

Секция «Информационные технологии (виртуальная реальность и айтирекинг) в психологическом исследовании, образовании и психологической практике»

Быстрый выбор однородных объектов с помощью прослеживания взглядом

Научный руководитель – Шишкин Сергей Львович

Исаченко А.В.¹, Чжао Д.Г.¹

1 - Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», НБИКС-центр, Москва, Россия

В ряде исследований было показано, что на выбор объекта на экране компьютера с помощью взгляда, отслеживаемого айтрекером, может требоваться меньше времени, чем при использовании компьютерной мыши [2, 4]. Однако в данных работах использовались объекты, которые явно выделялись среди остальных, и автоматически привлекали к себе внимание - в этом случае быстрый выбор может быть связан с рефлекторным переводом взгляда на объект.

Мы разработали методику, в которой целевые объекты внешне не отличаются от остальных, с целью выяснить, будет ли в такой ситуации метод выделения объектов взглядом более эффективным, чем мышь. Она основана на выборе объекта с помощью прослеживающих движений глаз - технологии, которая была предложена несколько лет назад [3, 5]. Прослеживающие движения глаз естественно и без субъективных усилий возникают при слежении за равномерно движущимся объектом [1]. Гипотеза нашего эксперимента состояла в том, что для определённых скоростей объектов и визуальных условий намеренный выбор целей, которые не отличаются внешне от нецелевых объектов, будет осуществляться с помощью взгляда быстрее, чем с компьютерной мышью.

В исследовании принимало участие 14 добровольцев (6 мужчин, 8 женщин) в возрасте от 19 до 28 лет (в среднем 23,5 года) с нормальным или скорректированным до нормального зрением. Для отслеживания положения глаз использовался айтрекер Tobii 4С с частотой 90 Гц.

Объектами, которые испытуемые должны были выбирать в эксперименте, служили шары диаметром 80 px ($2,8^\circ$), перемещающиеся по экрану в случайных направлениях с постоянной скоростью 344 px/сек ($\sim 12^\circ$ /сек) и абсолютно упругими соударениями (Рис. 1). Они отображались на 18,5-дюймовом мониторе с разрешением экрана 1440 x 900 пикселей и частотой 75 Гц, расположенном на расстоянии около 65 см от глаз испытуемого. Программа для отображения шаров и реализации алгоритмов выбора написана на языке программирования C++ с использованием фреймворка Qt. При создании графического интерфейса использовались языки QML и JavaScript.

Испытуемым предлагалось как можно быстрее выбрать 20 шаров в порядке возрастания их номеров. Использовались три режима, отличающихся алгоритмом выбора шара:

- **Щелчок мышью (m1)**
Навести курсор мыши на шар и щёлкнуть левой клавишей мыши
- **Прослеживание при помощи мыши (m0)**
Навести курсор мыши на шар и продолжать следовать за ним мышью
- **Прослеживание при помощи айтрекера (t)**
Направить взгляд в центр этого шара и продолжать следовать за ним взглядом

В режимах $m1$ и $m0$ курсор мыши отображался синей точкой диаметром 10 пх. В режиме t курсор не отображался.

Выбранный шар окрашивался в зелёный цвет. Когда выбирался другой шар, предыдущий снова становился серым.

Выбор шара осуществлялся на основе расстояния от курсора (режимы $m0$, $m1$) или позиции взгляда (режим t) до центра каждого шара (для режимов $m0$ и t рассчитывалась медиана расстояний в скользящем временном окне длиной 867 мс). В режимах $m0$ и t выбирался тот из шаров, для которого это расстояние было наименьшим, когда оно снижалось до 50 пх. В режиме $m1$ выбор осуществлялся с помощью щелчка при условии, что расстояние от курсора до центра шара не превышало 68 пх. Поскольку была обнаружена задержка поступления данных с айтрекера - около 150 мс - для её компенсации данные по координатам шаров принудительно задерживались на такую же величину.

Эксперимент состоял из пяти блоков по три записи, по одной записи (выбор 20 шаров) каждого режима ($m1$, $m0$, t). Порядок режимов задавался случайно для испытуемого, но для него был одинаковым в каждом блоке. Анализировались данные трех последних блоков.

Число ошибочных выделений оказалось низким во всех условиях. Наименьшее время прохождения задания (разность между временами выделения 20 и 1 шара) оказалось в условии t - 42.4 ± 6.3 с ($M \pm SD$). Для $m0$ значение составило 74.1 ± 13.1 с, а для условия $m1$ - 54.8 ± 12.3 , что превышает время попытки в t на 12 секунд. Согласно парному критерию Стьюдента, разница времени попыток оказалась значимой даже для наименее различающихся условий - t и $m1$ ($t(13) = -4.31$, $p = 0.0008$).

Время выбора шара рассчитывалось как разница между моментом выбора текущего и предыдущего шара при условии, что оба шара были выбраны правильно. Для каждого испытуемого были получены значения медианы, нижнего и верхнего квартиля этого показателя (Рис. 2). По группе значения $M \pm SD$ для режимов t , $m1$, $m0$ составили (в секундах): для нижнего квартиля - $1,13 \pm 0,16$, $1,60 \pm 0,39$, $2,29 \pm 0,41$; для медианы - $1,78 \pm 0,24$, $2,26 \pm 0,53$, $3,89 \pm 0,56$; для верхнего квартиля - $2,65 \pm 0,39$, $3,39 \pm 0,76$, $4,73 \pm 0,97$. Различия между режимами во всех парах были статистически значимыми: в частности, для наименее различающихся условий t и $m1$ $t(13) = -4.97$, $p = 0.0003$ для нижнего квартиля, $t(13) = -3.66$, $p = 0.003$ для медианы и $t(13) = -3.32$, $p = 0.006$ для верхнего квартиля (парный тест Стьюдента).

В ходе опроса после эксперимента все 14 испытуемых отметили режим управления взглядом как более удобный по сравнению с выбором мышью. Из двух режимов управления мышью 13 испытуемых предпочли выбор щелчком. Удобство режима t по 10-балльной шкале восемь испытуемых оценили в 10 баллов, пять - в 9, и один дал оценку 6. При этом режим $m0$ испытуемые оценили значительно ниже - от 2 до 8 баллов, а режим $m1$ - от 3 до 9 баллов.

Насколько нам известно, наши результаты можно рассматривать как первое экспериментальное подтверждение преимущества использования взгляда для быстрого выбора движущихся целей, схожих визуально. Хотя вполне возможно, что данные результаты наблюдаются в ограниченном диапазоне параметров, таких как скорость и размер целей, размеры экрана и др.

Данная методика может найти применение в виртуальной реальности, в играх, а также в таких практических задачах, как выбор роботов из группировки, например, мобильных роботов на складе или в поисковых работах с использованием дронов.

Источники и литература

- 1) Brielmann A. A., Sperring M. Effects of reward on the accuracy and dynamics of smooth

- pursuit eye movements // J. Exp. Psychol.: Hum. Percept. Perform. – 2015. – V. 41. – No. 4. – P. 917-928.
- 2) Dorr M. et al. Gaze beats mouse: a case study // COGAIN. – 2007. – P. 16-19.
 - 3) Esteves A. et al. Orbits: Gaze interaction for smart watches using smooth pursuit eye movements // 28th Ann. ACM Symp. UIST. – ACM, 2015. – P. 457-466.
 - 4) Sibert L. E., Jacob R. J. K. Evaluation of eye gaze interaction // SIGCHI HFCS. – ACM, 2000. – P. 281-288.
 - 5) Lohr D. J., Komogortsev O. V. A Comparison of Smooth Pursuit-and Dwell-based Selection at Multiple Levels of Spatial Accuracy // CHI HFCS. – ACM, 2017. – P. 2760-2766.

Иллюстрации

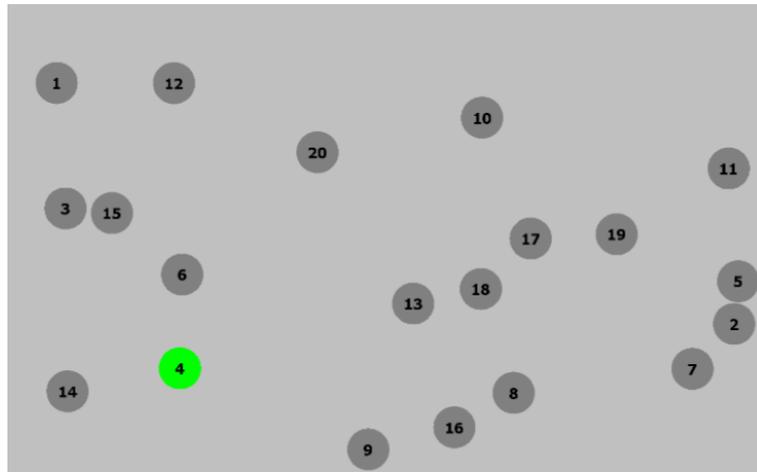


Рис. 1. Интерфейс выбора шаров

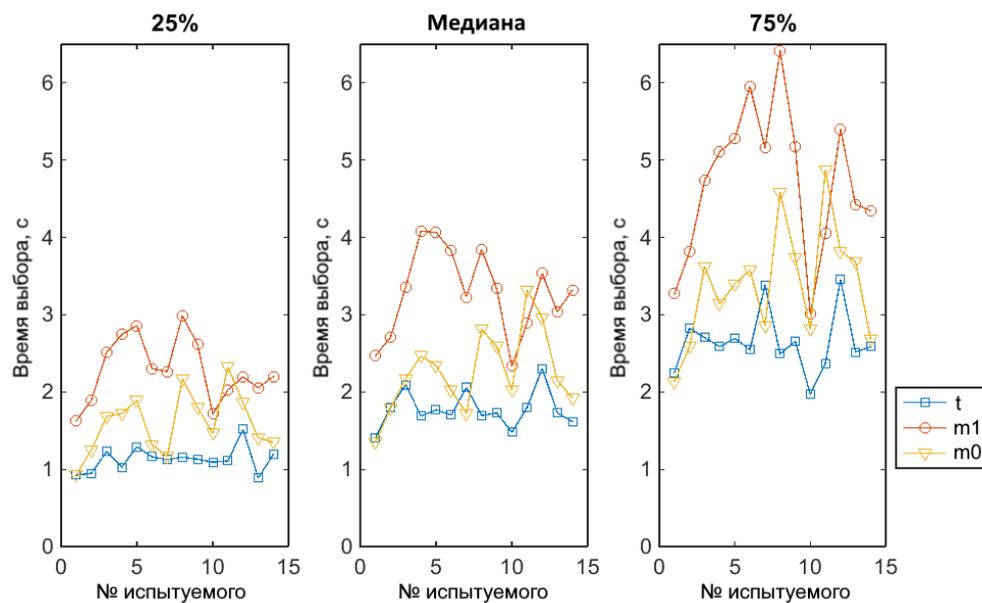


Рис. 2. Время выбора (нижний квартиль, медиана и верхний квартиль) в различных режимах