

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Комп'ютерних наук
(повна назва)

Кафедра Програмної інженерії
(повна назва)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Пояснювальна записка

рівень вищої освіти другий (магістерський)

«Дослідження методів аналізу поведінки користувача для
адаптації сайту»

(тема)

Виконав:

Студент 2 курсу, групи ІІЗМ-19-1

Удовиченко М.Д.

(прізвище, ініціали)

Спеціальність 121 Інженерія програмного забезпечення
(код і повна назва спеціальності)

Тип програми освітньо-наукова
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Керівник д.т.н., проф. Смеляков К.С.
(посада, прізвище)

Допускається до захисту

Зав. кафедри _____ З.В. Дудар
(підпис) (прізвище, ініціали)

2021 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Комп'ютерних наук
(повна назва)

Кафедра Програмної інженерії
(повна назва)

Рівень вищої освіти другий (магістерський)

Спеціальність 121 Інженерія програмного забезпечення
(код і повна назва спеціальності)

Тип програми освітньо-наукова
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма Інженерія програмного забезпечення
(повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав.кафедри _____

(підпис)

« 26 » березня 2021 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

- студента Удовиченка Максима Дмитровича
- Тема роботи Дослідження методів аналізу поведінки користувача для адаптації сайту
затверджена наказом університету від 26.03.2021 № 386 Ст
 - Термін подання роботи до екзаменаційної комісії 17 травня 2021р.
 - Вихідні дані до роботи вимоги до веб-системи, що буде розроблено, середовище проектування Microsoft Visual Studio 2019, мова розробки C#, сервер IIS Express
 - Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі мета роботи, аналіз проблемної галузі, постановка задачі, аналіз результатів досліджень, аналіз дослідження можливостей вимірювання показників руху миші для аналізу поведінки користувачів на сайті.
 - Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, слайдів, ілюстрацій титульний слайд, актуальність розробки, існуючі аналоги, діаграма прецедентів, діаграма взаємодії, алгоритм, архітектура програмного забезпечення, технології та інструменти розробки, інтерфейс системи, зразок програмного коду, тестування, наукові публікації, висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Найменування розділу	Консультант (посада, прізвище, ім'я, по батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		підпис	дата
Спец. частина	д.т.н., проф. Смеляков К.С.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Терміни виконання етапів роботи	Примітка
1	Інструктаж з техніки безпеки	25.01.2021	виконано
2	Ознайомлення зі структурою роботи	25.01.2021	виконано
3	Отримання індивідуального завдання	25.01.2021	виконано
4	Аналіз предметної області	02.02.2021	виконано
5	Постановка задачі	10.02.2021	виконано
6	Формування вимог до програмної системи	16.02.2021	виконано
7	Аналіз результатів досліджень	22.02.2021	виконано
8	Проектування програмного забезпечення	15.03.2021	виконано
9	Підготовка пояснювальної записки	26.04.2021	виконано
10	Попередній захист	07.05.2021	виконано
11	Нормоконтроль, перевірка на плагіат	11.05.2021	виконано
12	Занесення роботи в електронний архів	18.05.2021	виконано
13	Допуск до захисту у зав. кафедри	18.05.2021	виконано

Дата видачі завдання 25 січня 2021р.Студент _____
(підпис)Керівник роботи _____ д.т.н., проф. Смеляков К.С.
(підпис) (посада, прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ / ABSTRACT

Кваліфікаційна робота магістра містить: 51 с., 21 рис., 3 табл., 22 джер.

ANGULAR 9, ASP.NET, WEB API, ДИЗАЙН, АДАПТАЦІЯ, ТРАЄКТОРІЯ, ШВИДКІСТЬ, ВІДХИЛЕННЯ, ПРИСКОРЕННЯ, ЕВКЛІДОВА ВІДСТАНЬ.

Об'єктом дослідження є методи аналізу поведінки користувачів в веб-орієнтованих системах.

Метою роботи є аналіз поведінки користувача на сторінках веб-орієнтованих системах, виявлення закономірностей та підтвердження зв'язку поведінки користувача з дизайном і розташуванням елементів на сторінці.

Методи рішення базуються на технології ASP.NET, бази даних MS SQL Server, веб-сервер розробленому на Angular 9.

В результаті роботи було проаналізовано предметну галузь, спроектовано та розроблено веб-застосунок для аналізу поведінки користувача. Сформовані показники для адаптації сайту на підставі поведінки користувачів.

Report on research practice: 51 p., 21 pic., 3 tabl., 22 sources.

ANGULAR 9, ASP.NET, WEB API, DESIGN, ADAPTATION, TRAJECTORY, SPEED, DEFLECTION, ACCELERATION, EUCLIDEAN DISTANCE.

The object of research is analysis methods of analyzing user behavior on web-based systems.

The aim of the work is to analysis user behavior on the pages of web-based systems, identify patterns and confirm the relationship of user behavior with the design and location of elements on the page.

Development methods are based on the ASP.NET technology, the MS SQL Server database, the Web server developed on Angular 9.

As a result, the subject area was analyzed, a web application for analyzing user behavior was designed and developed. Generated indicators for site adaptation based on user behavior.

Я, Удовиченко Максим Дмитрович, студент групи ПЗм-19-1, здобувач вищої освіти на другому (магістерському) рівні кафедри «Програмна інженерія», заявляю: моя кваліфікаційна робота на тему «Дослідження методів аналізу поведінки користувача для адаптації сайту», що буде представлена в екзаменаційну комісію для публічного захисту, виконана самостійно, в ній не містяться елементи плагіату і вона може бути опублікована в електронному архіві відкритого доступу E1Ar KhNURE. Всі запозичення з друкованих та електронних джерел мають відповідні посилання.

Я ознайомлений з діючим положенням «Про протидію академічному плагіату в ХНУРЕ», згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування дисциплінарних заходів.

ЗМІСТ

Вступ.....	8
1 Аналіз проблемної галузі	11
1.1 Аналіз предметної галузі	11
1.2 Виявлення проблем та актуалізація рішень.....	12
1.3 Постановка задачі.....	17
2 Формування вимог до програмної системи.....	18
3 Аналіз результатів досліджень	20
3.1 Траєкторія та відхилення миші.....	20
3.2 Швидкість та прискорення.....	23
3.3 Просторовий безлад	24
3.4 Гладка і раптова реакція	26
3.5 Розподіл.....	28
4 Архітектура та проектування ПЗ.....	30
4.1 UML проектування ПЗ.....	30
4.2 Проектування архітектури ПЗ.....	33
4.3 Проектування структури зберігання даних	34
5 Опис прийнятих програмних рішень	36
6 Аналіз результатів практичних досліджень	42
6.1 Опис проведених експериментів та формування показників.....	42
6.2 План подальшого дослідження	48
Висновки	49
Перелік джерел посилання	51

ВСТУП

Увесь бізнес в умовах жорсткої конкуренції, під час непередбачених моментів, повинні фокусувати свою увагу не лише на внутрішньому стані справ, але і впроваджувати нові підходи для довгострокового розвитку, що дозволить зберегти поточні позиції, незважаючи на ринкові зміни, і одночасно примножувати свої доходи. Укрупнення конкурентної позиції пов'язана з впровадженням в буденну практику ведення бізнесу сучасних веб-технологій, що є потужним спонукальним чинником збільшення клієнтської бази.

Нині безперервно продовжують розвиватися веб-технології та інтернет-маркетинг. Збільшується кількість веб-ресурсів в різних областях і на різні теми. Основна мета будь-якого сайту це притягнути якомога більше користувачів, клієнтів для досягнення цілей.

Основні дії інтернет-маркетингу спрямовані на залучення нових клієнтів і утримання поточних. Тобто просування послуг і товарів у всесвітній павутині та перетворення простих відвідувачів сайтів на покупців товарів і клієнтів послуг для збільшення прибутку.

Інтернет-маркетингу перевершує класичний маркетинг за рахунок трьох переваг:

- інтерактивність, яка дозволяє безпосередньо взаємодіяти з аудиторією в Інтернеті, підтримувати зв'язок з клієнтами і контролювати ситуацію;
- таргетування – цей механізм дозволяє виділити з усієї наявної аудиторії тільки цільову і взаємодіяти з нею, приміром за допомогою реклами;
- веб-аналітика, яка допомагає зрозуміти, які дії виявилися максимально ефективними і притягнули на сайт більше відвідувачів, які потім конвертувалися в покупки.

Залучення відвідувачів безпосередньо впливає на зростання продажів, це основний принцип інтернет-маркетингу: залученні відвідувачів і їх повернення, підвищенні ефективності сайту. Але недостатньо тільки притягнути відвідувачів,

необхідно так само зробити з них клієнтів, адже саме вони приносять прибуток бізнесу.

Для найкращого розуміння переваг користувача і недоліків веб-ресурсу необхідно аналізувати дії користувача. Тобто досліджувати відхилення дій користувача від цільового напрямку. Завдяки чому бізнес має можливість впливати на хід дій потенційного клієнта завдяки адаптації ресурсу під потреби і побажання користувача.

Необхідно підвищувати поведінкові чинники сайту. Перша важлива характеристика це якісний контент, яка полягає в унікальності, цікавості і корисності текстів, здатні затримати читачів на веб-сторінках на великий період часу. Зображення і відео теж повинні відповідати терміну «якісний контент». Необхідно правильно настроїти зв'язування сторінок, щоб користувач переходив по сторінках і тим самим збільшував статистику глибини перегляду сайту.

Не менш важливо розробити веб-ресурс сучасним, зручним і з привабливим дизайном, який зацікавить більшість відвідувачів. Сайт із занадто специфічними кольорами в дизайні і складним заплутаним меню не підвищать поведінкові чинники. Більше того результат буде протилежним, більшість користувачів вмиль покинуть такий веб-ресурс і в альтернативу виберуть конкурентів в списку результатів пошуку.

Відсутність адаптивного верстання сайту під різні пристрої є головною причиною великого відсотка відмов. В наші дні інтернет-трафік доводиться на смартфони і планшети, для яких також важливе коректне і зручне відображення веб-ресурсу. Варто підвищити швидкість завантаження сторінок сайту, адже набагато простіше вибрати інший варіант з пошукової видачі, чим чекати декілька хвилин, поки завантажиться поточна сторінка. Досягти цього можна шляхом оптимізації коду і вибору хостингу на продуктивних серверах без перебоїв в роботі.

Варто видалити непотрібні запити, які використовуються для залучення великої кількості відвідувачів. Це негативно вплине на позиції сайту, незважаючи на великий трафік. Користувач, зайшовши на сторінку, виявить що ця сторінка не

є цільовою по його запиту і відразу ж покине її. Необхідно прагне збільшити Туре-in трафік – це відвідувачі, які збережуть сайт собі в закладки і часто на нього повертатимуться. Якщо таких відвідувачів буде багато, показник корисності веб-ресурсу буде високим, що змусить пошукові системи просувати джерело інформації вище в результатах пошуку.

Але для того, щоб власник мав уявлення про недоліки свого веб-ресурсу, необхідно аналізувати поведінку користувача і перетворювати результати аналізу в зрозумілий вид для будь-якої людини, тобто виявити закономірності і скласти показники для адаптації сайту.

Метою дослідження є вивчення методів аналізу поведінки користувача і визначення найкращого для виявлення закономірностей поведінки відвідувача сайту з можливістю формування показників для адаптації веб-ресурсу під конкретного користувача, зрозумілі для будь-якої людини і з можливістю автоматизації цього процесу.

1 АНАЛІЗ ПРОБЛЕМНОЇ ГАЛУЗІ

1.1 Аналіз предметної галузі

Предметною галуззю даної атестаційної роботи є знаходження закономірностей між поведінкою користувача з недоліками структури і дизайну сайту, підтвердження можливості формування показників для адаптації сайту.

Часто неправильна поведінка має психологічне значення. Останні досягнення психологічної науки показали, що траєкторії руху відбивають когнітивні процеси, що лежать в основі [1].

Основні види формування отриманих даних про дії користувачів на сайті для подальшого аналізу [2]:

- точки входу і подальший потік поведінки (переходи між сторінками);
- теплові карти і карти прокрутки;
- сторінки з високим і низьким відсотків входу (популярність сторінок);
- шляху до мети і конверсії.

Тобто у більшості випадках дані отримані для аналіз поведінки користувача будуються на підставі положення комп'ютерної миші на веб-сторінці сайту. Але виникає питання, чи досить ефективно використовуються отримані дані від відстежування руху миші?

Комп'ютерне стеження за мишею – це відносно нещодавно розроблений поведінковий метод, який може дати унікальне розуміння широкого спектра психологічних явищ. Записуючи руху миші по шляху до певних відповідей на екрані, дослідники збирають безперервну інформацію про попередні зобов'язання щодо альтернативних варіантів відповіді з плином часу. Цей підхід дає безліч даних, які можна повністю вивчити за допомогою безлічі складних аналітичних методів, але ці підходи використовуються недостатньо, і їх може бути важко прийняти. Дослідники можуть вивчити початок і час еволюції процесів прийняття рішень, перевірити ступінь відповідної конкуренції в різні моменти часу, оцінити складність траєкторії за допомогою аналізу просторового безладу, виявляти

якісно виразні психологічні процеси при формуванні реакції та виділити унікальні і значущі компоненти з даних відстеження миші для подальшого аналізу.

1.2 Виявлення проблем та актуалізація рішень

Після запуску веб-ресурсу настає етап виправлення недоліків, поліпшення і реалізація нового функціонала. Для формування списку завдань необхідно аналізувати потреби клієнтів і мати можливість отримання відгуків від існуючого функціонала, структури, дизайну і загальне враження.

Відвідуючи сайт, користувач переслідує певну мету, яку прагне досягти за короткий проміжок часу. Тобто необхідно розуміти, що у більшості випадках відвідувач не витратить свій час на надання відгуків у вигляді форм з декількома варіантами вибору або текстового поля. Тому потрібен інструмент для збору дій користувача за час сесії знаходження на веб-сторінці. Потім важливо правильно проаналізувати отримані дані і сформувавши список рекомендацій, які ефективно вплинуть на відвідуваність веб-ресурсу і кількості позитивних сеансів, за які користувач досяг мети.

Розглянемо кілька існуючих сервісів, що дозволяють відстежувати та аналізувати дії користувачів на веб-сторінках:

- веб-сервіс Google Analytics [3];
- веб-сервіс Spring Metrics [4];
- веб-сервіс Clicky [5];
- веб-сервіс Woopra [6];
- веб-сервіс Mint [7].

Google Analytics – один з кращих безкоштовних інструментів, який може використати будь-яка людина для відстежування і аналізу даних, які отримані з веб-сторінок. За допомогою цього інструменту можливо визначити ключові слова, які притягають найбільше людей на веб-сторінки і які аспекти дизайну негативно

впливають на досягнення мети. Так само є функціональна можливість генерувати звіти, які включають дані про джерела трафіка, поведінку відвідувачів, їх цілі, зміст та електронну комерцію.

Інтерфейс даного сервісу зображено на рисунку 1.1.

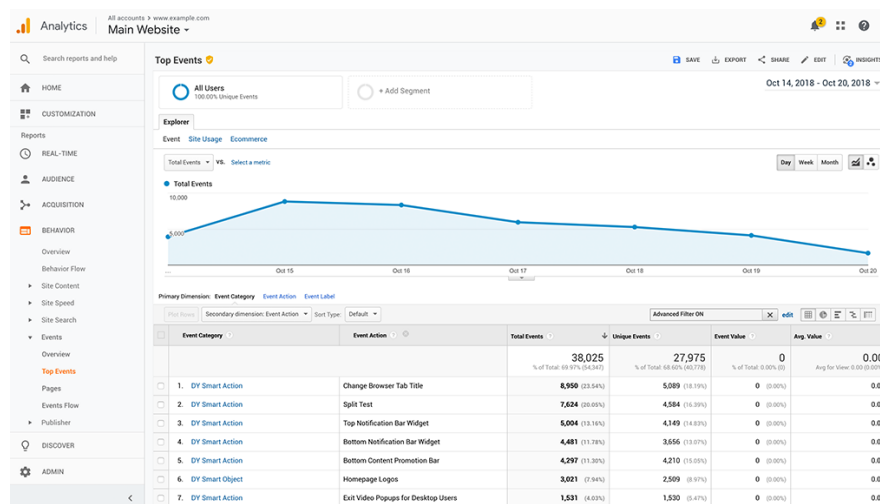


Рисунок 1.1 – Інтерфейс веб-сервісу Google Analytics

Наступний сервіс, який буде розглянуто це Spring Metrics. Інтерфейс даного сервісу зображено на рисунку 1.2.

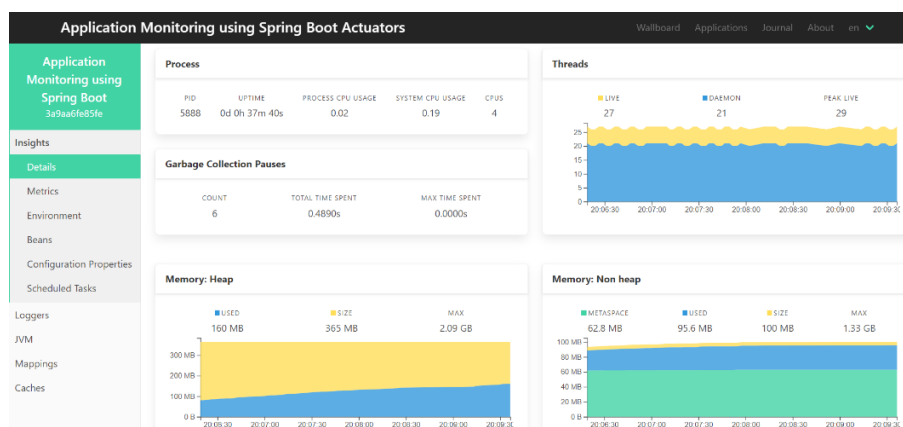


Рисунок 1.2 – Інтерфейс веб-сервісу Spring Metrics

Зрозумілий інструмент аналітики для якого не треба бути професійним фахівцем із здобичі даних, щоб отримати відповіді на свої питання. Користувач отримує аналітику конверсії в режимі реального часу, найпопулярніші джерела

конверсії, аналітику ключових слів, аналіз цільової сторінки, звіти про ефективність електронної пошти і просте налаштування "наведи і клацни". На відміну від Google Analytics, Spring Metrics відстежує шлях відвідувача по веб-сайту з моменту його переходу до моменту його відходу. Усе це входить в стандартний план Spring Metrics за 49 доларів в місяць. Доступна безкоштовна версія впродовж 14 днів. Простота цього інструменту примушує багато власників веб-сайтів переходити з Google Analytics.

Clicky пропонує безкоштовну послугу для аналітики одного веб-сайту, для більше одного веб-сайту доступна Pro версія з щомісячною оплатою. Користувач отримує аналітику в реальному часі, у тому числі Spy View, яка дозволяє спостерігати, що поточні відвідувачі роблять на сайті. Панель управління Clicky проста у використанні і чітко представляє усю інформацію, яка необхідна для клієнта. Також доступна мобільна версія, яка дозволяє легко перевірити статистику у будь-якому місці. Інтерфейс даного сервісу зображено на рисунку 1.3.

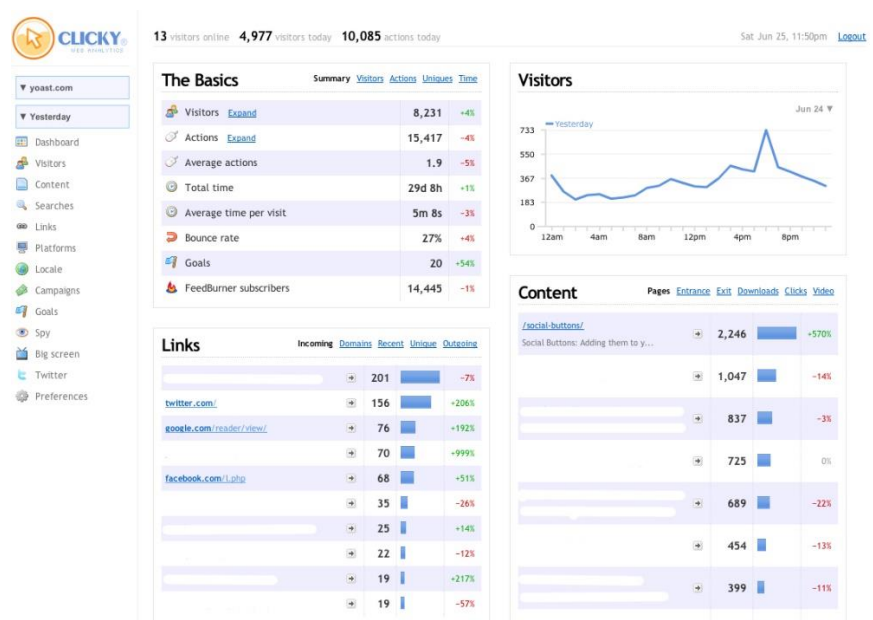


Рисунок 1.3 – Інтерфейс веб-сервісу Clicky

Воорга – ще один інструмент, який пропонує відстежування аналітики в реальному часі, тоді як оновлення Google Analytics може зайняти декілька годин.

Це настільне застосування, яке надає статистикові відвідувачів в реальному часі, включаючи інформацію про те, де вони живуть, на яких сторінках вони знаходяться зараз, де вони були на сайті і в якому веб-браузері. Є можливість спілкуватися в чаті з окремими відвідувачами сайту. Це може бути відмінною функцією сайту електронної комерції для взаємодії з клієнтами. Woopra пропонує обмежену безкоштовну підписку, а також декілька платних опцій. Інтерфейс даного сервісу зображено на рисунку 1.4.

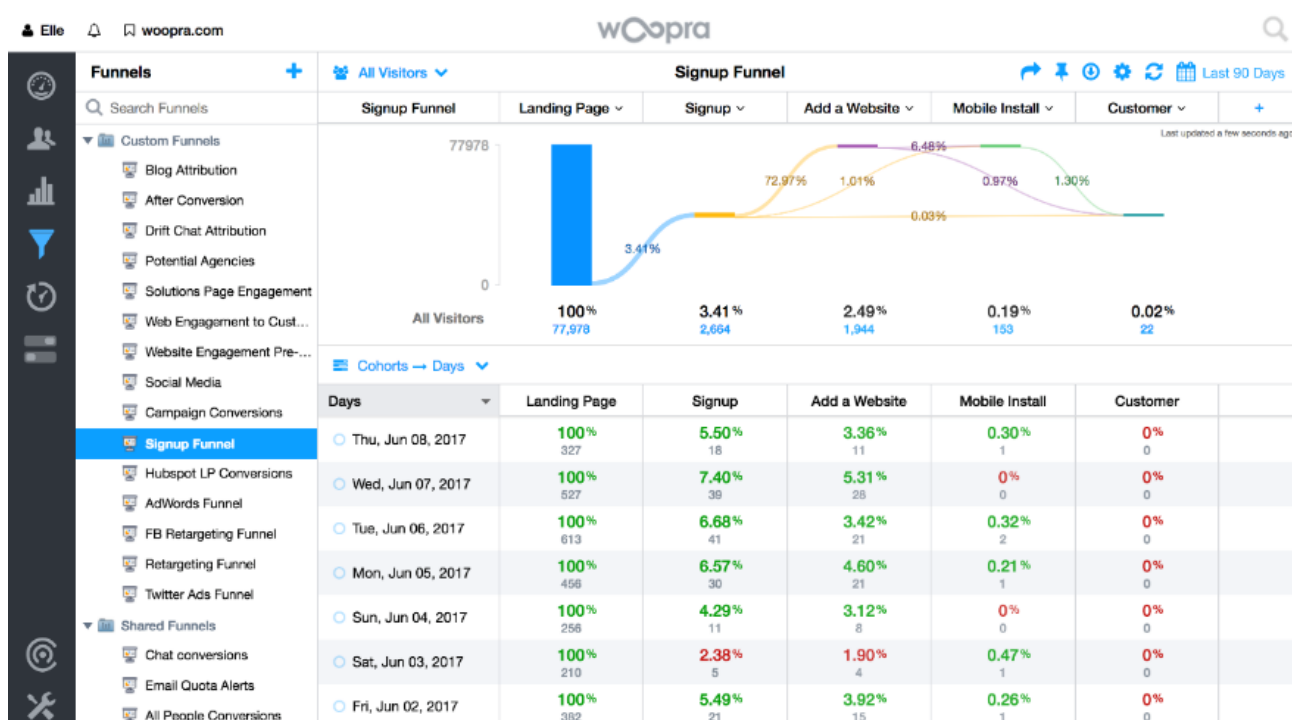


Рисунок 1.4 – Інтерфейс веб-сервісу Woopra

Mint – це інструмент аналітики, який розміщується самостійно і коштує 30 доларів за один веб-сайт. Користувач отримує статистику в режимі реального часу, чого немає у безкоштовному сервісі Google Analytics. Є можливість відстежувати відвідувачів сайту, звідки вони приходять і які сторінки переглядають.

Зведемо отриману інформацію про сервіси в загальну таблицю для порівняння. Результати порівняння наведено у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Порівняння сервісів

Функція	Сервіс				
	Google Analytics	Spring Metrics	Clicky	Woopra	Mint
На основі сеансу або користувача	сеансу	сеансу	користува ча	користувач а	сеансу
Наявність даних про траєкторію комп'ютерної миші	так	так	так	так	так
Аналіз даних траєкторії комп'ютерної миші	немає	немає	немає	немає	немає
Загальні рекомендації	відсутнє	відсутнє	відсутнє	відсутнє	відсутнє
Рекомендації по поліпшенню структури і дизайну сайту на основі аналізу поведінки користувача	відсутнє	відсутнє	відсутнє	відсутнє	відсутнє

Проаналізувавши набір функціоналу порівнюваних сервісів, можна зробити висновок, що жоден сервіс не надає рекомендації по поліпшенню структури і дизайну сайту на основі аналізу поведінки користувача. Тобто можна зробити проміжний висновок, що отримані дані про поведінку користувача на сайті використовуються не в повному об'ємі.

1.3 Постановка задачі

Необхідно реалізувати програмну систему, яка дозволить користувачеві отримувати координати комп'ютерної миші, будувати траєкторію і обчислювати необхідні підрахунки для аналізу і формування показників для поліпшення веб-сайту. Програмна система повинна складатися з веб-сайту аналітики для відображення результатів, веб-сайту інтернет-магазину для тестування, і відкритого API для збереження у базу даних і обчислень.

Система повинна надавати такий функціонал:

- авторизація;
- можливість запису координат миші;
- розділення даних по сеансах і сторінках;
- візуалізація траєкторії відносно цільової точки;
- обчислення показників для аналізу.

Серверна частина повинна реалізовувати бізнес логіку веб-системи, мати функціонал для роботи з MS SQL базою даних, де будуть зберігатися усі данні та відправляти їх в форматі JSON на веб-частину ресурсу для відображення користувачу.

Клієнтська частина повинна бути зручною та мати зрозумілий для усіх людей інтерфейс. За допомогою HTTP запитів отримувати необхідні данні з серверної частини.

2 ФОРМУВАННЯ ВИМОГ ДО ПРОГРАМНОЇ СИСТЕМИ

Веб-аналітика повинна бути доступна тільки для авторизованих користувачів, веб-сайт для тестування відстежування руху миші доступний для усіх користувачів. Для реалізації даного завдання необхідно описати функціональні вимоги:

- авторизація користувача;
- сторінка відображення результатів відстежування руху миші;
- побудови траєкторії миші відносно цільової точки;
- підрахунок показників швидкості і зміщення;
- тестова сторінка вибору між двома варіантами;
- тестова сторінка оформлення замовлення.

Окремо до веб-клієнту додаються наступні вимоги:

- мобільна версія сайту;
- простий інтерфейс, який буде зрозумілий для людей різного віку.

Окрім функціональних вимог система має описуватись нефункціональними вимогами, що відображають обмеження, атрибути якості, бізнес-правила, зовнішні інтерфейси, надійність системи, її масштабованість та доступність.

До програмної системи висувуються наступні нефункціональні вимоги:

- безпечний метод аутентифікації користувача;
- безпечне з'єднання між клієнтськими додатками та сервером;
- безпечне зберігання даних;
- захист від DDoS атак;
- захист від методу перебирання (вгадування) пароля;
- просте горизонтальне масштабування.

Під час реалізації нефункціональних вимог до програмного продукту потрібно врахувати такі обмеження:

- база даних не повинна містити обмежень щодо кількості даних;

– унікальну ідентифікацію клієнтів необхідно здійснювати за допомогою перевірки спеціального імені на унікальне значення.

Дані, отримані при відстежуванні користувача, необхідно зберігати в сховищі. Для цього слід використати систему управління базами даних Microsoft SQL Server. Це безкоштовний багатофункціональний і надійний інструмент управління даними для спрощення веб-сайтів і класичних застосувань. Для інтеграції з .NET додатком варто використати технології Entity Framework та LINQ.

3 АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Траєкторія та відхилення миші

Найбільш часто використовуваний метод аналізу стеження за мишею досі був зосереджений на усереднених відхиленнях траєкторій в сторону певного напрямку. У вимірах конкретно враховується площа під кривою – геометрична область між траєкторією руху миші, яка спостерігається, і ідеалізованою прямою лінією, проведеної з початкової та кінцевої точок, і максимальне відхилення, довжина перпендикулярної лінії між ідеалізованою прямолінійною траєкторією і найдалшої точкою від цієї прямої лінії на траєкторії. Обидва показники оцінюють ступінь схильності до невибраної кінцевої точки, індексуючи величину активації для кожного варіанта в міру того, як процес прийняття рішення розгортається з плином часу.

Час початку і час відхилення траєкторії миші можна використовувати в якості показника активації реакції і досліджувати як поведінкова реакція по-різному розвиваються з плином часу. В якості конкретних прикладів того, як можна використовувати цю часову інформацію, учасники однієї серії досліджень класифікували політичних кандидатів-жінок як чоловіків або жінок і вивчали, як активація чоловічої категорії була пов'язана з результатами виборів. Залучення до чоловічій категорії негативно асоціювалося з перемогою на виборах жінок-кандидатів. Потім дослідники вивчили, що в потоці сприйняття траєкторії миші можуть відрізнити жінок-переможців від переможених, виявивши, що часткова активація реакції чоловічій категорії вже через 380 мс після пред'явлення особи було значним прогнозуванням невдач на виборах. Крім того, в іншій роботі порівнювали траєкторії миші китайських і американських учасників під час класифікації рас, і було виявлено, що відноситься до раси візуальний контекст впливав на траєкторії миші китайських учасників раніше в потоці обробки, ніж для американських учасників, таким чином вказуючи раніше вплив на процес категоризації китайських учасників [8]. Нарешті, інша робота, що вивчає гендерну

категоризацію, показала, що атипова сигналів пігментації особи привела до відхилень траєкторії, що починається на 100 мс раніше, ніж сигнали форми особи, надаючи детальну інформацію про те, що сигнали пігментації оброблялися раніше, ніж сигнали форми [9].

Рух курсора в часі можна проаналізувати як функцію декількох змінних. Приміром, для порівняння траєкторії миші до цілей, з великою кількістю успішних спроб, з цілями, що отримали менше успішних спроб, були усереднені усі траєкторії миші для кожного цілі, щоб оцінити середні координати x і y курсора миші в кожному часовому інтервалі. Потім, використовуючи серію кореляцій, були перевірена кореляція координати x з успіхом по кожній цільовій точці в кожному часовому інтервалі (рисунок 3.1). X -координати були значною мірою пов'язані з результатами підрахунку успішних спроб досягнення мети, починаючи з 380 мс і упродовж усієї іншої траєкторії, підтверджуючи можливість того, що первинні переваги користувача за формою і кольору об'єкту на ранній стадії сприйняття може вплинути на результати вибору.

Близькість – це Евклідова відстань між курсором і опцією відгуку, що включає x - та y -координати, тому необхідно досліджувати потенціал як горизонтальних, так і вертикальних відхилень траєкторій з часом. Формула для розрахунку евклідової відстані у будь-який момент часу:

$$distance((x, y), (a, b)) = \sqrt{(x - a)^2 + (y - b)^2},$$

де (x, y) координати курсора у будь-який момент часу, а (a, b) представлятиме координати місця розташування будь-якої цільової точки.

Пропорційна близькість обчислюється за формулою:

$$closeness = 1 - distance / \max(distance)$$

Після розрахунку близькості в кожен момент часу можливо досліджувати близькість миші до невибраного варіанту цільової точки з часом і її близькість до вибраного варіанту. Можливо досліджувати в який момент часу близькість миші досягнутої цільової точки значно відрізняється від його близькості до невибраної цільової точки. Такий аналіз схожий на вивчення розбіжності по координаті x з часом, за винятком того, що розбіжність з використанням оцінок близькості включає як горизонтальну, так і вертикальну розбіжність в часі.

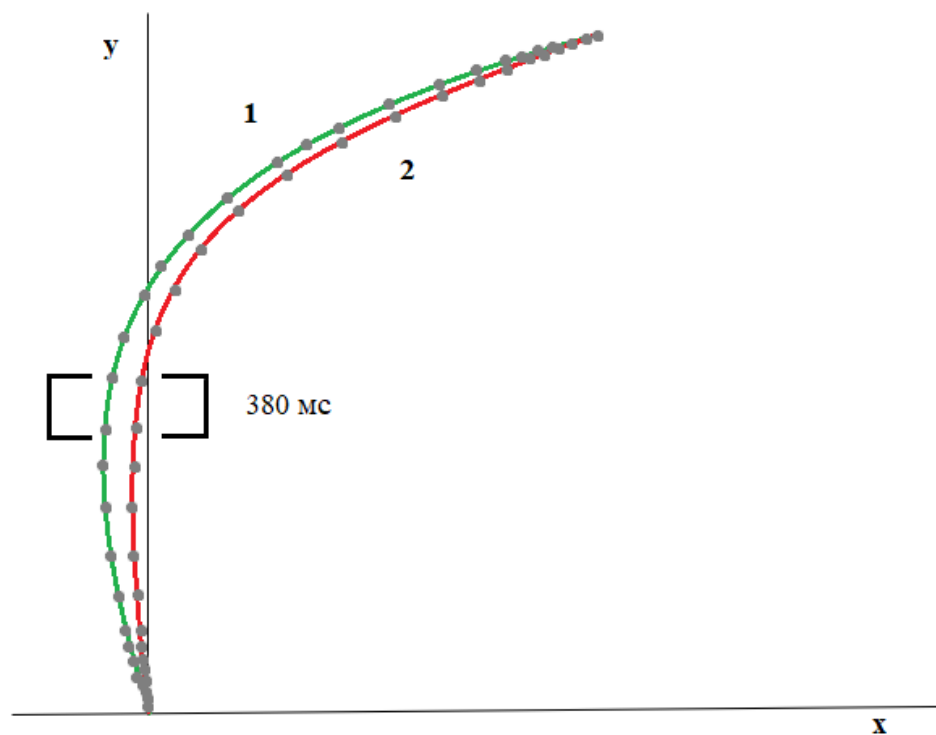


Рисунок 3.1 – Приклад нанесених на графік координат x та y . Час координат x курсора миші значимо корелювали з результатами виборів. Координати x були значно корельовано на 380 мс і залишалися значимими до кінця траєкторії. Точки означають розташування кожного часового інтервалу.

Тобто можна зробити висновок, що реакція людини сприймає раніше колір, а потім форму об'єкта. Це підтверджує, що роль кольору і форми об'єктів дизайну сайту грають ключову роль в поведінці користувача і впливає на кінцевий результат.

3.2 Швидкість та прискорення

Вивчення часових інтервалів може додатково надати корисну інформацію як про прискорення і пікові швидкості курсора миші під час вибору цільової точки, так і про психологічні процеси, які можуть управляти такою динамікою руху. Аналіз цих компонентів може надати інформацію про тимчасову динаміку активації реакції і конкуренції. Наприклад, деякі кількісні теоретичні моделі конкуренції цільових точок постулювали що, коли конкуруючі альтернативи кінцевих точок пригнічують один одного на ранній стадії обробки, у міру того, як конкуренція дозволяється, цей процес ослабляється і слід спостерігати швидке посилення активації реакції на альтернативу вибору. Це призводить до пророцтва, що сильніша конкуренція між варіантами реагування повинна характеризуватися початковим зниженням швидкості, оскільки конкуруючі варіанти вибору перешкоджають один одному з подальшим збільшенням швидкості, коли система зводиться до рішення і пригнічення ослабляється, зображено на рисунку 3.2.

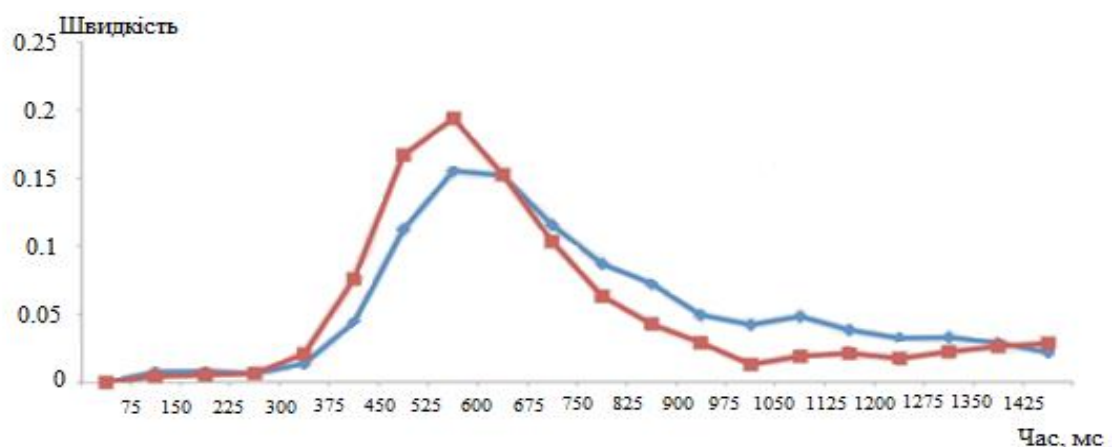


Рисунок 3.2 – Координата x-швидкості, побудована в часі руху миші при класифікації типових і атипових зразків (1 атиповий, 2 типовий).

Для нетипових цілей швидкість спочатку нижче, ніж для типових цілей але з часом збільшується. Таким чином, ці профілі швидкості вказують на різні

первинні зобов'язання по реагуванню і на те, як варіанти реагування з часом конкурують.

Такі моделі перевірені при аналізі профілів швидкості рухів миші під час вибору цільової точки між двома кнопками різного кольору, чорного і білого. Проаналізувавши результати, можна зробити висновок, що учасники експерименту робили позитивні оціночні судження про білу кнопку, профіль швидкості руху миші під час процесу оціночного судження відповідає цій передбаченій схемі первинного зниження швидкості і подальшого збільшення прискорення. З іншого боку, рухи миші при позитивній оцінці чорної кнопки були плавними і безперервними. Ця зміна швидкості можуть відбивати конкуренцію між позитивним і негативним стосункам людини до білого кольору. Таким чином, швидкість і прискорення надають унікальну інформацію, яка може ефективно визначати міру конкуренції, а також її дозвіл з часом. Такі безперервні поведінкові дані можна додатково порівнювати з пророцтвами кількісних теоретичних моделей в реальному часі. Швидкість і прискорення також може відбивати міру активації відповіді і дозволяє зробити висновок про те, коли беруться зобов'язання по конкретному вибору. Неправдиві ствердні вибори показали менші пікові швидкості, чим істинні ствердні вибори, а піки швидкості були значно затримані для неправдивих в порівнянні з істинними. Таким чином, піки швидкості можуть показати міру і початок зобов'язання по реагуванню, потенційно розкриваючи випадки в яких виникають зобов'язання по множинному реагуванню.

3.3 Просторовий безлад

Складність виникає в поведінці багатьох динамічних біологічних систем, включаючи людський мозок. В деяких випадках може бути корисно виміряти складність траєкторій миші. Якщо альтернативи множинної відповіді діють як

одночасні атрактори, що роблять вплив на траєкторії миші учасників, ця додаткова напруга може проявлятися у вигляді менш плавних, складніших і непередбачуваних траєкторій (рисунок 3.3).

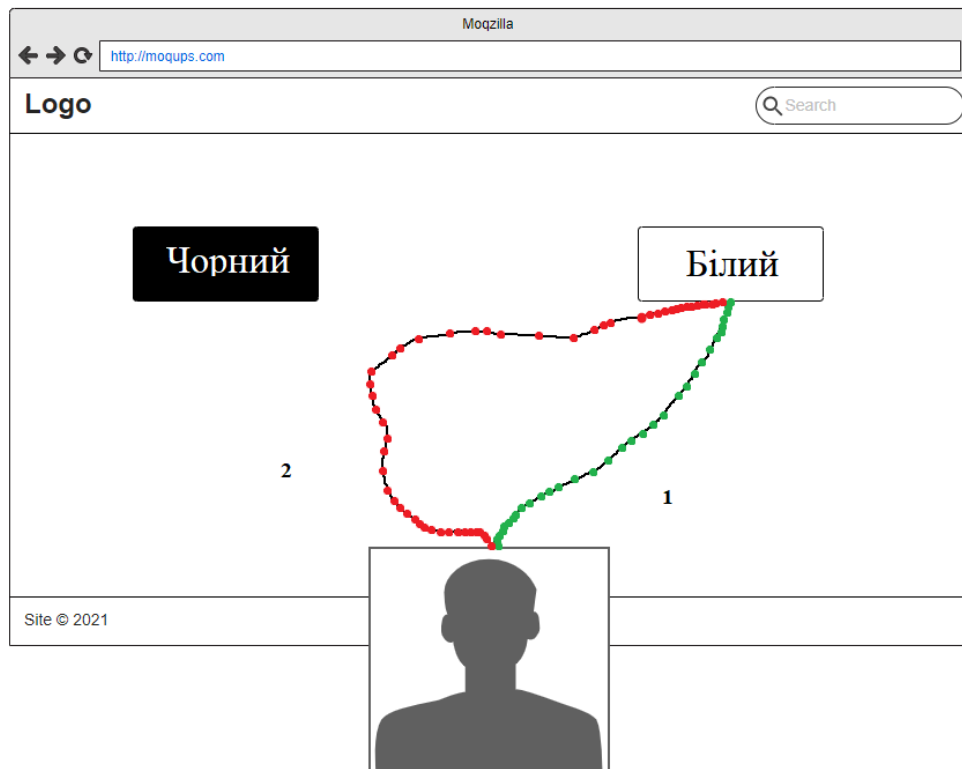


Рисунок 3.3 – Зразкова ентропія двох різних траєкторій миші. Більше нерівна і складна траєкторія під час категоризації атипової мети, чим типова, призводить до більшої ентропії.

Наприклад, було проведено дослідження по вибору між зображенням тварин, таких як китів і кішок, які показали, що атипові в порівнянні з типовими представниками категорій викликають складніші траєкторії при виборі [10]. Для дослідників, що дотримуються погляду динамічних систем, складність траєкторій реакції може розглядатися як свідчення діючого формального динамічного процесу [11]. Аналіз просторового безладу оптимальний для тих, хто зацікавлений в оцінці складності траєкторій. Просторовий безлад можна аналізувати за допомогою різних параметрів траєкторії. Ентропія є повнішою мірою, що вимірює міру нерівномірності і непередбачуваності руху по осі x .

Проста міра – це x -перевороти, загальна кількість зрушень напряму, зроблених на траєкторії, яка надає інформації про узгодженість напруму. Проте, якщо порушення руху по осі x не пов'язане зі змінами напруму, перевороти по осі x часто не уловлюють ці зміни.

Після отримання точок на осі x за нормалізований час на траєкторію, можливо вчислити x -зрушення між кожним кроком за нормалізований час:

$$\Delta x = x_{timestep+1} - x_{timestep}$$

Потім підрахувати кількість однакових вікон x -зрушення розміром m і $m+1$ (M_m та M_{m+1}), вчислити середню кількість схожих вікон для усіх вікон розміром m і $m+1$, і вчислити ентропію як:

$$\Delta S = -\ln \frac{M_{m+1}}{M_m}$$

$$\Delta S = \ln[M_m] - \ln[M_{m+1}]$$

Потім цей показник може бути підданий статистичним тестам, щоб досліджувати його зв'язок з іншими змінними.

3.4 Гладка і раптова реакція

Візуальний огляд траєкторії комп'ютерної миші з будь-якого експерименту по відстеженню миші швидко покаже, що вони можуть приймати декілька загальних форм. Тому можливо досліджувати, як ці різні форми можуть бути проаналізовані самі по собі, щоб перевірити, чи можуть різні експериментальні умови привести до різних типів конкуренції або патернів реакції-активації. Одна відмінність, яка була теоретично цінною це між траєкторіями миші, що

демонструють плавну конкуренцію (рисунок 3.4, траєкторія 1), і тими, в яких конкуренція призводить до початкового руху до однієї відповіді, яка різко перенаправляється в середині руху до іншої відповіді (рисунок 3.4, траєкторія 2) [12].

Дослідники виявили, що ці дві траєкторії реакції є показником унікальних когнітивних процесів, які при аналізі допомагають відповісти на їх теоретично важливі психологічні питання [13]. Наприклад, ситуацію в області сприйняття людини. При сприйнятті особи деякі риси дуже помітні, але не дуже добре підходять для діагностики даних соціальних категорій, а деякі риси не дуже помітні, але мають високу діагностичну цінність. Враховуйте довжину волосся, яка є дуже помітною, але не дуже діагностичною ознакою, і гендерні риси особи, менш помітні, але дуже діагностичні для точного визначення статі людини.

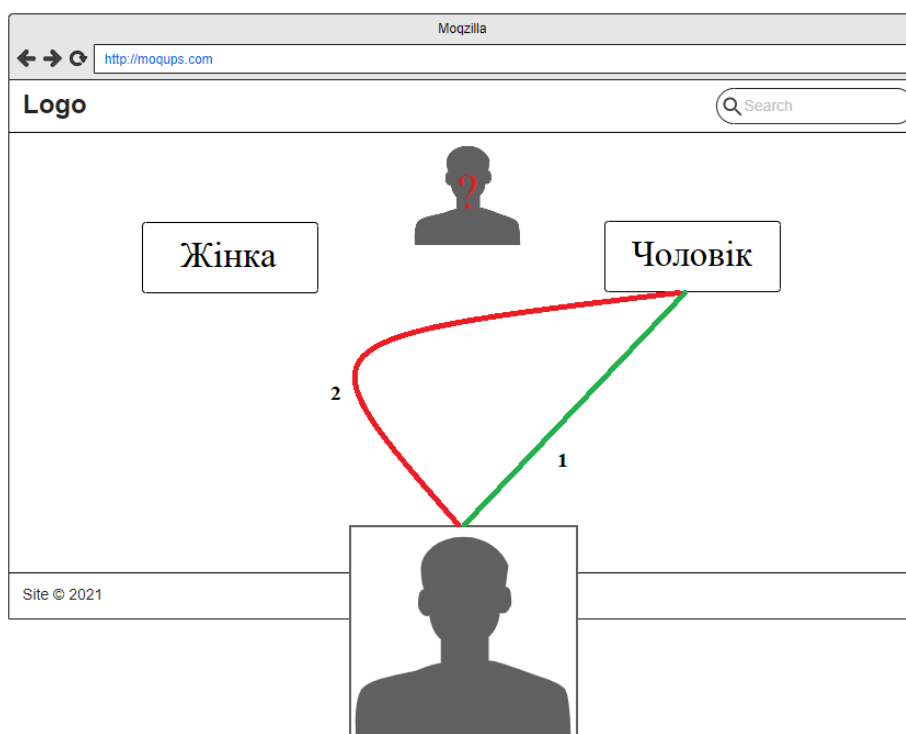


Рисунок 3.4 – Приклади траєкторій миші, що вказують на плавну, безперервну конкуренцію між відповідями і дискретне, різке зрушення в категоризації.

При класифікації цілей з типовим для людини волоссям, але сумішню чоловічих і жіночих рис обличчя, активація представлень чоловічої і жіночої

категорій може бути плавною і поступовою, оскільки додаткові сигнали інтегруються до тих пір, поки зрештою не буде вибрана одна категорія і не буде активована конкуруюча категорія. Траєкторії миші, які фіксують цей процес, будуть аналогічним чином плавними і градуйованими, як траєкторія 1 на рисунку 3.4. З іншого боку, цілі з нетиповим для людини волоссям можуть викликати якісно інший тип траєкторії. При класифікації цілей з типовими для статевої приналежності по волоссям, але сумішшю чоловічих і жіночих рис обличчя, активація представлень чоловічої і жіночої категорій може бути плавною і поступовою, оскільки додаткові сигнали інтегруються до тих пір, поки зрештою не буде вибрана одна категорія і не буде активована конкуруюча категорія.

Наприклад, при віднесенні до категорії чоловіків з довгим волоссям через те, що волосся дуже помітне, категорія «жінки» може спочатку отримати велику активацію. Тільки після подальшої обробки мети і включення чоловічих лицьових сигналів активація жіночої категорії буде пригнічена, а чоловіча категорія буде повністю активована. Траєкторії миші дозволяє виявити первинний прямий шлях до категорії жінок, який потім різко зміщується у бік середини руху реакції чоловіків (рисунку 3.4, траєкторія 2). Робота надала докази як плавної, так і різкої динаміки конкуренції під час гендерної категоризації [12].

3.5 Розподіл

Окремі траєкторії можуть бути визначені як плавні або різкі зрушення, проте часто ця експериментальна умова може містити суміш субпопуляцій, що розрізняються за формою. Наприклад, дослідники стверджували, що ця експериментальна умова включає динамічне змагання безлічі відповідей, що постійно конкурують в часі [14]. Таким чином, середня траєкторія цього стану повинна виглядати аналогічній траєкторії на верхній частині малюнка 3.5, демонструючи поступове динамічне тяжіння до протилежної реакції. Проте також

існує велика вірогідність того, що така середня траєкторія могла бути неправдивою, зробленою однією субпопуляцією траєкторій, що демонструють різкі зрушення в напрямі (нижня частина малюнка 3.5, режим 2), і іншою субпопуляцією, що демонструє повністю прямий рух практично без яких-небудь змін (нижня частина малюнка 3.5, режим 1) – точний прогноз, зроблений за допомогою дискретних, а не динамічних моделей [15].

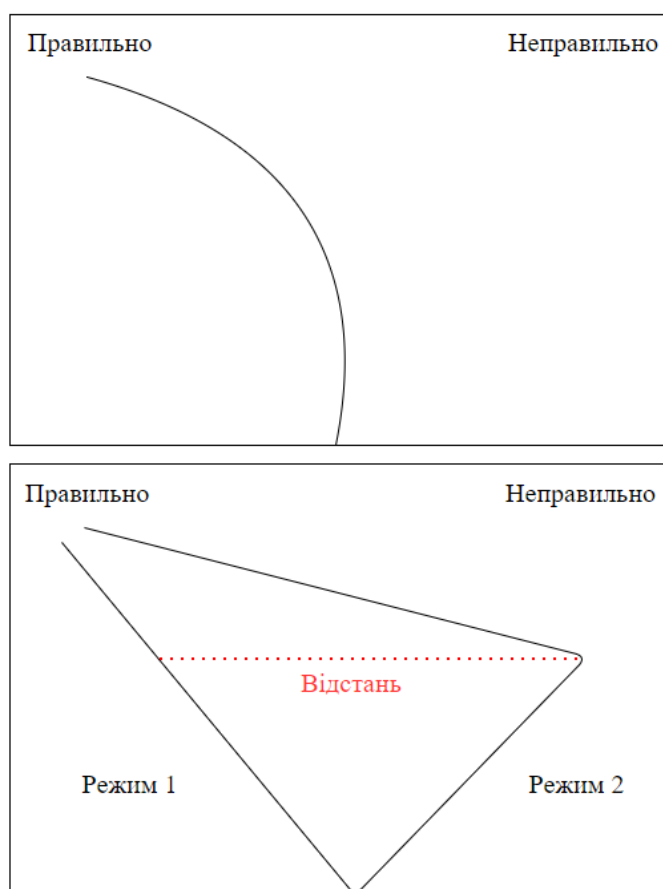


Рисунок 3.5 – Схематична ілюстрація того, як поодинокий режим динамічної конкуренції (верхня частина) і подвійні режими дискретних патернів реакції (нижня частина) проявляються в характеристиках розподілу відхилень траєкторії миші.

Попередні дослідження емпірично продемонстрували, що усереднювання по цих двох режимах дискретних траєкторій дає середню траєкторію, яка імітує ступінчасте динамічне тяжіння, як на верхній частині малюнка 3.5.

4 АРХІТЕКТУРА ТА ПРОЕКТУВАННЯ ПЗ

4.1 UML проектування ПЗ

UML це сучасний підхід до моделювання і документування програмного забезпечення [16]. Фактично, це один з найпопулярніших методів моделювання бізнес-процесів. UML дозволяє візуалізувати, уточнити, конструювати і документувати артефакти програмних систем. Візуалізація забезпечує ясність представлення обраних архітектурних рішень і дає розуміння, що розробляється у всій її повноті.

Для проектування програмної системи було використано онлайн засоби проектування Draw.io та спроектовано наступні діаграми UML.

На рисунку 4.1 зображено діаграму прецедентів.

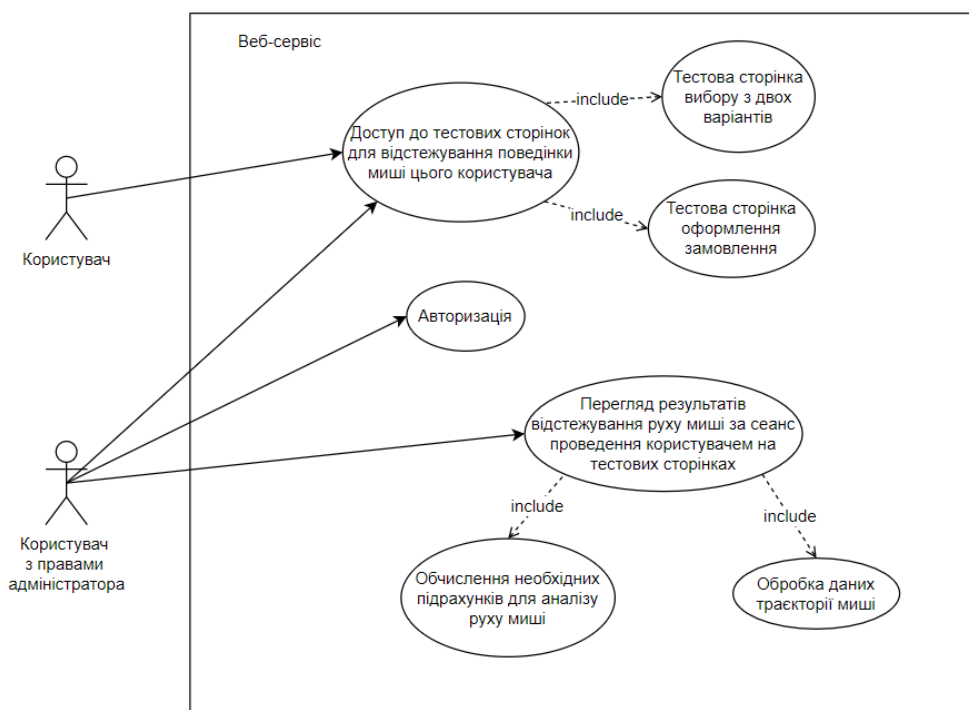


Рисунок 4.1 – Діаграма прецедентів

Має декілька акторів: користувач та користувач з правами адміністратор. Ця діаграма складається з акторів і функцій, які називаються варіантами

використання. Вона проектує систему у вигляді взаємодії системи з сутностями, в даному випадку веб-сервісу і користувачам, за допомогою опису функціонала. Тобто, кожен варіант використання описує деякий набір дій, що виконує система по відношенню до актора.

Користувач повинен мати можливість відвідати дві тестові сторінки : сторінка вибору одного варіанту з двох і сторінка оформлення замовлення, яка імітує частину функціонала інтернет-магазину.

Наступним кроком є моделювання діаграми розгортання, що зображена на рисунку 4.2. Ця діаграма представляє фізичне розташування системи, вказуючи складові програмного забезпечення: на якій платформі та на яких обчислювальних засобах вона реалізована.

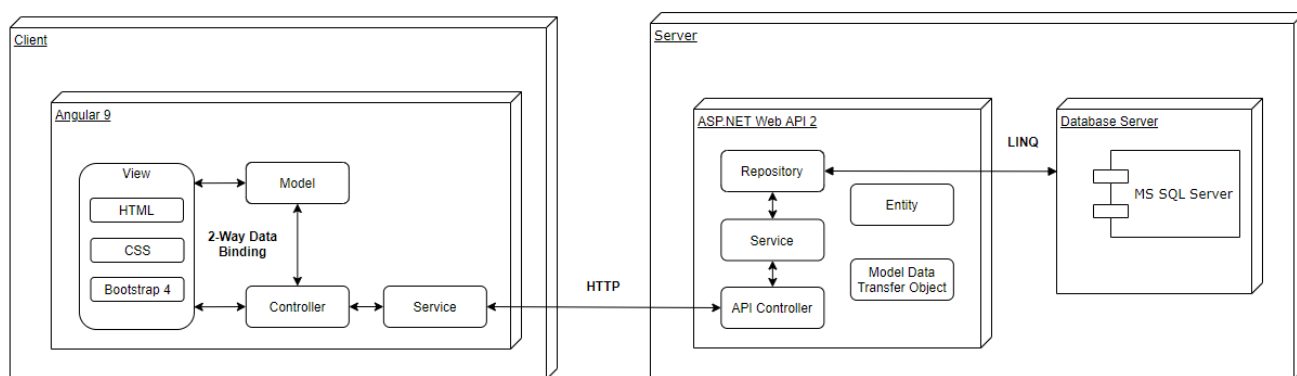


Рисунок 4.2 – Діаграма розгортання

Ця діаграма показує архітектуру виконання системи, включаючи такі модулі, як апаратні або програмні середовища виконання. Вона потрібна для візуального відображення елементів і компонентів програми, існуючих тільки на етапі її виконання. Використовуючи цю діаграму, можна зрозуміти, як система буде фізично розгорнута на устаткуванні, допомагає змодельовати топологію устаткування системи.

Дана схема показує які мови програмування та фреймворки (ASP.NET, Angular 9, HTML5), засоби обміну інформації (HTTP) та база даних (MS SQL Server) буде використовуватися при реалізації даної системи.

Розроблено діаграму активності, що зображено на рисунку 4.3, яка має в собі мету відобразити логіку процедур, бізнес процеси та потоки робіт. Якщо варіанти використання ставлять перед системою мету, то діаграма діяльності показує послідовність дій, необхідних для її досягнення.

Завдяки діаграмі активності, можливо вивчити поведінку системи та скорегувати її при необхідності.

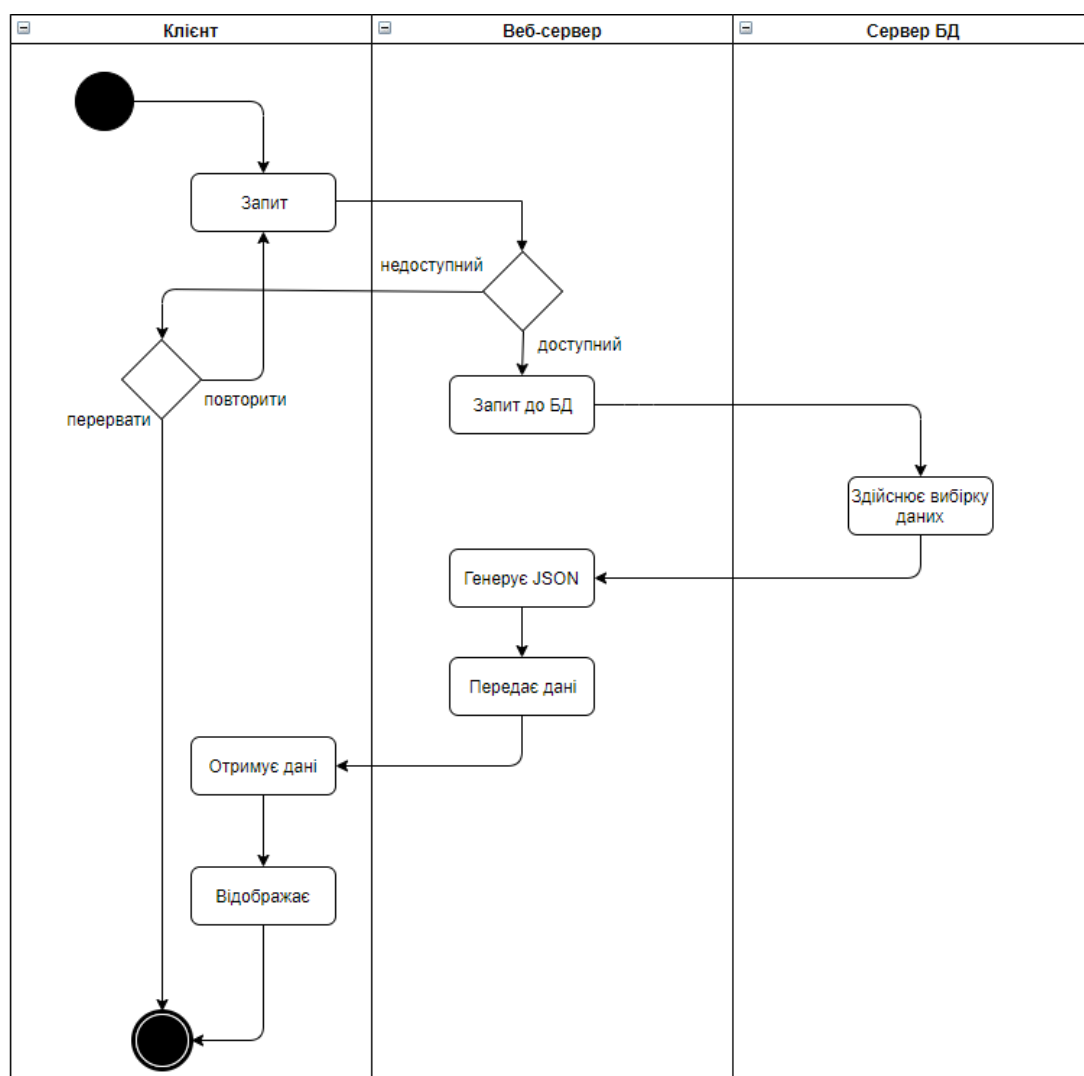


Рисунок 4.3 – Діаграма активності

В процесі роботи реалізовано зв'язок клієнта з сервером завдяки запитам. Веб-сайт відправляє запит для отримання потрібної інформації. Сервер обробляє отримані дані, проводить потрібні операції та робить запити до бази даних, після чого формує дані в форматі JSON та передає на клієнт, де вони і відображаються.

4.2 Проектування архітектури ПЗ

Для реалізації веб-сервісу було обрано класичну багат шарову архітектуру, яка дозволяє будь-якому з трьох шарів бути оновленим або заміненим незалежно один від одного.

Серверна частина складається з трьох рівнів: API layer, Business layer та Data Access layer.

API layer – це рівень з яким взаємодіє клієнт, посилаючи запити на веб сервер. Для реалізації буде використовуватися ASP.NET Web API, яка надає інфраструктуру для спрощення створення HTTP служб, які охоплюють широке коло клієнтів, включаючи браузері і мобільні пристрої та є ідеальною платформою для створення додатків RESTful в .NET.

Business layer – це рівень бізнес-логіки, який описує набір елементів, що відповідають за обробку отриманих даних від попереднього рівня. Цей рівень реалізує основну логіку веб-сервісу та відповідає за взаємодіє з базою даних.

Data Access layer – цей рівень відповідає за доступ до даних, який оперує моделями, що описують сутності та підключення до бази даних MS SQL Server.

У основі проекту закладена клієнт-серверна архітектура, яка є основною концепцією в розробці програмного забезпечення і забезпечує обмін інформацією між компонентами цього архітектурного шаблону.

Веб-клієнт даного проекту буде реалізований за допомогою веб-фреймворка Angular 9 використовується для розробки веб-додатків та надає потужний набір функцій. Однією з ключових особливостей Angular є те, що він використовує в якості мови програмування TypeScript та підтримує таку функціональність, як двостороннє зв'язування, що дозволяє динамічно змінювати дані в одному місці інтерфейсу при зміні даних моделі в іншому [17]. Також для написання використовувались мови розмітки HTML5, стилів CSS3 та бібліотека Bootstrap 4 [18].

За допомогою веб-сайту користувач може авторизуватися і проглянути усю інформацію про рух миші на тестових сторінках, ознайомиться з ключовим показниками для подальшого аналізу.

4.3 Проектування структури зберігання даних

У ході проектування було досліджено, що система яка розробляється, повинна зберігати дані рухи миші (координати, час), дані сторінки (висота, ширина, адреса сторінки, координати об'єктів і їх розміри), дані екземпляра на якому розгорнута ця сторінка, ідентифікатор користувача.

Тому у якості сховища необхідно використовувати базу даних, яка дозволяє зберігати безліч даних в різному форматі, будувати зв'язки між ними. Даних підхід дозволяє розробникові максимально точно збудувати ієрархію зв'язків сутностей, реалізувати функціонал за короткий проміжок часу для роботи з даними. Схему бази даних зображено на рисунку 4.4.

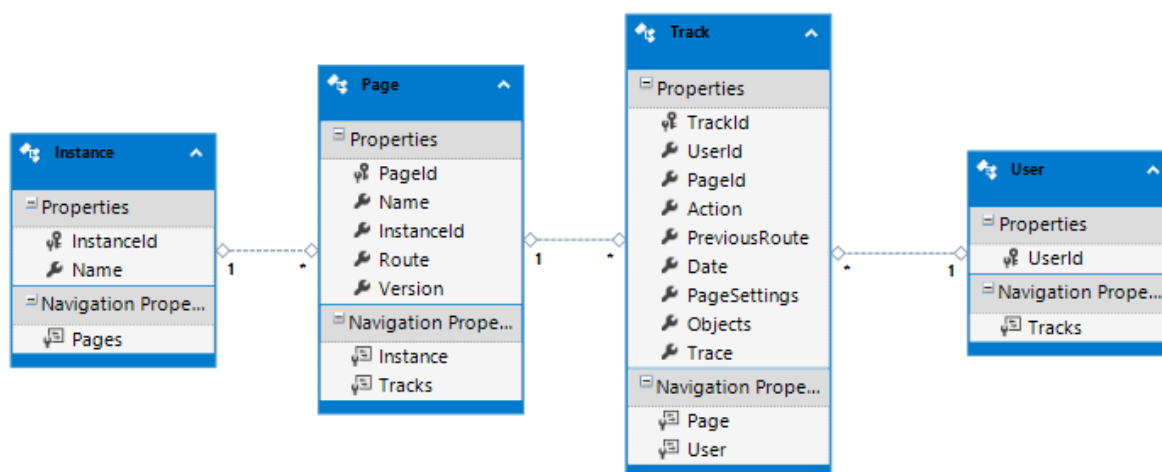


Рисунок 4.4 – Схема бази даних Web Analytics

Дані у базі даних відповідають моделям сутностей. Завдяки чому сучасна база даних дозволяє зберігати необхідні дані в повному об'ємі і мати

функціональну можливість для їх обробки. Згідно з цим отримуємо базу даних з чотирьох таблиць.

В якості СУБД було обрано Microsoft SQL Server, яка дозволяє керувати реляційними базами даних. Transact-SQL – номер один з мов запитів даної системи. Дозволяє зберігати дані різних розмірів, від персональних до великих організацій.

Таблиця Track має зв'язок з таблицею User «один до багатьох» один користувач може здійснювати дії неодноразово на декількох сторінках і екземплярах, а дані руху миші можуть здійснювати декілька користувачів. Аналогічний зв'язок з таблицею Page.

Поля PageSettings, Objects та Trace таблиці Track зберігають в собі дані у форматі JSON, приклад зображено на рисунку 4.5.

PageSettings	Objects	Trace
{"Width":1920,"Height":1040}	[{"X":1365,"Y":227,"Height":48,"Width":148,"Is Target":true},...]	[{"X":968,"Y":747,"DateTime":"2021-05-02T20:25:31.025Z"},...]
{"Width":1920,"Height":1040}	[{"X":1365,"Y":227,"Height":48,"Width":148,"Is Target":true},...]	[{"X":973,"Y":755,"DateTime":"2021-05-02T20:26:24.097Z"},...]
{"Width":1920,"Height":1040}	[{"X":1365,"Y":227,"Height":48,"Width":148,"Is Target":true},...]	[{"X":948,"Y":748,"DateTime":"2021-05-02T20:26:59.795Z"},...]
{"Width":1920,"Height":1040}	[{"X":1365,"Y":227,"Height":48,"Width":148,"Is Target":true},...]	[{"X":896,"Y":764,"DateTime":"2021-05-02T20:27:13.635Z"},...]

Рисунок 4.5 – Приклад збережених даних в JSON форматі

PageSettings зберігає в собі висоту і ширину сторінки. Objects зберігає в собі масив даних про місце розташування об'єктів і їх розмірів, а так само чи є вони цільовими або другорядними. Track зберігає в собі масив даних про точки з їх координатами і часом.

Таблиця Page має зв'язок з таблицею Instance «один до багатьох», бо у екземпляра може бути декілька сторінок, а сторінка може належати тільки одному веб-ресурсу.

5 ОПИС ПРИЙНЯТИХ ПРОГРАМНИХ РІШЕНЬ

Для проведення експериментів потрібна реалізація тестових сторінок з особливостями розташування цільових і другорядних точок. Було реалізовано шість сторінок для шести типів експериментів. Розроблено сторінку контролю проходження тестових сторінок, що зображено на рисунку 5.1.

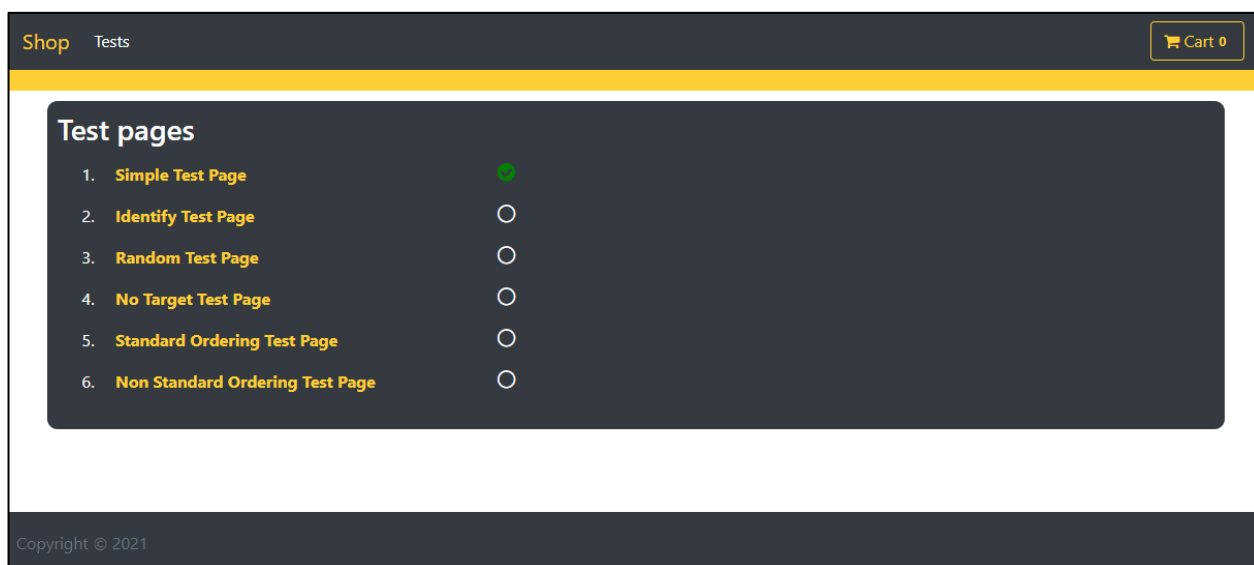


Рисунок 5.1 – Сторінка контролю проходження тестових сторінок

Суть реалізації такої структури полягає в тому, що кожен користувач повинен перейти на усі шість тестові сторінки і досягти певного результату. Сторінки мають цільові і другорядні точки. Результати їх дій будуть проаналізовані.

Розуміння теоретичних принципів, що управляють відстежуванням миші, має вирішальне значення для розуміння того, наскільки воно корисне і чим відрізняється від інших заходів. Візуальний огляд окремих траєкторій миші з будь-якого експерименту по відстежуванню миші швидко покаже, що вони можуть приймати декілька загальних форм.

Для отримання точних результатів фіксація руху миші розпочинається з натиснення кнопки Start, що зображено на рисунку 5.2, і завершується по досягненню кінцевої мети.

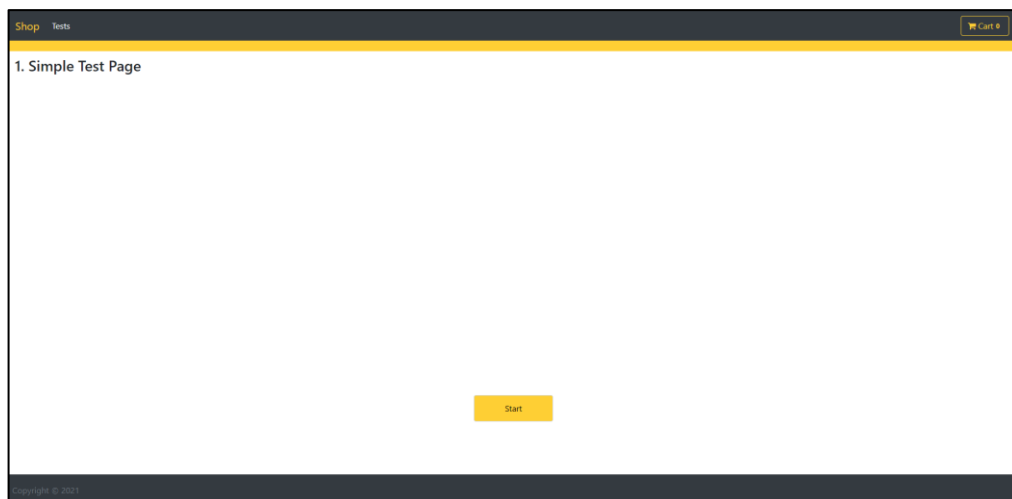


Рисунок 5.2 – Сторінка початку експерименту

Після натиснення кнопки Start запускається процес збору інформації руху миші і відкривається тестова сторінка. Наприклад, проста тестова сторінка, що зображено на рисунку 5.3.

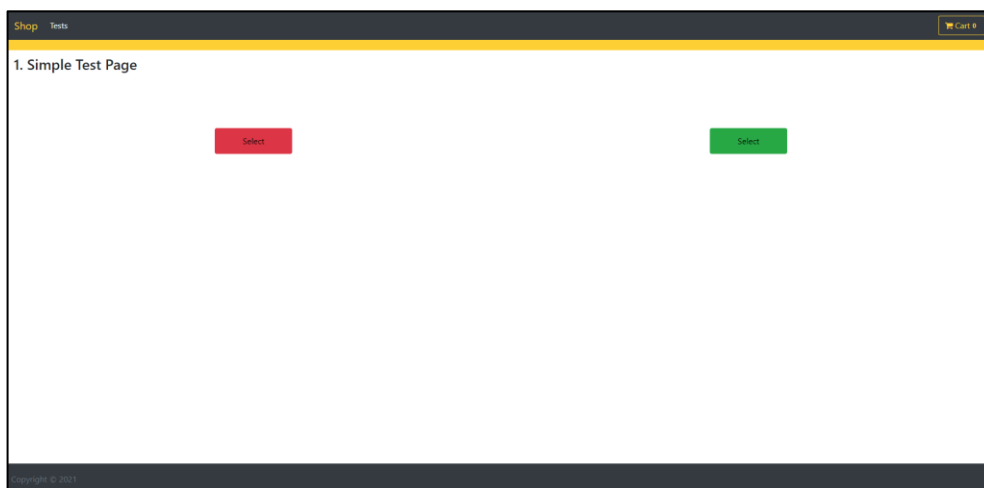


Рисунок 5.3 – Проста тестова сторінка

Перша тестова сторінка складається з двох кнопкою різних кольорів, де червона кнопка – другорядна, зелена кнопка – цільова. За допомогою такої

конструкції дизайну планується перевірити вплив кольору на психологію людини і важливість цього чинника в процесі дії користувача по відношенню до цільової точки веб-сторінки.

Червоний колір є одним з найсильніших кольорів. Цей колір одночасно і теплий, і спонукає до дії, до мозкової активності, але досить агресивний. Червоний колір може нести в собі досить багато різних підтекстів, одночасно може як покращувати настрій, так і дратувати нервову систему, викликаючи внутрішнє відчуття люті, стресу і навіть гніву. При великих кількостях може асоціюватися з небезпекою і попередженням, примушуючи привернути до себе увагу.

Зелений колір сприятливо впливає на організм людини, здатний привести тіло в необхідний життєвий тонус. Весь світ вважає зелений колір символом безпеки, згадати той же світлофор і зелений в якості позначення безпечного початку руху для пішоходів.

Для наступного експерименту реалізована сторінка з двома варіантами вибору і фотографією по середині, зображено на рисунку 5.4.

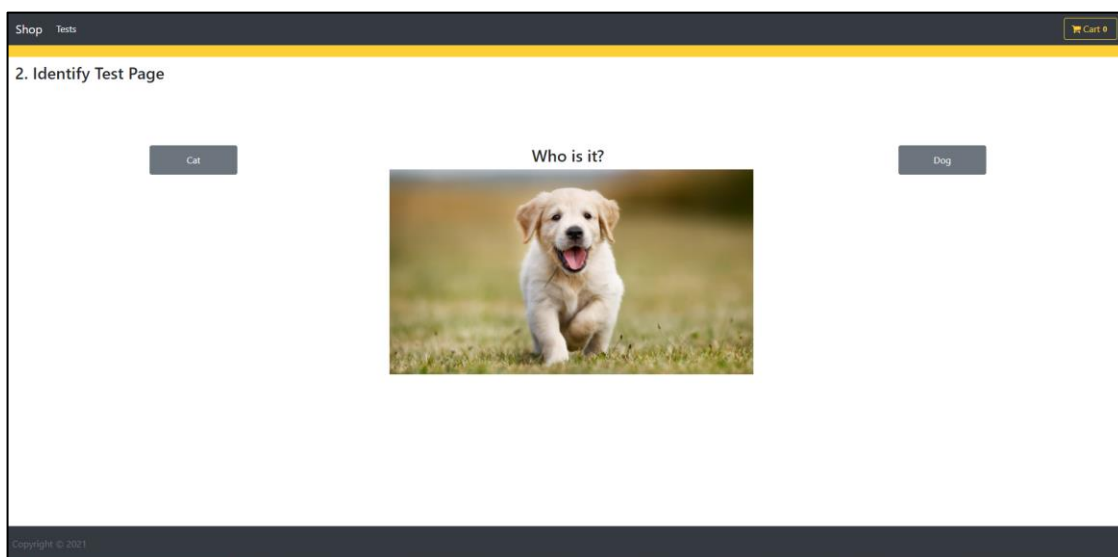


Рисунок 5.4 – Тестова сторінка визначення хто на фото

Стандартне завдання з двома варіантами вибору. Користувачеві надається зображення і потім він відповідає за допомогою кнопок з написом, які

характеризують об'єкт, зображений на малюнку. Коли користувач переміщає курсор миші для вибору відповідної відповіді, записуються x- та у-координати миші на шляху до вибору відповіді. Ці траєкторії миші потім об'єднуються і аналізуються, забезпечуючи високочутливу міру того, в якому ступені і коли під час обробки в реальному часі відповідь була активована і частково зафіксована, навіть якщо зрештою цей варіант користувач не вибрав.

Наступна сторінка складається з дев'яти однакових кнопок, одна з яких має напис Correct і є цільовою. Цільова кнопка має випадкове місце розташування.

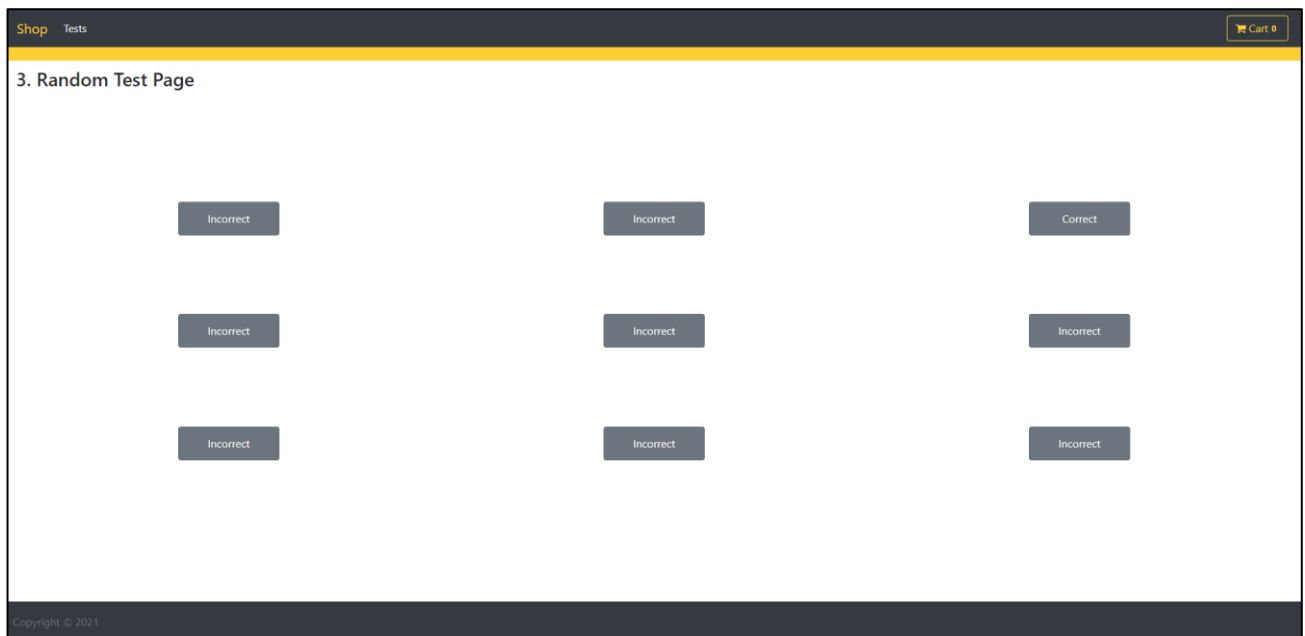


Рисунок 5.5 – Тестова сторінка з випадковим розташуванням цільової точки

За допомогою цього макету можливо досліджувати показники під час просторового безладу, тобто вплив декількох ідентичних елементів на сприйняття і поведінку користувача. Передбачається, що мало хто з користувачів захоче витратити час на розбір візуального безладу. Щоб уникнути цю проблему рекомендується використати метод візуальної ієрархії. Цей підхід можна створити за допомогою кольору, контрасту, масштабу, угруповання, близькості елементів і їх загальних областей.

Так само була створена сторінка без цільової точки, яка проковує користувача зробити вибір між двома ідентичними другорядними точками. У цьому експерименті можливо зафіксувати показники руху миші у разі, коли сторінка не має мети.

Для останніх двох експериментів реалізована сторінка перегляду продукту з можливістю купівлі продукту або відміни цієї дії. Суть експерименту полягає перевірити показники миші, коли кнопка купівлі розташована в стандартному місці розташуванні і в не стандартному.

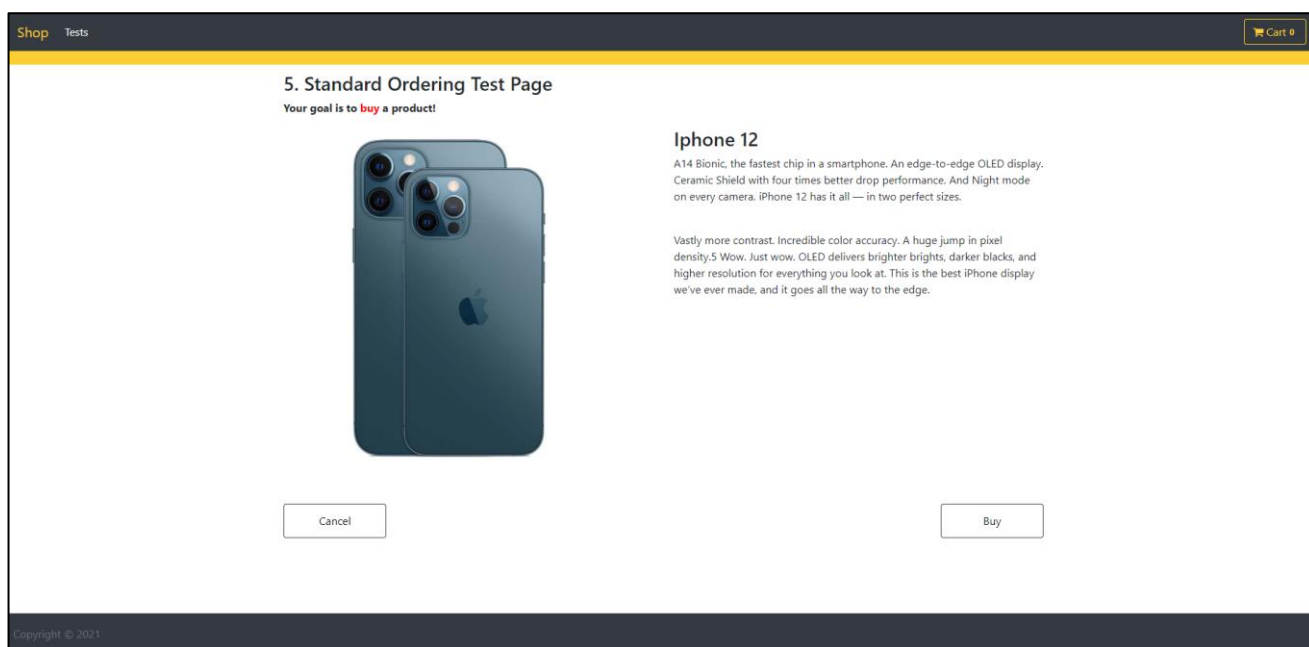


Рисунок 5.6 – Тестова сторінка оформлення замовлення

Перед початком роботи з веб-аналітикою користувач повинен зареєструватися в системі. Для авторизації необхідно ввести логін і пароль. Після успішної авторизації, користувач перенаправляється на головну сторінку веб-ресурсу, де доступна панель фільтрації, список відвідувань сторінок користувачем, панель відображення траєкторії руху миші, характеристики сторінки, графік відображення швидкості на часовій шкалі і вчислені показники руху миші, зображено на рисунку 5.7.

Для зручності користувачеві доступна панель фільтрації з можливість відображення тільки тих даних, які були отримані після натиснення на цільові і другорядні точки, або переходом між сторінок, що виключає попадання у вибірку даних, які були отримані після зміни розміру вікна браузера.

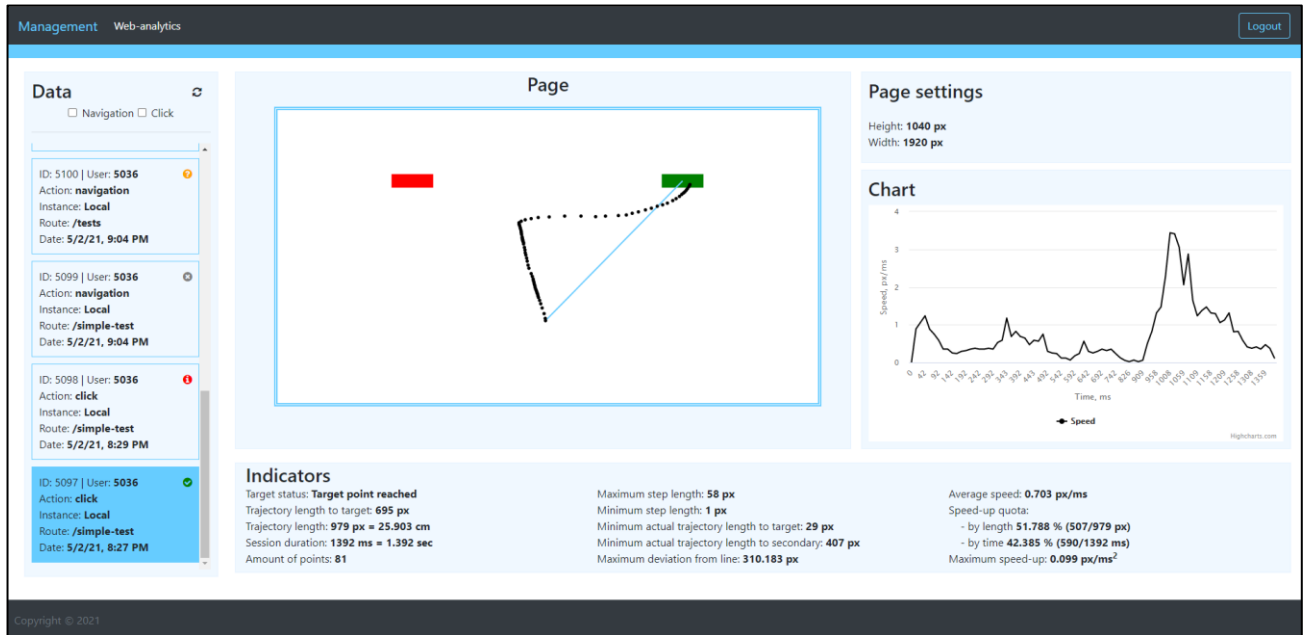


Рисунок 5.7 – Сторінка веб-аналітики

Біля кожного елемента списку відображається індикатор різних кольорів, які сигналізують чи були досягнута цільова точка, другорядна точка, не досягнута або елементи на сторінці відсутні. Сторінка дозволяє досліджувати рух миші за допомогою чотирнадцяти показників.

6 АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ПРАКТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

6.1 Опис проведених експериментів та формування показників

Зміни показників руху миші можуть сигналізувати про наявність проблемних зон на веб-сторінці, які пов'язані з веб-дизайном, розташуванням елементів і контентом. Веб-дизайн є створенням структури веб-сайту, яка відрізняється оригінальністю застосування різних графічних, стилістичних, композиційних і колірних рішень, що гарантують правильне естетичне сприйняття і зручність користування сайтом.

Для кожного сеансу користувача на тестовій сторінці будуть заміряні і вичислені чотирнадцять показників:

- відмітка чи досягнута цільова або другорядна точка;
- довжина прямої від початкової точки входу до цільової точки;
- довжина траєкторії руху миші;
- час сесії;
- кількість точок на траєкторії;
- максимальна довжина кроку, тобто довжина між точками на траєкторії;
- мінімальна довжина кроку;
- мінімальна актуальна відстань до цільової точки;
- мінімальна актуальна відстань до другорядної точки;
- максимальне відхилення від прямої;
- середня швидкість;
- частка прискорення по відстані;
- частка прискорення за часом;
- максимальне прискорення.

У експерименті взяло участь двадцять людей різної статі і віку. Результати по першій тестовій сторінці наведено у таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Результати показників на простій тестовій сторінці

Користувач	1	2	3	4	5
Досягнуто цільову або другорядну точку	цільову	цільову	цільову	цільову	другорядну
Довжина прямої до цільової точки, рх	684	686	698	695	670
Довжина траєкторії, рх	656	659	792	979	822
Час сесії, мс	1243	1120	2276	1392	1694
Кількість точок	67	28	120	81	103
Максимальна довжина кроку, рх	31	74	33	58	31
Мінімальна довжина кроку, рх	1	1	1	1	1
Мінімальна актуальна відстань до цільової точки, рх	63	24	28	29	487
Мінімальна актуальна відстань до другорядної точки, рх	648	700	554	407	41
Максимальне відхилення від прямої, рх	94	10	135	310	695
Середня швидкість, рх	0.528	0.588	0.348	0.703	0.485
Частка прискорення по відстані, %	63	45	53	52	55
Частка прискорення за часом, %	42	12	40	42	46
Максимальне прискорення, рх/мс ²	0.042	0.199	0.062	0.099	0.061

На підставі отриманих результатів, можна зробити висновок, що більш прийнятніший зелений колір кнопки ніж червоний, що підтверджує вплив кольору на психологічні процеси людини, які виражаються в його діях, включаючи рухи миші. У таблиці представлені результати п'яти людей, де 80% обрали зелену кнопку [19].

Для обчислення відстані від точки до прямої на площині використовується наступна формула:

$$distance((x_1, y_1), (x_2, y_2), (x_0, y_0)) = \frac{|(y_2 - y_1)x_0 - (x_2 - x_1)y_0 + x_2y_1 - y_2x_1|}{\sqrt{(y_2 - y_1)^2 + (x_2 - x_1)^2}},$$

де (x_1, y_1) та (x_2, y_2) є точками через які проходить пряма.

Формула швидкості:

$$V = \frac{S}{t},$$

де S це пройдений шлях, довжина траєкторії миші, t проміжок часу, за який пройдений шлях.

Формула прискорення:

$$\alpha = \frac{V_1 - V_0}{t} = \frac{\Delta V}{t},$$

де V_1, V_0 швидкості на початку і у кінці даного періоду часу тривалістю t .

Середньостатистичні результати тестових сторінок наведено у таблиці 6.2, тестові сторінки:

- а) проста тестова сторінка;
- б) тестова сторінка визначення хто на фото;
- в) тестова сторінка з рандомним розташуванням цільової точки;
- г) тестова сторінка без цільової точки;

- д) стандартна тестова сторінка оформлення замовлення;
 е) не стандартна тестова сторінка оформлення замовлення.

Таблиця 6.2 – Середньостатистичні результати тестових сторінок

Тестова сторінка	а	б	в	г	д	е
Досягнуто цільову або другорядну точку	цільову	цільову	цільову	другорядну	цільову	цільову
Довжина прямої до цільової точки, рх	714	828	444	немає	733	741
Довжина траєкторії, рх	790	868	567	1482	703	1252
Час сесії, мс	1091	1739	3319	6220	1178	2347
Кількість точок	67	80	136	246	72	130
Максимальна довжина кроку, рх	46	75	36	28	32	38
Мінімальна довжина кроку, рх	1	1	1	1	1	1
Мінімальна актуальна відстань до цільової точки, рх	53	21	31	немає	32	49
Мінімальна актуальна відстань до другорядної точки, рх	518	768	69	35	706	196
Максимальне відхилення від прямої, рх	191	84	119	немає	51	515
Середня швидкість, рх	0.724	0.499	0.171	0.238	0.597	0.533
Частка прискорення по відстані, %	54	56	61	50	52	48

Кінець таблиці 6.2

Тестова сторінка	а	б	в	г	д	е
Частка прискорення за часом, %	48	35	30	28	47	37
Максимальне прискорення, рх/мс ²	0.066	0.059	0.062	0.25	0.054	0.136

Аналізуючи отримані дані можна зробити висновок, що показник мінімальної довжини кроку не має значення для вивчення залежності руху миші від структури веб-сторінки, оскільки в усіх експериментах цей показник дорівнює однаковому мінімальному значенню.

Для простої сторінки з вибором між двома варіантами різних кольорів, час сесія є найменшою серед усіх тестових сторінок, з урахуванням того, що довжина траєкторії і прямої до цільової точки не є найменшими. На підставі цих чинників, можна зробити висновок що колірна гамма дизайну сайту і окремих елементів є одними з ключовими властивостями в досягненні необхідного результату.

Показники сторінки за визначенням хто на фото, демонструють підвищення часу сесії, що обумовлено процесом усвідомлення користувачем поставленого завдання і реакцією у відповідь за допомогою вибору одного з двох варіантів. Максимальна довжина кроку більше в півтора рази чим в першому експерименті, проте кількість точок більша, що сигналізує про початковий застій руху миші і потім швидкою реакцією у бік правильної відповіді.

На сторінці з рандомним розташуванням цільової точки час сесії досить тривалий для подібного типу сторінок, а середня швидкість найменша серед усіх показників експерименту, що сигналізує про просторовий безлад, невизначеність в структурі веб-сторінки.

Сторінка без цільової точки має найменшу долю прискорення за часом. Це обумовлено тим, що користувач в замішанні і не має представлення по наступному кроку дії. Це підтверджують максимальні показники довжини

траєкторії і часу сесії серед усіх тестових сторінок. Варто відмітити, що максимальна довжина кроку найменша серед усіх експериментів.

Останній експеримент проведений за допомогою сторінки оформлення замовлення, яка містить фотографію продукту, опис, кнопки відміна і купити. Мета користувача вчинити купівлю, тобто натиснути на кнопку купити. У першому випадку кнопка купити розташована в стандартному місці правого нижнього кута, в другому випадку кнопки відміна і купити поміняні місцями. Аналізуючи показники по двох цих сторінках можна зробити висновок, що користувачі чекають стандартне розташування кнопок, що видно по різниці показника мінімальної відстані до другорядної точки і максимального відхилення від прямої. Це сигналізує про те, що користувач чекав інший елемент, але в останню мить змінив курс руху миші на користь цільового об'єкту.

Підсумок:

- колір елементів впливає на остаточний вибір користувача, на швидкість реакції вибору цільової точки, що можна визначити за допомогою показника часу сеансу на сторінці і по середній швидкості;
- підвищення кількості точок на траєкторії миші і максимальної довжини кроку, зменшення долі прискорення за часом сигнализують про те, що користувач зіткнувся із завданням, яке вимагає відповіді від мозкової діяльності і потім швидка реакція, на підставі отриманих даних від динамічних біологічних систем;
- тривалий час сесії і найменша середня швидкість сигналізує про просторовий безлад, невизначеність в структурі веб-сторінки;
- найменша доля прискорення за часом і довжина кроку, найбільші показники тривалості сесії і довжини траєкторії можуть сигналізувати про відсутність мети сторінки;
- мінімальні показники відстані до другорядних точок і максимальні відхилення від прямої можуть сигналізувати про неправильне розташування елементів.

6.2 План подальшого дослідження

Наступних крок дослідження полягає в реалізації функціональної можливості застосування отриманих показників руху миші для автоматизованого визначення недоліків веб-сторінки і подальшої адаптації веб-ресурсу під потреби користувача.

Сервіс повинен бути побудований на аналізі великої кількості даних і класифікувати недоліки веб-сторінок за допомогою методів машинного навчання [20].

Класифікація – один з методів машинного навчання, який потрібний для вирішення великої кількості завдань. Існують об'єкти – показники сторінок з їх характеристиками, які розділені на класи недоліків. У нашому випадку ці класи будуть генеруватися в залежності від кількості та значень атрибутів, а оцінку і найменування цьому класу повинен задати експерт цієї області. Також існують об'єкти, для яких відомо до яких класів вони належать – їх можна визначити як навчальну вибірку, наприклад розглянути в експериментах тестові сторінки. Класова належність інших об'єктів не відома, саме тому необхідно реалізувати алгоритм, завдяки якому зможемо класифікувати довільний об'єкт з початкової множини.

У ролі класифікатора буде обрано дерево прийняття рішень із використанням алгоритму C4.5 – модифікований алгоритм підтримки прийняття рішення, що використовується в інтелектуальному аналізі даних [21], машинному навчанні та статистиці [22]. На основі проблем, які виникають при побудові дерев, є можливість позначити переваги цього підходу

- швидкий процес навчання;
- зрозуміла класифікаційна схема;
- побудова не параметричних моделей;
- висока точність сценарію.

ВИСНОВКИ

У результаті виконання науково-дослідницької атестаційної роботи була проаналізована предметна область аналізу користувачів на веб-сайті, ознайомився з можливими методами в основі яких закладено відстежування руху миші, який був узятий за основу цієї роботи.

Під час аналізу результатів досліджень був зроблений акцент на:

- аналізі динаміки координат траєкторії миші, корисної для вивчення того, як різні чинники роблять вплив на процес ухвалення рішень, що розвивається, або інтегруються в нього з часом;
- дослідження швидкості і прискорення, яке може індексувати міру конкуренції відповідей в різні моменти часу;
- оцінка просторового безладу траєкторій, що вказує на складність і непередбачуваність, пов'язану з динамікою реакції;
- ідентифікація плавної і різкої конкуренції відповідей, яка може дати важливі відомості про наявність динамічніших в порівнянні з більше дискретними когнітивними процесами.

Була спроектована веб-орієнтована система, що дозволяє відстежувати траєкторію миші на текстових веб-сторінках, візуалізувати результати і обчислювати необхідні показники для подальшого аналізу.

Система базується на сервісно-орієнтованій архітектурі, тому складається з окремих частин: сервера та веб-клієнта. Сервер розроблено з використанням мови програмування C# та платформи ASP.NET.

Веб-клієнт розроблений за допомогою фреймворка Angular 9. Однією з ключових особливостей Angular є те, що він використовує в якості мови програмування TypeScript. Надає таку функціональність, як двостороннє зв'язування, що дозволяє динамічно змінювати дані в одному місці інтерфейсу при зміні даних моделі в іншому, шаблони, маршрутизацію.

Проаналізовано дії користувачів на тестових сторінках, зафіксовані показники руху миші. Були виявлені закономірності і експериментально доведено зв'язок поведінки користувача з дизайном і розміщенням елементів на сторінці.

Наступних крок дослідження полягає в реалізації функціональної можливості застосування отриманих показників руху миші для автоматизованого визначення недоліків веб-сторінки і подальшої адаптації веб-ресурсу під потреби користувача за допомогою дерева прийняття рішень із використанням алгоритму C4.5.

В результаті поставлену мету науково-дослідної атестаційної роботи було цілком досягнуто.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Computer mouse movement patterns: A potential marker of mild cognitive impairment URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352872915000792> (дата звернення: 15.02.2021)
2. How to Read Your Visitors' Minds by Watching Their On-Site Behavior <https://neilpatel.com/> (дата звернення: 16.02.2021)
3. Google Analytics URL: <https://analytics.google.com/> (дата звернення: 17.02.2021)
4. Spring Metrics URL: <https://docs.spring.io/> (дата звернення: 17.02.2021)
5. Clicky URL: <https://clicky.com/> (дата звернення: 17.02.2021)
6. Woopra URL: <https://www.woopra.com/> (дата звернення: 17.02.2021)
7. Mint URL: <https://haveamint.com/> (дата звернення: 17.02.2021)
8. Freeman, J. B., Ma, Y., Han, S., & Ambady, N. Influences of culture and visual context on realtime social categorization. *Journal of Experimental Social Psychology*, 2013. 206–210 с.
9. Freeman, J. B., & Ambady, N. Hand movements reveal the time-course of shape and pigmentation processing in face categorization. *Psychonomic Bulletin & Review*, 2011. 705–712 с.
10. Dale, R., Kehoe, C., & Spivey, M. J. Graded motor responses in the time course of categorizing atypical exemplars. *Memory & Cognition*, 2007. 15–28 с.
11. Spivey, M. J., Anderson, S. E., & Dale, R. The phase transition in human cognition. *New Mathematics and Natural Computation*, 2009. 197–220 с.
12. Freeman, J. B. Abrupt category shifts during real-time person perception. *Psychonomic Bulletin & Review*, 2014. 85–92 с.
13. Platonov V., Tsokota V., Smelyakov K., Tovchyrechko D. Efficiency of professional psychological selection for risky jobs using computer technology // *Cyberspace conference 2020 online*, 26-29 November 2020, (Masaryk University) Brno, Czech Republic. – P. 13.

14. Freeman, J. B., & Ambady, N. Motions of the hand expose the partial and parallel activation of stereotypes. *Psychological Science*, 2009. 1183– 1188 с.
15. Freeman, J. B., & Dale, R. Assessing bimodality to detect the presence of a dual cognitive process. *Behavior Research Methods*, 2013. 83–97 с.
16. Фаулер М. UML. Основы : пер. с англ. А.: Петухов/Фаулер М., Скотт К. – СПб.: СИМВОЛ, 2006. 184 с.
17. Ари Лернер, Нейт Мюррей, Ng-Book 2: The Complete Book on Angular 2 – 2016
18. Bottstrap 4 URL: <https://getbootstrap.com/docs/4.3/getting-started/introduction/> (дата звернення: 01.03.2021)
19. S. Bieliievstov, I. Ruban, K. Smelyakov, D. Sumtsov Network technology for transmission of visual information//Selected Papers of the XVIII International Scientific and Practical Conference on Information Technologies and Security (ITS 2018). – CEUR Workshop Processing. – Kyiv, Ukraine, November 27, 2018. – P. 160-175.
20. Jiawei Han, Micheline Kamber. *Data Mining: Concepts and Techniques* (The Morgan Kaufmann Series in Data Management Systems) 3rd Edition. United States of America, 2011. 703 с.
21. Smelyakov K., Smelyakov S., Chupryna A. *Advances in Spatio-Temporal Segmentation of Visual Data. Chapter 1. Adaptive Edge Detection Models and Algorithms. Series Studies in Computational Intelligence (SCI), Vol. 876.* – Publisher Springer, Cham, 2020. – P. 1-51.
22. C4.5 algorithm and Multivariate Decision Trees. URL: https://www.researchgate.net/publication/267945462_C45_algorithm_and_Multivariate_Decision_Trees (дата звернення: 20.04.2021)