

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра медицинской физики

АВТОРЕФЕРАТ  
МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ

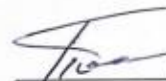


по направлению 03.04.02 «Физика», профиль «Медицинская физика»

студента 4 курса института физики  
Вирясовой Марии Евгеньевны

Тема работы: «Применение видеоокулографии для контроля остроты зрения»

Научный руководитель  
доцент кафедры физики  
твёрдого тела  
к.ф.-м.н.  
подпись, дата

 19.06.2024 А.Э. Постельга

Зав. кафедрой  
Д.ф.-м.н., профессор

  
подпись, дата  
19.06.24

А.В. Скрипаль

Саратов 2024 г.

Для восприятия окружающей действительности человек использует множество сенсорных каналов, важнейшим из которых является зрительный. Эффективность работы зрительного канала во многом определяется характеристиками движений глаз, осуществляющих поиск необходимой информации из внешней среды. В ряде экспериментальных исследований было показано, что при наблюдении за внешними сценами глаза двигаются не беспорядочно, а выбирают объекты или области, представляющие интерес в связи с поставленной задачей [1,2].

Даже при наблюдении за неподвижными объектами глаза постоянно двигаются. Эти движения тесно связаны с целями и ожиданиями наблюдателя, индивидуальными воспоминаниями и физиологическими особенностями зрительной системы [3, 4]. Полученные данные позволили использовать методики регистрации движений глаз для изучения различных когнитивных процессов, таких как распределение внимания, алгоритмы памяти, процессы визуального поиска, чтение и принятие решений.

1. Провести критический анализ методов исследования движения глаз человека;
2. Провести критический анализ методов видеоокулографии;
3. Провести критический анализ алгоритмов определения фрактальной размерности;
4. Изучить программу для построения графиков движения глаз EyesOffice;
5. Построить графики движения глаз для 3х групп наблюдателей.
6. Проанализировать треки движения глаз
7. Провести анализ полученных результатов.

Внешний вид человеческого глаза показан на рисунке 1. Конъюнктива - это белая соединительная ткань, покрытая мелкими кровеносными сосудами, которая находится внутри более изогнутой, прозрачной роговицы в передней части глаза. За роговицей находится пигментированная (серая, голубая или коричневая) радужная оболочка, которая обрамляет зрачок. Диаметр зрачка меняется в зависимости от интенсивности света. Конъюнктура и роговица покрыты тонкой пленкой слезной жидкости, которая равномерно распределяется при движении век (моргании). Слезная жидкость улучшает оптические свойства поверхности роговицы, действует как смазка и защищает глаз от инфекции. Оптика глаза формирует сильно уменьшенное и искаженное изображение (изображение на сетчатке) при неправильно отцентрированной системе линз и перевернутом источнике света. Отраженный свет попадает в глаз через роговицу, проходит через хрусталик, который способен изменять преломляющую силу, стекловидное тело (желеобразную жидкость, заполняющую глаз), сложную сосудистую сеть, дендриты и аксоны нервных клеток и, наконец, достигает светочувствительной поверхности сетчатки (рис.2). Здесь происходит первичная обработка световой информации, и соответствующие сигналы посылаются в высшие отделы центральной нервной системы.

Айтрекинг - это инструмент юзабилити интерфейса, который выявляет точки внимания пользователей и навигационные паттерны. С его помощью юдизайнеры получают подробную обратную связь о том, какие элементы интерфейса привлекают внимание. Они также могут эффективно оценить иерархию контента.

Трекер глаз состоит из трех элементов: датчика, камеры и алгоритма машинного обучения. Датчик светит светом в глаз и регистрирует направление отражения от роговицы. Камера делает несколько снимков глаза пользователя с высоким разрешением. Положение глаза отображается

несколько раз в секунду. Алгоритмы машинного обучения обрабатывают поток изображений, генерируемых камерой, чтобы определить, на чем именно сфокусировано глазное яблоко. Специалисты по отслеживанию движения глаз определяют моменты фиксации и саккад и анализируют тепловые карты.

Различные виды развлечения, искусства, в том числе виртуальная реальность и игровая индустрия перейдут на абсолютно новый уровень при помощи функции «Отслеживание движения глаз». Будет отслеживать траекторию движения зрачка и тогда возникнет ощущение полного погружения в игру, которая станет максимально приближена к реальности, посредством синхронной смены кадра в соответствии с движением глаз.

Создавайте шедевры современного искусства при помощи лишь взгляда, или используйте полученную информацию от модуля «Отслеживание движения глаз» как вдохновение для своих проектов. Возможна интеграция со сторонними устройствами. Нет предела возможностям интеграции.

Будет полезно для художников и других творческих профессий, разработчиков игр, и людей которые готовы прикоснуться к будущему.

#### **Учеба и научные исследования**

Способность прочитать текст кажется простым процессом: мы направляем глаза на буквы, видим их и знаем, что они говорят. Но на самом деле это чрезвычайно сложный процесс, основанный на работе серии структур мозга, которые специализируются на зрительном восприятии, а также на распознавании различных субкомпонентов зрения.

**Воспринимать означает интерпретировать информацию об окружающей среде, полученную через органы чувств.** Эта интерпретация зависит от наших когнитивных процессов и имеющихся знаний. Зрительное или визуальное восприятие можно определить как способность истолковывать информацию, достигающую глаз через свет видимой области спектра. Результатом интерпретации, которую выполняет наш мозг на основе этой информации, является то, что известно как зрительное восприятие или зрение.

Запись движений глаз проводилась на установке, включающая в себя: фиксатор лба пациента, видеокамеру, штатив, компьютер и оригинальное специализированное программное обеспечение.

Проведенное исследование позволяет сделать следующие выводы:

- проведён критический анализ методов исследования движения глаз человека;
- проведён критический анализ методов видеоокулографии;
- проведён критический анализ алгоритмов определения фрактальной размерности;
- предложена процедура расчета

### **Список использованных источников**

1. Информационные технологии принятия решений в условиях конфликта. Учебное пособие для вузов. В двух частях. – М.: НИЯУ МИФИ, 2010. С. 12.
2. Барабанщиков В. А., Жегалло А. В. Методы регистрации движений глаз: теория и практика. Психолого-педагогические исследования. №5: С. 240-254.
3. Митькин А.А. Электроокулография в инженерно-психологических исследованиях. М., 1974.
4. Айтрекинг в психологической науке и практике/ Отв. ред. В. А. Барабанщиков. – М.: Когито-Центр, 2015. – 410 с.
5. Барабанщиков В. А., Милад М.М. Методы окулографии в исследовании познавательных процессов и деятельности. М.: Институт психологии РАН, 1994 -88 с.
6. Дорошенко А.А., Гусева М.А., Постельга А.Е., Усанов Д.А., Барыльник Ю.Б. Использование видеоокулографии при шизофрении. Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2019;119(3):39-42.

7. Усанов, Д. А., Рытик, А. П., Вагарин, А.Ю., Дарченко, А.О., Полезная модель //Устройство для оценки психофизического состояния человека/ заявка: 2009109130/22, 13.03.2009.
8. Электронный ресурс: <https://docplayer.ru/68642384-Vokord-videoekspert-programma-obrabotki-izobrazheniy-rukovodstvo-polzovatelya-versiya-1-6-data-redakcii-fevral-2017-g.html> (дата обращения: 28 апреля 2024 года)
9. Каламбет Ю.А., Козьмин Ю.П., Самохин А.С. Фильтрация шумов. Сравнительный анализ методов. Аналитика. Выпуск №5/2017.
10. Экспериментальная психология. МГППУ. Том 9 №1. 2016. С. 131.
11. И.М. Дремин, О.В. Иванов, В.А. Нечитайло. Вейвлеты и их использование. – Успехи физических наук, 2001.
12. Br. Vidakovic, P. Mueller. Wavelets for kids – Duke University.
13. Петров А.. Вейвлеты и их приложения – Рыбинск, РГАТА 2007
14. Акимова Г. П., Пашкина Е. В., Соловьев А. В. Методологический подход к оценке качества случайных чисел и последовательностей //Труды ИСА РАН. – 2008. – Т. 38. – С. 156-167.
15. Кушнер А. В. Обработка экспериментальных данных. – 2018.
16. Беребин М.А., Пашков С.В. Опыт применения искусственных нейронных сетей для целей дифференциальной диагностики и прогноза нарушений психической адаптации, стр. 364–36
17. Зенкова Н.А. Моделирование на основе искусственных нейронных сетей как метод исследования в психологической науке. Вестник ТГУ, т.14, вып. 3, 2009.
18. Lacaux C, Andrillon T, Bastoul C, Idir Y, Fonteix-Galet A, Arnulf I, Oudiette D. Sleep onset is a creative sweet spot. Sci Adv. 2021 Dec 10;7(50):eabj5866. doi: 10.1126/sciadv.abj5866. Epub 2021 Dec 8. PMID: 34878849; PMCID: PMC8654287.

19. Ю. Е. Капутин О некоторых важных, но малоизученных наукой состояниях организма и сознания человека. Сон и Любовь. — М.: «Издание книг ком», С., илл.
20. Волчанский М.Е. Общие основы психодиагностики. Методическая рекомендация к курсу психодиагностики – Волгоград, 2007.
21. Дорошенко А. А., Радевич С. Б., Постельга А. Э., Усанова Т. Б., Каменских Т. Г., Усанов Д. А. Эффективность методики лечения нистагма с использованием видеоокулографа при длительном наблюдении. Саратовский научно-медицинский журнал 2017; 13(2): стр. 364–36
22. Castelhana MS, Mack M, Henderson JM. Viewing task influences eye movement control during active scene perception. *Journal of Vision*, 2009, 9(6):1-15.
23. Hidalgo-Sotelo B, Oliva A. Person, place, and past influence eye movements during visual search. In: S. Ohlsson & R. Catrambone (Eds.). *Proc. 32nd Annual Conf. of the Cognitive Science Society*, 2010, pp. 820-825. Austin, TX: Cognitive Science Society.
24. Findlay JM, Gilchrist ID. *Active Vision: the Psychology of Looking and Seeing*. New York, Oxford University Press, 2003, 220 p.
25. Bridgeman G, Hendry D, Stark L. Failure to detect displacement of visual world during saccadic eye movements. *Vision Research*, 1975, 15:719-722.
26. Rayner K. Eye movements in reading and information processing: 20 years of research. *Psychological Bulletin*, 1998, 124(3):372-422.
27. Schnitzer BS, Kowler E. Eye movements during multiple readings of the same text. *Vision Research*, 2006, 46(10):1611-1632.
28. Mandelbrot BB. *The Fractal Geometry of Nature*. New York, Freeman, 1982, 469 p.
29. Heath R. *Nonlinear dynamics: techniques and applications in psychology*. Mahwah, NJ, Erlbaum, 2000, 379 p.

30. Барабанщиков ВА, Жегалло АВ. Методы регистрации движений глаз: теория и практика. Электронный журнал «Психологическая наука и образование» <http://www.psyedu.ru/> ISSN:2074-5885, 2010, № 5(дата обращения: 22 мая 2024 год



