

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ВИДІЛЕННЯ ГРАФІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ НА ВЕБСАЙТАХ ДЛЯ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ІНТЕРФЕЙСУ

Анотація. У роботі розглянуто питання автоматизації тестування інтерфейсу користувача на прикладі вебсторінок як графічних зображень. Виділено основні характеристики, на які слід звертати увагу під час тестування графічного інтерфейсу користувача: форма, розмір, яскравість, колір, направлення та розташування елементів зображення. Для оцінки якості в роботі визначено ключові блоки вебсторінки – поля меню, текстові та графічні блоки з вихідного зображення, тобто задача зводиться до задачі сегментації зображення. Розглянуто основний підхід до сегментації – методи порогової бінарізації та більш сучасний метод JSEG, який включає два етапи (квантування кольорів та просторову сегментацію за текстурною ознакою). Наведено результати практичного аналізу зображення вебсторінки: аналіз яскравості зображення – з використанням гістограми яскравості, аналіз кількості використаних кольорів – з застосуванням переходу до індексованого зображення та дослідження статистики використання кожного кольору з заданої палітри, проведено виділення об'єктів методами порогової бінарізації та JSEG. За результатами проведених досліджень зроблено висновок, що методи порогової бінарізації не надають бажаних результатів сегментації – наявні проблеми з злиттям графічних об'єктів, що знаходяться поруч та виокремленням символів в текстових блоках. Алгоритм JSEG включає операції кольорового квантування і просторової сегментації, за рахунок чого результат виділення об'єктів краще, проте все одно вимагає подальших налаштувань.

Ключові слова: тестування інтерфейсу, юзабіліті-тестування, сегментація зображень, обробка зображень, порогова бінарізація, JSEG.

Постановка проблеми. XXI століття – час бурхливого розвитку інтернет-технологій. Відкривається величезна кількість інтернет-магазинів, а соціальні мережі стали ключовим засобом реклами різноманітних підприємств із надання послуг та закладів. З'явилася навіть така професія як SMM-фахівець, представники якої займаються просуванням цільової компанії серед інтернет-простору, залученням нових клієнтів для цієї компанії. В умовах великої конкуренції ключовим завданням керівництва підприємства є залучення нових

користувачів на свій вебсайт, для чого необхідно створити такий контент, щоб зацікавити людину, що знову прийшла. Якщо веб-сайт буде перенасичений зайвою інформацією або складний у користуванні – користувач одразу покине його та перейде до іншої компанії. Тому дуже важливо спроектувати якісний дизайн вебсторінки.

Актуальною проблемою є тестування спроектованого дизайну – наскільки вдало представляється необхідна інформація для користувача. Виділяється окрема галузь тестування, як тестування UI (інтерфейсу користувача)[1]. Автоматизація цього виду тестування є нетривіальним завданням, оскільки основним показником є суб'єктивне сприйняття побаченої картинки. У більшості випадків для проведення тестування інтерфейсу збираються фокус-групи, які оцінюють побачений інтерфейс, що тягне за собою фінансові та часові витрати на тестування. В цій роботі розглядаються шляхи до автоматизації аналізу інтерфейсу веб-сторінок з погляду зорового сприйняття її людиною. Так як макет вебсторінок готують у графічних редакторах, він є кольоровим зображенням, тому робота зводиться до аналізу та обробки зображень.

Мета дослідження. Метою роботи є підвищення якості автоматизованого тестування графічного інтерфейсу користувача на основі використання методів аналізу кольорових цифрових зображень та виявлення графічних об'єктів.

Методи виділення об'єктів на цифрових зображеннях. Алгоритми сегментації зображень ґрунтуються на одній із двох базових властивостей сигналу яскравості: розривності та однорідності. У першому випадку підхід полягає у розбитті зображення на підставі різких змін сигналу, таких як перепади яскравості зображення. Друга категорія методів використовує розбиття зображення області, однорідні у сенсі заздалегідь вибраних критеріїв. Прикладами таких методів можуть бути порогова обробка, нарощування областей, злиття і розбиття областей.

Один із основних та простих способів – це побудова сегментації за допомогою порога [2]. Поріг – це ознака (властивість), що допомагає розділити шуканий сигнал на класи. Операція порогового поділу полягає у зіставленні значення яскравості кожного пікселя зображення із заданим значенням порога.

Операція порогового поділу, що у результаті дає бінарне зображення, називається бінаризацією. Метою операції бінаризації є радикальне зменшення кількості інформації, що міститься на зображенні. У процесі бінаризації вихідне напівтонове зображення, має кілька рівнів яскравості, перетворюється на

чорно-біле зображення, пікселі якого мають лише два значення – 0 і 1. Порогова обробка зображення може проводитись різними способами.

Бінаризація з нижнім порогом є найпростішою операцією, в якій використовується лише одне значення порога:

$$f'(m, n) = \begin{cases} 0, f(m, n) \geq t; \\ 1, f(m, n) < t. \end{cases} \quad (1)$$

Усі значення замість критерію стають 1, у разі 255 (білий) і значення (амплітуди) пікселів, які більше порога $t - 0$ (чорний).

Іноді можна використовувати варіант першого методу, що дає негатив зображення, отриманого у процесі бінаризації. Операція бінаризації з верхнім порогом:

$$f'(m, n) = \begin{cases} 0, f(m, n) \leq t; \\ 1, f(m, n) > t. \end{cases} \quad (2)$$

Для виділення областей, у яких значення яскравості пікселів може змінюватись у відомому діапазоні, вводиться бінаризація з подвійним обмеженням ($t_1 < t_2$):

$$f'(m, n) = \begin{cases} 0, f(m, n) \leq t_1; \\ 1, t_1 < f(m, n) \leq t_2; \\ 0, f(m, n) > t_2. \end{cases} \quad (3)$$

Також можливі інші варіації з порогоми, де пропускається лише частина даних (середньо смуговий фільтр).

Більшість існуючих методів сегментації добре працюють на однорідних кольорових областях. Але семантичні об'єкти зазвичай відповідають областям, однорідним як за кольором, а й за текстурою. Однак багато методів текстурної сегментації вимагають оцінки параметрів текстурної моделі, що є складним завданням, яке вирішується в чітко виділеній однорідній області для отримання сталої оцінки.

Завдання з розбиття зображення на однорідні області можна звести до оптимізації. Для цього задачу сегментації формують як задачу пошуку розбиття зображення, що володіє певними властивостями, і потім вводиться функціонал, який відображає ступінь відповідності вимогам сегментації [3].

Приклад оптимізаційного методу є алгоритм JSEG [4]. Відповідно до цього методу замість оцінки параметрів моделі текстури перевіряється однорідність кожного фрагмента зображення, що призводить до скорочення обсягу обчислень. Метод JSEG включає 2 етапи: квантування кольорів та просторову сегментацію за текстурною ознакою. На першому етапі кольори на зображенні кван-

туються на кілька представницьких класів, які можуть бути використані для диференціації областей зображення. Це квантування відбувається у колірному просторі без урахування просторового розташування кольорів (див. рисунок 1). Значення кольорів пікселів зображення змінюються на відповідні маркери класів, тим самим формуючи карту значень кольору зображення. Остання може бути розглянута як текстури.

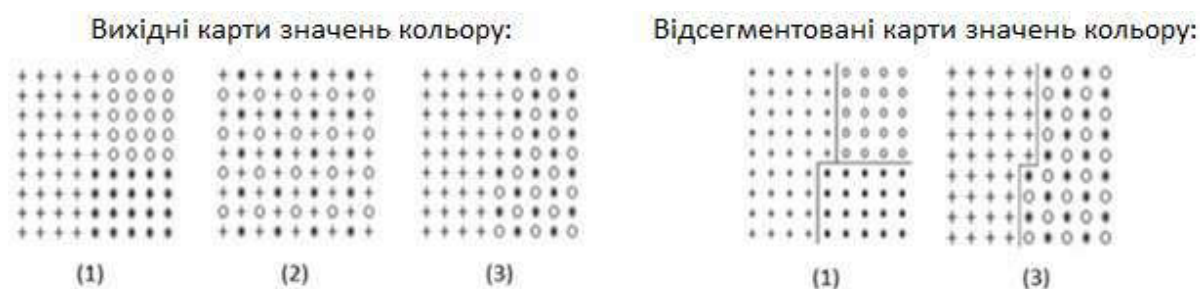


Рисунок 1 – Сегментація карти значень кольору

На другому етапі просторова сегментація застосовується прямо до карти значень кольору, без урахування подібності кольорів відповідних пікселів. Для цього визначено текстурну ознаку сегментації на основі карти значень кольору зображення. Обчислення цієї ознаки в локальних вікнах на карті значень кольору зображення виконується шляхом визначення навколо кожного пікселя J -величини – нормованої різниці загальної дисперсії координат пікселів околиці та внутрішньокласової дисперсії координат пікселів околиці. Позначимо:

$$S_r = \sum \|z - m\|^2, S_w(z) = \sum_{i=1}^C \sum_{z \in Z} \|z - m\|^2, \quad (4)$$

де S_r – дисперсія точок на зображенні; $S_w(z)$ – сумарна дисперсія координат точок, що належать одному класу. Тут S_r залежить від розміру та форми околиці обробки у точці $z = (x, y)$, але не залежить від самих значень координат точки (x, y) . J -величина:

$$J(z) = \frac{S_r - S_w(z)}{S_w(z)}, \quad (5)$$

що ґрунтується на лінійному дискримінанті Фішера для кількох класів у разі довільного розподілу значень із різних класів.

Чим вище значення J -величини в околиці пікселя зображення, тим більша ймовірність того, що відповідний піксель належить межі однорідної області. Властивості результату J -перетворення дозволяють використовувати методи нарощування областей для визначення центрів групування з подальшим приє-

днанням сусідніх пікселів зображення. Як «центри групування» вибираються пікселі з малими значеннями J -величини. Після нарощування областей проводиться злиття дрібних фрагментів зображення.

Потім вводиться функціонал якості сегментації, що використовує розподіл кольорів на зображенні. Проте оптимізація цього функціоналу безпосередньо – дуже трудомістке завдання. У методі JSEG використовується жадібний алгоритм оптимізації введеного функціоналу якості сегментації. Значення функціоналу якості обчислюється на околиці кожної точки. Великі значення функціоналу якості відповідають межах однорідних областей, малі значення відповідають центрам регіонів. Потім застосовується вирощування регіонів, як зерна використовуються точки з мінімальними значеннями функціоналу. На останньому етапі проводиться злиття дрібних регіонів [5].

Методи оцінки інтерфейсу вебсайтів. Як говорилося вище, юзабіліті тестування інтерфейсу користувача – завдання нетривіальне, тому що складно формалізувати особливості сприйняття вмісту кінцевим користувачем. Незважаючи на це, протягом тривалого часу були проаналізовані аспекти, що впливають на сприйняття користувачем інформації. Сформувалася ціла дисципліна під назвою «візуальний дизайн інтерфейсів». Досвід розробників та дизайнерів привів до висновку, що візуальний дизайн інтерфейсів – дуже потрібна та унікальна дисципліна, яку слід застосовувати у поєднанні з проектуванням взаємодії та промисловим дизайном. Вона здатна серйозно вплинути на ефективність та привабливість продукту. Для того, щоб якісно оцінити інтерфейс користувача, необхідно виділити основні принципи, на які спираються дизайнери під час проектування інтерфейсів. Основні принципи побудови інтерфейсів[6]:

- Форма – основна ознака сутності об'єкта в людини. Ми впізнаємо об'єкти за контурами.
- Розмір – більші елементи привертають більше уваги, якщо вони значно перевершують розмірами оточуючі елементи.
- Яскравість – значення яскравості може бути дисоціативним; скажімо, якщо фотографія занадто темна або занадто світла, неможливо розібрати, що на ній.
- Колір – кольорні відмінності швидко привертають увагу. У деяких професійних сферах кольори мають конкретні значення, і цим можна користуватися.
- Напрямок корисний, коли потрібно передавати інформацію про орієнтацію (вгору або вниз, вперед або назад).

- Розташування – подібно розміру, розташування – це змінна впорядкована, що виражається кількісно, а значить, корисна для передачі ієрархії.

Як бачимо, багато параметрів зводиться до аналізу розмітки вмісту на вебсторінці. Це призводить до завдання про сегментацію зображення – виділення зон, що не перетинаються, з різними об'єктами. У разі аналізу веб-сторінок, такими об'єктами можуть бути зображення, текстові поля, пункти меню та ін.

Для аналізу елементів вебсторінки – їх розмірів, розташування, форми, необхідно виділити дані об'єкти з вихідного зображення. Для цього необхідно вирішити задачу сегментації зображення.

Визначення характеристик яскравості зображення. Одним із критеріїв оцінки вебсторінок є її яскравість. Надто темні або, навпаки, надто яскраві сторінки будуть важко сприйматися користувачем, людині потрібно напружувати зір для перегляду такого вмісту. Для оцінки параметрів яскравості можна використовувати оцінку гістограми зображення, яка відображає величину яскравості. Однак оскільки ми працюємо з кольоровими зображеннями, необхідно спочатку привести вихідне зображення у відтінки сірого і потім вже будувати гістограму. На рисунку 2 показаний приклад однієї й тієї ж сторінки, але зі зміненою яскравістю. При радикальному збільшенні або зменшенні яскравості різко знижується якість сприйняття вмісту. Оптимальний вид гістограми яскравості – нормальний розподіл.

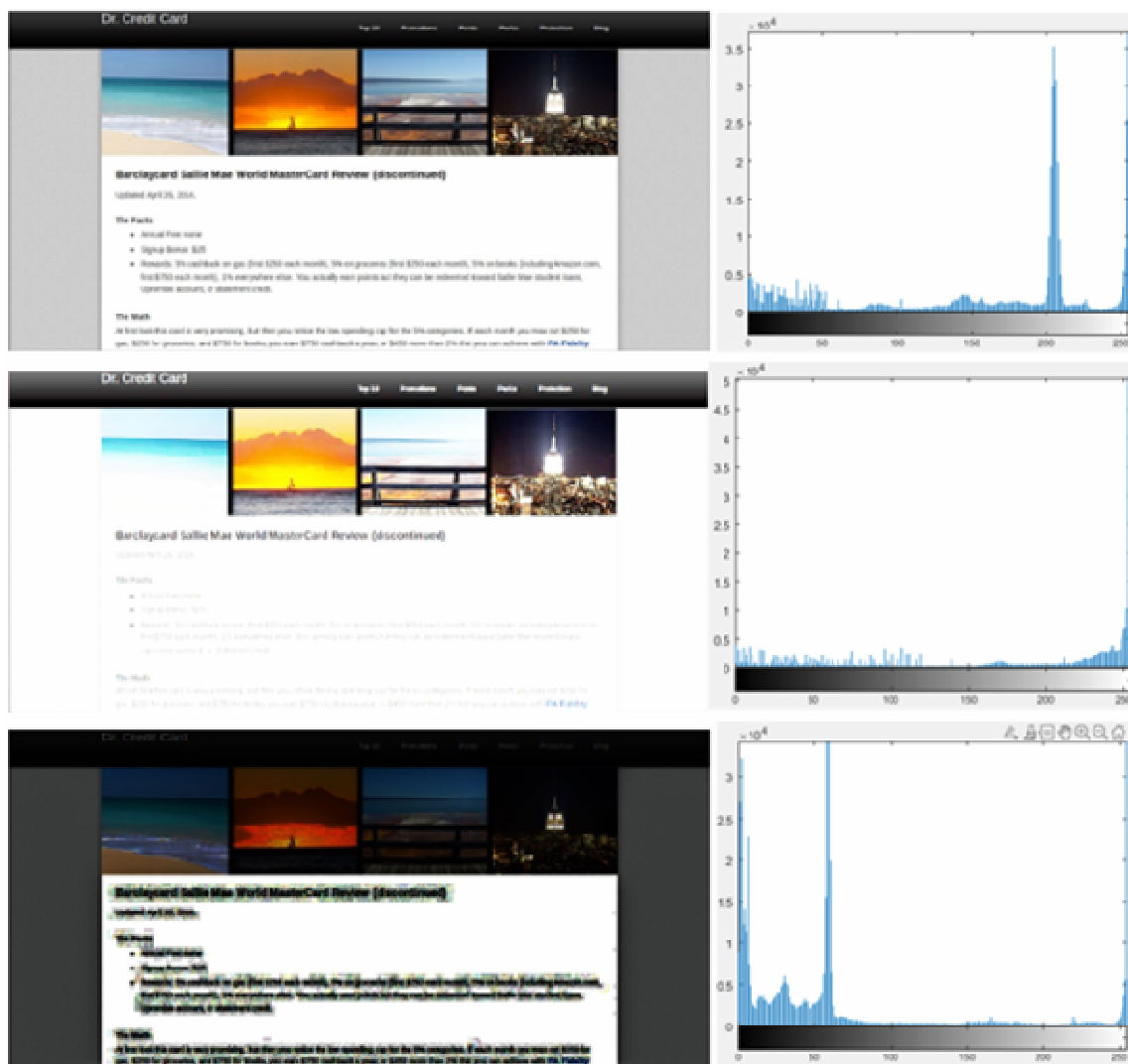


Рисунок 2 – Аналіз гістограми яскравості

Визначення кількості основних кольорів на зображенні. Сторінки, на яких є велика кількість різних кольорів та їх відтінків, відштовхують користувачів. Дизайнери радять використовувати максимум 3 основних кольори на сторінці. Аналіз зображення у вихідному вигляді, де можуть зустрічатися безліч відтінків одного кольору, не дасть наочних результатів, тому приводимо його до індексованого зображення. Кожен елемент такого зображення має як колір якийсь умовний індекс, який розшифровується по таблиці кольорів (палітрі) в реальні компоненти кольору, що дозволяє для кожного такого елемента побудувати «істинний» колір у заданій колірній моделі [7]. Для завдання палітри використовуватимемо 7 основних кольорів: червоний, оранжевий, жовтий, зелений, блакитний, синій, фіолетовий, додамо до них білий та чорний. Наступний етап – побудова гістограми для індексованого зображення по заданій колірній карті. Приклад такої гістограми для зображення наведено на рисунку 3.

ISSN 1562-9945 (Print)
ISSN 2707-7977 (Online)

На ньому бачимо переважання білого кольору, який є фоном для вихідного зображення.

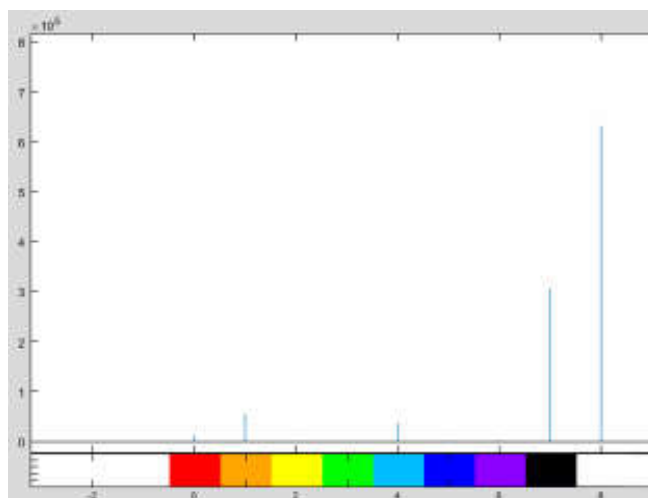


Рисунок 3 – Гістограма кольорів для заданої колірної картки

Наступний аналіз зводиться до розрахунку кількості піків на отриманій гістограмі. В даному випадку їх два – навпроти чорного та білого кольору.

Виділення об'єктів на зображенні. Використовуючи наведені вище алгоритми, спробуємо виділити об'єкти на вихідному зображенні. Наша мета – відокремити блоки з меню, зображення, текстові блоки.

Перший із реалізованих алгоритмів – порогова бінаризація. Результат виділення представлений рисунку 4.

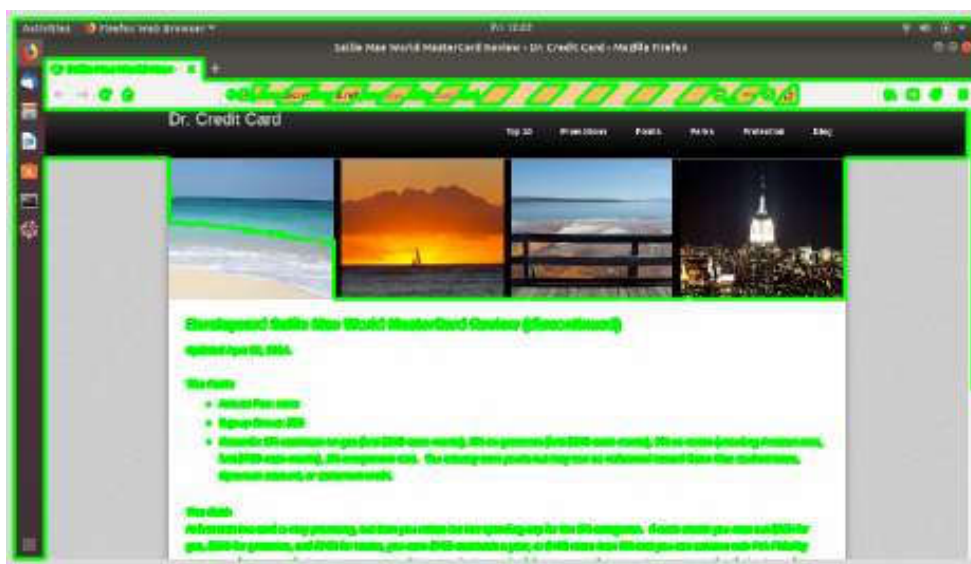


Рисунок 4 – Виділення об'єктів на зображенні методом порогової бінаризації

Аналізуючи отриманий результат бачимо, що кожен текстовий символ розпізнається як окремий елемент, тоді як різні зображення, як і елементи меню, зібрані в один спільний об'єкт. Для вирішення першої проблеми можна використовувати операцію морфологічного відкриття зображення, використовуючи структурний елемент квадрат. Таким чином дрібні елементи об'єднуються у загальний, більший. Результат такого підходу представлений на рисунку 5. Як ми бачимо, текстові елементи об'єдналися в блоки абзаців, що дозволить аналізувати наявність/відсутність вирівнювання та розмірів текстових блоків.

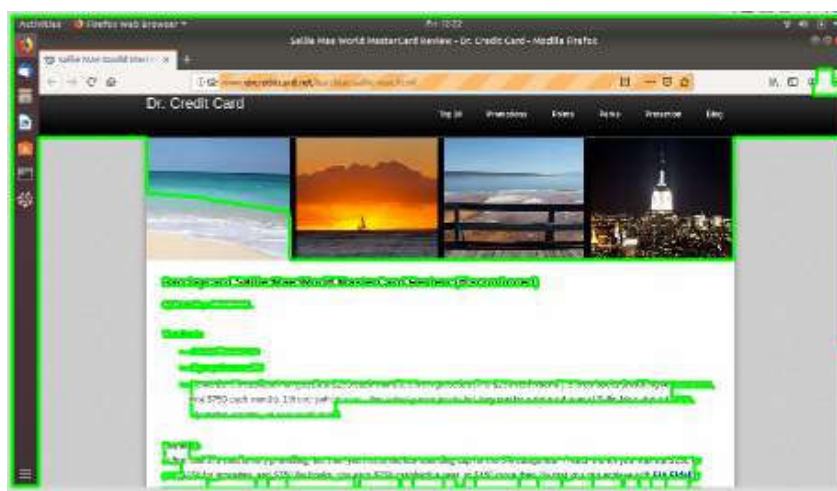


Рисунок 5 – Застосування операції морфологічного відкриття

Однак при використанні такого підходу залишається проблема зливання різних структурних елементів в один блок. Ця проблема виникає вже на етапі бінаризації, що вказує на непридатність класичного підходу до завдання сегментації кольорових зображень.

Застосування алгоритму JSEG дало більш позитивний результат, проте потребує додаткової адаптації до наших завдань. Результат виділення представлений рисунком 6.

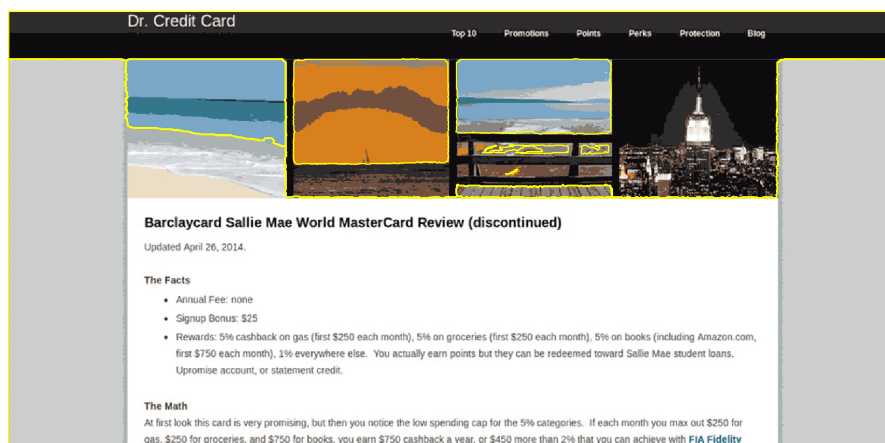


Рисунок 6 - Виділення об'єктів на зображенні методом JSEG

Висновки. У роботі проведено дослідження та порівняльний аналіз методів обробки цифрових зображень задля автоматизації процесу оцінки якості графічного інтерфейсу користувача. Зроблено висновок, що застосування класичного підходу для сегментації зображення не дало бажаного результату для аналізу зображень веб-сторінок, а саме існують проблеми неможливості розділити графічні об'єкти, що знаходяться поруч, при пороговій бінаризації, і об'єднати текстові символи в один блок. Алгоритм JSEG включає операції кольорового квантування і просторової сегментації, за рахунок чого результат виділення об'єктів краще, проте все одно вимагає подальших налаштувань.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бакаєв М.А. Сучасні тенденції в автоматизованій оцінці юзабіліті і поведінкові чинники в алгоритмах пошукових систем // Програмні продукти і системи. 2017. Т. 30. № 3. С. 447-455. DOI: 10.15827 / 0236-235X.030.3.447-455.
2. Федоров А. Бинаризация черно-белых изображений: состояние и перспективы развития. [Електронний ресурс]. Режим доступа: <http://itclaim.ru/Library/Books/ITS/wwwbook/ist4b/its4/fyodorov.htm>
3. Порогово-пространственная сегментация цветных текстурированных изображений на основе метода JSEG [Електронний ресурс]. Режим доступа: <http://aaecs.org/polyakova-mv-ishenko-av-hudaiberdin-eiporogovo-prostranstvennaya-segmentaciya-cvetnih-teksturovannih-izobrajenii-na-osnove-metoda-jseg.html>
4. Deng Y., Manjunath B. S., Unsupervised segmentation of color-texture regions in images and video// IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence. 2001. Vol. 23, № 8. P. 800–810.

5. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений / пер. с англ. М. : Техносфера, 2005. 1072 с.
6. Купер А., Рейман Р., Кронин Д. Алан Купер об интерфейсе. Основы проектирования взаимодействия. – Пер. с англ. – СПб.: Символ'Плюс, 2009. – 688 с., ил. ISBN 978'5'93286'132'5
7. Нестерук Д.Г., Гнатушенко Вік.В., Царик В.Ю. Технологія юзабіліті тестування на основі цифрового зображення веб-сайту // Матеріали VII Міжнародної науково-технічної конференції «Комп'ютерне моделювання та оптимізація складних систем (КМОСС-2021)» – Дніпро: ДВНЗ УДХТУ, 2021. – С. 99-100.

REFERENCES

1. Bakaev M.A. Current trends in automated usability assessment and behavioral factors in search engine algorithms // Software products and systems. 2017. Т. 30. № 3. S. 447–455. DOI: 10.15827 / 0236-235X.030.3.447-455.
2. Fedorov A. Binarization of black and white images: state and prospects of development. [Electronic resource]. Access mode: <http://itclaim.ru/Library/Books/ITS/wwwbook/ist4b/its4/fyodorov.htm>
3. Threshold-spatial segmentation of color textured images based on the JSEG method [Electronic resource]. Access mode: <http://aaecs.org/polyakova-mv-ishenko-av-hudaiberdin-eiporogovo-prostranstvennaya-segmentaciya-cvetnih-teksturovannih-izobrajenii-na-osnove-metoda-jseg.html>
4. Deng Y., Manjunath B. S., Unsupervised segmentation of color-texture regions in images and video // IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence. 2001. Vol. 23, № 8. P. 800–810.
5. Gonzalez R., Woods R. Digital image processing / trans. with English M. : Technosphere, 2005. 1072 p.
6. Cooper A., Reiman R., Cronin D. Alan Cooper on the interface. Fundamentals of interaction design. - Translated from English. - StP. : Symbol'Plus, 2009. - 688 p. ISBN 978'5'93286'132'5
7. Nesteruk D.G., Gnatushenko Vik.V., Tsaryk V.Yu. Usability testing technology based on digital image of the website // Proceedings of the VII International Scientific and Technical Conference "Computer Modeling and Optimization of Complex Systems (KMOSS-2021)" - Dnipro: UDKHTU, 2021. - P. 99-100

Received 01.04.2022.

Accepted 02.04.2022.

Research of methods of distribution of graphic objects on websites for assessment of interface quality

Formulation of the problem. An actual problem when creating web resources is the testing of the designed design, which is the direction of testing the user interface. This paper considers

ways to automate the analysis of the interface of web pages in terms of visual perception of man.

The aim of the work. The aim of the work is to improve the quality of automated testing of the graphical user interface based on the use of methods of analysis of color digital images and detection of graphic objects.

Methods of selecting objects on digital images. The traditional method of segmentation is described – threshold binarization, which results in a binary image. The JSEG algorithm is more advanced. According to this method, instead of estimating the parameters of the texture model, the homogeneity of each image fragment is checked, which leads to a reduction in the amount of computation.

Website interface evaluation methods. In order to qualitatively evaluate the user interface, it is necessary to identify the basic principles on which designers rely when designing interfaces. Basic principles of interface construction: shape, size, brightness, color, direction, location.

Determining the brightness characteristics of the image. To estimate the brightness parameters, you can use the estimation of the image histogram, which displays the brightness value. The optimal type of brightness histogram is the normal distribution.

Determining the number of primary colors in the image. Performed by constructing a histogram for an indexed image on a given color map. It is optimal to use no more than 3 primary colors.

Selection objects in the image. The methods of image segmentation described above are implemented and the imperfection of these methods is shown. The application of the JSEG algorithm gave a more positive result, but requires additional adaptation to our tasks.

Conclusions. The study and comparative analysis of digital image processing methods to automate the process of assessing the quality of the graphical user interface. It is concluded that the application of the classical approach to image segmentation did not give the desired result for image analysis of web pages, namely there are problems of inability to separate adjacent graphics at the threshold binarization, and combine text characters into one block. The JSEG algorithm includes color quantization and spatial segmentation operations, due to which the result of object selection is better, but still requires further settings.

Царик Владислав Юрійович – аспірант, асистент кафедри інформаційних технологій і систем Українського державного університету науки і технологій.

Гнатушенко Вікторія Володимирівна – доктор технічних наук, професор, професор кафедри інформаційних технологій і систем Українського державного університету науки і технологій.

Tsaryk Vladyslav – Postgraduate Student, Assistant Professor, Department of Information Technologies and Systems, Ukrainian State University of Science and Technologies.

Hnatushenko Viktoriia – Doctor of engineering's sciences, Professor, Department of Information Technologies and Systems, Ukrainian State University of Science and Technologies.