

УДК 004.55:004.8

## МЕТОД ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДЕЙСТВИЙ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ПО ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ КУРСОРА

Сусиков В.А. (ИТМО)

Научный руководитель – кандидат технических наук, старший преподаватель Русак  
А.В. (ИТМО)

**Введение.** Рост функциональной сложности веб-приложений увеличивает размер загружаемого контента в браузере пользователя и влияет на субъективно воспринимаемую скорость интерфейса. Например, в период с 2013 до 2020 года медианный размер веб-страниц вырос с 302 КБ до 1748 КБ [1]. Традиционные способы оптимизации, такие как кеширование, ленивая загрузка, оптимизация рендера и другие являются реактивными и имеют свою границу эффективности, особенно для ресурсоемких операций. Совместно с этим, одним из способов снижения задержек, вызванных ростом размера и сложности приложений, является предиктивный интерфейс, созданный с помощью анализа движения курсора в веб-интерфейсе [2]. Веб-клиент инициирует подгрузку данных и подготовку UI-компонентов, опираясь на вероятностный прогноз ближайших действий пользователя. Траектория движения курсора и история переходов пользователя могут служить источниками признаков намерения, такого как наведение или клик [3]. Также в браузерной среде прогноз должен быть вычислительно лёгким, устойчивым к неоднородной частоте событий и корректно работать при ограничениях приватности.

**Основная часть.** С помощью предиктивного механизма предсказания следующего действия пользователя решается задача повышения удобства использования и отзывчивости веб-приложений. Полученный прогноз действия позволяет заранее инициализировать загрузку данных и подготовку UI-компонентов, снижая задержку отклика при фактическом клике.

Предлагаемое решение строится на потоке Pointer Events [4] и включает:

1. Сбор и предобработку данных: нормализацию координат, фильтрацию выбросов, ограничение количества снимаемых показателей до фиксированной частоты, хранение необходимого набора полей (время, координаты и т.д.).
2. Формирование признакового описания, включающего характеристики движения (скорость, ускорение, длина пути за окно), а также признаки относительно целевых UI-элементов: расстояние до элемента и его изменение, направление движения относительно цели, время наведения на элемент.
3. Предсказание следующего клика по UI-элементу:
  - а. Эвристический алгоритм ранжирует кандидатов по признакам и делает прогноз цели клика.
  - б. Модель классификации обучается на последовательности прошлых выборов пользователя и предсказывает целевой элемент.
4. Итоговый прогноз формируется путём взвешенного объединения вероятностей, полученных из двух источников – эвристического алгоритма и модели классификации. Решение принимается при превышении заданного порога уверенности, что повышает устойчивость предсказания в неоднозначных ситуациях.

**Выводы.** Предложен предиктивный механизм для веб-интерфейса, который прогнозирует целевой UI-элемент для клика по траектории курсора и истории действий пользователя. Реализован пайплайн сбора и предобработки данных, которые в дальнейшем используются для обучения модели предсказания действий пользователя по траектории курсора. Произведена оценка эффективности предиктивного механизма и показана его применимость в решении задачи оптимизации современных интерфейсов.

**Список использованных источников:**

1. Mobile web browsing under memory pressure / I. A. Qazi, Z. A. Qazi, T. A. Benson [et al.] // Computer Communication Review. – 2020. – Vol. 50, No. 4. – P. 35-48. – DOI 10.1145/3431832.3431837. – EDN NJWQZQ.
2. Овчаров, З. А. Методы анализа и предсказания положения курсора для создания предиктивного интерфейса / З. А. Овчаров // StudNet. – 2020. – Т. 3, № 4. – С. 284-290. – EDN PMPZBP.
3. Huang, J., White, R. W., & Dumais, S. (2011). No Clicks, No Problem: Using Cursor Movements to Understand and Improve Search. Proc. of CHI 2011.
4. MDN – документация веб-технологий. URL: <https://developer.mozilla.org/> (дата обращения (06.01.2026))