

Універсальні принципи візуалізації ієрархії: поєднання функціональності, залучення та доступності в дизайні вебінтерфейсів

Микола Лукашук

Київський національний університет культури і мистецтв, Київ, Україна

Анотація. *Мета статті* полягає в дослідженні ієрархічної структури візуальних елементів у багаторівневому дизайні вебінтерфейсу з акцентом на когнітивні принципи, що впливають на сприйняття користувачів та ефективність навігації. Досліджується роль типографічної ієрархії, просторового розташування та динаміки кольорів у підвищенні доступності інформації та взаємодії. Особлива увага приділяється інтеграції методів візуальної сегментації, щоб збалансувати первинний, вторинний і третинний рівні вмісту, забезпечуючи узгоджений та інтуїтивно зрозумілий досвід користувача. Крім того, досліджується концепція управління когнітивним навантаженням з аналізом того, як елементи інтерфейсу впливають на здатність користувачів обробляти, зберігати та діяти на основі представленої інформації. *Результати* вказують на те, що структуровані візуальні ієрархії покращують точність пошуку інформації та ефективність виконання завдань. Емпіричне тестування двох архітектур інтерфейсу, одна з яких заснована на відкличній обмежено флюїдній ієрархічній сітці, а інша — на прогностичній модульній адаптації, що демонструє явні переваги та обмеження. Хоча структура на основі сітки сприяла швидкому розпізнаванню первинного вмісту, вона вимагала додаткових взаємодій для отримання вторинної та третинної інформації. І навпаки, прогностична модель надавала більший доступ до контекстних деталей, але вимагала вищої початкової когнітивної адаптації. Експериментальна перевірка за допомогою контрольованих досліджень користувачами підтвердила, що структуровані ієрархії зменшують когнітивне перевантаження, зберігаючи послідовний просторовий розподіл вмісту, тоді як динамічні макети оптимізують потік інформації на основі моделей взаємодії. *Наукова новизна* полягає в інтеграції ієрархічної візуальної сегментації з принципами адаптивного дизайну, що забезпечує адаптивну пріоритизацію компонентів інтерфейсу. Крім того, досліджуються нові застосування вигнутих елементів інтерфейсу, що обумовлено їхньою ефективністю в підвищенні залученості користувачів і рівня взаємодії. *Висновки.* Проведене дослідження наголошує на необхідності збалансування структурованих і динамічних візуальних ієрархій у дизайні вебінтерфейсу. Хоча жорстка сегментація забезпечує ясність і передбачуваність, адаптивна реструктуризація підвищує ефективність взаємодії, узгоджуючи розподіл вмісту з поведінкою користувачів.

Ключові слова: структуризація контенту; плавність взаємодії; когнітивне навантаження; адаптивна модуляція; динамічна сегментація; контекстна пріоритизація

Для цитування

Лукашук, М. (2025). Універсальні принципи візуалізації ієрархії: поєднання функціональності, залучення та доступності в дизайні вебінтерфейсів. *Вісник Київського національного університету культури і мистецтв. Серія: Мистецтвознавство*, 52, 186–196. <https://doi.org/10.31866/2410-1176.52.2025.334143>

Вступ

Візуальна репрезентація інтерфейсних елементів має великий вплив на користувацький досвід взаємодії з інтерфейсом. Неорганізована ві-

зуалізація контентних компонентів може стати причиною ускладненої навігації у межах інтерфейсу, або скомпрометувати процес взаємодії з ним.

З цієї причини, візуальна ієрархія являє собою ключову технологію, яка використовується

у процесі створення вебінтерфейсів. Спочатку вона базувалася на гештальтпсихологічній теорії, завданням якої є вивчення сприйняття користувачами елементів у їх відношенні до один одного та демонструє принцип того, як користувач здійснює угруповання візуальних елементів.

Візуальна ієрархізація ставить за мету презентацію контенту таким чином, щоб користувачі мали змогу розуміти рівень важливості кожного елемента, тобто здійснюється організація інтерфейсних елементів задля подальшого виділення об'єктів на основі різниці їхніх властивостей — розмірів, кольорів, контрастів, стилізації тощо. Типографіка, як головний візуальний елемент, є важливим засобом для організації та пріоритизації текстової інформації. Це стало основою для створення спеціалізованої системи — типографічної ієрархії, яка фокусується на структуризації тексту з метою його оптимального сприйняття користувачами.

Аналіз попередніх досліджень. У контексті розгляду універсальних принципів візуалізації в дизайні вебінтерфейсів варто відзначити праці закордонних науковців.

Так, Н. Фірузе та ін. (Firoozeh et al., 2020) розглядають методи вилучення ключових слів, проблеми визначення «ключів», вибір відповідних функцій і оцінки методів вилучення. Класифікуючи наявні підходи та аналізуючи їх сильні та слабкі сторони, це дослідження надає вичерпну інформацію, яка уможливить процес розробки відповідних методів для різних застосувань у видобутку тексту та пошуку інформації.

С. Ганвір та Н. Лал (Ganvir & Lal, 2021) порівнюють моделі згорткових (convolutional neural networks — CNN) і штучних нейронних мереж (artificial neural network) ANN для автоматичного розпізнавання мови користувача, зокрема перенесення навчання з класифікацією SVM (support vector machine — метод опорних векторів). CNN, навчена на зображеннях спектрограми, досягла 90% точності з низькою середньоквадратичною помилкою (mean square error — MSE) (0,012), але вимагала тривалого навчання та обчислювальних ресурсів. Мережа, навчена на витягнутих спектральних характеристиках, досягла 93% точності, але мала високу MSE (30,87), що вказує на обмеження в обробці сильно розсіяних даних гучномовців.

Роль маркерів у розумінні даних та візуальній ієрархії досліджував А. Хо (Ho, 2023). Зокрема, аналізуючи попередні дослідження та приклади їхньої ефективності у візуалізації даних, дослідник ґрунтовно вивчив вплив типографіки на взаємодію з користувачем, інтерактивні елементи для

взаємодії, а також типографіку на основі даних для передачі думок.

М. Кабірою з колегами (Kabir et al., 2021) запропоновано контрольований метод класифікації ключових слів із використанням автоматичного вилучення на основі TextRank, оптимізованого за допомогою генетичного алгоритму. У ньому порівнюються методи вилучення ключових слів. Результати наборів даних ACM показують, що метод GA-CWC(P) у поєднанні з TextRank досяг найвищої точності (83,91%) і F-міри (81,13%), перевершуючи традиційні підходи. Модель вводить самооновлювані ключові слова та коригування ваги класифікації, підвищуючи адаптивність і ефективність класифікації, коли вводяться нові дані.

Такі науковці, як П. Ні, Ю. Лі та В. Чанг (Ni et al., 2020), представили класифікатор каскадної моделі суміші Гаусса — глибинної нейронної мережі (GMM-DNN) для ідентифікації користувача в середовищах емоційної розмови. Оцінений на базі даних Emirati Speech і наборі даних SUSAS, запропонований метод перевершив традиційні класифікатори, такі як SVM і MLP (Multilayer perceptron — багатопаровий перцептрон), особливо в емоційному контексті. Результати показали покращення на 2,7% і 3,3% порівняно з SVM і MLP, відповідно, у нейтральних умовах, зі значними перевагами в емоційному середовищі, за винятком емоції «Злість». Тест статистичної значущості підтвердив перевагу моделі GMM-DNN в обробці емоційних варіацій мови.

Під час дослідження гендерної класифікації на основі мовних сигналів І. Шахін, А. Нассіф та С. Хамса (Shahin et al., 2020) порівнювали чотири класифікатори машинного навчання, а саме: k-Nearest Neighbor (KNN — метод k-найближчих сусідів), SVM, Random Forest (RF — метод випадкового лісу) і CNN. Отримані авторами експериментальні результати показують, що після оптимізації гіперпараметрів для кожного класифікатора за допомогою пошуку по сітці експериментальні результати показують, що CNN досягає найвищої точності (98,67%), потім SVM (97,33%), KNN (96,8%) і RF (95,73%). Модель CNN правильно класифікувала 740 із 750 тестових зразків, продемонструвавши чудову продуктивність. Дослідження підкреслює ефективність CNN щодо гендерної класифікації та пропонує майбутні дослідження підходів до вивчення ансамблю для подальшого підвищення точності.

У рамках наукового пошуку Б. Єні, А. Моханти та С. Моханти (Jena et al., 2021) порівнювалися різні методи вилучення ключової фрази без нагляду, зокрема TF-IDF, TextRank, SingleRank,

PositionRank, а також тематичні підходи, такі як TPR і TR. Результати засвідчили, що PositionRank досягає найвищої точності для однотематичних наборів даних, перевершуючи інші методи з показниками F1 21,2% (DUC-2001), 15,7% (Nguyen) і 14,4% (WWW). TPR найкраще працює для багатотематичних наборів даних, демонструючи підвищену F1-оцінку на 146% на DUC-2001 порівняно з його ефективністю на однотематичних наборах даних. Результати дослідження дозволили констатувати обмеження в оцінюванні, коли точна відповідність фраз і ручні анотації перешкоджають оцінці ефективності, пропонуючи оцінку подібності на основі Word2Vec для вирішення цих проблем.

На основі експериментального дослідження, виконаного Л. Ся, Г. Ченьем, Х. Сюем, Дж. Цуєм та Ю. Гао (Xia et al., 2020), було доведено, що моделі AVSR на основі глибокого навчання перевершують традиційні методи в шумному середовищі. Покращення вилучення функцій за допомогою 3D CNN для візуальних даних і ResNet для звукових сигналів підвищують точність розпізнавання. Динамічне аудіовізуальне злиття, зокрема з використанням Bi-GRU (Bi Gated recurrent unit — бі-Вентильний рекурентний вузол) та BLSTM, забезпечує адаптацію в реальному часі до різних рівнів шуму, водночас наскрізні моделі досягають точності до 98% на таких наборах даних, як LRW та GRID. Адаптивні стратегії зважування у злитті на основі MSHMM покращують рівень розпізнавання на 5,5% порівняно з традиційними HMM. Огляд припускає, що майбутні архітектури AVSR включатимуть глибинні зображення, злиття мультимодальних датчиків і вдосконалені структури DNN.

Дослідження Ц. Цень та Ю. Чжао (Cen & Zhao, 2024) присвячене впровадженню адаптивних інтерфейсів у вебдодатках для покращення залученості користувачів шляхом персоналізації в реальному часі. Метою дослідження є визначення ефективності адаптивних інтерфейсів, які змінюють свою структуру та контент на основі аналізу поведінкових та контекстуальних даних у реальному часі. Використовуючи алгоритми машинного навчання, дослідження пропонує модель персоналізації, що коригує відображення контенту, макет інтерфейсу та навігаційні шляхи, підвищуючи користувацький досвід та ефективність взаємодії.

Результати емпіричних експериментів демонструють значне покращення ключових метрик залученості. Зокрема, користувачі, що взаємодіяли з адаптивним інтерфейсом, проводили на платформі в середньому на 35% більше часу порівняно

зі статичним інтерфейсом. Коефіцієнт натискань (CTR) збільшився на 28%, а рівень відмов знизився на 15%, що свідчить про більшу залученість користувачів та готовність до подальшої взаємодії з системою. Додатково, 82% користувачів адаптивного інтерфейсу оцінили свій досвід як "задовільний" або "дуже задовільний", порівняно з 64% у контрольній групі.

Наукова новизна роботи полягає в розробці та оцінці комплексної моделі персоналізації, яка інтегрує аналіз користувацької поведінки, уподобань і контекстуальних факторів для створення адаптивних веб-інтерфейсів. На відміну від традиційних підходів, що зосереджуються лише на статичних параметрах персоналізації, запропонована модель використовує динамічне оновлення контенту та макету на основі алгоритмів машинного навчання. Дослідження також пропонує напрямки впровадження цих рішень у різні типи веб-додатків, включаючи комерційні платформи, соціальні мережі та освітні ресурси.

У дослідженні А. Василевського (Wasilewski, 2024) представлено розробку та валідацію функціональної основи, призначеної для впровадження багатоваріантних інтерфейсів електронної комерції, що відповідає зростаючому попиту на персоналізацію в онлайн-торгівлі. Це дослідження ґрунтується на практичному застосуванні платформи AIM2, розробленої для надання персоналізованих інтерфейсів через Adobe Magento. Основна інфраструктура містить у собі модуль збору даних, який фіксує поведінку клієнтів, механізм кластеризації, який сегментує користувачів на основі спільних характеристик, і систему, призначену для розгортання та постійної оптимізації індивідуальних варіантів інтерфейсу.

У процесі кластеризації використовуються такі алгоритми, як K-means, для класифікації користувачів у групи, які можуть діяти, при цьому рішення приймаються на основі інноваційних показників, таких як коефіцієнт часткової конверсії та цінність відвідування клієнта. Ці показники надають детальну інформацію про дії клієнтів, пропонуючи більш детальну перспективу, ніж традиційні показники кліків.

Дослідження підкреслює важливість цього адаптивного підходу, представляючи пілотний проєкт, який включає понад 400 000 сеансів користувачів. Цільовий кластер клієнтів отримав налаштований варіант інтерфейсу з мікромодифікаціями, узгодженими з їх конкретною поведінкою. Результати виявили статистично значуще підвищення залученості клієнтів, узгодження з очікуваними шляхами покупки, тим самим підтверджуючи ефективність системи.

Дослідження визначає проблеми у впровадженні такої системи, зокрема необхідність у надійних можливостях збору та обробки даних. Юридичні та технічні обмеження, включно з конфіденційністю користувачів і обчислювальними вимогами алгоритмів кластеризації, вирішуються за допомогою методів анонімізації та ефективних практик керування даними. Попри ці проблеми підхід представляє інноваційне застосування штучного інтелекту в електронній комерції, що виходить за рамки рекомендацій продукту для досягнення комплексної персоналізації інтерфейсу.

Однак, враховуючи вищезазначені наукові дослідження та теоретичні напрацювання в галузі, питання розробки універсальних вебінтерфейсів залишається недостатньо вивченим, зокрема в контексті інтеграції новітніх технологій, адаптивного дизайну та зручності користування. Це питання потребує подальшого поглибленого аналізу та розробки нових методологічних підходів, що дозволять ефективно вирішити наявні проблеми й покращити користувацький досвід в умовах постійно змінюваних технологічних вимог.

Мета статті полягає в дослідженні ієрархічної структури візуальних елементів у багаторівневому дизайні вебінтерфейсу з акцентом на когнітивні принципи, що впливають на сприйняття користувачів та ефективність навігації.

Результати дослідження

У створенні багаторівневого інтерфейсного дизайну, фокус, головним чином, припадає на інтеграцію візуальних рівнів, які спеціалізуються на репрезентаціях варіативних типів даних. Концепція візуальних рівнів постає як загальна метрика для розуміння того, як інтерфейсами відображається інформація ієрархічним способом. Типографічна ієрархізація організує текстовий контент, використовуючи варіації розмірів шрифту, стилів, кольорів та різноманітних узгоджень задля диференціації між важливою та додатковою інформаціями. Наприклад, у дослідженні Т. Каванаха (Cavanagh, 2023) був розглянутий один з елементів типографічної ієрархізації - маркери списків. Був проведений емпіричний аналіз з метою вивчення впливу цих маркерів на візуальну репрезентацію даних в академічному проєкті. Дослідження виявило, що застосування такого типу форматування було пов'язане з підвищеною точністю, та ефективністю в обробці й пошуку важливої інформації та покращеною можливістю інтегрувати різноманітні джерела даних. Проте головним досягненням має бути неускладнена ідентифікація

важливих елементів під час навігації через решту контенту.

Елементи копіювання в рамках інтерфейсу типово включає такі компоненти, як заголовки, підзаголовки, основний текст та елементи заклику до дії (call-to-action — CTA). Такі елементи піддаються сегментації у чітко визначені рівні, кожен з яких виконує унікальну функцію в межах загально визначеної ієрархії:

- первинний рівень — репрезентується найоб'ємнішим та найбільш помітним текстом. Даний рівень виконує функцію миттєвого захоплення уваги та стислого передавання серцевинної інформації;

- вторинний рівень — включає підзаголовки, які сприяють швидкому скануванню інформації. Дані елементи виконують функцію навігаційної підтримки, уможливорюючи швидкий перегляд контенту з витримуванням контекстної інформації;

- третинний рівень — складається з основного контекстного тексту та додаткових даних, використовуючи менші, але попри це розбірливі шрифтові налаштування. Його роль полягає в забезпеченні детальної інформації, гарантуючи ясність контексту.

Таким чином, неперервний потік інформації забезпечується сегментацією тексту в ці ієрархічні рівні, навігуючи користувачів від одного сегменту інформації до наступного (Но, 2023). Враховуючи параметри мобільних екранів, цей тип репрезентації має бути адаптованим у зв'язку з обмеженим екранним простором, що зазвичай досягається шляхом зменшення масштабу макета сторінки у два рівні з об'єднанням вторинних елементів у спрощену структуру.

Після проведення ідентифікації та категоризації контенту здійснюється налаштування його параметрів задля встановлення когерентної візуальної ієрархії. Цим параметрам властива маніпуляція притаманними людині когнітивними тенденціями. Стосовно цього вирішальну роль відіграє теорія когнітивного навантаження, розроблена з метою адресування обмеження людської когнітивної обробки інформації під час виконання задач, зосереджуючись на поділі пам'яті на дві системи: робочу пам'ять, яка має обмежену місткість, та довгострокову пам'ять, яка фокусується на збереженні структурованих знань. Таким чином, надмірне надходження інформації за одиницю часу призводить до когнітивного перенавантаження, компрометуючи ефективність виконання завдань. У межах дизайну інтерфейсів когнітивне навантаження стосується ментальних зусиль, необхідних для взаємодії із системою. Отже, існує необхідність

врівноваження когнітивного навантаження, яке категоризується в три типи: власне навантаження, що визначається властивою складністю завдання, в цьому разі складністю елементів вебінтерфейсів; стороннє навантаження, створене елементами, які безпосередньо не допомагають у виконанні завдання, наприклад, зайві компоненти інтерфейсу або неефективна навігація; і корисне навантаження, яке підтримує вирішення проблем і навчання, полегшуючи когнітивні процеси, пов'язані з виконанням завдань (Zimmerer et al., 2022). У зв'язку з цим правильне налаштування вказаних параметрів спрощує навігацію користувачів в інтерфейсі:

- розмір — цей параметр являє собою ефективний інструмент у створенні візуальних відзнак, оскільки використовує асоціативний принцип, який полягає в тому, що більші елементи прямо корелюють з їх важливістю;

- колір — фокус цього параметра припадає на привертання уваги до певних елементів незалежно від інших їхніх властивостей. Яскраві кольори, як, наприклад, червоний, здатні миттєво зосереджувати на собі увагу, що використовується для витримання естетично привабливого балансу між структурою та візуальним складником інтерфейсу;

- негативний простір — являє собою немарковану ділянку між та навколо інтерфейсних елементів. Проте цей простір не відповідає простій відсутності контенту, натомість є цілеспрямованим рішенням, завданням якого є організація та підкреслення інших компонентів. Правильне налаштування цього параметру також сприяє підвищеній читабельності та візуальному потоку;

- близькість — зосереджується на групуванні відносних інтерфейсних елементів близько один до одного задля відзначення їх пов'язаності. Принцип когнітивної маніпуляції полягає в тому, що елементи, розташовані поряд один з одним, природно сприймаються як група елементів. Наприклад, навігаційна панель зі щільно згрупованими пунктами меню візуально повідомляє про те, що вони належать до однієї категорії та виконують схожі функції. Цей параметр знижує когнітивне навантаження, видаляючи двозначність в інтерфейсі;

- повторення — полягає в цілеспрямованому повторному використанні елементів або патернів задля встановлення постійності та знайомості в межах інтерфейсу. Використання однакових кольорів, шрифту та стилю зображень для клавів у рамках усього інтерфейсу посилює їх функціональну значущість, спрощуючи їх розпізнавання користувачами та подальшу взаємодію з ними.

Ієрархізація також може бути вдосконалена внаслідок упровадження вигнутих віртуальних

елементів, оскільки феномен, пов'язаний еволюційними перевагами округлих форм, підкреслює принцип того, як інтерфейсні елементи, розроблені з більш гладкими контурами, відповідають концепції естетичності та привабливості.

З іншого боку, вплив вигнутих форм поширюється за межі естетичних міркувань, виражаючись у їх функціональності. Ця функціональність наявна в навігаційних меню, банерах та формах вводу даних. Інкorporація округлих граней у ці елементи сприяє їхньому активнішому використанню та створює основу для більш інтуїтивного користувацького досвіду. Концепція комбінування принципів візуальної привабливості та мотиваційної психології особливо є корисною щодо її застосування до кнопок заклик до дії (call to action button — СТА), що використовуються у визначальних діях, наприклад, на платформах електронної комерції з присвоєними мітками «Придбати зараз» або «Підписатися». Ця концепція підтверджується серіями досліджень, проведеними Д. Бісвасом (Biswas et al., 2024), які ставили за мету підтвердження теорії підвищення вигнутими елементами показників проклікування. В експерименті Google Ads було згенеровано 945 кліків з 148,826 показами, де вигнутими елементами було досягнуто 0,71%, тоді як гострокутні елементи набули 0,57% стосовно показника проклікування. Польовий експеримент в межах вебсайту електронної комерції надав дані, згідно з якими інтерфейси з вигнутими та ангулярними елементами набрали 474 та 445 відвідувань, відповідно.

Враховуючи описані експериментальні надбання, розробка електрокомерційних платформ має супроводжуватися стратегічним розташуванням вигнутих елементів у ділянках високого трафіку, наприклад, репрезентація товарів та панелі оформлення покупок. Такий підхід має потенціал до оптимізації потоку користувачів та до підвищення процентів завершення транзакцій. Таким чином, у сферах обслуговування гостей чи роздрібної торгівлі вигнуті елементи мають інкорпорувати в брендіві інтерфейсні елементи.

Упровадження ефектів пом'якшення повідомлень з елементами притягування та відштовхування має посилити інтуїтивність та привабливість дизайну. Наприклад, поєднання вигнутих елементів із дослідницько-орієнтованими формулюваннями («Дізнатися більше», «Долучитися») може посилити залученість, тоді як ангулярні елементи широко застосовуються в контексті передачі інформації, що виконує функцію застереження («Не пропустити», «Захистити свій обліковий запис»).

Динамічні взаємозв'язки між інтерфейсною відкличністю та візуальною ієрархією також демонструються як фундаментальний елемент у створенні зосереджених на користувачах вебінтерфейсів, які адаптуються до різних умов відображення, зберігаючи ясність та інтуїтивність навігації. Структура комбінаторного підходу універсалізації вебінтерфейсів представлена на Рис. 1.

Одним зі способів імплементації візуально-ієрархічних принципів у парадигму відкличного дизайну забезпечується за допомогою структур флюїдних сіток, які використовують визначення на основі пропорцій для елементів сторінок. У цьому контексті таким елементам, як заголовки, навігаційні меню та контентні блоки, присвоюються відносні розміри, які узгоджуються з їхньою ієрархічною значущістю. Наприклад, вебінтерфейс, у якому використовується макет з флюїдною сіткою, може масштабувати головну навігаційну панель таким чином, щоб вона займала 15% висоти видового екрана, незалежно від розмірного девайса, забезпечуючи її видимість без необхідності розривання відносних пропорцій інших елементів. Динамічний ресайзинг гарантує, що візуальна значущість витримуватиметься навіть за випадків зміни екранних розмірів.

Інший підхід полягає у використанні адаптивної типографіки, яка передбачає динамічне під-

лаштування розмірів, ваги та стилів шрифту залежно від характеристик девайса. Наприклад, заголовки мають відображатися у 3em на більших екранах, але масштабуватися до 1.5em на менших, одночасно зберігаючи розмірну ієрархію щодо основного тексту.

У проведеному експерименті досліджувалися дві інтерфейсні архітектури з різними підходами щодо структуризації візуальних елементів, потоку контенту та інтерактивного нашарування. Перша архітектура була побудована навколо принципів відкличної флюїдної ієрархічної сітки, де була забезпечена чітка сепарація контенту в первинний, вторинний та третинний шари за можливості обмеженого підлаштування позицій елементів. Інтерфейсом застосовується структура на основі колонки, де контентна ієрархія забезпечувалася завдяки контрольному розподіленню розмірів шрифту, інтервалів та контрастних рівнів. Дотримувалася умова, що заголовкові елементи залишатимуться візуально домінантним незалежно від розміру екрана, враховуючи, що головним компонентом — СТА елементам та навігаційним підказкам — надавалася помітність через адаптивне масштабування та контекстну пріоритизацію. Водночас вторинні елементи динамічно підлаштовували своє просторове позиціонування. Елементи третинного рівня, який містив метадані, додаткові

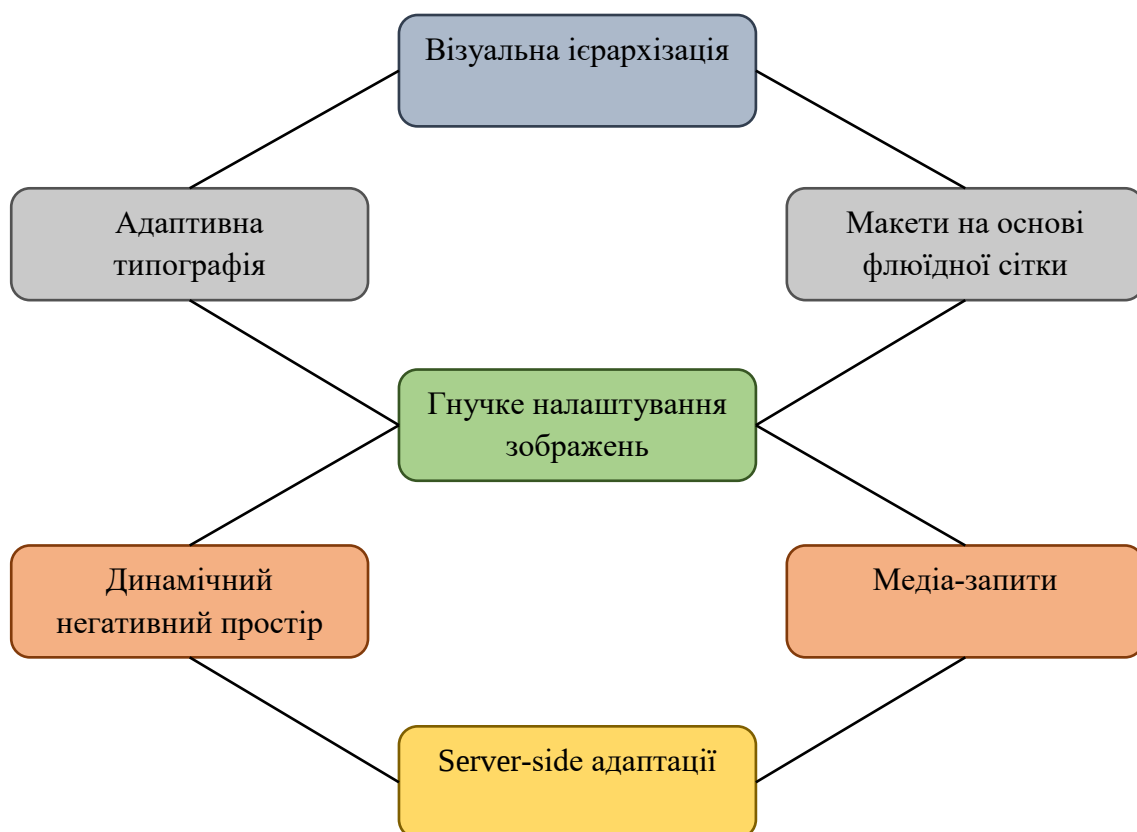


Рис. 1. Інтеграція візуальної ієрархізації та технік підвищення відкличності. Джерело: (розроблено автором)

описи та розширювальні деталі, розташовувалися в окремих контейнерах із прогресивною механікою розкриття, що означало їх показ лише за умови взаємодії користувача з ними.

Натомість друга архітектура інтерфейсу була розроблена згідно з парадигмою предиктивної модулярної ієрархії, де структуризація контенту не залежала повністю від визначених шарів, а піддавалася динамічному переважуванню та реорганізації на основі патернів користувацької взаємодії з інтерфейсом. Використовувалася реляційна просторова модель, згідно з якою всі елементи підлаштовувалися в контексті помітності та позиціонування на основі даних взаємодії в реальному часі всупереч фіксованій сепарації. Попри підтримку ключових елементів своєї видимості, своєю чергою, була притаманна контекстна свідомість, на відміну від постійності, що означало їх перестановку залежно від характеру взаємодії користувача. Третинні елементи піддавалися контекстному відображенню в межах головного потоку контенту за необхідності, що мінімізувало потребу в додатковій взаємодії з інтерфейсом задля виявлення додаткової інформації.

Порівняльна оцінка двох архітектур інтерфейсу була проведена в контрольованому середовищі із забезпеченням однакових умов для всіх учасників. У дослідженні вивчалися ефективність взаємодії, швидкість пошуку контенту, точність виконання завдань і розподіл когнітивного навантаження. Загалом було залучено 20 учасників, по 10 для кожної архітектури, які виконували однакові навігаційні завдання за фіксованих умов навколишнього середовища для усунення потенційних зовнішніх впливів. Кожен учасник працював зі своїм призначеним інтерфейсом, виконуючи заздалегідь визначені завдання, такі як визначення основного вмісту, отримання вторинної інформації та визначення третинних деталей. Для оцінки ефективності використання було застосовано програмне забезпечення для відстеження екрана, оцінки відповіді за часом і вимірювання структурованого виконання завдань.

Перша архітектура інтерфейсу, що відповідає моделі відкличної ієрархічної сітки, виявилася більш ефективною для пошуку структурованого вмісту, ніж друга модель. Серед учасників, які використовували цю архітектуру, 8 ідентифікували основний вміст швидше, ніж ті, хто використовував другу модель. Швидшому розпізнаванню сприяло фіксоване розташування головних елементів. Однак пошук третинного вмісту був повільнішим, оскільки 7 учасників потребував додаткового часу для доступу до глибшої інформації, враховуючи, що ці елементи розміщувалися

в розділах, що згорталися. Навпаки, у другій моделі третинні деталі вже були інтегровані в основний потік вмісту, скорочуючи час пошуку.

Оцінка когнітивного навантаження показала, що користувачі першої архітектури повідомили про оцінку когнітивних зусиль 5,2/10, тоді як користувачі другої моделі повідомили про 4,6/10. Ця різниця свідчить про те, що хоча структурована ієрархія сприяла інтуїтивно зрозумілій навігації, 6 учасників потребували додаткових зусиль, щоб знайти глибший вміст. Тим часом у другій моделі лише 4 учасники вважали доступ до третинної інформації вимогливим, оскільки вбудована інтеграція вмісту зводила до мінімуму кроки навігації.

Друга архітектура інтерфейсу, заснована на передбачуваній модульній ієрархії, сприяла більшій взаємодії з вторинними та третинними елементами. 6 учасників частіше взаємодіяли з вбудованим контентом, оскільки він надавався без необхідності виконання додаткових дій. Дані виконання завдань показали, що 7 учасників вилучили допоміжні деталі ефективніше, ніж у першій моделі.

Незважаючи на цю перевагу, відсутність фіксованої просторової організації призвела до більш тривалого часу орієнтування. У цій моделі 4 учасники потребували більше часу для початкового сканування макета, тоді як у першій моделі, де позиції вмісту були визначені заздалегідь, лише 2 учасники зіткнулися з цим утрудненням. Крім того, 2 учасники неправильно витлумачили вторинний вміст як основний. Ця помилка була відсутньою в першій моделі, де чітка сегментація забезпечувала точне розрізнення вмісту.

Аналіз потоку кліків показав, що 8 учасників вимагали менше навігаційних дій для кожного завдання в другій моделі, підтверджуючи, що допоміжний вміст був більш доступним без додаткових кліків. Однак через свою динамічну природу 3 учасників спочатку намагалися адаптуватися до потоку вмісту, тоді як перша модель забезпечила миттєву адаптацію для всіх користувачів.

Результати свідчать про те, що має бути інтегрований гібридний підхід, де структурована первинна ієрархія поєднуватиметься з вибірково адаптивним розміщенням вторинного та третинного вмісту, оскільки це може запропонувати оптимальний баланс між ефективністю навігації та залученням користувачів.

Серед потенційних міркувань з розробки більш адаптивного та відкличного вебінтерфейсу як головні методи можуть постати гнучке розташування зображень, медіазапити, виділення негативного простору, колірна ієрархізація. Гнучке розташування зображень постає як метод, суттю

якого є не тільки їх ресайзинг, але також репозиціонування з метою узгодження з принципами візуальної ієрархії. Вебінтерфейс може виводити головне зображення на видимій ділянці на настільних пристроях, водночас обрізавши менш важливі ділянки цього зображення на мобільних пристроях для підкреслення основних моментів. Альтернативним чином певні зображення можуть штучно приховуватись на менших екранах задля зменшення візуального шуму.

Використання медіазапитів дозволяє впроваджувати специфічні ієрархічні коригування за умов визначених розмірах екрана. Наприклад, макет сторінки настільних пристроїв із бічною панеллю для додаткової інформації може реконфігуруватися до моноколонного макета на мобільних пристроях. У таких випадках контент бічної панелі або піддається репозиціонуванню у виділену ділянку, яка вимагає додаткового виклику, або повністю видаляється.

Виділення негативного простору являє собою іншу ключову сферу поєднання принципів візуальної ієрархізації та відкличності. На більших екранах використовується більш вільне виділення простору задля створення візуальної сепарації між елементами. Натомість екрани меншого розміру керуються принципами стискання негативного простору або навіть повторного виділення задля оптимізації лімітованої ділянки перегляду без необхідності порушувати ієрархічну структуру. Серверні техніки (server-side) також відіграють вирішальну роль у комбінації цих стратегій. Наприклад, детекція типу пристрою та роздільної здатності на боці сервера може динамічно визначати, які елементи необхідно завантажити та їх відносно ієрархію.

Імплементація колірної ієрархізації у відкличний дизайн включає підлаштування рівнів контрасту та насиченості динамічним чином. Наприклад, клавіші СТА можуть відображатися у висококонтрастній формі на всіх пристроях, тоді як кольори навколишніх елементів зсуваються у бік меншої насиченості на менших екранах задля привертання уваги до головних дій. Рівні та ефекти глибини аналогічно піддаються адаптації в контексті відкличних інтерфейсних структур. На більших екранах тонкі тіні, або градієнти, можуть бути використані задля створення відчуття глибини, підкреслюючи головні елементи. Натомість менші екрани обумовлюють мінімізацію цих ефектів задля запобігання неорганізованої репрезентації.

Потенційно ефективним у цьому контексті може виявитися контекстно закріплена візуальна ієрархізація, за принципами якої патерни взаємодії користувача з інтерфейсом впливають на відобра-

ження макета сторінки. Наприклад, на початку взаємодії, інтерфейсна структура може зосереджуватися на пріоритизації заголовків та коротких описів на екранах мобільних пристроїв, але під час виявлення користувацьких інтеракцій у конкретних секціях цей інтерфейсний макет може піддаватися динамічному підлаштуванню з метою розширення цих секцій через репозиціонування інших елементів, що підтримуватиме загальний візуальний порядок.

Висновки

Загалом, взаємозв'язок між візуальними елементами в дизайні вебінтерфейсів та користувацькими взаємодіями поширюються за межі естетичного складника, відображаючи структурований взаємозв'язок ергономіки, психології та технологій. Візуальні компоненти, зокрема інтерфейсний макет, колірні налаштування, типографіку та інтерактивні елементи слугують як критичні медіатори в інтерактивності, формуючи перші враження в користувача та спрощуючи його залученість у процес роботи з інтерфейсом.

Ефект естетичної використовуваності підкреслює дуальну важливість візуальної привабливості та функціональної значущості. Привабливий дизайн притягує користувачів, впливаючи на їхню готовність ігнорувати незначні прогалини у функціональності, яка виражається в читабельності, навігаційній здатності та доступності.

Наукова новизна. Запропоновано інноваційний підхід до інтеграції контекстно залежної ієрархізації, за якого макети вебінтерфейсів динамічно адаптуються до моделей взаємодії користувача. Виявлено взаємозв'язок між типографічною ієрархізацією, кольоровими контрастами та когнітивними перевагами користувачів, що дозволяє покращити як функціональність, так і естетичну привабливість інтерфейсів. Отримані результати можуть бути використані дизайнерами вебінтерфейсів для створення функціональних, естетично привабливих та доступних багаторівневих вебсайтів. Рекомендації щодо адаптації інтерфейсів для мобільних пристроїв та оптимізації відкличного дизайну сприятимуть підвищенню зручності та задоволеності користувачів.

Перспективи подальших досліджень можуть бути пов'язані з глибшим вивченням взаємодії між естетичними та функціональними аспектами вебдизайну, зокрема в контексті інтеграції нових технологій, що забезпечують адаптивність інтерфейсів. Окрему увагу варто приділити вивченню адаптивних інтерфейсів, які повинні не лише задовольняти функціональні вимоги, але й макси-

мально сприяти емоційному комфорту користувачів, враховуючи їхні індивідуальні потреби та контексти використання. Розробка універсальних підходів до дизайну, що враховують культурні та соціальні відмінності в сприйнятті візуальних елементів, також відкриває нові горизонти для ефективної та інклюзивної вебкомунікації.

Список посилань

- Biswas, D., Abell, A., & Chacko, R. (2024). Curvy digital marketing designs: Virtual elements with rounded shapes enhance online click-through rates. *Journal of Consumer Research*, 51(3), 552–570. <https://doi.org/10.1093/jcr/ucad078>
- Cavanagh, T. (2023). Cognitive and graphic design principles for creating well-organized, visually appealing slide decks. *Business and Professional Communication Quarterly*, 86(1), 33–51. <https://doi.org/10.1177/23294906221131988>
- Cen, Z., & Zhao, Y. (2024). Enhancing user engagement through adaptive interfaces: a study on real-time personalization in web applications. *Journal of Economic Theory and Business Management*, 1(6), 1–7. <https://doi.org/10.70393/6a6574626d.323332>
- 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>
- Ganvir, S., & Lal, N. (2021, January 20–22). Automatic speaker recognition using transfer learning approach of deep learning models. In *Inventive Computation Technologies (ICICT)* [Conference proceedings] (pp. 595–601). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICICT50816.2021.9358539>
- Ho, A. G. (2023). Enhancing user experience: Exploring the interactions and visualisation of data through bullet points and typographic design. In T. Ahram & R. Taiar (Eds.), *Human Interaction & Emerging Technologies (IHET 2023): Artificial Intelligence & Future Applications* [Conference proceedings] (Vol. 111, pp. 985–995). AHFE International. <https://doi.org/10.54941/ahfe1004171>
- Jena, B., Mohanty, A., & Mohanty, S. K. (2021). Gender recognition and classification of speech signal. In *Smart Data Intelligence* [Conference proceedings]. Kongunadu College of Engineering and Technology <https://ssrn.com/abstract=3852607>
- Kabir, M. M., Mridha, M. F., Shin, J., Jahan, I., & Ohi, A. Q. (2021). A survey of speaker recognition: Fundamental theories, recognition methods and opportunities. In *IEEE Access* [Conference proceedings] (Vol. 9, pp. 79236–79263). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3084299>
- 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. <https://doi.org/10.4018/IJEIS.2020100101>
- Shahin, I., Nassif, A. B., & Hamsa, S. (2020). Novel cascaded Gaussian mixture model-deep neural network classifier for speaker identification in emotional talking environments. *Neural Computing and Applications*, 32(7), 2575–2587. <https://doi.org/10.1007/s00521-018-3760-2>
- 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>
- 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), 1–17. <https://doi.org/10.1177/1729881420976082>
- Zimmerer, C., Krop, P., Fischbach, M., & Latoschik, M. E. (2022, April 29–May 5). Reducing the cognitive load of playing a digital tabletop game with a multimodal interface. In *Human Factors in Computing Systems* [Conference proceedings] (Article 434, pp. 1–13). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3491102.3502062>

References

- Biswas, D., Abell, A., & Chacko, R. (2024). Curvy digital marketing designs: Virtual elements with rounded shapes enhance online click-through rates. *Journal of Consumer Research*, 51(3), 552–570. <https://doi.org/10.1093/jcr/ucad078> [in English].
- Cavanagh, T. (2023). Cognitive and graphic design principles for creating well-organized, visually appealing slide decks. *Business and Professional Communication Quarterly*, 86(1), 33–51. <https://doi.org/10.1177/23294906221131988> [in English].
- Cen, Z., & Zhao, Y. (2024). Enhancing user engagement through adaptive interfaces: a study on real-time personalization in web applications. *Journal of Economic Theory and Business Management*, 1(6), 1–7. <https://doi.org/10.70393/6a6574626d.323332> [in English].
- 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> [in English].
- Ganvir, S., & Lal, N. (2021, January 20–22). Automatic speaker recognition using transfer learning approach of deep learning models. In *Inventive Computation Technologies (ICICT)* [Conference proceedings] (pp. 595–601). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICICT50816.2021.9358539> [in English].

- Ho, A. G. (2023). Enhancing user experience: Exploring the interactions and visualisation of data through bullet points and typographic design. In T. Ahram & R. Taiar (Eds.), *Human Interaction & Emerging Technologies (IHET 2023): Artificial Intelligence & Future Applications* [Conference proceedings] (Vol. 111, pp. 985–995). AHFE International. <https://doi.org/10.54941/ahfe1004171> [in English].
- Jena, B., Mohanty, A., & Mohanty, S. K. (2021). Gender recognition and classification of speech signal. In *Smart Data Intelligence* [Conference proceedings]. Kongunadu College of Engineering and Technology <https://ssrn.com/abstract=3852607> [in English].
- Kabir, M. M., Mridha, M. F., Shin, J., Jahan, I., & Ohi, A. Q. (2021). A survey of speaker recognition: Fundamental theories, recognition methods and opportunities. In *IEEE Access* [Conference proceedings] (Vol. 9, pp. 79236–79263). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3084299> [in English].
- 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. <https://doi.org/10.4018/IJEIS.2020100101> [in English].
- Shahin, I., Nassif, A. B., & Hamsa, S. (2020). Novel cascaded Gaussian mixture model-deep neural network classifier for speaker identification in emotional talking environments. *Neural Computing and Applications*, 32(7), 2575–2587. <https://doi.org/10.1007/s00521-018-3760-2> [in English].
- 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> [in English].
- 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), 1–17. <https://doi.org/10.1177/1729881420976082> [in English].
- Zimmerer, C., Krop, P., Fischbach, M., & Latoschik, M. E. (2022, April 29–May 5). Reducing the cognitive load of playing a digital tabletop game with a multimodal interface. In *Human Factors in Computing Systems* [Conference proceedings] (Article 434, pp. 1–13). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3491102.3502062> [in English].

Universal Principles of Hierarchy Visualisation: Combining of Functionality, Engagement and Accessibility in Web Interface Design

Mykola Lukashuk

Kyiv National University of Culture and Arts, Kyiv, Ukraine

Abstract. *The aim of the article* grounds on studying the hierarchical structuring of visual elements within multi-level web interface design, focusing on the cognitive principles underlying users' perception and navigation efficiency. The article studies the role of typographic hierarchy, spatial arrangement and colour dynamics in enhancing information accessibility and engagement. A particular emphasis is placed on the integration of visual segmentation techniques in order to balance primary, secondary and tertiary content layers, ensuring a coherent and intuitive users' experience. Additionally, the concept of cognitive load management is studied, with an analysis of how interface elements influence users' ability to process, retain and act on the basis of presented information. *The results* show that structured visual hierarchies improve information retrieval accuracy and task efficiency. The empirical testing of two interface architectures, one based on a static hierarchical grid and the other one on predictive modular adaptation, demonstrates distinct advantages and limitations. While the grid-based structure facilitates rapid recognition of primary content, it requires additional interactions for retrieving secondary and tertiary information. Conversely, the predictive model improves accessibility to contextual details, but still necessitates higher initial cognitive adaptation. The experimental validation through controlled users' studies confirms that structured hierarchies reduce cognitive overload by maintaining a consistent spatial distribution of content, while dynamic layouts optimise the information flow based on interaction patterns. *Scientific novelty* lies in the integration of hierarchical visual segmentation with adaptive design principles, ensuring certain prioritisation of interface components. Additionally, innovative applications of curved interface elements are studied. It is caused by their effectiveness in enhancing users' engagement and interaction rates.

Conclusions. The conducted research emphasises the necessity of balancing structured and dynamic visual hierarchies in web interface design. While rigid segmentation ensures clarity and predictability, adaptive restructuring enhances interaction efficiency by aligning content distribution with the users' behaviour.

Keywords: content structuring; interaction fluidity; cognitive load; adaptive modulation; dynamic segmentation; contextual prioritisation

Відомості про автора

Микола Лукашук, аспірант, Київський національний університет культури і мистецтв, Київ, Україна,
ORCID iD: 0009-0009-5448-4315, e-mail: mykola.lukashuk@gmail.com

Information about the author

Mykola Lukashuk, PhD Student, Kyiv National University of Culture and Arts, Kyiv, Ukraine,
ORCID iD: 0009-0009-5448-4315, e-mail: mykola.lukashuk@gmail.com



This is an open access journal, and all published articles are licensed under a Creative Commons Attribution 4.0.