

УДК 7.05:004.92

DOI <https://doi.org/10.32782/uad.2024.6.8>**Лукашук Микола Миколайович,**

аспірант кафедри дизайну і технологій

Київського національного університету культури і мистецтв

ORCID ID: 0009-0009-5448-4315

mykola.lukashuk@gmail.com

ПОЄДНАННЯ ГОЛОСОВОГО ВВОДУ ТА АНІМАЦІЇ ДЛЯ ІНТЕРАКТИВІЗАЦІЇ ВЕБ-ІНТЕРФЕЙСІВ

Метою дослідження є аналіз можливостей інтеграції голосового вводу та анімації для підвищення інтерактивності веб-інтерфейсів, зокрема на прикладі веб-платформ електронної комерції. Дослідження спрямоване на вивчення впливу голосових команд на візуальну репрезентацію інтерфейсів і розробку принципів дизайнування, які враховують потреби різних груп користувачів, зокрема осіб із зоровими обмеженнями.

У ході роботи використовувалися методи моделювання інтерактивних сценаріїв, емпіричний аналіз ефективності візуальних елементів інтерфейсу та принципи адаптивного дизайну. Особливу увагу приділено експериментальному моделюванню інтеракцій, де голосові команди активують оновлення візуальних елементів, таких як збільшення яскравості, насичення та використання анімації наближення для релевантних товарів. Нерелевантні елементи піддаються десатурації або тимчасовому видаленню, що забезпечує фокус користувача. Додатково досліджувалося використання фізично обґрунтованих анімацій, які імітують гравітаційні сили та природне уповільнення об'єктів.

Новизна роботи полягає у запропонованих підходах до інтеграції голосового вводу з анімацією для забезпечення природної та інтуїтивної взаємодії користувачів із веб-інтерфейсами. Досліджено вплив таких графічних принципів, як дуги та анімації, що імітують стискання та розтягування, на створення природного відчуття у користувачів. Наприклад, під час моделювання процесу додавання товару до кошика використано анімації з дуговим шляхом, легким компресуванням іконки кошика та її розтягуванням для імітації поглинання товару. Особливу увагу приділено розробці альтернативних візуальних елементів, таких як висококонтрастні кольори та жирний текст, для користувачів із зоровими обмеженнями.

Результати дослідження свідчать про важливість поєднання голосового вводу та анімаційних ефектів для створення інтерактивних, доступних і зручних веб-інтерфейсів. Інтеграція таких елементів не лише підвищує залученість користувачів, але й сприяє забезпеченню доступності для людей із різними потребами. Запропоновано принципи адаптивного дизайну, що передбачають альтернативні форми репрезентації, включно з версіями інтерфейсів без кольорових тем чи анімацій, для уникнення когнітивного перевантаження вразливих груп користувачів. Поєднання голосового вводу з візуальною респондивністю інтерфейсу створює синергію, яка сприяє природному досвіду взаємодії. Враховуючи теоретичну складову, була представлена система Потіку кінетичного морфінгу (ПКМ), де елементи інтерфейсу переходять уздовж динамічних траєкторій, сформованих на базі взаємодії користувача з інтерфейсом. На відміну від традиційної зміни розміру, елементи адаптують свою форму, розмір і орієнтацію відповідно до команд користувача. Команди генерують унікальні траєкторії руху, враховуючи історію взаємодії та просторовий контекст.

Ключові слова: веб-доступність, зображення, лейаут, голосовий ввід, респондивність, електронна комерція.

Lukashuk Mykola. COMBINING VOICE INPUT AND ANIMATION FOR WEB INTERFACES INTERACTIVIZATION

The aim of the article is to analyze the possibilities of integrating voice input and animation to enhance the interactivity of web interfaces, particularly using the example of e-commerce platforms. The research aims to explore the impact of voice commands on the visual representation of interfaces and to develop design principles that address the needs of diverse user groups, including individuals with visual impairments. The research employed methods of modeling interactive scenarios, empirical analysis of the effectiveness of visual interface elements, and principles of adaptive design. Particular attention was paid to experimental modeling of interactions where voice commands trigger updates to visual elements, such as increasing brightness, saturation, and utilizing zoom animations for relevant products. Non-relevant elements are desaturated or temporarily removed, ensuring user focus. Additionally, the study examined the use of physics-based animations simulating gravitational forces and

natural object deceleration. The novelty of this study lies in the proposed approaches to integrating voice input with animation to provide natural and intuitive user interaction with web interfaces. The impact of graphical principles such as arcs and animations that simulate compression and stretching on creating a natural user experience was investigated. For example, during the modeling of the process of adding a product to the cart, animations with a curved trajectory, slight compression of the cart icon, and its subsequent stretching to simulate the absorption of the product were utilized. Particular emphasis was placed on developing alternative visual elements, such as high-contrast colors and bold text, for users with visual impairments. The findings emphasize the importance of combining voice input and animation effects to create interactive, accessible, and user-friendly web interfaces. The integration of these elements not only enhances user engagement but also ensures accessibility for individuals with diverse needs. Proposed adaptive design principles include alternative representations of interfaces, such as versions without color themes or animations, to avoid cognitive overload for vulnerable user groups. Overall, the synergy between voice input and visual responsiveness in the interface fosters a natural and seamless user interaction experience. Considering theoretical framework, a Kinetic Morphing Flow System (KMFS) was introduced, where interface elements transition along dynamic trajectories shaped by user interactions. Unlike traditional resizing, elements adapt their shape, size, and orientation in response to user input. Commands generate unique motion paths, considering interaction history and spatial context.

Key words: web accessibility, images, layout, voice navigation, compliance, e-commerce.

Вступ. Адаптивні веб-інтерфейси визначаються якістю, яка полягає у довільній зміні їхніх властивостей у відповідь на діяльність користувачів. Дані інтерфейси розробляються таким чином, щоб підлаштовуватися до вимог індивідуальних або груп користувачів, базуючись на їх перевагах, поведінці або контексті використання. Такі інтерфейси забезпечують оптимальний користувацький досвід шляхом перелаштування інтерфейсних елементів, включаючи лейаут, контент та функціональність. З цієї причини існує необхідність постійної модифікації процесу дизайну інтерфейсів, задля прогресованої відповідності мінливим трендам у діяльності тих чи інших груп користувачів.

Веб-інтерфейси головним чином залишаються статичними, тож впровадження більшого об'єму анімацій постає в якості потенціалу до фундаментального удосконалення якості користувацького досвіду шляхом кращої візуалізації виконуваних операцій, покращеного розуміння та навігації. Підхід має відповідати вимогам персоналізації, більш того незважаючи на використання тієї чи іншої платформи, але враховуючи певні обмеження, особливо у ситуаціях, які включають репетитивний та знайомий користувацький досвід. Дана проблема насамперед пов'язана з тим, що нові користувачі певної веб-платформи можуть бути не ознайомленими зі структурою веб-ресурсу та принципом його навігації. У таких випадках,

створення дедикованого інтерфейсу може спростити взаємодію.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У дослідженні Л. Ся [1] була проведена історична аналітика аудіовізуального розпізнавання мови (ABPM). Шляхом математичного вираження процесу ABPM, були підсумовані традиційні методи, та ті, які працюють на основі глибокого навчання. В ході даної аналітики була запропонована архітектура, яка полягає у поєднанні мультимодальної інформації, вилученої зі звукових, візуальних та глибинних каналів. Формалізація процесу розпізнавання мови із використанням принципів глибокого навчання була направлена на те, щоб зробити взаємодію людини з інтерфейсом більш практичною.

У роботі А. Василевського [2] представлено розробку та перевірку функціональної основи для впровадження багатоваріантних інтерфейсів електронної комерції, що відповідає зростаючому попиту на персоналізацію в онлайн-торгівлі. Дослідження базується на практичній реалізації платформи AIM2, розробленої для надання персоналізованих інтерфейсів через AdobeMagento. Ключові компоненти інфраструктури включають модуль збору даних для фіксації поведінки клієнтів, механізм кластеризації для сегментації користувачів на основі спільних ознак і систему для обслуговування та постійної оптимізації виділених варіантів інтерфейсу. Процес кластеризації використовує такі алгоритми,

як K-means, щоб розділити користувачів на групи, які можуть діяти, при цьому рішення приймаються на основі інноваційних показників, таких як коефіцієнт часткової конверсії і цінність відвідування клієнта. Ці показники дають детальне уявлення про дії клієнтів, пропонуючи більш детальну перспективу, ніж традиційні показники переходів. Робота підкреслює важливість цього адаптивного підходу, представляючи пілотне дослідження, яке включає понад 400 000 сеансів користувачів. Цільовий кластер клієнтів отримав індивідуальний варіант інтерфейсу з мікромодифікаціями, адаптованими до їхньої конкретної поведінки. Результати виявили статистично значуще покращення поведінки клієнтів у відповідності з очікуваними шляхами покупки, що підтверджує ефективність системи.

У результаті роботи П. Ні [3] був представлений підхід до класифікації тексту шляхом автоматичного вилучення ключових слів за допомогою алгоритму TextRank, додатково оптимізованого за допомогою генетичного алгоритму (genetic algorithm – GA). Пропонується використання ключових слів в якості компактного представлення функцій документа. Спочатку здійснюється виділення значущих ключових слів за допомогою TextRank, алгоритму ранжирування на основі графіків, який визначає найбільш релевантні терміни в тексті без необхідності попереднього навчання. Витягнуті ключові слова потім уточнюються за допомогою GA, який оптимізує ваги класифікації шляхом імітації принципів природного відбору, дозволяючи безперервно вдосконалювати модель за допомогою вхідних даних. Експериментальна перевірка була проведена на наборах даних із цифрової бібліотеки ACM, де було здійснене порівняння цієї гібридної моделі зі звичайними методами класифікації, такими як Naïve Bayes, Support Vector Machines (SVM), Random Forest і Linear Regression, у поєднанні з іншими методами вилучення ключових слів, такими як TF-IDF і статистикою спільного повторення. Запропонований метод перевершив усі інші, досягнувши найвищої точності класифікації 83,91% і F-міри 81,13%.

У дослідженні Л. Коради [4] розглядаються проблеми створення адаптивних і зручних веб-інтерфейсів, сумісних із широким спектром обчислювальних пристроїв, від настільних комп'ютерів до портативних пристроїв, таких як смартфони. Зі збільшенням розмаїття характеристик пристроїв, таких як розмір екрана, методи введення та можливості обробки, розробникам інтерфейсу користувача стає все складніше в забезпеченні узгодженого та доступного дизайну. У цьому дослідженні пропонується гнучка, апаратно-незалежна методологія, яка поєднує в собі сильні сторони кількох уніфікованих авторських методів.

Стратегія передбачає визначення обмежень для конкретного пристрою, аналіз контекстів використання та розробку прототипів для найбільш обмежених пристроїв. Розставляючи ці обмеження за пріоритетністю, методологія гарантує, що інтерфейси можна адаптувати до більш широкого діапазону платформ. Ключові кроки включають створення універсального набору вимог до дизайну на основі початкових прототипів і застосування автоматизованих перетворень для адаптації різноманітних можливостей різних пристроїв.

Методологію було перевірено на тематичному дослідженні, спрямованому на розробку доступних електронних послуг для членів Грецької асоціації сліпих з використанням як настільних браузерів, так і мобільних пристроїв. Прототипи оцінювали за допомогою методів тестування зручності використання, демонструючи ефективність стратегії у вирішенні обмежень, характерних для пристрою, забезпечуючи інклюзивний дизайн. Хоча цей підхід має деякі обмеження, такі як можливі компроміси у функціональності для простіших дизайнів, він забезпечує надійну структуру для адаптації інтерфейсів між пристроями з різними обмеженнями.

Однак, зважаючи на вищезгадані наукові праці, можна стверджувати, що питання розробки ефективного інтерактивного дизайну веб-інтерфейсів все ще залишається недостатньо дослідженим та недостатньо висвітленим у сучасній науковій літературі. Незважаючи на значні досягнення в цій галузі,

багато аспектів інтерактивності та взаємодії користувача з веб-інтерфейсами потребують додаткових досліджень і детальнішого опрацювання. Зокрема, важливо приділити увагу інтеграції різноманітних технологій, таких як голосовий ввід, анімація та адаптивний дизайн, для забезпечення зручності та доступності для широкого кола користувачів. Попри значний прогрес у теоретичних та практичних аспектах створення веб-інтерфейсів, це питання залишається актуальним і потребує подальших комплексних досліджень.

Матеріали та методи. Метою цієї роботи є огляд методології створення інтерактивного дизайну веб-інтерфейсів враховуючи комбінаторну силу анімацій та команд голосового вводу. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

1) вивчити вплив голосових команд на візуальну репрезентацію веб-інтерфейсів;

2) моделювати інтерактивні сценарії, в яких голосові команди активують оновлення візуальних елементів та анімацій для підвищення респондентності інтерфейсу;

3) розробити адаптивні принципи дизайну, які забезпечують доступність веб-інтерфейсів та уникнення когнітивного перевантаження вразливих груп користувачів.

У процесі дослідження використовувалися моделювання інтерактивних сценаріїв, емпіричний аналіз ефективності візуальних елементів інтерфейсу та принципи адаптивного дизайну. Особливу увагу приділено експериментальному моделюванню інтеракцій, де голосові команди активують оновлення візуальних елементів, таких як збільшення яскравості, насичення та використання анімацій наближення для релевантних товарів. Нерелевантні елементи піддаються десатурації або тимчасовому видаленню, що забезпечує фокус користувача. Додатково досліджувалося використання фізично обґрунтованих анімацій, які імітують гравітаційні сили та природне уповільнення об'єктів.

Результати. Дизайн веб-інтерфейсів покладається фундаментально на безшовну інтеграцію адаптивних лейаутів та зрозумілої візуальної ієрархії. Адаптивність лейаутів забезпечує динамічне підлаштування

контенту до різних розмірів апаратних екранів та їхніх орієнтацій. Дана гнучкість дозволяє інтерфейсам передавати інформацію однакової якості, незалежно від девайсу. Інтерактивний дизайн веб-інтерфейсів є глибоко пов'язаним з концепцією human-machine interaction (HMI), згідно з якою збирання даних, їх обробка та технології взаємодії з користувачем кооперують, створюючи динамічне середовище всупереч зі статичною візуальною платформою. Парадигма розумних веб-інтерфейсів передбачає використання комбінації технологій штучного інтелекту, машинного навчання та обробки природної мови задля створення адаптивного та інтуїтивного процесу взаємодії [5]. Наприклад, підтримка голосового вводу, дозволяє користувачам здійснювати керування за допомогою мовних команд, видаляючи потребу в ручній взаємодії. Така підтримка є особливо корисною у сценаріях, які вимагають постійного моніторингу, створюючи основу для підвищеної доступності для різних сфер діяльності. Чат-боти, вбудовані у веб-інтерфейси слугують в якості агентів, задачею яких є вирішення користувацьких запитів, пропонуючи вирішення неполадок у реальному часі, спрощуючи навігацію у комплексних системах.

Пріоритезація контенту відіграє ключову роль у процесі ефективного залучення користувачів, особливо на малих екранах. Підкреслюючи важливу інформацію та мінімізуючи некритичні елементи, інтерфейс здатний підтримувати належну зрозумілість та сприяти кращому зосередженню користувача на інформаційному наповненні.

У даному відношенні, важливим є належна візуалізація зображень у структурі веб-інтерфейсу. Зображення займають найбільшу частину, будучи найбільш привабливим фактором для користувачів. Функції зображень можуть бути підрозділеними на два напрямлення. По-перше вони здійснюють візуальне акцентування уваги [6]. Порівняно з текстом, зображення постають у ролі більш ефективних елементів для користувачів та можуть ефективно стимулювати їхню увагу. Крім того, зображення мають здатність прямо відображати інформаційні текстові повідомлення,

пов'язані з ними, ефективно заощаджуючи час користувачів у процесі пошуку необхідної інформації та її швидкого розуміння.

Існує фундаментальна різниця у відношенні мети та форми застосування зображень. Часто мета їх застосування полягає у необхідності підкреслити тему інтерфейсу. Водночас, вони також застосовуються з метою покращеної репрезентації релевантного веб-контенту. Тим не менш, у межах структури веб-інтерфейсів, певний розмір та колір можуть не підпадати під її конкретні потреби. Таким чином, у процесі дизайну веб-інтерфейсів, вміст, розмір, орієнтація та кольорова репрезентація зображень мають бути належно підлаштовані.

У даному дослідженні описуватиметься інтерактивізація процесу адаптації характеристик зображень у відповідь на голосовий ввід інформації, оскільки даному типу зазвичай надається більша перевага, аніж використанню традиційних ручних інструментів [7]. У даному контексті пріоритизується функціональність та інтуїтивна респондивність інтерфейсу. При інтеграції можливості голосового вводу, зазвичай включається голосовий активіційний модуль, який типічно репрезентується у вигляді іконки мікрофону, або персистивного промπτу у веб-інтерфейсі, який сигналізує про готовність сприймати голосові інструкції.

В якості прикладу, дане дослідження описує вокальні інтеракції користувача з інтерфейсом веб-платформи електронної комерції. В разі проговорення команди для відображення конкретного товару, інтерфейс миттєво підлаштовує продуктову сітку, оновлюючи відображувані зображення. Мініатюрні, або нерелевантні зображення зникають, що супроводжується ефектом десатурації, задля визначення їхньої депріоритизації. У той же час, характеристики релевантних зображень піддаються посиленню: підвищення яскравості, кольорової насиченості та легкої анімації приближення.

Інтеграція голосового вводу часто вимагає типографічної масштабованості та чіткої візуальної делініяції. Іншими словами, коли користувач конкретизує опцію через голосову

команду, вона підкреслюється та збільшується у розмірі з можливою репозицією задля займання належних позицій на екрані. Таким чином, у разі введення фільтраційної вокальної команди, продуктова сітка відповідає на неї шляхом відповідного реаранжування. Зображення товарів конкретно визначеної категорії (наприклад бренду) анімуються шляхом виведення на передній план ковзним / каскадним ефектом [8]. Зміна репрезентації супроводжується накладанням напівпрозорого оверлею та короткого ефекту розмиття. Голосове виділення товару з-поміж товарної сітки передбачає накладання рамки на відповідне зображення. Візуальна складова даної рамки включає ефект сяяння з початковою пульсацією та збільшенням зображення.

Вибір та застосування належного набору кольорів інтерфейсу має керуватися визначенням одного домінуючого та одного, чи декількох додаткових тонів, не перенавантажуючи візуальну складову лейауту. У контексті платформи електронної комерції, кольори у наборах кольорових тем мають відповідати принципам гармонійності та доступності для людей з певними обмеженнями, особливо людей з колірною сліпотою. Користувачі даної категорії часто стикаються з труднощами при взаємодії з формами, які покладаються виключно на кольорові сигнали задля вказання на помилки, або важливу інформацію. Таким чином, дизайн веб-інтерфейсу має враховувати даний аспект і впроваджувати додаткові елементи окрім кольору. Жирний текст постає в якості альтернативи у відношенні виділення цільової інформації. З іншого боку, важливу роль відіграє також належний контраст між текстом та фоном. Висококонтрастні комбінації, такі як чорний текст на білому фоні забезпечує читабельність для усіх користувачів, тож має передбачатися опціональність щодо візуального ансамблю веб-інтерфейсу.

У таких графічних елементах, як наприклад діаграмах та візуалізаціях даних (статистика продажів/статистика відвідуваності), використання градієнтних кольорів часто постає в якості іншої проблеми належної репрезентації [9]. Наприклад, в градієнтах, у яких змішуються червоний та зелений кольори, можуть

виглядати однорідними для користувачів з відповідним варіантом колірної сліпоти, що згодом компрометує їхню здатність вирізнити між сусідніми точками даних. Дана проблема може бути вирішена шляхом комбінованого підходу, який передбачає доповнення градієнтів вокально-опосередкованим керуванням з метою голосового виділення окремих точок даних шляхом змінення форми репрезентації. У додаток до підкреслення релевантних елементів, у структурі інтерфейсу також має бути передбачені модальні оверлеї в якості механізмів зворотного зв'язку з метою відображення інтерпретованого голосового вводу.

В межах дизайну веб-інтерфейсів, анімації відіграють роль скоріш функціонального компоненту, аніж являють собою декоративний елемент. Наприклад, переходи між різними розділами інтерфейсу мають відповідати вимогам плавності та цілеспрямованості, забезпечуючи легке розуміння відношень між елементами без дезорієнтування. Як вже було зазначено, голосове керування часто здійснює операції анімування візуальних елементів інтерфейсу. У даному відношенні критичним є забезпечення безшовних переходів між внутрішніми репрезентаціями даних та зовнішніми представленнями для користувачів. Такі представлення відображається за посередництва векторних віджетів, що уможливорює проведення плавних трансформацій, як наприклад зміни розміру, обертання та анімації. Візуальне відображення анімацій має враховувати фізичну принципову складову рухів задля підтримки відчуття реалізму. Рухи, які здійснюють емуляцію гравітації, інерції, або прискорення сприяють підсиленню ілюзії прямої маніпуляції елементами інтерфейсу. Приклад даної концепції може включати використання ефекту пом'якшення в анімації переміщування, при якому переміщування елемент знижує свою швидкість натуральним способом при відпусканні, що загалом імітує фізичні властивості концепції ваги та опору. Кубічні криві Безьє (Bézier) [10] є особливо корисними у задачах налаштування анімацій таким чином, щоб вони відображали контекст взаємодії. Коли голосова команда тригерує комплексний запит, як наприклад пошук

конкретного товару за конкретною ціною, система використовує згладжені траєкторії курсору, задля специфікації швидкості елемента впродовж часу, всупереч з концепцією простого переміщення фіксованого числа пікселів за часовий крок. Загалом, даний підхід до реалізації анімацій сприяє покращеному залученню користувача, створюючи інтуїтивний зв'язок між його діями та відповідями системи.

Постійність якісних властивостей анімацій також посідає значне місце у їх реалізації. Інтерфейси повинні мати однорідність стилю анімацій незалежно від секцій, компонентів та операцій, що загалом забезпечує надійний бар'єр від когнітивного навантаження. Дана постійність, як правило, забезпечується чітко визначеними тривалостями тих чи інших анімаційних ефектів та якісними властивостями кольорних переходів, що також створює основу для передбачуваності взаємодій користувача з інтерфейсом.

При більш чіткому розгляданні тривалостей анімаційних ефектів, варто сказати, що вона має варіювати в залежності від якісних властивостей анімації. Даний параметр має витримувати рівновагу між тим, щоб бути достатньо великим щоб передавати критичну інформацію, та достатньо низьким, щоб підтримувати плавність інтеракції. Наприклад, мікроінтеракції, такі як натискання на клавіші повинні мати майже миттєвий відгук, в той час як більш комплексні дії, як наприклад навігація до іншої секції інтерфейсу, чи навігація в межах однієї секції шляхом біометричного вводу мають супроводжуватися налаштованою тривалістю, щоб користувач мав змогу адаптуватися до масштабу виконаної операції.

Неблокувальні анімації являють собою ключовий фактор у відношенні відтермінування інтеракцій, які можуть виникати при навігації через комплексі процеси, як наприклад фільтрацію товарів, або завершення покупки [11]. Важливість даного фактору обумовлена тим, що при введенні декількох голосових команд одночасно, є необхідність забезпечення респондивності інтерфейсу до останніх введених команд без затримки.

Тобто, у ситуації, коли користувач, наприклад, проговорює команду «Додай до кошику», миттєво змінюючи думку та проговорюючи «Покажи схожі товари», система має адаптуватися до запиту під час проведення першої анімації, приводячи до дії другу команду, у той же час витримуючи наступність у користувацькій взаємодії з інтерфейсом. Інтеграція вторинних дій здійснює додавання глибини та особистості до анімацій у рамках веб-інтерфейсу. Такі комплементуючі рухи, які наприклад легкий ефект підскакування при додаванні товару збагачують візуальну картину репрезентативної системи.

Дуги представляються в якості корисного елементу в створенні псевдонатурального руху. У контексті електронної комерції, дуги можуть використовуватися задля навігації складових частин, як наприклад зображень плитки продуктів та кошику. При додаванні товару до кошику за посередництвом голосової команди, зображення товару анімується за шляхом заданої кривої за напрямком до кошику, імітуючи натуральний принцип рухливості. Ефекти стискання та розтягування (squash and stretch) при цьому відіграють роль комплементуючих рухів, підкреслюючи інтерактивність та тактильний зворотний зв'язок. При додаванні товару до кошика, сам кошик трохи стискається та потім розтягується, так як «абсорбує» додані елементи. Пряма анімація за своєю секвенціальною природою може симулювати флюїдну та непередбачувану рухливість для динамічних інтерфейсних елементів, що може проявлятися в якості прикладу у вигляді ефекту конфетти при тригуванні голосовою командою товару, на який наявна знижка, або отримання певних бонусів у межах веб-платформи. Натомість, анімація за ключовими кадрами пасує у випадках реалізації предетермінованих рухів, як наприклад модальних переходів, або навігаційних розширень.

Окрім того, врахування принципів веб-доступності відповідають високому рівню важливості, оскільки певні групи користувачів мають велику схильність до некомфортного сприйняття неадаптованих до їхніх потреб анімацій. Інтерфейс має бути доступним

у опціональній формі, яка передбачає відсутність будь-яких анімацій. На додаток до цього, має враховуватися аспект надмірного використання анімаційних ефектів, яке може спричинити відволікання споживачів від ключових інформативних деталей інтерфейсу.

З огляду на це, у поточній роботі пропонується система потоку кінетичного морфінгу (ПКМ) [12], в якій елементи інтерфейсу переходять із іншого стану в інше, слідуючи динамічним траєкторіям, що визначаються моделями взаємодії користувача. На відміну від традиційного зміни розміру або позиціонування, ПКМ створює концепцію реальних траєкторій морфінгу – окрім зміни елементами розміру, вони також здатні плавно переміщуватися в просторі у відповідь на дію користувача, адаптуючи форму, розмір і орієнтацію вздовж динамічного шляху.

Іншими словами, елементами веб-інтерфейсу використовуються адаптивні криві рухи, які підлаштовуються під складність команди, частоту взаємодії та контекст на екрані. Таким чином, кожна голосова команда формує унікальний динамічний шлях для конкретних елементів, враховуючи попередній шлях взаємодії та просторовий контекст. Наприклад, у команді «Показати кращі товари» виникає ефект брижі від точки взаємодії. Елементи розширюються і трансформуються по вигнутим траєкторіям, вирівнюючись із центру до зони візуального фокуса користувача.

При переміщенні по траєкторії елементи розтягуються і стискаються, реагуючи на умовні «точки напруги» – області, в яких рух затягується або форма змінюється із-за кордону екрану або історії взаємодії. Коли картки товарів переміщуються на передній план, вони розтягуються в подовжені форми, а потім різко повертаються до початкової форми.

Висновки. Наукова новизна цього дослідження полягає у запровадженні системи Потоку кінетичного морфінгу (ПКМ), яка перевизначає динаміку інтерфейсу шляхом інтеграції траєкторій морфінгу в реальному часі на основі шаблонів взаємодії з користувачем. На відміну від звичайних підходів,

які зосереджені на статичній зміні розміру або позиціонуванні, ПКМ дозволяє елементам динамічно коригувати свою форму, розмір і орієнтацію вздовж адаптивних шляхів руху. Ця система включає в себе історію взаємодії, складність команд і просторовий контекст для створення унікальних,

адаптивних перетворень. Крім того, концепція «точок напруги» представляє новий механізм для модифікації поведінки елементів на основі інтенсивності взаємодії та граничних умов, підвищуючи залучення користувача через плавний рух з урахуванням контексту.

Література:

1. Xia L., Chen G., Xu X., Cui J., Gao Y. Audiovisual speech recognition: a review and forecast. *International Journal of Advanced Robotic Systems*. 2020. Vol. 17. № 6. DOI: <https://doi.org/10.1177/1729881420976082>.
2. Wasilewski A. Functional framework for multivariant e-commerce user interfaces. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*. 2024. Vol. 19. № 1. P. 412–430. DOI: <https://doi.org/10.3390/jtaer19010022>.
3. Ni P., Li Y., Chang V. Research on text classification based on automatically extracted keywords. *International Journal of Enterprise Information Systems*. 2020. Vol. 16. № 4. P. 1–16. URL: <https://ideas.repec.org/a/igg/jeis00/v16y2020i4p1-16.html>.
4. Korada L., Sikha V., Siramgari D. AI & accessibility: a conceptual framework for inclusive technology. *International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering*. 2024. Vol. 12. № 23s. P. 983–992. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.14279774>.
5. Firoozeh N., Nazarenko A., Alizon F., Daille B. Keyword extraction: issues and methods. *Natural Language Engineering*. 2020. Vol. 26. № 3. P. 259–291. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1351324919000457>.
6. Srinivasan A., Ellemose J., Butcher P. W. S., Ritsos P. D., Elmqvist N. Attention-aware visualization: tracking and responding to user perception over time. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*. 2024. DOI: <https://doi.org/10.1109/TVCG.2024.3456300>.
7. Win K. M. N., Hnin Z. Z., Thaw Y. M. K. K. Review and perspectives of natural language processing for speech recognition. *International Journal of All Research Writings*. 2020. Vol. 1. № 10. P. 112–115. URL: <http://ijarw.com/PublishedPaper/IJARW1184.pdf3>.
8. Xu B., Wang B., Tao J., Ge T., Jiang Y., Li W., Duan L. Move as you like: image animation in e-commerce scenario. *Proceedings of the 29th ACM International Conference on Multimedia*. 2021. P. 2759–2761. DOI: <https://doi.org/10.1145/3474085.3478550>.
9. Komariah S., Mulyana A., Dewi R., Yunizar Y. User interface measurement analysis of travel e-commerce based on usability and user experience. *Desain Komunikasi Visual Manajemen Desain dan Periklanan (Demandia)*. 2023. Vol. 8. P. 267. DOI: <https://doi.org/10.25124/demandia.v8i2.6347>.
10. Raseli S., Faisal N., Mahat N. Construction of cubic Bezier curve. *Journal of Computing Research and Innovation*. 2022. Vol. 7. P. 111–120. DOI: <https://doi.org/10.24191/jcrinn.v7i2.291>.
11. Beňo M., Ölvecký M. Measuring the performance of techniques for dynamic 2D animation in web browsers. *Journal of Applied Mathematics, Statistics and Informatics*. 2024. Vol. 20. P. 77–110. DOI: <https://doi.org/10.2478/jamsi-2024-0009>.
12. Kiessling J., Maier T., Wiesenfarth S., Mayer S. User-centered design of an adaptively morphing human-machine interface. *Usability and User Experience*. AHFE (2023) International Conference / eds. T. Ahram, C. Falcão. AHFE Open Access. Vol. 110. AHFE International, USA, 2023. DOI: <http://doi.org/10.54941/ahfe1003182>

References:

1. Xia, L., Chen, G., Xu, X., Cui, J., & Gao, Y. (2020). Audiovisual speech recognition: A review and forecast. *International Journal of Advanced Robotic Systems*, 17(6). <https://doi.org/10.1177/1729881420976082>
2. Wasilewski, A. (2024). Functional framework for multivariant e-commerce user interfaces. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, 19(1), 412–430. <https://doi.org/10.3390/jtaer19010022>
3. Ni, P., Li, Y., & Chang, V. (2020). Research on text classification based on automatically extracted keywords. *International Journal of Enterprise Information Systems*, 16(4), 1–16. Retrieved from <https://ideas.repec.org/a/igg/jeis00/v16y2020i4p1-16.html>
4. Korada, L., Sikha, V., & Siramgari, D. (2024). AI & accessibility: A conceptual framework for inclusive technology. *International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering*, 12(23s), 983–992. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14279774>
5. Firoozeh, N., Nazarenko, A., Alizon, F., & Daille, B. (2020). Keyword extraction: Issues and methods. *Natural Language Engineering*, 26(3), 259–291. <https://doi.org/10.1017/S1351324919000457>

6. Srinivasan, A., Ellemose, J., Butcher, P.W.S., Ritsos, P.D., & Elmqvist, N. (2024). Attention-Aware Visualization: Tracking and Responding to User Perception Over Time. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*. DOI:10.1109/TVCG.2024.3456300
7. Win, K. M. N., Hnin, Z. Z., & Thaw, Y. M. K. K. (2020). Review and perspectives of natural language processing for speech recognition. *International Journal of All Research Writings*, 1(10), 112–115. Retrieved from <http://ijarw.com/PublishedPaper/IJARW1184.pdf3>
8. Xu, B., Wang, B., Tao, J., Ge, T., Jiang, Y., Li, W., & Duan, L. (2021). Move As You Like: Image Animation in E-Commerce Scenario. *Proceedings of the 29th ACM International Conference on Multimedia*. PP. 2759–2761. DOI:10.1145/3474085.3478550
9. Komariah, S., Mulyana, A., Dewi, R., & Yunizar, Y. (2023). User interface measurement analysis of travel e-commerce based on usability and user experience. *Desain Komunikasi Visual Manajemen Desain dan Periklanan (Demandia)*. Vol. 8. PP. 267. DOI:10.25124/demandia.v8i2.6347
10. Raseli, S., Faisal, N., & Mahat, N. (2022). Construction of Cubic Bezier Curve. *Journal of Computing Research and Innovation*. Vol. 7. PP. 111–120. DOI:10.24191/jcrinn.v7i2.291.
11. Beňo, M., & Ölvecký, M. (2024). Measuring the performance of techniques for dynamic 2D animation in web browsers. *Journal of Applied Mathematics, Statistics and Informatics*. Vol. 20. PP. 77–110. DOI:10.2478/jamsi-2024-0009.
12. Kiessling, J., Maier, T., Wiesenfarth, S., & Mayer, S. (2023). User-centered design of an adaptively morphing human-machine interface. In: Tareq Ahram and Christianne Falcão (eds) *Usability and User Experience*. AHFE (2023) International Conference. AHFE Open Access, vol 110. AHFE International, USA. DOI: <http://doi.org/10.54941/ahfe1003182>