

АДАПТИВНЕ КЕШУВАННЯ ЯК ЗАСІБ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОСВІТНІХ ВЕБПЛАТФОРМ МІКРОБЛОГІНГОВОГО ТИПУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі розглянуто підхід до підвищення ефективності освітніх веб-платформ мікроблогінгового типу за допомогою адаптивного кешування даних. Запропоновано метод AADCache, що враховує поведінкові особливості користувачів і динаміку навантаження системи. Такий підхід забезпечує зменшення часу відповіді та стабільність роботи платформи в умовах інтенсивної активності.

Ключові слова: адаптивне кешування, вебплатформа, мікроблогінг, продуктивність системи, поведінкове моделювання.

Abstracts

The paper presents an approach to improving the efficiency of educational microblogging-type web platforms through adaptive data caching. The proposed AADCache method considers user behavior patterns and system load dynamics, providing reduced response time and stable platform performance under high activity conditions.

Keywords: adaptive caching, web platform, microblogging, system performance, behavioral modeling.

Вступ

У сучасних освітніх веб-платформах мікроблогінгового типу продуктивність системи безпосередньо залежить від швидкості обробки користувацьких запитів. Зі зростанням кількості активних користувачів збільшується навантаження на сервер та базу даних, що призводить до затримок у відповіді та зниження якості взаємодії з платформою. Традиційні методи кешування, такі як LRU чи LFU, частково вирішують цю проблему, проте не враховують динамічні зміни в поведінці користувачів і не здатні адаптуватися до різних типів навантажень [1].

Для підвищення ефективності обробки запитів запропоновано метод AADCache (Adaptive Access-Driven Cache), який поєднує класичні принципи кешування з адаптивними механізмами аналізу поведінкових патернів користувачів. Такий підхід дозволяє зменшити кількість звернень до бази даних, скоротити час відповіді системи та забезпечити стабільну роботу платформи навіть за умов високої інтенсивності запитів.

Аналіз існуючих методів кешування

Кешування є одним із ключових засобів підвищення продуктивності веб-додатків, особливо у платформах, де одночасно працює велика кількість користувачів. Освітні веб-системи мікроблогінгового типу характеризуються активною взаємодією – створенням коротких публікацій, коментарів, оцінок, обміном повідомленнями. Такі процеси створюють значне навантаження на базу даних, що потребує ефективного керування збереженням та повторним використанням даних.

Найпоширенішими підходами до кешування є алгоритми LRU (Least Recently Used), LFU (Least Frequently Used) та FIFO (First In – First Out). Алгоритм LRU видаляє найдавніше використані елементи, забезпечуючи ефективність у стабільних умовах. LFU зберігає дані, до яких найчастіше звертаються, тоді як FIFO працює за принципом черги, видаляючи елементи в порядку їх додавання, не враховуючи частоту чи контекст запитів.

Попри ефективність у традиційних системах, зазначені алгоритми мають обмеження при роботі з динамічними освітніми платформами. Вони не враховують поведінкові патерни користувачів, тип контенту чи зміни активності впродовж доби. Наприклад, у мікроблогінгових системах популярність окремих повідомлень або тегів може змінюватися залежно від часу чи подій у навчальному процесі, що робить статичні політики кешування малоефективними.

Тому для таких систем актуальним є впровадження адаптивних методів кешування, які здатні динамічно змінювати політику оновлення та зберігання даних відповідно до поведінки користувачів і поточного навантаження. Це дозволяє підтримувати високу швидкість освітніх мікроблогінгових платформ та забезпечувати стабільний користувацький досвід навіть у періоди пікової активності.

Розроблений метод AADCache

Запропонований метод AADCache (Adaptive Access-Driven Cache) реалізує адаптивний підхід до кешування даних у веб-платформах освітнього мікроблогінгового типу. На відміну від традиційних алгоритмів, він враховує не лише частоту та давність звернень, а й поведінкові особливості користувачів, що взаємодіють із контентом системи. Такий підхід дозволяє більш точно визначати, які об'єкти слід зберігати у кеші, щоб забезпечити швидкий доступ до найактуальніших даних.

Кожен об'єкт у системі отримує індекс доступності (AccessScore), що розраховується за формулою 1:

$$\text{AccessScore} = \alpha \times \text{Freq} + \beta \times \text{Recency} + \gamma \times \text{PatternScore}, \quad (1)$$

де *Freq* – частота звернень до об'єкта, *Recency* – час останнього доступу, *PatternScore* – коефіцієнт схожості поточного звернення до типових шаблонів поведінки користувачів, а α , β , γ – вагові коефіцієнти, які змінюються динамічно залежно від навантаження системи.

Теоретичною основою методу є поєднання статистичного аналізу доступів з поведінковим моделюванням користувача. Система формує профілі активності, що дозволяють оцінювати імовірність повторного звернення до даних. Це створює адаптивний контур керування кешем, який здатний автоматично змінювати вагові коефіцієнти у відповідь на зміну характеру трафіку.

У середовищі освітнього мікроблогінгу поведінковий коефіцієнт набуває особливої ролі: він відображає навчальні цикли користувачів, типи взаємодії та інтенсивність обговорень. Таким чином, AADCache працює не лише з даними, а й із контекстом, у якому ці дані використовуються. Це підвищує точність прогнозування запитів і робить систему більш “розумною” у прийнятті рішень про збереження чи оновлення даних.

Метод AADCache може розглядатися як науково обґрунтована модель адаптивного управління інформаційними ресурсами, яка поєднує принципи обчислювального інтелекту та оптимізації даних у динамічних освітніх середовищах.

Теоретичні засади адаптивного кешування

Адаптивне кешування у веб-платформах освітнього мікроблогінгового типу розглядається як процес динамічної оптимізації даних, що ґрунтується на зворотному зв'язку між системою та користувачем. Основу підходу становить взаємодія двох середовищ — поведінкового (моделі дій користувача) та інформаційного (структури збереження даних), які утворюють замкнений цикл самоналаштування.

Теоретична модель методу AADCache спирається на принципи статистичного моделювання та адаптації параметрів у часі. Вагові коефіцієнти α , β , γ , що визначають значущість факторів частоти, давності та поведінкової релевантності, розглядаються як змінні функції, які еволюціонують під впливом зовнішніх умов навантаження системи. Такий підхід дає змогу формалізувати процес прийняття рішень у кеші як задачу мінімізації середнього часу доступу при обмежених ресурсах пам'яті.

Модель AADCache відображає властивості адаптивних систем — вона здатна змінювати власні параметри відповідно до статистики запитів, утримуючи оптимальний баланс між актуальністю та стабільністю збережених даних. У контексті освітнього мікроблогінгу така поведінка системи забезпечує узгодження між швидкістю доступу до навчальної інформації та закономірностями активності користувачів.

Оцінка ефективності адаптивного кешування

Дослідження ефективності адаптивного кешування у веб-платформах освітнього мікроблогінгового типу спрямовується на виявлення взаємозв'язку між поведінковими характеристиками користувачів та параметрами продуктивності системи [2]. У процесі дослідження увага зосереджується не лише на часових затримках чи кількості звернень до бази даних, а й на закономірностях повторюваності доступу до інформаційних об'єктів, що формуються внаслідок навчальної активності користувачів.

Планується здійснити аналітичне моделювання роботи системи за різних типів навантаження, визначити умови, за яких адаптивна модель кешування демонструє найбільшу ефективність. Порівняння з класичними алгоритмами LRU та LFU дозволить окреслити переваги поведінково-орієнтованого підходу, зокрема у контексті стабільності часу відповіді та стійкості системи до пікової активності.

Особлива увага приділяється ролі поведінкового коефіцієнта PatternScore у формуванні динамічних закономірностей доступу. Дослідження передбачає встановлення, як зміна цього параметра впливає на точність прогнозування повторних звернень і, відповідно, на ефективність кешування. Очікується, що результати аналітичних спостережень дадуть змогу сформулювати узагальнені принципи адаптивного керування кешем для веб-систем освітнього призначення.

Висновки

Проведене дослідження окреслює наукові засади створення адаптивних методів кешування для освітніх веб-платформ мікроблогінгового типу. Використання поведінкових характеристик користувачів як чинника впливу на політику зберігання даних відкриває нові можливості для підвищення ефективності інформаційних систем.

Запропонований підхід формує підґрунтя для подальшої розробки моделей інтелектуального керування кешем, здатних до самонавчання та адаптації до змінних умов функціонування. Очікується, що подальші дослідження у цьому напрямку сприятимуть розвитку теорії оптимізації обробки даних у системах дистанційного навчання та електронного освітнього середовища загалом.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Zhang L., Floyd S., Jacobson V. Adaptive Web Caching: Towards a New Global Caching Architecture. – UCLA Computer Science Department, 1998.
2. Mertz J., Nunes I. *Understanding Application-level Caching in Web Applications*. – arXiv preprint, 2020.

Григоренко Дмитро Петрович – студент групи ІПІ-24м, факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: dima.grugorenko28@gmail.com

Ткаченко Олександр Миколайович – доцент кафедри програмного забезпечення, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: alextk1960@gmail.com

Grigorenko Dmytro Petrovych – student of group ІPI-24m, Faculty of Information Technologies and Computer Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: dima.grugorenko28@gmail.com

Tkachenko Oleksandr Mykolaiovych – Assistant Professor of the Computer Techniques Chair, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: alextk1960@gmail.com