

КОЦЕПТУАЛЬНА МОДЕЛЬ АДАПТИВНОГО ВЕБ-ІНТЕРФЕЙСУ КОРИСТУВАЧА З ВИКОРИСТАННЯМ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Анотація: Стаття присвячена теоретичним аспектам задачі побудови адаптивного інтерфейсу користувача та існуючим підходам до її вирішення. Запропоновано концептуальну модель адаптивного інтерфейсу веб-орієнтованого програмного забезпечення. Визначено основні модулі системи і місце застосування інтелектуальних технологій в даній задачі. Визначено основні класи інформації, за допомогою яких визначається найбільш зручний персоналізований інтерфейс. Отримане рішення може бути використано для побудови веб-додатків з персоналізованим інтерфейсом користувача.

Ключові слова: адаптивний інтерфейс користувача, веб-додаток, архітектура програмного забезпечення, людино-машинна взаємодія

Вступ

Веб-додатки стали одним з найпоширеніших видів програмного забезпечення, що використовуються для вирішення великого діапазону задач. Взаємодія між людиною і комп'ютером відбувається за допомогою веб-інтерфейсу користувача, який має забезпечувати ефективну взаємодію. Наразі більшість розроблених інтерфейсів реалізують концепцію стандартного і єдиного зовнішнього вигляду для всіх користувачів. Особливості користувачів не враховуються і інтерфейс не відповідає потребам окремих користувачів. Це призводить до неефективної людино-машинної взаємодії. Тому існує потреба в персоналізованих сервісах, що підлаштовуються під потреби користувачів. Метою роботи є створення моделі адаптивного інтерфейсу для веб-додатків на основі сучасних підходів та вимог.

Особливості задачі побудови адаптивного веб-інтерфейсу користувача

Під адаптивним інтерфейсом користувача розуміють такий інтерфейс, що не тільки забезпечує взаємодію між користувачем і додатком, а також реалізує модель уподобань користувача, на основі якої зовнішній вигляд інтерфейсу і спосіб роботи з додатком підлаштовується під потреби користувача [2]. Такий підхід забезпечує адаптацію саме під особливості людини, яка користується додатком. Введені поняття адаптивного інтерфейсу не має нічого спільного з адаптивним веб-дизайном— підходом, що забезпечує коректне відображення веб-сайту на пристроях різного формату і роздільністю дисплея.

Адаптивні інтерфейси дозволяють персоналізувати контент на сторінці, обирати деталізованість подання інформації, відобразити візуальні компоненти у зручному для користувача вигляді, виводити на перший план ті частини функціоналу, якими людина користується найчастіше, скривати непотрібні користувачу елементи на сторінці, надати зручний спосіб взаємодії для людей з обмеженими можливостями. Оскільки користувачі програмного забезпечення відрізняються комп'ютерними навичками, знаннями предметної області, персональними даними (віком, статтю та інше), роллю, що вони виконують, попередньою історією роботи з додатком, наявністю спеціальних потреб або обмежених можливостей, інформацією профілю соціальних мереж та інших відкритих джерел даних, ці дані в сукупності можна використовувати для визначення, яким чином має виглядати інтерфейс для кожного конкретного користувача. Такий підхід дозволяє поліпшити ефективність людино-машинної взаємодії та задовольнити вимоги до сучасних веб-інтерфейсів [1].

Для забезпечення інтерфейсу адаптивністю необхідно визначити модель користувача — організований набір інформації про користувачів, що буде використаний для персоналізації, та надати доступ до нього веб-додатку. Іншим важливим аспектом адаптивного інтерфейсу користувача є наявність сукупності компонентів інтерфейсу користувача (як елементів візуалізації так і функціональних засобів взаємодії), серед яких можна обирати найбільш відповідний до потреб поточного користувача. Крім того, для прийняття рішення про остаточний зовнішній та функціональний вигляд інтерфейсу взаємодії, необхідно мати механізм для відображення моделі користувача в конфігурацію веб-сторінки.

Аналіз існуючих моделей адаптивного інтерфейсу користувача

Типовим прикладом моделі, що реалізує описані вище ідеї та вимоги до адаптивності є модель адаптивного інтерфейсу користувача на прикладі додатків для сфери охорони здоров'я компанія IBM [3]. Запропонована модель має адаптивне подання і навігацію, її спрощену модель зображено на рис. 1.

Адаптивне візуальне подання та навігація реалізовані з використанням бази даних правил вибору і інтерпретатора адаптації, який визначає відповідне правило, що буде використовуватися для певної веб-сторінки, на основі інформації з бази даних профілів користувачів. Кожне правило відповідає певній стратегії презентації або поведінки системи, яка відповідає одному або кільком елементам інтерфейсу користувача. Правила, пов'язані з адаптивним представленням та адаптивною навігацією, зберігаються в базі даних і можуть бути змінені в майбутньому. Контент сторінки відображається користувачу після застосування набору правил і інформації користувача до інтерпретатора адаптації.

Останній включає в себе інтерпретатор адаптивного представлення і інтерпретатор адаптивної навігації. Вони визначають зовнішній вигляд сторінки і поведінку інтерфейсу в залежності від правил адаптації і профілю користувача. Інтерпретатор бізнес логіки представляє собою реалізовану бізнес логіку додатку і, взаємодіючи з модулями адаптації, дозволяє отримати ту саму бізнес логіку, але представлену для користування у вигляді інтерфейсу персоналізованому для окремого користувача. Загалом, функціонал інтерпретатора містить логіку для створення відповідності між профілем користувача та зовнішнім виглядом інтерфейсу на основі набору правил.

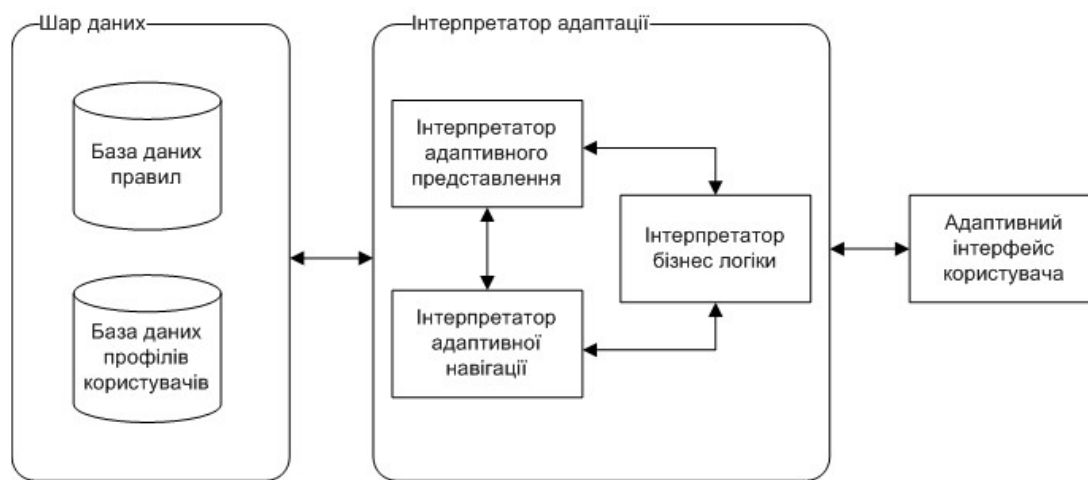


Рис. 1. Спрощена модель адаптивного інтерфейсу користувача

Дана модель має суттєвий недолік в тому, що правила адаптації жорстко задані. Це не дозволяє адаптувати інтерфейс на основі зворотного зв'язку від користувачів та статистичної інформації про досвід користувачів, зібраної неявно. Врахування такої інформації про інтерфейс додатку, зокрема щодо зручності використання тих чи інших компонентів інтерфейсу, їх зовнішнього вигляду, рекомендованої користувачам інформації та способу її подачі — все це може суттєво поліпшити взаємодію між людиною і додатком, а також дати змогу визначити закономірності між даними про користувачів та конфігурацією інтерфейсу, що їм найбільше підходить.

Модель інтерфейсу користувача для веб-додатків з використанням інтелектуальних технологій

Модель адаптивного інтерфейсу користувача, запропоновану компанією IBM, було модифіковано з використанням інтелектуальних технологій. Замість заздалегідь заданого набору правил в базі даних, модель використовує машинне

навчання для знаходження відповідностей між окремими користувачами та найбільш вдалою конфігурацією інтерфейсу для них. Крім того, користувачам надається можливість безпосереднього вибору найбільш зручної для них конфігурації інтерфейсу: типу компонентів та їх налаштувань. Для цього в додатку передбачена окрема сторінка налаштувань, або ж додаткова функція інтерактивного модуля допомоги. Ця інформація зберігається в профілі користувача та формує вибірку для навчання інтелектуальної моделі вибору компонентів для інших користувачів.

Дана концептуальна модель адаптивного інтерфейсу користувача передбачає застосування сучасних веб-технологій, зокрема, загальна архітектура спроектована з використанням мікросервісного підходу[4].

Архітектурно веб-додаток, що реалізує дану модель, складається з наступних модулів зображених на рис. 2:

1. Модуль зберігання інформації про користувачів
2. Модуль інтерпретатор адаптації
3. Модуль рекомендаційна система
4. Модуль з набором компонентів інтерфейсу користувача
5. Модуль CSS стилів
6. Модуль агрегації
7. Модуль допомоги роботи з системою
8. Інші серверні модулі

Модуль зберігання інформації про користувачів являє собою базу даних користувачів, що складається з трьох частин: інформації профілю, інформації контексту і конфігурації інтерфейсу, що якнайкраще відповідає потребам цього користувача. Профіль користувача формують наявні персональні дані: вік, стать, географічне місцезнаходження, наявність обмежених можливостей, персональні навички, роль та посаду, що займає користувач, тощо. Інформація контексту включає автоматично зібрану історію роботи користувача з веб-додатком, параметри та налаштування пристроїв, за допомогою яких користувач працює з веб-додатком. Історія дій користувача включає в себе інформацію про частоту використання, час перебування та різноманітні інтерактивні взаємодії користувача з веб-сторінками, елементами інтерфейсу та об'єктами предметної області. Дані про конфігурацію інтерфейсу включають в себе обраний безпосередньо користувачем список компонентів інтерфейсу, варіантів стилізації та налаштувань. При цьому дані конфігурації інтерфейсу присутні лише для користувачів, що явно указали який інтерфейс їм більше підходить. Ця вибірка користувачів використовується для навчання інтерпретатору адаптації, описаного нижче.

Для визначення конфігурації інтерфейсу користувача використовуються два інтелектуальних модулі: інтерпретатор адаптації і рекомендаційна система. Вони необ-

хідні для прийняття рішення щодо загального зовнішнього вигляду додатку, набору компонентів інтерфейсу, релевантної інформації та стилізації інтерфейсу.

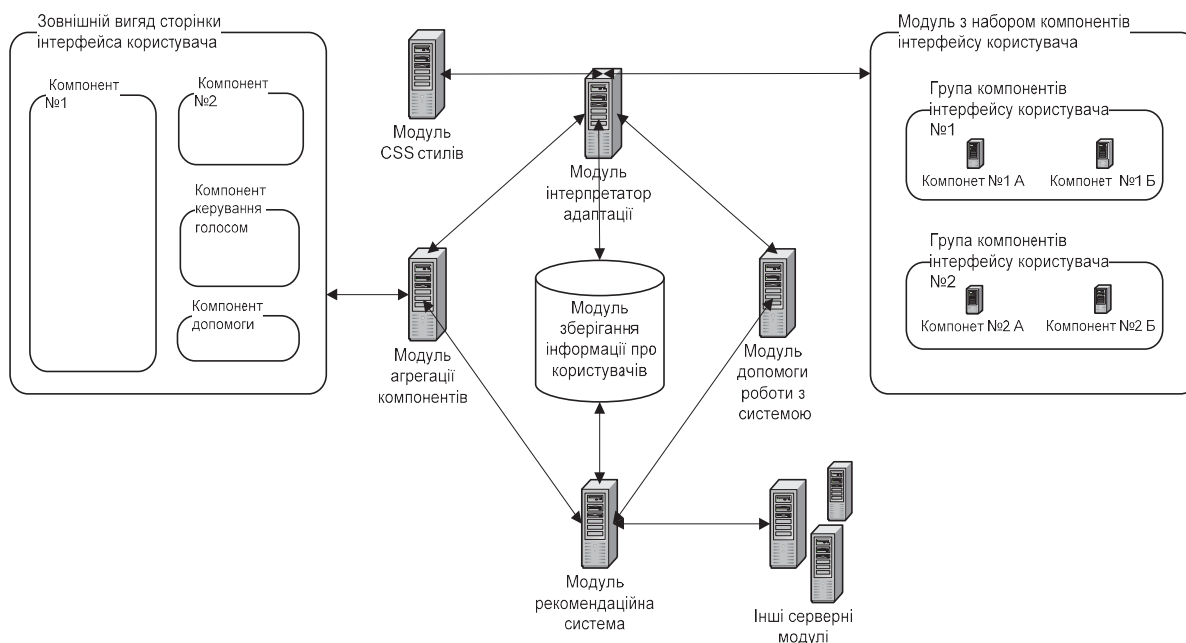


Рис. 2. Модель адаптивного інтерфейсу користувача для веб-додатків

Інтерпретатор адаптації дозволяє визначити набір компонентів інтерфейсу, їх налаштування та стилізацію та необхідність застосування модуля допомоги роботи з системою для поточного користувача, використовуючи інформацію про нього. Враховуючи складність, нечіткість та слабку формалізованість зв'язків між наявною інформацією про користувача та його перевагами у виборі компонентів та їх параметрів, для встановлення такої відповідності доцільно застосувати машинне навчання, що передбачає роботу в двох режимах: навчання та власне інтерпретації. В режимі навчання відбувається знаходження закономірностей між інформацією про користувача та найбільш зручною для нього конфігурацією інтерфейсу. В режимі роботи даний модуль у якості вхідної інформації отримує інформацію про користувача та формує на виході конфігурацію найбільш зручного інтерфейсу. При наявності достатньої кількості збережених конфігурацій користувачів, що можуть бути використані в якості навчальної вибірки, доцільно для реалізації навчання використати один з методів навчання з учителем, наприклад, метод опорних векторів або нейронну мережу. При недостатній кількості еталонних даних для навчання перспективніше виглядає застосування методів навчання з підкріпленням, наприклад, Q-навчання[5]. В такому випадку оцінка деякою конфігурації інтерфейсу відбувається за непрямыми показниками роботи користувача з нею. В залежності від типу інтерфейсу, компо-

нентів та їх задач це може бути час перебування на сторінці, час затрачений на виконання певної сукупності дій, частота використання та інше, тобто інформація контексту користувача.

Модуль рекомендаційна система— інший інтелектуальний модуль. Він використовується в задачі визначення необхідного контенту для подання користувачу. Рекомендаційна система дозволяє побудувати рейтинговий перелік об'єктів, яким користувач надає перевагу. Даними об'єктами є корисна для користувача бізнес-інформація, включаючи відомості про сутності з якими працює система, дані про об'єкти предметної області, їх опис, характеристики, та інше. Цей модуль необхідний для фільтрації та пошуку найбільш релевантних для користувача даних, що пов'язані з бізнес-логікою додатку. Даний модуль взаємодіє не лише з модулем зберігання інформації про користувача, а також з базою даних самого додатку, де зберігається бізнес-інформація. У якості алгоритму рекомендаційної системи можна використати алгоритм колаборативної фільтрації, оскільки він показує хороші результати в задачах рекомендації користувачу тих чи інших об'єктів в залежності від його історії вибору схожих об'єктів та вибору схожих об'єктів іншими користувачами.

Модуль з набором компонентів інтерфейсу містить компоненти інтерфейсу користувача. Особливість полягає в тому, що для кожної функціональної частини інтерфейсу користувача проектується не один компонент, а декілька. Всі компоненти в рамках однієї функціональної частини інтерфейсу виконують однакову функцію, при цьому вони мають відмінності в дизайні, розташуванні елементів, додаткових функціональних можливостях та способах взаємодії з користувачем: візуальні компоненти або компоненти з голосовим керуванням [6]. Таким чином, є вибір з поміж декількох компонентів для одного функціонального елемента. Передбачається, що різним користувачам зручніше користуватися різними компонентами в залежності від їхніх особистих потреб. В залежності від інформації користувача інтерпретатором адаптації обирається той чи інший компонент інтерфейсу для відображення на сторінці.

Модуль CSS стилів складається з набору розроблених тем, що визначають загальну стилізацію інтерфейсу всього додатку та компонентів, зокрема, розмір, розташування, шрифти та кольорову гамму елементів на сторінці. В залежності від потреб користувачів їм можуть краще підходити різні варіанти стилізації, наприклад, тема зі збільшеним шрифтом для людей з поганим зором та звичайна тема для решти. Вибір теми для поточного користувача з переліку наявних виконується також інтерпретатором адаптації на основі інформації про користувача.

Модуль агрегації необхідний для формування цілісної веб-сторінки з персоналізованих для користувача компонентів інтерфейсу, варіанту стилізації

та бізнес інформації. Даний модуль отримує від модуля інтерпретатора адаптації дані про обраний для користувача набір компонентів інтерфейсу, їх налаштувань та стилів, а від модуля рекомендаційної системи отримує релевантну бізнес-інформацію. Використовуючи ці дані, модуль агрегації формує єдину HTML сторінку що буде відправлено користувачу.

Модуль допомоги роботи з системою являє собою спеціалізований модуль направлений на пришвидшення освоєння користувачами веб-додатку в цілому та окремих його можливостей та компонентів, зокрема нових, що особливо важливо для новачків. Замість класичного меню допомоги застосовується інтерактивний помічник. Модуль використовує додаткові компоненти інтерфейсу з довідковою інформацією про можливості елементів інтерфейсу користувача. Візуально вони представлені у вигляді спливаючих вікон або додаткових полів, що з'являються біля тих елементів інтерфейсу, інформацію про які надають. Модуль враховує з яким компонентом працює користувач і надає підказки щодо цього компонента. Визначення необхідності застосування цього модуля відбувається за допомогою інтерпретатора адаптації, що на основі інформації про досвід користування додатком чи компонентом з модуля зберігання інформації про користувача визначає чи потрібен йому такий асистент. Поведінка інтерактивного помічника визначається за допомогою рекомендаційної системи в залежності від попередньої активності користувача, контексту та бізнес-інформації і реалізується через своєчасні персоналізовані підказки.

Інші серверні модулі представляють собою серверну частину додатку, що містять в собі бізнес-логіку додатку та базу даних об'єктів предметної області. Ця частина цілком залежить від особливостей додатку та його реалізації.

Практична реалізація запропонованої моделі

Дана модель може бути реалізована за допомогою різних технологічних рішень та архітектур програмного забезпечення. Допускається реалізація різного набору модулів в залежності від вимог до рівня адаптації інтерфейсу.

Один з можливих варіантів реалізації даного рішення — це використання мікросервісної архітектури. Описані в моделі модулі виступають окремими мікросервісами. Програмне забезпечення побудоване за цією моделлю має кращі можливості для масштабування в порівнянні з класичним підходом. Оскільки модулі інтерпретатора адаптації можуть знаходитись під значним навантаженням від складних обчислень та численних запитів користувачів, доцільно запускати декілька екземплярів цих модулів для розподілення навантаження, що зменшує час реагування системи на дії користувача. Також такий підхід забезпечує надійність, тому що вихід з ладу одного екземпляру мікросервіса не призводить

до виходу з ладу всієї системи, і відносну простоту знаходження помилок в системі, так як реалізація модуля обмежена самим мікросервісом, а не всією системою. Такий підхід успішно реалізований інтернет-магазинами Amazon і Zalando і наразі апробується авторами в реальних веб-проектах.

Висновок

В роботі запропоновано підхід до вирішення задачі побудови адаптивного веб-інтерфейсу користувача з використанням інтелектуальних компонентів. В порівнянні з традиційною моделлю така адаптивна модель дозволяє підвищити ефективність взаємодії користувача з веб-додатком за рахунок прискорення вирішення задач в додатку, зменшення кількості помилок в роботі, підвищення задоволеності від використання додатку та забезпечення людей з особливими потребами альтернативними каналами взаємодії з додатком. Запропонований варіант реалізації моделі передбачає використання сучасних розподілених програмних рішень у вигляді мікросервісів, що дозволяє використати концепцію масштабування, досягти модульності, гнучкості, високої швидкодії і безвідмовності системи.

Список використаних джерел.

1. *Gullà F., Ceccacci S.* Design Adaptable and Adaptive User Interfaces: a Method to Manage the Information // Ambient Assisted Living: Italian Forum 2014. 2014. № 3, pp.2-4.
2. *Makris N.* Creating Adaptable and Adaptive User Interface Implementations in Model Driven Developed Software // Radboud University Nijmegen Press. 2014. № 3, pp.8-12.
3. *Ramachandran K.* Adaptive user interfaces for health care applications // IBM DeveloperWorks. 2009. № 2 (2009). С.2-5.
4. *Fowler M.* Microservices - a definition of this new architectural term [Електронний ресурс] // martinfowler.com. 2014. URL: <https://martinfowler.com/articles/microservices.html>. Дата звернення: 28.3.2018
5. *Kim D.* Reinforcement Learning-Based Dynamic Adaptation Planning Method for Architecture-based Self-Managed Software / Dongsun Kim, Sooyong Park // 2009 ICSE Workshop on Software Engineering for Adaptive and Self-Managing Systems, 2009, pp.76-85.
6. *Романенко А.Ю.* Узагальнена модель розпізнавання голосових команд / А. Ю. Романенко, В. В. Олійник // Міжвідомчий науково-технічний збірник «Адаптивні Системи Автоматичного Управління», К: Політехніка – 2017. – Т.1, №30 – С. 130-139.