

КАРТИРОВАНИЕ И ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДВИЖЕНИЙ ГЛАЗ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТИПА РАБОТЫ НАБЛЮДАТЕЛЯ С ИЗОБРАЖЕНИЯМИ, ПРЕОБРАЗОВАННЫМИ В ВЕЙВЛЕТНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ

А. Ламминпия, С.В. Пронин, О.В. Защирина *, С.М. Бауэр *

Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН, Санкт-Петербург

* Санкт-Петербургский государственный университет

aino6886@mail.ru

Измерены характеристики движений глаз при чтении обычного текста и текста после различных уровней вейвлетной фильтрации. Показано отсутствие зависимости скорости чтения и понимания прочитанного текста. Измерены энергозатраты при движении глаз в процессе чтения и просмотра копий картин.

В процессе чтения глаза человека находятся только в одном из двух основных состояний: фиксации (остановки) или сканирующего движения. Зрительные фиксации очень изменчивы по длительности и в значительной мере зависят от объекта наблюдений, его известности, сложности и ценности с точки зрения наблюдателя.

Восприятие текста происходит только в момент остановки или фиксации глаз. Скорость переработки информации зависит от того, какое количество информации будет воспринято в момент остановок. Человек при чтении движения глаз, как правило, не осознает. Причина этого - отсутствие так называемой осознаваемой, произвольно управляемой обратной связи, посредством которой в мозг передавались бы сообщения о движениях глаз. Человек узнает о направлении своего взгляда лишь по положению наблюдаемых объектов и под влиянием некоторых других факторов, например, поворота или наклона головы. Тем не менее, произвольные движения глаз играют большую роль в зрительном восприятии.

Способностью распознавать объекты-символы обладает только центральная часть сетчатки, содержащая колбочки, поэтому во время чтения необходимо быстро перемещать глаз, чтобы спроецировать очередной фрагмент текста именно на центральную часть сетчатки. Кроме того, зрительный анализатор извлекает из любого изображения, в том числе и из текста, только информативную часть, т.е. он не переносит изображение из одного места (с сетчатки) в другое (в мозг) один к одному.

Главным в чтении является понимание информации, сближение понимания с восприятием. Проблема понимания является одной из наиболее актуальных и значимых в психологии мышления и обучения, поскольку она тесно связана с процессом интеллектуальной переработки человеком информации, присвоением новых знаний и способами их использования в практической деятельности.

Целью работы было исследовать взаимосвязь характеристик движений глаз с пониманием прочитанного, с оптическими характеристиками изображения и оценить энергозатраты глаза при совершении наблюдателем различных типов работы.

Методическое обеспечение исследований

Для проведения исследований была использована система iView X RED 50. Система iView X RED 50 имеет частоту дискретизации в 50 Гц для записи движения глаз. Система

производит полностью автоматизированную обработку изображения, на основе бесконтактного трекинга глаз и компенсации движения головы, автоматически отслеживает глаза и компенсирует движения головы в широком рабочем диапазоне и выдает точные данные о направлении взгляда и о зрачке.

25 наблюдателям было предложено для прочтения 5 текстов (сказок) на слайдах. В среднем на слайд приходилось 439 знаков, включая пробелы и знаки препинания.

Рассчитывались следующие параметры: количество фиксаций взора, количество знаков (с пробелами и знаками препинания), захватываемых глазом за одну фиксацию, время прочтения.

После прочтения наблюдатели заполняли анкету, с помощью которой в дальнейшем проводилась оценка понимания прочитанного. В анкету входили такие вопросы, как:

- О чем эта сказка?
- Что Вы можете сказать о героях сказки и их поступках?
- Перескажите кратко содержание сказки?

Данные анкеты были оценены по 6-ти балльной шкале (от 0 до 5) группой из 13 экспертов, а оценки были усреднены, чтобы устранить возможные отличия в критериях оценки.

Для проведения исследований по энергозатратам глаза была использована система «Jazz Novo Standard», разработанная проф. Яном Обером из Института биокрибернетики Польской академии наук. Система «Jazz Novo Standard» имеет частоту дискретизации в 1000 Гц для записи движения глаз. Она позволяет проводить мониторинг процессов зрительного внимания, отражение управления вниманием оператора. «Jazz Novo Standard» - это мультисенсорная система, позволяющая регистрировать движения глаз с отличным пространственным и временным разрешением вместе с другими физиологическими и окружающими сигналами. Сигналы, регистрируемые системой «Jazz Novo Standard», включают движения глаз по вертикальной и горизонтальной осям и аудиосигнал. Установка оптоэлектронных сенсоров «Jazz Novo Standard» помещается между глаз, скрывая сенсор в «тени» носа. Благодаря такой установке ограничения зрительного поля минимальны, что уменьшает риск возникновения помехи от «Jazz Novo Standard» при зрительном обследовании субъектом рабочего пространства, позволяя точно определять саккады – быстрые движения глаз при перемещении точки взора по доступному полю обзора. Статистический процесс детектирования саккад в выбранном временном диапазоне (их количество, амплитуду, продолжительность предыдущих фиксаций) обеспечивает важную информацию о вовлечении зрительного внимания наблюдателя. Текстовый файл, позволяет отмечать сигналы, калибровать и детектировать саккады глазных движений.

Кроме того, исследовали зависимость характеристик движений глаз от слоя вейвлетного преобразования.

Результаты

При сравнении данных параметров со временем прочтения текста были выявлены (подтверждены) следующие закономерности: чем больше время прочтения (т.е. чем медленнее читал испытуемый), тем большее количество фиксаций взора совершается (рисунок 1) и чем больше фиксаций взора совершается, тем меньше печатных знаков захватывает глаз за одну фиксацию (рисунок 2).

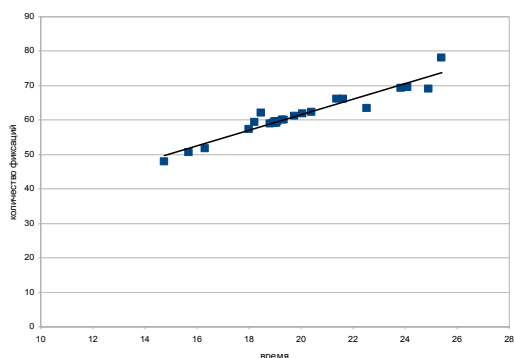


Рис. 1.

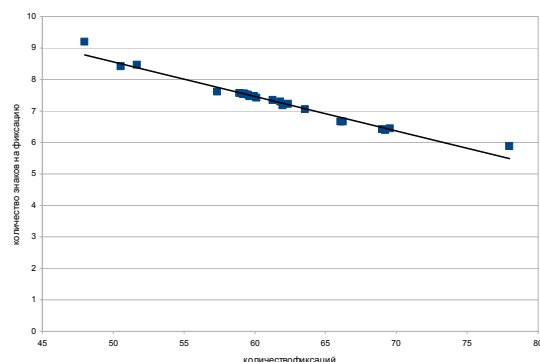


Рис. 2.

В среднем на один слайд текста читатель совершал 62 фиксации (минимум 48, максимум 70). Средняя продолжительность фиксации составляла 0,32 секунды, что совпадает с данными А.Л. Ярбуса о том, что средняя продолжительность фиксации обычно лежит в пределах 0,2 – 0,4 секунды. Количество и длительность фиксации зависит от сложности текста, и эти значения тем больше, чем сложнее текст. Коллега Э. Джавалья, А. Ландольт в 1891 году в своем исследовании движений глаз при чтении различных типов текста показал, что при чтении текста на иностранном языке глаз читателя совершает большее количество пауз (остановок, фиксаций), нежели при чтении на родном языке. Подробное изучение движения глаз при чтении (с привлечением в качестве испытуемых большого количества учащихся разных возрастов) провел Э. Тейлор. Он показал, что с ростом опытности изменяется количество фиксаций, возвратов, длительность фиксации. В среднем за одну фиксацию глаз читателя захватывал 7 знаков, что также вполне согласуется с литературными данными. Диаметр fovea (область наибольшей остроты зрения) составляет примерно 21', а угловой размер знака примерно от 3' до 5' (хорошее разрешение), и, исходя из этих данных, легко рассчитать, что в области хорошего разрешения во время фиксации оказывается как раз от 4 до 7 знаков. Исследовали взаимосвязь между временем прочтения текста и его пониманием. Полученные данные представлены на рис. 3.

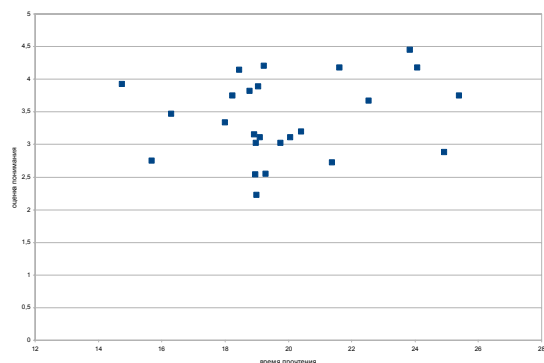


Рис. 3. Взаимосвязь между временем прочтения текста и его пониманием (зависимость отсутствует).

Таким образом, рассмотрев график "зависимости" понимания от времени прочтения текста, видно, что между данным параметрами нет какой-либо взаимосвязи, т.е. скорость чтения не отражается на качестве понимания материала, изложенного в тексте. Но следует

отметить, что отсутствие взаимозависимости по данным этой работы не означает, что этой зависимости нет. На скорость чтения и понимание влияют многие, как внешние, так и внутренние факторы, такие как возраст, опытность читателя (чем неопытнее читатель, тем чаще его глаз останавливается на строке, тем меньше скорость чтения), сложность текста, важность извлекаемой из текста информации, окружающая читателя обстановка, психологическое и физическое состояние читателя. Например, при чтении нот примерно 90% всего времени чтения занимают фиксации. И само чтение нот отличается от чтения "обычного" текста - оно подчинено темпу музыкального произведения и ограничено его временем и временем необходимым для быстрой обработки информации исполнителем. Так как в данном эксперименте испытуемым предлагались простые и многим знакомые тексты - русские народные сказки, это несомненно отразилось на полученных результатах и не дает нам право категорически отрицать наличие взаимосвязи между скоростью чтения и пониманием прочитанного.

Исследовали зависимость характеристик движения глаз от оптических свойств текста. Для этого текст подвергали вейвлетной фильтрации.

Было установлено, что с увеличением размера элемента вейвлетного преобразования увеличивается размер саккады в угловых градусах и постепенно разрушается паттерн движений глаз, характерный для чтения.

Кроме того, представляет интерес сравнить характеристики движений глаз при совершении наблюдателем различных типов работы с изображениями. Перевод взора требует определенных энергозатрат, которые, по-видимому, различны, в зависимости от характера зрительной работы. Эти различия важно правильно оценивать особенно в различные этапы послеоперационного периода. Если эти различия существуют, то рекомендации больному должны определяться знаниями об этих различиях, о тех нагрузках, которые понять, можно ли разрешать чтение в послеоперационный период. Мы сравнивали энергозатраты глаза при чтении текста, при рассматривании картин, при устремлении взгляда в одну точку. Были проведены измерения характеристик движений глаз при чтении текста, при рассматривании картин, при устремлении взгляда в одну точку. Длительность измерений движений глаз для трех задач была одинакова – 2 минуты. Измерялось число саккад за этот промежуток времени, величина (амплитуда) саккад и скорость саккад.

В зависимости от задачи, поставленной перед наблюдателем, изменяются многие параметры. Наиболее выраженным является изменение числа саккад. Так, их число минимально при фиксации взором точки, больше при рассматривании картины и максимально при чтении. При чтении число саккад возрастает почти в два раза по сравнению с рассматриванием изображения, даже содержащего мелкие детали (картина И.И.Шишкина). Результаты расчетов показывают, что энергозатраты глаза при чтении оказываются больше, чем в других случаях.