего математического аппарата предлагается использовать диаграмму Вороного, а конкретнее, ее многомерный случай, центрами локусов диаграммы являются положения взгляда, откалиброванные заранее, преимуществом диаграммы Вороного над аналогами является ее малая ресурсоемкость при достаточной точности и устойчивости, это позволяет полностью перенести реализацию математического аппарата на программируемые микроконтроллеры.

Для отслеживания движений головы предлагается использовать магнитный или гироскопо-акселерометрический трекинг, в настоящее время прорабатываются оба варианта.

На основе программируемого микроконтроллера Atmega328p были собраны прототипы оптикоокулографического интерфейса, для более тщательного исследования результатов опытов дополнительно был использован недорогой внешний модуль АЦП ADS1115, в качестве оптических рефлективных сенсоров используются маломощные инфракрасные оптопары TCRT5000. В ходе работ осуществлена интеграция в системы управления графическим интерфейсом ОС Windows, в системы управления самодвижущимися платформами и в различные компьютерные игры. Во всех случаях прототип показал себя хорошо. Система будет востребована в службах безопасности опасных производств, маркетинговых исследованиях, игровых гаджетах и умных домах, также система призвана упростить жизнь лицам с ограниченными возможностями. В ходе работ были получены свидетельства о регистрации программного обеспечения.

С успешными результатами работы и практическими испытаниями можно ознакомиться на видеохостинге Youtube по краткой ссылке <https://bit.ly/2Prg54v>.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Туровский, Я. А. Информационная система дополнительного канала обратной связи для видеоокулографических интерфейсов человек-компьютер [Текст] / Я. А. Туровский, А. В. Алексеев, Ю. А. Ипполитов // Вестник новых медицинских технологий. – Тула, 2017. – Т.24. – № 2. – С. 152-157.

2 Туровский, Я. А. Анализ движения глаз человека при управлении самоходным шасси с использованием системы видеоокулографического интерфейса [Текст] / Я. А. Туровский, С. Д. Кургалин, А. В. Алексеев // Сенсорные системы. – 2017. – Т.31. – № 1. – С. 51-58.

3 Разработка информационной системы оценки распределения внимания пользователя и эргатических систем управления на ее основе [Текст] / С. А. Зайцев, А. И. Боронников, А. В. Алексеев, Я. А. Туровский // Материалы XIX международной научно-методической конференции «Информатика: проблемы, методология, технологии». – 2019. – С. 1459-1463.

4 Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2018616826. RABT laboratory module [Текст] / Я. А. Туровский, С. А. Зайцев, А. С. Коновской, Н. В. Хороших, С. В. Шамарин; правообладатели : Туровский Я. А., Зайцев С. А., Коновской А. С., Хороших Н. В., Шамарин С. В. – № 2018616826 ; заявл. 25.04.2018 ; зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 07.06.2018 ; опубл. 07.06.2018.