

Очки-айтрекер трассировщик взгляда (ТУ 26.51.66-040-24176382-2023)

Очки-айтрекер трассировщик взгляда (в дальнейшем по тексту – очки-айтрекер) представляют собой программно-аппаратный комплекс (ПАК), состоящий из сенсорных очков и носимого регистратора, закрепляемого на поясе, а также прикладного программного обеспечения для персонального компьютера, с помощью которого выполняется анализ глазодвигательной активности.

Очки-айтрекер предназначены для регистрации динамики изменения направления взгляда человека (респондента, оператора) при его взаимодействии с реальным миром или искусственно организованной с помощью различных средств визуализации средой, с целью анализа распределения зрительного внимания при выполнении поставленных задач исследования. Изменения направления взгляда в поле зрения человека в сенсорных очках соотнесены и синхронизированы с кадрами, расположенной в сенсорных очках камеры сцены, фиксирующей происходящее перед глазами человека.

Очки-айтрекер могут применяться с целью анализа процесса зрительного восприятия в научных и практических психологических или психофизиологических целях, в частности для маркетинговых исследований, для оценки эффективности воздействия визуальной информации, анализа эргономических решений в различных областях, в том числе при проектировании компьютерных интерфейсов, а также для исследований в таких областях, как когнитивная и социальная психология, образование, искусство, арт-психология. Очки-айтрекер также используются в процессе психологического сопровождения спортсменов, при обучении спортсменов необходимым навыкам в разных видах спорта, при исследовании взаимосвязей между стратегиями визуального поиска, траекториями и фиксациями взгляда, координацией рук и другими действиями спортсмена для достижения высоких спортивных результатов.

Очки-айтрекер могут работать в составе и в синхронном взаимодействии с оборудованием Комплекса контроля и анализа психофизиологической информации КАПИ различных исполнений (ТУ 26.51.66-039-24176382-2022). Синхронизация данных от очков-айтрекера с другими устройствами, регистрирующими физиологические сигналы с этого же зрителя, осуществляется на основе их общей синхронизации с NTP-сервером времени по беспроводному каналу связи (bluetooth) беспроводного интерфейсного блока ИБ-АТ при исследовании в автономном режиме, или беспроводному каналу связи (bluetooth) сервера времени ПК в телеметрическом режиме при нахождении зрителя в зоне радиодоступа.

Описание составных частей

Сенсорные очки

Сенсорные очки с помощью встроенной в них «камеры сцены» (см. 1 – в районе переносицы) позволяют задокументировать окружение, которое видит зритель, с учетом его перемещения по залу и угла поворота его головы.



Микрофон, совмещённый с камерой сцены, записывает аудиоданные, с речью экскурсовода о картине или обмен мнениями зрителей при просмотре картины.

Миниатюрные камеры (2), расположенные в дужках очков-айтрекера, осуществляют видеозапись глаз зрителя, и фиксируют их перемещение при просмотре картины. Инфракрасные светодиоды подсветки (3) создают блики на роговице, необходимые для расчёта направления взгляда.

Все аудиовидеоданные передаются по кабелю (4) в носимый регистратор для записи и передачи на ПК рабочего места исследователя.

Узел подвеса (5) и обод (6) служат для надёжной и удобной фиксации очков-айтрекера на голове зрителя.

Принцип действия айтрекера основан на вычислении направления взгляда на основе данных обработки видеоизображения глаз, и проецирования его на соответствующий кадр камеры сцены. Для минимизации оптических помех съемка глаз производится в инфракрасном (ИК) диапазоне с применением ИК подсветки. При помощи нейросети производится обнаружение и измерение параметров зрачка, вычисление направления взгляда с применением математической 3D модели глаз, определяется удаленность точки взгляда с учетом бинокулярности и компенсации параллакса.

Спецпроцессор, расположенный в носимом регистраторе очков-айтрекера, рассчитывает направление взгляда на основе анализа видеопотоков глаз с выделением зрачков и роговичных бликов с помощью нейросети. Все эти данные записываются на карту памяти, встроенную в регистратор, и транслируются по Wi-Fi на компьютер или планшет, находящийся в зоне радиодоступа.

Трансляция данных по Wi-Fi позволяет исследователю непосредственно наблюдать процесс прохождения исследования с контролем того, что фиксирует «камера сцены» на сенсорных очках и как меняется направление взгляда зрителя при просмотре картин.

Таким образом, очки-айтрекер с входящим в его комплект регистратором позволяют сохранить мультимедийные данные, отражающие видео- и аудиопотоки, сопровождающие процесс просмотра картин, двигательную активность зрителя музея, а также все расчетные данные, характеризующие траекторию изменения направления взгляда, объекты его зрительного внимания и дистанцию, на которой фокусировался его взгляд.

Носимый регистратор очков-айтрекера




1. Кнопка  включения;
2. Кнопка «Mode» (управление режимом калибровки и пользовательскими маркерами для отражения каких-то событий, на которые следует обратить внимание при обработке исследования);
3. Кнопка «Recovery» восстановления системы;
4. Разъём USB Type-C для подключения внешнего источника питания;
5. Разъём HDMI для подключения сенсорных очков;
6. Технологический разъём USB-Micro для обновления встроенного ПО и сервисного обслуживания;
7. Отсек с разъёмом USB-A для подключения Wi-Fi адаптера;
8. Отсек с разъёмом для установки SD карты памяти;
9. Синхровход для организации научных экспериментов;
10. Индикатор переключения режимов «Mode» (наличие соединения Wi-Fi);
11. Индикатор статуса системы «SYS» (загрузка системы и уровень заряда аккумулятора);
12. Индикатор записи на карту памяти «SD Card»;
13. Динамик для подачи звукового сигнала подтверждения событий.



Фото слева: Конструкция сенсорных очков для айтрекера реализована таким образом, что они могут беспрепятственно использоваться для людей, носящих свои коррекционные очки с диоптриями.



Фото справа: Кейс для транспортировки комплекта поставки очков-айтрекера АТВ-2, включающего в себя все необходимые компоненты (сенсорные очки, регистратор данных, зарядное устройство, целеуказатель калибровки).

Технические характеристики (основные) для очков-айтрекера АТВ-2:

№	Наименование параметра	Значение параметра (характеристика)	
1.	Метод распознавания зрачка	метод аппроксимации эллипсом, темный зрачок	
2.	Режимы работы	бинокулярный	
3.	Учёт эффекта параллакса*	наличие	
4.	Камера сцены:	Режим 16:9	Режим 4:3
4.1.	Разрешение (номинальное значение), пикселей	1920 × 1080	1600 × 1200
4.2.	Поле зрения по вертикали, не менее	50°	60°
4.3.	Поле зрения по горизонтали, не менее	98°	80°
4.4.	Частота кадров (номинальное значение), Гц	30	30
5.	Эффективное поле бинокулярного зрения	не менее значений, указанных в пп. 4.2, 4.3.	
6.	Допустимое среднее отклонение (точность) в определении точки взгляда в пределах бинокулярного поля зрения	не хуже 0,5°	
7.	Прецизионность (кучность)	< 0,15°	
8.	Регистрация размеров зрачков	наличие	
9.	Частота определения направления взгляда (номинальная): для модификации АТВ-2-100 для модификации АТВ-2-200	100 Гц 200 Гц	

№	Наименование параметра	Значение параметра (характеристика)
10.	Различимое удаление точек зора (учёт конвергенции)	от 0,5 до 5 м
11.	Разрядность записи звука со встроенного микрофона	16 бит
12.	Характеристики инерциальных датчиков, встроенных в сенсорные очки	–
12.1.	Диапазон регистрации линейных ускорений по осям X, Y, Z:	$\pm 20 \text{ м/с}^2$
12.2.	Диапазон регистрации угловых скоростей по осям X, Y, Z, не менее:	не менее $\pm 34,9 \text{ рад/с}$ ($\pm 2000 \text{ }^\circ/\text{с}$)
12.3.	Регистрация вектора магнитного поля земли (3D магнитометр) по осям X, Y, Z	наличие
13.	Встроенная система глобального позиционирования с возможностью координат на местности и скорости движения	по дополнительному заказу
14.	Возможность Wi-Fi передачи видеопотока от камеры сцены с наложением вычисленных точек взгляда в реальном времени на клиентское устройство (ПК, планшет, смартфон)	наличие
15.	Сохранение зарегистрированных данных на карту памяти SDXC с ёмкостью не менее	64 ГБ
16.	Тип сменного аккумулятора	Li-ion 26650, 4200 mAh, 3.7V
17.	Время непрерывной работы трассировщика от сменного аккумулятора (режим трансляции + записи)	не менее 1.5 ч.
18.	Время зарядки сменного аккумулятора от внешнего	не более 3 ч.

№	Наименование параметра	Значение параметра (характеристика)
	зарядного устройства	
19.	Время непрерывной работы при использовании внешнего аккумуляторного блока ёмкостью 130 Вт*ч	не менее 8 ч.
20.	Масса очков-айтрекера в потребительской таре без учета ПК	не более 3 кг.
21.	Масса сенсорных очков с фиксирующим ободом	не более 250 гр.
22.	Масса регистратора носимого с установленным аккумулятором	не более 400 гр.
23.	Габаритные размеры регистратора носимого – с клипсой: – без клипсы:	– не более 128x85x45 мм не более 128x85x39 мм
24.	Методы анализа взгляда	«тепловой карты» («Heat Map»), «туманной карты» («Fog Map»), «путь сканирования» («Scan Path»), «зон интереса» («area of interest»), «сырых отсчетов» (raw path)
25.	Экспорт данных айтрекинга в файлы формата CSV или Excel:	наличие
26.	Условия эксплуатации:	От +10°С до +30°С, относительная влажность от 10% до 80% (без конденсата). Только для внутреннего использования.

№	Наименование параметра	Значение параметра (характеристика)
27.	<p>Стандарты:</p> <p>Безопасность</p> <p>Светобиологическая безопасность</p> <p>ЭМС</p> <p>Группа механического исполнения:</p> <p>Устойчивость к воздействию климатических факторов:</p>	<p>ГОСТ IEC 62368-1-2014</p> <p>ГОСТ Р МЭК 62471-2013</p> <p>ГОСТ 30805.22-2013</p> <p>ГОСТ 30804.3.2</p> <p>ГОСТ 30804.3.3</p> <p>ГОСТ CISPR 24-2013</p> <p>ГОСТ CISPR 32-2015</p> <p>M20 по ГОСТ 30631</p> <p>УХЛ 4.2 по ГОСТ 15150</p>

Примечание. *Камера сцены и глаза наблюдателя находятся в разных точках пространства, хотя и близких друг к другу. Поэтому картинка, воспринимаемая глазом и отображаемая на кадре камеры сцены несколько разнятся, особенно взглядах на ближние объекты. Математическая обработка очков учитывает этот эффект.

Основные функциональные возможности ПО «Анализ глазодвигательной активности» для очков-айтрекера АТВ-2

Калибровка очков-айтрекера для учета индивидуальных особенностей геометрии глаз человека при помощи целеуказателя	Наличие
Возможность загрузки потоков информации от камеры сцены, камер глаз и сенсоров очков с карт памяти или по Wi-Fi и сохранения этих данных в структурированном хранилище для последующего анализа;	Наличие
Визуализация видеопотока от камеры сцены в реальном времени и в записи с наложением на него пути следования направления взгляда (raw path или scan path);	Наличие
Визуализация графиков направления взгляда по осям X и Y в нормированных координатах кадра камеры сцены, диаметра зрачка по каждому глазу, дистанции до точки взгляда, а также данных с инерциальных датчиков, встроенных в сенсорные очки;	Наличие
<p>Применение методов визуализации пространственных характеристик направления взгляда в привязке к предъявляемым статическим или динамическим изображениям контента следующими методами:</p> <ul style="list-style-type: none">– метод «сырых отсчетов» (Raw Path), отражающих исходные данные направления взгляда - предусматривает наложение всех точек фиксации взгляда на предъявляемый контент;– метод «тепловой карты» («Heat Map») - предусматривает наложение полупрозрачного цветового изображения на контент, цвет которого зависит от длительности просмотра различных областей предъявляемого контента;– метод «туманной карты» («Fog Map»), подвид «тепловой карты», отображающий уровень зрительного интереса не в цветах, а в плотности заливки – предусматривает наложение «просветляющей» маски на затемненное изображение контента, при этом степень просветления изображения пропорциональна длительности нахождения взгляда в данной зоне изображения;– метод «путь следования направления взгляда» - («Scan Path») - предусматривает визуализацию пространственного перемещения направления взгляда по предъявляемому зрительному контенту, при этом точки фиксации взгляда отображаются в виде окружностей, размер которых пропорционален длительности фиксации взгляда.	Наличие

<p>Детекция глазодвигательных событий (саккады, фиксации, моргания) и расчет показателей, характеризующих эти события по амплитуде, длительности, скорости, частоте с учетом специфики каждого показателя.</p>	Наличие
<p>Детекция зрачков и расчет диаметра зрачков</p>	Наличие
<p>Экспорт данных айтрекинга (массивы с координатами направления взгляда и диаметры зрачков каждого глаза с указанием временных меток) в файлы формата CSV с целью последующего анализа данных в Excel и других программах</p>	Наличие
<p>Задание именованных «зон интереса» («area of interest» - AOI) для видеоконтента с камеры сцены, сохраненного в процессе проведения исследования.</p>	Наличие
<p>Расчет показателей, характеризующих количественные и временные параметры направления взгляда применительно к заданным «зонам интереса» на видеоконтенте (количество фиксаций, продолжительность фиксаций, время нахождения взгляда в зоне интереса, количество морганий) и экспорта этих показателей в файл общедоступного формата (CSV/Excel)</p>	Наличие
<p>Отображение расположения на местности на электронной карте и скорость движения человека в очках-айтрекере по данным модуля глобального позиционирования в моменты фиксации кадров камеры сцены (опция при наличии модуля глобального позиционирования);</p>	Наличие
<p>Возможность распечатки и подключения к исследованию документов, отражающих иллюстрации и результаты по проведенному исследованию (скриншоты в графическом формате, сформированные отчеты в формате CSV или Excel и пр.).</p>	Наличие