

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧОРНОМОРСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ПЕТРА МОГИЛИ

ЄРЬОМІН БОГДАН ВІТАЛІЙОВИЧ

УДК 004.42:004.62

**ФОРМУВАННЯ ТЕПЛОВИХ КАРТ ДЛЯ ДИНАМІЧНИХ
ВЕБ-ЗАСТОСУНКІВ, ПОБУДОВАНИХ ЗА SPA ТА PWA
ТЕХНОЛОГІЯМИ**

124 – Системний аналіз

Автореферат
магістерської наукової роботи на здобуття освітньої кваліфікації
«Магістр системного аналізу»

Миколаїв – 2020

Магістерською науковою роботою є рукопис.

Робота виконана в Чорноморському національному університеті імені Петра Могили Міністерства освіти і науки України на кафедрі інтелектуальних інформаційних систем

Науковий керівник: канд. техн. наук, доцент, доцент
кафедри комп'ютерної інженерії
Журавська Ірина Миколаївна

Рецензент: канд. фіз.-мат. наук, доцент, доцент
кафедри комп'ютерної інженерії
Пузирьов Сергій Володимирович

Захист відбудеться «26» лютого 2020 р. о 9³⁰ год. на засіданні екзаменаційної комісії (ауд. 2-403) у Чорноморському національному університеті імені Петра Могили за адресою: 54003, м. Миколаїв, вул. 68-ми Десантників, 10.

З магістерською науковою роботою можна ознайомитися в бібліотеці Чорноморського національного університету імені Петра Могили за адресою: 54003, м. Миколаїв, вул. 68-ми Десантників, 10.

Автореферат представлений «22» лютого 2020 р.

Секретар
екзаменаційної комісії,
канд. пед. наук, доцент

Н. М. Болюбаш

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність дослідження визначається складністю формування оцінки та вибору методу дослідження дій користувачів на веб-застосунках через неповноту та нечіткість даних пропонуємих аналогів теплових карт, складністю виділення найбільш важливих та впливових критеріїв для подальшого аналізу взаємодії користувача та веб-застосунку.

Метою магістерської наукової роботи є адаптування теплових карт до веб-застосунків, побудованих за SPA та PWA-технологіями.

Об'єктом дослідження є процес аналізу активності дій користувача при роботі з веб-застосунками за допомогою теплових карт.

Предметом дослідження є методи та засоби дослідження активності користувачів веб-застосунків та візуального аналізу їх дій з використанням теплових карт.

Практичне значення даної магістерської наукової роботи полягає у можливості застосування модифікованої теплової карти в аналізі дій користувачів веб-застосунків, побудованих за SPA та PWA технологіями.

Результати даної магістерської наукової роботи було надруковано у тезах XIII Міжнародної наукової конференції «Ольвійський форум – 2019: стратегії країн Причорноморського регіону в геополітичному просторі» (Миколаїв, 6–9 червня 2019 р.) та VIII Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні управляючі системи і технології» (ІУСТ-2019) (Одеса, 25–29 вересня 2019 р.).

Магістерська наукова робота складається зі вступу, 6 розділів, висновків, переліку посилань та 3 додатків. Загальний обсяг роботи складає 95 сторінок, 31 рисунок, 15 таблиць та 33 посилання на літературні джерела.

Ключові слова: теплова карта, карта кліків, температурна шкала, метод точкової активності, SPA та PWA технології, аналіз даних.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** магістерської наукової роботи обґрунтовано актуальність обраної теми, сформульовано мету і задачі дослідження, визначено предмет та об'єкт дослідження.

У **першому розділі** наведений аналіз основних видів теплових карт, що використовуються для аналізу дій користувача при роботі зі статичними веб-застосунками.

Також проаналізовані найбільш розповсюджені програми, що використовують теплові карти для відображення основних метрик сайту.

Доведено, що процес та методи використання теплових карт для аналізу активності користувача на динамічних веб-застосунках є недостатньо вивченою галуззю, має дуже обмежений вибір інструментів аналізу.

Тому розробка теплових карт для динамічних веб-застосунків, побудованих за SPA та PWA технологіями, є задачею актуальною та потребує подальших досліджень..

У **другому розділі** були дослідженні методи візуалізації активності користувачів на веб-сайтах за допомогою теплових карт.

Розглянуто моделі кольороутворення для реалізації теплових карт. Визначено що доцільним для виконання поставлених завдань є використання RGB-моделі.

За результатами досліджень визначено, що найбільш придатним для отримання даних щодо активності користувачів веб-застосунків з використанням теплових карт є метод на основі точкових даних.

Для аналізу сучасних веб-застосунків на основі SPA та PWA-технологій запропоновано модифікувати зазначений метод за рахунок прив'язки аналітичних функцій не до координат екрану, а до об'єктів односторінкових сайтів.

При аналізі взаємодії користувача з додатком може бути корисна будь-яка інформація про будь-яку активність користувача. Чим більший обсяг інформації якою володіє експерт, тим більше факторів він зможе врахувати. Однак при цьому інформація повинна бути придатна для подальшої обробки та використання. Наприклад, при тестуванні юзабіліті, іноді, ведуть відеозапис того, що відбувається

на екрані і / або поведінки користувача. Це дозволяє відстежити практично всі види активності, але подальша обробка таких відеозаписів вкрай трудомістка, не кажучи вже про складнощі з підготовкою випробовуваних. Методика відеозапису забезпечує повноту інформації, що збирається, але не забезпечує спосіб її зберігання у вигляді статистичних даних, з якими можна проводити подальші операції.

Одним з найбільш поширеним є *метод створення графічного представлення даних* у вигляді теплової карти. Він описує процес побудови теплової карти без прив'язки до області юзабіліті і аналізу активності користувача, основна сфера його застосування – уявлення числових даних. У ньому докладно викладено принцип подання окремих елементів даних у вигляді кіл з градієнтом інтенсивності кольору від центру до країв і принцип підсумовування інтенсивності при перетині кіл. На рис. 1 представлений приклад роботи методу при використанні рівномірного градієнта кольору і частковому перетині кіл.

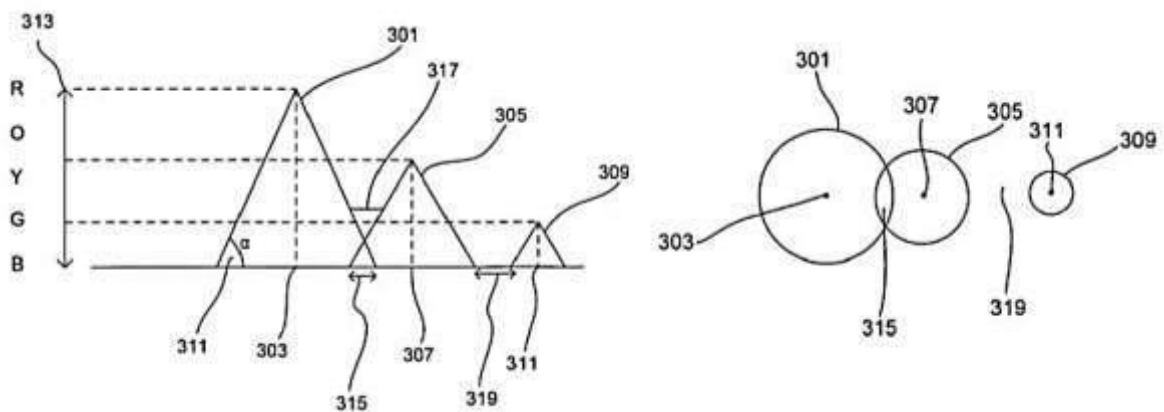


Рис. 1. Приклад побудови теплової карти з рівномірним градієнтом кольору і частковим перетином кіл

При аналізі точкових даних активності користувача вказаний метод непридатний, оскільки він не враховує деякі важливі моменти. По-перше, не вказується, яким чином вибирати початкову інтенсивність, так як передбачається використання методу для конкретних числових даних. По-друге, при повному перекритті однієї окружності інший відображається не сумарна інтенсивність, а використовується її зворотній розподіл для перекритої окружності, щоб вона проявилася крізь її перекривання, як представлено на рис. 2. Це знижує рівень

наочності при аналізі точкових даних активності користувача, оскільки найбільший інтерес представляє саме загальна сумарна інтенсивність.

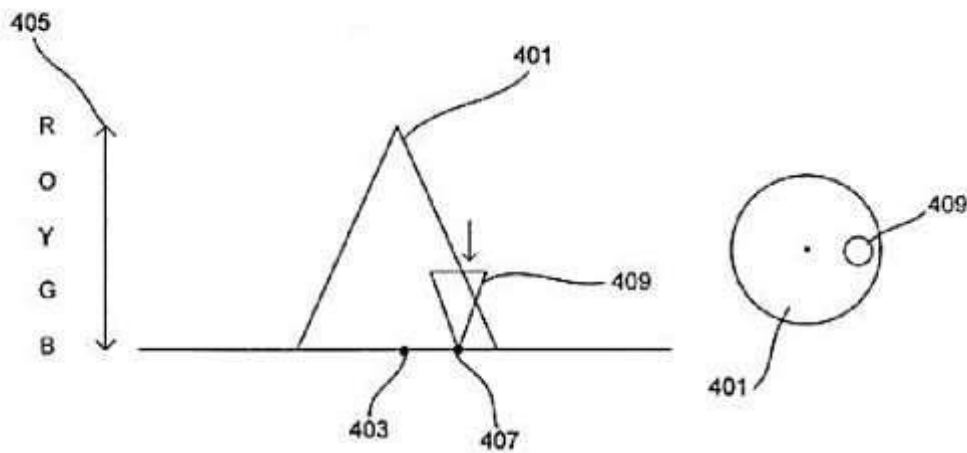


Рис. 2. Візуалізація точкових даних у вигляді теплової карти з перекриттям точок

Тому більшого поширення набув *метод побудови теплової карти за точковою активністю*.

З огляду на недоліки розглянутого методу, можна запропонувати модифікацію методу побудови теплової карти для точкових даних про активність користувача програми. Основна ідея запропонованого методу при побудові теплової карти повинні враховуватися як щільність розташування даних, так і параметри, що визначаються експертом.

Експерт може визначати такі параметри, як дистанція градієнта інтенсивності і дистанція перекриття. Розглянемо ці поняття.

Кожен елемент точкової активності представляють у вигляді кола з лінійно-убутним градієнтом інтенсивності кольору від центру до країв. Радіус кола (область інтенсивності) визначається значенням дистанції градієнта інтенсивності (ДГІ) і задається експертом. Конкретний колір кожної точки на теплової карті визначають за значенням її сукупної інтенсивності, суми значень інтенсивності всіх областей, що покривають цю точку, і вибраної колірної схеми (палітри). Якщо значення сукупної інтенсивності більше «1» (одиниці), його необхідно поставити рівним «1» (одиниці).

Початкове значення градієнта інтенсивності I_H обчислюється за формулою $I_H = \text{МКП}^1$, де МКП максимальна кількість перекривають один одного кіл на всій області даних. Дві або більше окружності вважаються перекривають один одного, якщо відстань між ними попарно менше значення дистанції перекриття (ДП), заданої експертом. Кінцеве значення градієнта інтенсивності I_K завжди дорівнює «0» (нулю).

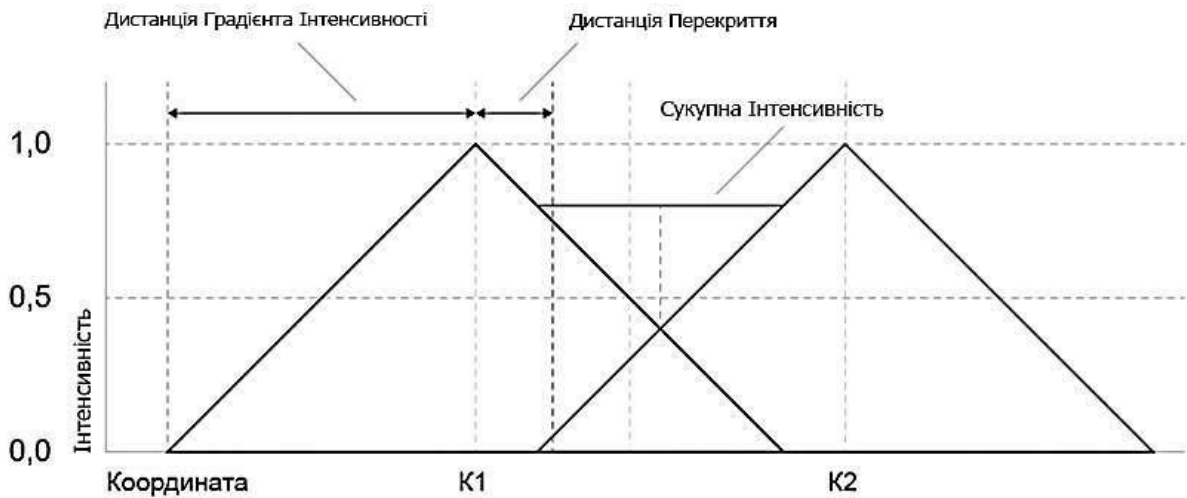


Рис. 3. Перетин областей інтенсивності точок

Завдяки розрахунку I_H на основі МКП забезпечується достовірність візуальних даних без втрат. При високій щільності точкових даних найбільшу інтенсивність матимуть окремі області, фактично окреслені цими точками, а не ті, де сформувалася

б максимальна сукупна інтенсивність. Наприклад, на рис. 3 зображені дві області інтенсивності. Для зручності окружності представлені у вигляді трикутників на координатній площині, де горизонтальна вісь – координата (позиція) точки, вертикальна - інтенсивність.

Доки відстань між двома точками більше половини ДП, сукупна інтенсивність менша «1» (одиниці), так як інтенсивність обчислюється за лінійним градієнтом. Коли ж відстань стає менше або дорівнює половині значення ДП, сукупна інтенсивність стає більше або дорівнює «1» (одиниці) відповідно.

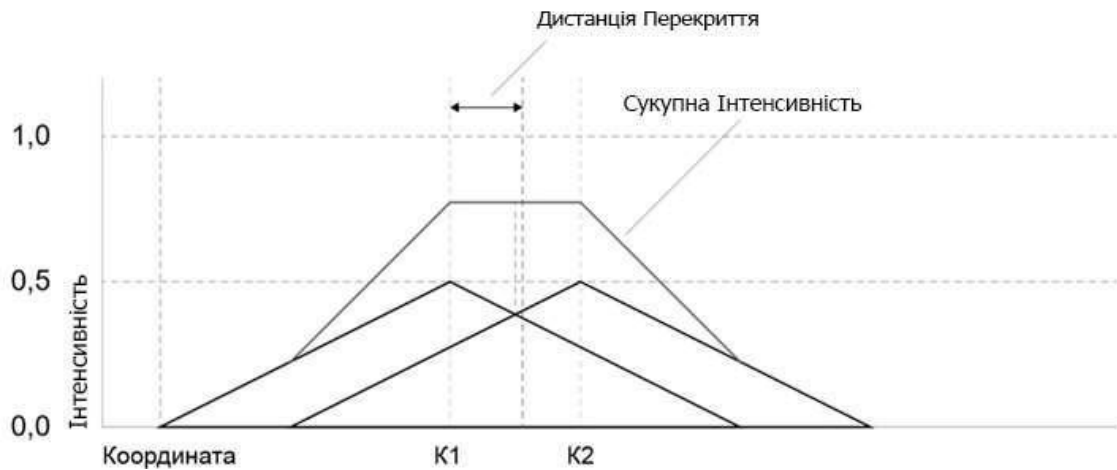


Рис. 4. Перекриття областей інтенсивності точок

В залежності від заданого експертом значення ДП до визначеного моменту допускається втрата візуальних даних, так як в більшості випадків інтерес представляє саме сукупна інтенсивність деякої області інтерфейсу. Наприклад, кліки по кнопці або її галузі, а не по конкретній точці на ній. Якщо точки виявляються на відстані меншій або рівній значенням ДП, як, наприклад, на рис. 4, відбувається перерахунок початкової інтенсивності для всіх точок.

На основі значень інтенсивності і обраної колірної схеми (палітри) можуть бути побудовані різні теплові карти, карти прозорості та інші різновиди карт, вибір конкретної карти залежить від специфіки аналізу що проводиться. Під картою прозорості, наприклад, розуміють візуалізацію, при якій області з найменшою активністю представлені чорним непрозорим кольором, зі збільшенням прозорості – в областях з більшою інтенсивністю

Таким чином, під теплової картою точкової активності користувача буде розумітися візуалізація точкової активності користувача, побудована на основі обчислених значень сукупної інтенсивності для кожної точки прив'язаної до об'єкту односторінкового веб-сайту замість координати на екрані і з використанням певної колірної схеми.

Для реалізації модифікованого методу необхідно розробити алгоритм та програмне забезпечення застосовно до сайту, побудованого за SPA та PWA-технологіями.

В третьому розділі був розроблений алгоритм методу побудови теплової карти на основі точкових даних про активність користувачів програми.

Запропоноване рішення дозволяє враховувати як щільність розташування даних, так і визначувані експертом параметри – дистанцію градієнта інтенсивності і дистанцію перекриття.

Розроблене програмно-алгоритмічне забезпечення може бути використане при безпосередньому аналізі та оцінці юзабіліті користувальницьких інтерфейсів, а також при проведенні наукових досліджень в даній сфері.

Також був описаний покроково алгоритм реалізації модифікованого методу побудови теплової карти за точковою активністю користувачів, описаного у розділі 2. Використані наведені вище поняття ДГІ, ДП, МКП, початкового і кінцевого значення градієнту інтенсивності.

Вхід: Точкові дані про активність користувача (набір точок із зазначенням їх координат на площині), значення ДГІ, значення ДП, палітра.

Вихід: Теплова карта точкової активності користувача.

Крок 1. Одержати вхідні дані. Точкові дані активності користувача можуть генеруватись або збиратись будь-яким чином, наприклад, за допомогою вбудовування у програмний код спеціальної логіки, котра відслідковує кліки мишею на інтерфейсі та записує інформацію про них в файл. Значення ДГІ, значення ДП і палітра визначаються експертом і залежать від специфіки аналізу що проводиться.

Крок 2. Розрахувати значення МКП. Крок 3. Розрахувати значення I_n за формулою $I_n = МКП^1$.

Крок 4. Для кожного елемента даних активності користувача збудувати на карті область інтенсивності у вигляді кола з центром у зазначеній точці, радіус визначити рівним значенню ДГІ і збудувати лінійний градієнт значення інтенсивності від центру кола до країв. Початкове значення градієнта задати рівним I_n , кінцеве - рівним 0 (нулю).

Крок 4.1. Якщо області інтенсивності двох або більше кіл перетинаються, для кожної точки в області перетину розрахувати сукупну інтенсивність як суму значень інтенсивності всіх областей, що покривають цю точку.

Крок 4.2. Якщо значення сукупної інтенсивності більше 1, встановити значення сукупної інтенсивності рівним 1 (одиниці).

Крок 5. Візуалізувати теплову карту на підставі значень інтенсивності для кожної точки і зазначеної палітри.

Крок 6. Віддати на вихід теплову карту.

Блок-схема описаного методу представлена на рис. 5.

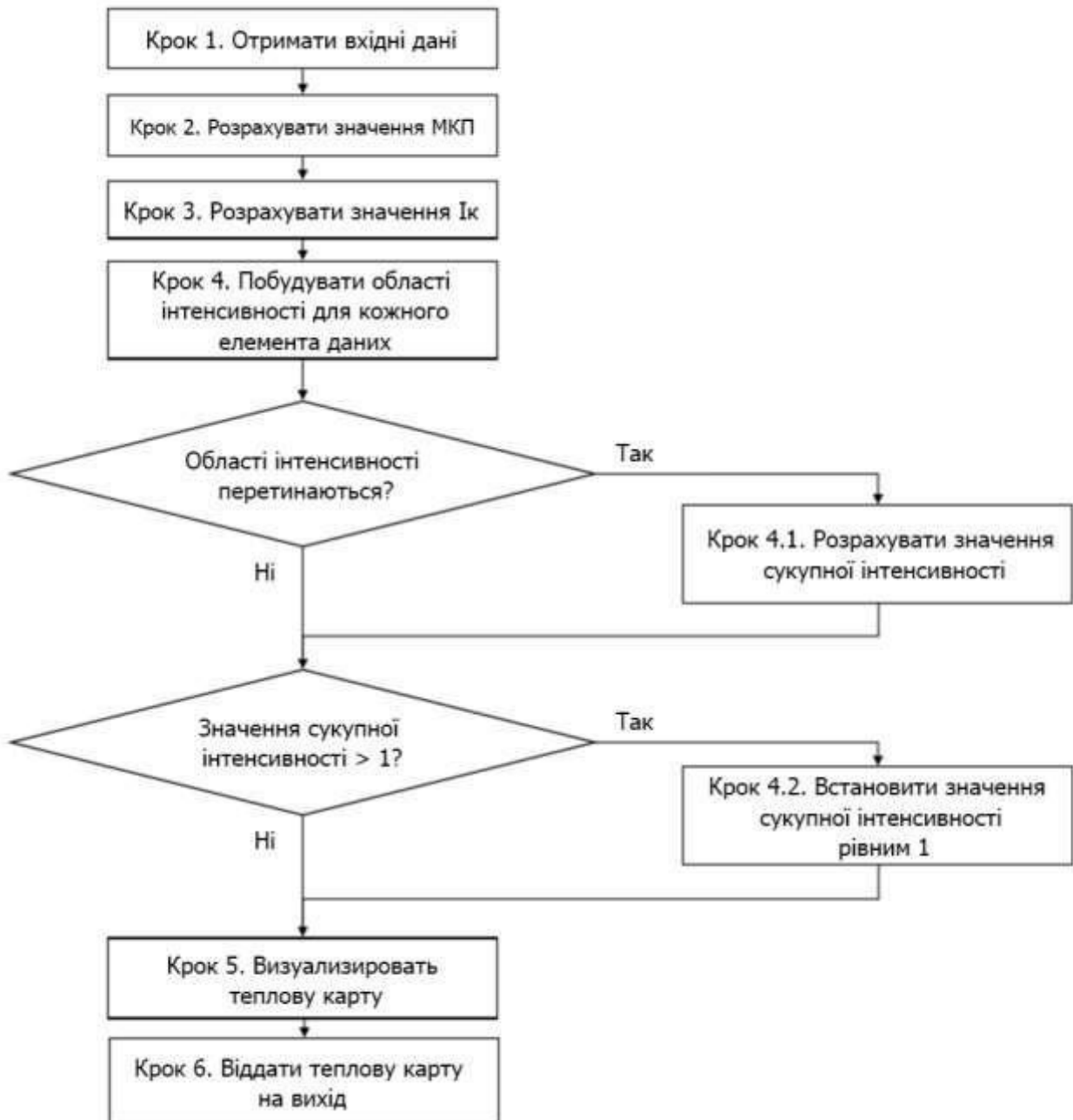


Рис. 5. Блок-схема алгоритму методу побудови теплової карти

У четвертому розділі було випробувано розроблене програмне забезпечення на інтернет кафе «BUR/GER/US», а також було проаналізовані дії користувачів і пріоритети на сайті за допомогою теплової карти.

Побудована теплова карта кліків відстежує дію користувачів на веб-застосунку як на всьому сайті, так і на окремих його частинах. На прикладі меню можна відстежити які товари мають попит, а які являються аутсайдерами.

Так як меню товарів складається із окремих блоків, які при переході завантажуються за певним шаблоном, можливо зібрати та вивести статистику на кожен із них.

Розглянувши меню напоїв (рис. 6, табл. 1), можна визначити, що на сторінку з товаром Соса Сола користувачі переходять частіше всього, а це значить, що він має більший попит ніж усі інші позиції. У той же час, товар Juise майже не цікавить користувачів.

Окрім цього, можна вивести статистику всього сегменту переглядів і підрахувати, скільки якого товару було замовлено на протязі тижня (рис. 7).



Рис. 6. Теплова карта меню напоїв

Таблиця 1. Динаміка попиту переглядів асортименту напоїв на сайті протягом тижня

Назви напоїв	Дні тижня							Всього за тиждень
	Пн	Вт	Ср	Чт	Пт	Сб	Нд	
Coca Cola	9	13	21	17	33	24	42	159
Pepsi	9	11	2	5	7	10	9	53
Juice	2	3	1	3	3	4	3	19
Coffe	15	11	6	9	14	9	6	70
Tea	13	9	15	17	14	16	15	99
Milkshake	1	3	7	5	4	7	8	35

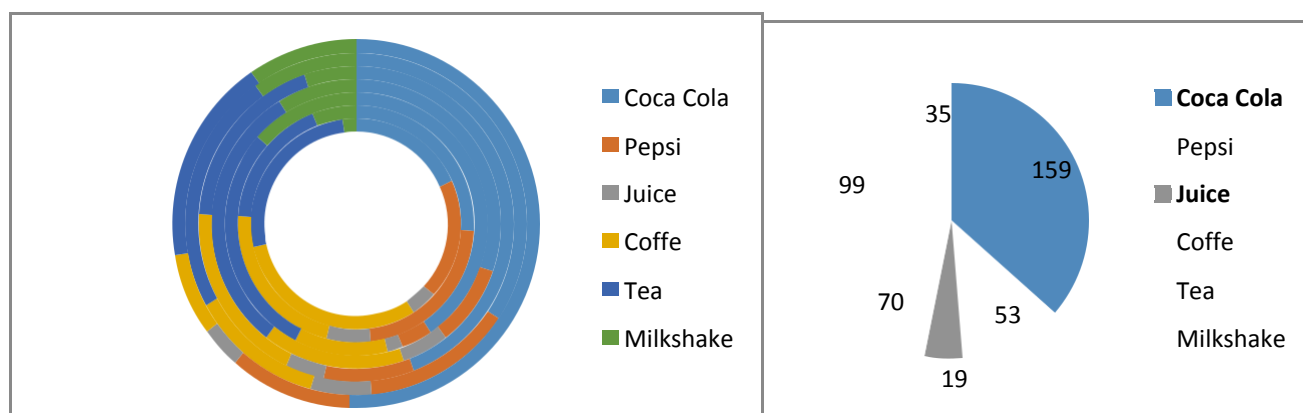
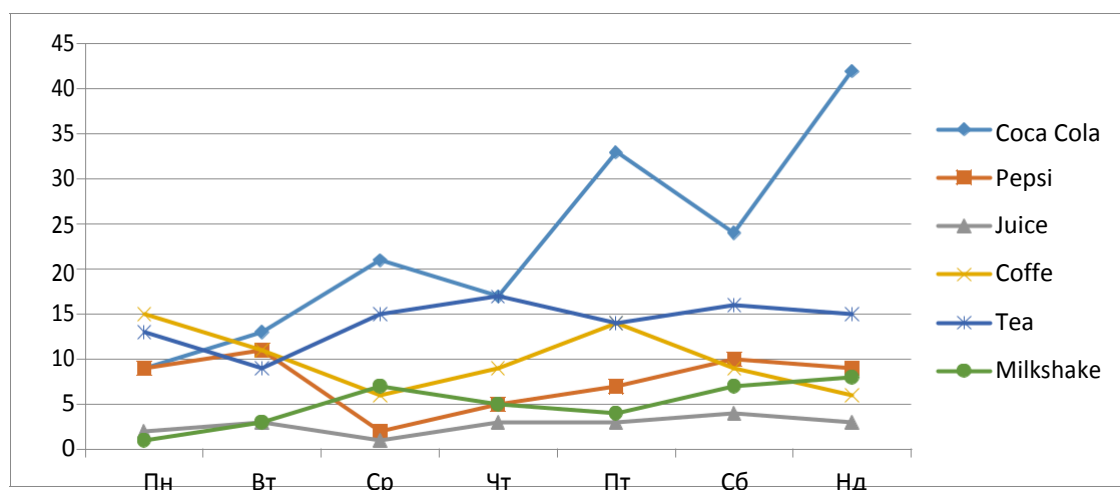


Рис. 7. Інфографіка динаміки попиту переглядів асортименту напоїв на сайті протягом тижня: а, б статистика переглядів всього асортименту; в лідери та аутсайдери переглядів

У **методичній частині** розроблено лекція та практична робота на тему «Створення та аналіз теплової карти веб-сайту».

У **спеціальній частині** магістерської наукової дипломної роботи були викладені вимоги до робочого місця інженера-програміста. Створені умови повинні забезпечувати комфортну роботу. На підставі вивчення літератури з цієї теми, було визначено оптимальні розміри робочого столу і крісла, робочої поверхні, а також проведено вибір системи і розрахунок оптимального освітлення виробничого приміщення. Дотримання умов, визначає оптимальну організацію робочого місця інженера-програміста, що дозволить зберегти максимальну працездатність протягом всього робочого дня, підвищить, як у кількісному, так і в якісному відношенні, продуктивність праці програміста, що у свою чергу сприятиме швидкій розробці та налагодженню програмного продукту.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У даній магістерській науковій роботі проведений аналіз основних видів теплових карт, що використовуються для аналізу дій користувача при роботі зі статичними веб-застосунками. Також проаналізовані найбільш відомі програми, що використовують теплові карти для відображення основних метрик сайту.

Досліджені методи та засоби візуалізації активності користувачів на веб-сайтах за допомогою теплових карт. Розглянуто моделі кольороутворення для реалізації теплових карт. Визначено, що доцільним для виконання поставлених завдань є використання RGB-моделі з розробкою температурних шкал, що відповідають активності користувачів на сайті.

За результатами досліджень визначено, що найбільш придатним для отримання даних щодо активності користувачів веб-застосунків з використанням теплових карт є метод на основі точкових даних. Для аналізу сучасних веб-застосунків на основі SPA та PWA-технологій запропоновано модифікувати зазначений метод за рахунок прив'язки аналітичних функцій не до координат екрану, а до об'єктів односторінкових сайтів.

Розроблений алгоритм методу побудови теплової карти на основі точкових даних про активність користувачів. Запропоноване рішення дозволяє враховувати як щільність розташування даних, так і визначувані експертом параметри – дистанцію градієнта інтенсивності і дистанцію перекриття.

Розроблено програмне забезпечення для аналізу дій користувача за допомогою теплових карт. Розроблене програмно-алгоритмічне забезпечення може бути використане при безпосередньому аналізі та оцінці юзабіліті користувальницьких інтерфейсів, а також при проведенні наукових досліджень в даній сфері.

Досліджена функціональність розробленого програмного забезпечення для динамічних веб-застосунків, побудованих за SPA та PWA технологіями. На основі проведеного аналізу активності користувачів Інтернет-кафе «BUR/GER/US», відображеної за допомогою теплової карти сайту, розроблені рекомендації керівництву Інтернет-кафе рекомендації щодо формування VIP меню (яке принесе гарантований прибуток) та переліку страв які необхідні для забезпечення кількісних характеристик асортименту, але не є затребуваними користувачами.

У спеціальному розділі «Методична частина» розроблено одну лекцію та одну лабораторну роботу, які стосуються питань створення та використання теплових карт для аналізу активності користувачів веб-застосунків.

У спеціальному розділі «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях» викладені вимоги до робочого місця інженера-програміста.

Практичне значення розробленого програмно-алгоритмічного забезпечення полягає в тому, що воно може бути використане при безпосередньому аналізі та оцінці юзабіліті користувальницьких інтерфейсів, а також при проведенні наукових досліджень в даній сфері. Показаний на прикладі аналіз даних теплової карти для Інтернет-кафе свідчить, що такий підхід може бути корисним для планування закупок необхідних продуктів для найбільш затребуваних страв та попередить зайві витрати на страви, які не користуються попитом. Застосування в Інтернет-кафе розробленого ПЗ також може сприяти оновленню асортименту страв, підготовці VIP-меню та ін.

Апробація результатів магістерської наукової роботи (МНР) відбулася на двох міжнародних наукових конференціях, за результатами яких набуто 2 публікації.

АНОТАЦІЯ

Єрємін Богдан Віталійович. Формування теплових карт для динамічних веб-застосунків, побудованих за SPA та PWA технологіями. – На правах рукопису.

Магістерська наукова робота на здобуття освітньої кваліфікації «Магістр системного аналізу». – Чорноморський національний університет імені Петра Могили, Миколаїв, 2020.

Робота присвячена дослідженню проблем існуючих теплових карт (ТК), створених для веб-застосунків на статичній основі, та розробці ТК для додатків, побудованих на основі SPA та PWA технологіях. Використанням теплових карт сприятиме покращенню якості аналізу дій користувачів при користуванні веб-застосунками.

Об'єкт роботи – процес аналізу активності дій користувача при роботі з веб-застосунками за допомогою теплових карт.

Предмет роботи – методи та засоби дослідження активності користувачів веб-застосунків та візуального аналізу їх дій з використанням теплових карт.

Мета роботи – адаптування теплових карт для веб-застосунків, побудованих за SPA та PWA-технологіями.

Практичне значення роботи полягає у представленні інформації щодо активності користувачів на динамічних веб-сайтах у максимально наочній формі за рахунок прив'язки даних до структурних елементів сайту.

Дипломна робота складається з вступу, 4 фахових розділів, спеціальної частини з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях, методичної частини, висновків, переліку джерел посилання та 3 додатків.

У вступі визначається актуальність теми, предмет, об'єкт, мета, завдання та відомості щодо апробації роботи.

У першому розділі проводиться аналіз видів теплових карт та існуючого програмного забезпечення (ПЗ) з їх використанням для аналізу дій користувачів у веб-застосунках.

У другому розділі наведені методи та засоби розробки теплових карт для веб-застосунків, побудованих за SPA та PWA-технологіями.

У третьому розділі описаний процес розробки ПЗ для аналізу дій користувача за допомогою теплових карт.

Четвертий розділ присвячений перевірці функціональності програмної реалізації теплової карти для веб-застосунку, також наведено приклад роботи розробленого ПЗ.

У п'ятому розділі міститься методична частина.

У шостому розділі наведена спеціальна частина з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях.

У висновках проводиться аналіз проведеної роботи та отриманих результатів.

В цілому дипломна робота містить 95 сторінок (без додатків), 31 рисунок, 15 таблиць, 3 додатки та перелік посилань з 33 джерел.

ABSTRACT

Yeromin Bohdan. Making heat maps for dynamic web-applications, using SPA and PWA technologies – On the rights of the manuscript.

Master's scientific work for obtaining an educational qualification "Master of Systems Analysis". – Petro Mohyla Black Sea National University, Mykolaiv, 2020.

This work is aimed to analyze problems of modern heatmaps, that are used for static websites, and making heatmaps for applications made using SPA and PWA technologies. Using heatmaps will increase the effectiveness of user interaction analysis.

Object of the work is the process of the analysis of user's activities during his work with web-applications using the heatmaps.

Subject of the work are methods and approaches in user's activity analysis and visual representations of their actions using heatmaps.

The purpose of the work is adapting heatmaps to websites that use SPA and PWA technologies.

Practical use of the work is to present information about user's activities on dynamic websites in most understandable and simple way using binding the data to website structural elements.

Master's work consists of introduction, 4 professional sections, methodical section, special section on labor safety, safety in emergency situations, conclusions, references and 3 appendices.

Introduction determines relevance of the theme, it's subject, object, purpose and information on approbation of this work.

First section consists of heatmap types analysis, and available software to use them for user's activity on websites.

Second section has methods and approaches in implementing heatmaps for web-applications made using SPA and PWA technologies.

Third section describes the process of making software structure for user's activity analysis using heatmaps.

Fourth section consists of testing the functionality of software, and shows examples of its work.

Fifth section contains the methodical materials in which developed one lecture and one laboratory work on the subject of Master research.

Sixth section is a special section about labor safety and safety in emergency situations.

Conclusions analyze the work that was made, and results that were obtained.

Master's thesis consists of 95 pages (no appendices), 31 figures, 15 tables, 3 appendices and references from 33 other works.