

УДК 004.738.5:004.67

Усатий Т.Р. здобувач

Житомирський державний університет імені Івана Франка

МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕДІНКИ КОРИСТУВАЧІВ У ВЕБСИСТЕМАХ МАЛОГО БІЗНЕСУ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ КЛІКСТРІМУ

У сучасному цифровому середовищі вебсайти є одним з основних засобів комунікації між малим бізнесом і його клієнтами. Малий бізнес часто стикається з обмеженими ресурсами та високим когнітивним навантаженням на осіб, що приймають рішення. Через ці фактори виникає потреба у створенні моделей взаємодії, які допомагають максимально спростити шлях користувача до цільової дії. Серед підходів, які дозволяють до певної міри вирішити це питання, варто виокремити застосування методів інтелектуального аналізу даних для виявлення закономірностей у поведінці користувачів, що дозволяє підвищити конверсію й конкурентоспроможність підприємства без значних витрат на маркетингові дослідження [1, 2].

Основою для аналізу взаємодії користувачів є клікстрім (clickstream) - послідовність сторінок, які відвідує конкретний користувач під час навігації вебсайтом. Процес моделювання починається з обробки «логів» сервера, де окремі запити об'єднуються у перегляди сторінок (pageviews), а ті, у свою чергу, групуються у сесії, що відображають дії користувача під час одного візиту. Для детальнішого аналізу виділяються епізоди - частини сесії, які семантично або функціонально пов'язані. Важливим параметром є час перебування на сторінці, що дозволяє оцінити зацікавленість користувача та відокремити змістовні сторінки від навігаційних [3].

Щоб формалізувати поведінку користувачів, застосовуються методи Data Mining. Зокрема, алгоритм кластеризації k-Means дозволяє групувати користувачів із подібними інтересами без попередньої сегментації, що допомагає виділити типові групи користувачів. На основі аналізу клікстріму формується інформаційний портрет користувача (ІПК) - вектор ознак, що відображає активність, вподобання та історію взаємодії. Модель передбачає створення ІПК при першому візиті та його динамічне оновлення під час наступних відвідувань, що дозволяє системі адаптуватися до змінних інтересів користувача в реальному часі [2, 4].

Для більш точного опису процесів взаємодії використовується графове моделювання. Взаємодія користувача представлена у вигляді

зваженого графа $G=(V,W,T,\delta)$ де вузли V відповідають URL-адресам сторінок, а ребра W - ймовірним переходам між ними. Використання ланцюгів Маркова, з безперервним або дискретним часом, дозволяє моделювати «випадковий вебсерфінг». Динаміка переходів описується стохастичною матрицею P , елементи якої можуть визначатися як $p_{ij}=1/N_u$, де N_u - кількість вихідних посилань, або коригуватися залежно від часу перебування на сторінці. Розрахунок стаціонарного розподілу ймовірностей дозволяє визначити важливість окремих розділів сайту для користувачів. Для врахування раптових виходів або переходів на довільні сторінки вводиться коефіцієнт загасання (damping factor) d , що робить розподіл більш стійким і реалістичним. Такий підхід дозволяє виділити типові сценарії поведінки та оптимізувати структуру вебсистеми для зниження когнітивного навантаження.

Застосування цих методів дозволяє автоматизувати персоналізацію контенту завдяки інтелектуальним агентам, які на основі ІПК підлаштовують інтерфейс під потреби конкретної категорії користувачів. Виявлення «вузьких місць» у графі переходів дає змогу вчасно адаптувати функціонал і підвищити інтерактивність вебсистеми. Отримані результати слугують основою для формування вимог до адаптивних вебсистем, що суттєво покращує користувацький досвід у малому бізнесі [4, 5]. Перспективи подальших досліджень полягають у розширенні моделі для врахування більшої кількості факторів поведінки користувачів, інтеграції рекомендаційних систем та впровадженні методів прогнозування інтересів, що дозволить під час виконання курсової або наступної бакалаврської роботи створити більш гнучкі та інтелектуальні вебсистеми.

Список використаних джерел:

1. Markov Z., Larose D. T. Data Mining the Web: Uncovering Patterns in Web Content, Structure, and Usage. John Wiley & Sons, 2007.
2. Максимов М. С. Поведінкові моделі прийняття рішень в малому та середньому бізнесі. Дис. PhD. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2025.
3. Аксак Н. Г. Методи та моделі розподіленої інтелектуальної обробки великих даних. Дис. д-ра техн. наук. Харків: ХНУРЕ, 2019.
4. Саяпіна М. С. Інтелектуальна система аналізу поведінки користувачів на комерційних платформах. Магістерська робота. Київ: НУБіП, 2025.
5. Царик В. Методи аналізу інтерфейсів веб-застосунків для підвищення інтерактивності. *Системні технології*, 2025, № 2 (157). С. 146 – 153.