

WEB-ТЕХНОЛОГІЇ ТА РОЗВИТОК СЕРВІСІВ В ІНТЕРНЕТІ

Ященко С. С.

e-mail: stanislav.iashchenko@nure.ua

Науковий керівник – Путятіна О.Є.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ІНФ
м. Харків, Україна

This paper explores the evolution of web technologies and the transformative impact of the Software as a Service (SaaS) model on modern internet services. It specifically examines the integration of artificial intelligence and machine learning algorithms directly into web browser environments. This shift enables the execution of complex, resource-intensive tasks – such as real-time multimedia processing, semantic segmentation, and generative image modification – without the need for specialized desktop software. Furthermore, the study addresses current challenges related to data privacy and network latency, highlighting the potential of edge computing and emerging web standards, such as WebAssembly and WebGPU, to optimize future performance and security. Ultimately, the research demonstrates how web browsers have evolved into powerful, cross-platform operating environments that democratize access to professional-grade computing tools.

Невпинний розвиток інформаційних технологій та глобальної інфраструктури мережі Інтернет кардинально змінив підходи до розробки програмного забезпечення. Сучасні користувачі вимагають високої мобільності, кросплатформності та миттєвого доступу до необхідних інструментів незалежно від типу локального пристрою. У цьому контексті веб-браузер еволюціонував від базового засобу для перегляду статичних сторінок до потужного операційного середовища. Традиційне десктопне програмне забезпечення стикається з суттєвими обмеженнями: жорстка прив'язка до апаратних потужностей комп'ютера, необхідність локального встановлення та складність оновлень створюють бар'єри. Особливо гостро це постає при виконанні ресурсомістких задач, таких як інтелектуальна обробка контенту. Відповіддю на ці виклики став стрімкий розвиток парадигми хмарних обчислень та моделі SaaS (Software as a Service), яка делегує складні обчислення на віддалені кластери. Метою роботи є дослідження впливу моделі SaaS та інтеграції інструментів штучного інтелекту на трансформацію архітектури сучасних інтернет-сервісів.

Еволюція веб-архітектури: від статичної до SaaS. Історично веб-сайти функціонували за принципом статичної видачі документів. Однак із розвитком клієнтських технологій відбувся перехід до парадигми односторінкових додатків (Single Page Applications, SPA). Завдяки сучасним JavaScript-фреймворкам розробники отримали змогу створювати динамічні інтерфейси, які за швидкістю відгуку не поступаються десктопним програмам [1]. Ключовим етапом цієї еволюції стало масове впровадження

моделі SaaS. Вона дозволила перенести ядро обчислень та зберігання даних у хмарні кластери. Користувач більше не потребує потужного локального обладнання для роботи зі складними системами – браузер виступає універсальним клієнтом, який отримує доступ до високопродуктивних серверних потужностей [2].

Інтеграція машинного навчання у веб-середовище. Найбільш показовим прикладом ефективності сучасних веб-технологій є перенесення задач із застосуванням машинного навчання безпосередньо у браузерні середовища. Завдяки WebGL, WebGPU та хмарним API, сучасні веб-сервіси здатні виконувати складну обробку мультимедійного контенту [3]. Алгоритми семантичної сегментації дозволяють автоматично розпізнавати об'єкти на передньому плані. На практиці це дає змогу швидко ізолювати фігуру людини та динамічно замінити задній фон на абсолютно нове середовище - наприклад, на заблурений тренажерний зал у сірих тонах, зберігаючи природну глибину різкості [4]. Генеративна модифікація дозволяє здійснювати безшовну локальну заміну об'єктів від автоматичної заміни краба на лобстера до генерації складних текстур, які неможливо відрізнити від оригіналу [5]. Крім того, ШІ забезпечує інтелектуальну роботу з текстом на растрових зображеннях. Моделі здатні розпізнавати написи та динамічно змінювати їх, підлаштовуючи шрифт та перспективу. Ці ж алгоритми дозволяють легко адаптувати об'єкти до різних візуальних сценаріїв, інтегруючи їх у фотографії міських вулиць Києва, засніжених гірських пейзажів чи пляжів [4, 5].

Виклики та перспективи розвитку. Попри переваги інтеграції обчислень у веб-середовище, цей процес супроводжується низкою викликів. Використання хмарних сервісів (SaaS) для обробки контенту актуалізує питання конфіденційності даних [2]. Завантаження користувацьких файлів вимагає надійних протоколів шифрування. Іншим фактором є залежність продуктивності від пропускну здатності інтернет-з'єднання. Очікування результатів генеративної модифікації може викликати мережеві затримки (Latency) [1]. Перспективним напрямком вирішення цих проблем є концепція граничних обчислень (Edge Computing), яка передбачає часткове перенесення нейромережевих моделей безпосередньо на пристрій клієнта [3]. Завдяки розвитку стандартів WebAssembly та WebGPU, браузери майбутнього зможуть ефективніше використовувати ресурси локальної відеокарти, що мінімізує затримки та гарантуватиме вищий рівень приватності [4, 5].

Підсумовуючи, можна стверджувати, що сучасний веб-браузер остаточно трансформувався з базового інструменту перегляду статичної інформації у потужне, кросплатформне операційне середовище, фактично стираючи межі між класичним десктопним програмним забезпеченням та веб-додатками. Еволюція інтернет-сервісів сьогодні безпосередньо визначається успішним симбіозом хмарної моделі SaaS та глибокої інтеграції інструментів штучного інтелекту. Перенесення ресурсомістких

задач, таких як динамічна обробка мультимедіа, контекстне розпізнавання тексту та складна генеративна модифікація об'єктів, у веб-простір демокранізує доступ до професійних інструментів та усуває жорсткі апаратні обмеження для кінцевих користувачів [2, 5]. Це створює цілком нову парадигму взаємодії, де інтелектуальні функції стають доступними миттєво з будь-якого пристрою.

Водночас, глобальний перехід до таких рішень вимагає подолання критичних викликів, пов'язаних із забезпеченням конфіденційності даних та мінімізацією мережових затримок (Latency) під час передачі масивів інформації. Подальший розвиток і стандартизація технологій WebAssembly та WebGPU, а також активне впровадження методів граничних обчислень (Edge Computing), дозволить значно ефективніше розподіляти обчислювальне навантаження між віддаленим сервером та локальним клієнтом. Такий підхід гарантуватиме не лише вищу продуктивність, але й безпрецедентний рівень безпеки та автономності інтернет-сервісів наступного покоління [3, 4].

Список використаних джерел:

1. Ali Mesbah, Arie van Deursen Migrating multi-page web applications to single-page AJAX interfaces // European Conference on Software Maintenance and Reengineering 2007. – Washington : IEEE, 2007. – P. 181–190.
2. Peter Mell, Timothy Grance The NIST definition of cloud computing. – Gaithersburg : National Institute of Standards and Technology, 2011. – 7 p. – (NIST Special Publication 800-145).
3. Daniel Smilkov та ін. TensorFlow.js: machine learning for the web and beyond // Proceedings of Machine Learning and Systems. – 2019. – Vol. 1. – P. 309–321.
4. Wei Ouyang та ін. ImJoy: an open-source computational web platform for the deep learning era // Nature Methods. – 2019. – Vol. 16, No. 12. – P. 1199–1200.
5. Yuan Wang та ін. WeInfer: Unleashing the power of WebGPU on LLM inference in web browsers // The Web Conference 2025. – 2025. – P. 4264–4273.