

Голові спеціалізованої вченої ради Д 35.052.10
Національного університету "Львівська політехніка"
79013, Львів-13, вул. С. Бандери, 12

ВІДГУК

офіційного опонента доктора технічних наук, професора, професора кафедри інформаційних систем та технологій Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» Жураковського Богдана Юрійовича на дисертаційну роботу Плесканки Мар'яни Вікторівни «Підвищення якості обслуговування у мережі доставки контенту», подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук зі спеціальності 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі.

1. Актуальність теми роботи

Сучасний рівень розвитку інформаційних технологій дає можливість зрозуміти, що все більшого розмаху набуває впровадження мультисервісних послуг. Обсяг глобального мобільного IP-трафіку суттєво зростає завдяки введенню нових технологій доступу. Досить поширеними в наш час стали Cloud-мережі та технологія CDN (Content Delivery Network). Все це призводить до підвищення вимог до каналів зв'язку та обслуговуючих пристроїв, які виконують обробку трафіку, щоб забезпечити необхідну якість послуг QoS (Quality of Service), оскільки відповідно до вимог часу, сучасні мережі передачі даних повинні будуватися як високонадійні системи, здатні забезпечити необхідні показники якості обслуговування.

У зв'язку із розвитком телекомунікаційних мереж особливої актуальності набувають питання, що стосуються якості послуг, які надаються у цих мережах. Для забезпечення дотримання різних вимог параметрів QoS мультисервісних послуг в системах передачі даних необхідно впроваджувати алгоритми та механізми управління трафіком, які повинні враховувати особливості різних видів послуг, а також забезпечувати ефективне використання ресурсів мережі та вузлів обслуговування.

Окрему увагу слід приділити і новим архітектурним рішенням та методам, які дозволяють переносити обробку даних якнайближче до користувача. Якщо раніше такі підходи застосовувалися переважно для статичного контенту, такого як відео та аудіо трафік чи різного роду зображення, то зараз цього вже недостатньо. У сучасних CDN значну частку трафіку становить динамічний контент, вміст якого може змінюватися залежно від часу, місця, дій користувача та інших факторів.

Дисертаційне дослідження Плєсканки М.В. дозволило удосконалити методи обробки запитів, що потребують значних обчислювальних ресурсів у точках присутності CDN мережі, балансування навантаження у мережах доставки контенту для забезпечення ефективного використання кеш-пам'яті та обчислювальних ресурсів граничних серверів та розробити метод адаптивного розгортання мікросервісів для обробки динамічних даних у режимі реального часу. Вважаю, що підвищення якості обслуговування користувачів в умовах обмеженої обчислювальної інфраструктури шляхом розроблення методів і алгоритмів обробки запитів, що потребують значних обчислювальних ресурсів, кешування даних, реалізації балансування навантаження та адаптивного розгортання мікросервісів у точках присутності CDN мереж є актуальною науково-прикладною задачею в галузі телекомунікаційних систем та мереж.

2. Загальна характеристика дисертаційної роботи.

У дисертаційній роботі розглянуто шляхи покращення якості обслуговування користувачів в умовах обмежених обчислювальних ресурсів. Основну увагу приділено розробці методів і алгоритмів для ефективної обробки ресурсомістких запитів, кешування даних, балансування навантаження та динамічного створення мікросервісів на границі CDN-мережі.

Дисертаційні дослідження безпосередньо пов'язані з пріоритетними напрямками розвитку науки і техніки в рамках державних програм розвитку та інформатизації Кабінету Міністрів України, координаційних планів науково-дослідних робіт Міністерства освіти і науки України “Перспективні інформаційні технології, прилади комплексної автоматизації, системи зв'язку” та “Фундаментальні дослідження з найважливіших проблем природничих, суспільних і гуманітарних наук”.

Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг роботи складає 199 сторінки друкованого тексту, 82 рисунків та 3 таблиць. Список використаних джерел містить 114 найменувань.

У дисертаційній роботі сформульовано мету роботи, об'єкт дослідження, предмет дослідження, наукові методи дослідження, особистий внесок автора, подано інформацію про опублікування та апробацію результатів дисертаційної роботи.

3. Наукова новизна результатів, отриманих в дисертаційній роботі.

В дисертаційній роботі отримано такі основні нові наукові результати:

1. Набув подальшого розвитку метод обробки запитів, що потребують значних обчислювальних ресурсів, який, на відміну від

раніше відомих, для розподіленої обробки запитів враховує дані аналітики щодо популярності певних ресурсів (веб-сторінок, мультимедійного контенту) серед списку найбільш запитуваних, що дало змогу забезпечити ефективне використання кешованих даних, а також зменшити навантаження на кореневий сервер та час відповіді на запити кінцевого користувача.

2. Удосконалено метод балансування трафіку у точках присутності CDN мережі, який, на відміну від відомих, враховує значення інтегрального ключа кешування сформованого на основі розробленого методу обробки запитів, локацію клієнта, наявність контенту на граничному сервері та стан функціонування доступних серверів, що дало змогу підвищити якість обслуговування в мережах доставки контенту.

3. Вперше запропоновано метод адаптивного розгортання мікросервісів для обробки динамічних даних у режимі реального часу в точках присутності CDN-мереж, який, на відміну від відомих, частково дублює бізнес-логіку сервісу з кореневого сервера, що надається кінцевим користувачам, здійснює в режимі реального часу аналіз параметрів, які визначають якість послуги, та адаптивно розподіляє запити на основі оцінювання рівня завантаженості граничних серверів для забезпечення необхідної якості обслуговування.

4. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків, рекомендацій, наданих у дисертації, їхня достовірність.

Обґрунтованість і достовірність наукових результатів, висновків та рекомендацій, викладених в дисертаційній роботі, досягаються ретельним багатостороннім системним аналізом реально існуючих процесів у сфері телекомунікацій взагалі та в об'єкті дослідження зокрема. Коректне використання методів досліджень та математичного апарату підтверджується результатами моделювання на ПЕОМ, а також практичними результатами, які відображені в актах впровадження.

Дисертація пройшла апробацію на міжнародних та всеукраїнських конференціях і отримала схвалення та добру оцінку фахівців.

5. Повнота викладу наукових положень, висновків, рекомендацій в опублікованих працях.

Основні результати дисертаційної роботи та її наукові положення опубліковані в статтях, науково-технічних журналах, в працях міжнародних конференцій та семінарів. Всього опубліковано 19 наукових праць, серед них 7 статей у фахових виданнях України, одна публікація у закордонному виданні, що входить до наукометричних баз даних Scopus, матеріали

доповідей на міжнародних та всеукраїнських науково-технічних конференціях – 11.

6. Відповідність дисертації встановленим вимогам.

Дисертація написана сучасною українською науково-технічною мовою, є логічно структурованою. Оформлення дисертації відповідає чинним вимогам, що пред'являються до дисертаційних робіт. Автореферат повністю розкриває зміст дисертації. Стиль викладу матеріалів досліджень, наукових положень, висновків і рекомендацій забезпечує легкість і доступність їх сприйняття.

7. Практична цінність одержаних результатів.

Наукове і практичне значення отриманих результатів полягає у можливості їх безпосереднього застосування в сучасних мультисервісних телекомунікаційних системах в якості методів балансування трафіку у точках присутності CDN мережі, адаптивного розгортання мікросервісів для обробки динамічних даних у режимі реального часу і забезпечення гарантованих показників якості обслуговування.

Результати роботи використано для планування і оптимізації структур телекомунікаційних корпоративних мережах ТОВ “Телекомунікаційна компанія”, ТОВ ВТФ “Контех”, ТОВ “МаксіТех”, що підтверджено актами впровадження, а також у навчальному процесі кафедри інформаційно-комунікаційних технологій Національного університету «Львівська політехніка».

Практична цінність результатів полягає в наступному:

- удосконалений метод обробки запитів статичних даних у мережах доставки контенту дав змогу покращити якість обслуговування користувачів шляхом зменшення часу відповіді для кінцевого користувача до 9%, та на 10% завантаженість кореневого сервера;
- комплексне використання інтегрального ключа кешування, методу обробки запитів та балансування трафіку у точках присутності CDN мережі дало змогу підвищити коефіцієнт ефективності кешування на 30 %, а також зменшити час відповіді на запити кінцевого користувача на 40%;
- розроблений прототип мережі доставки контенту для передавання статичних та динамічних даних дав змогу підтвердити на практиці ефективність розробленого методу адаптивного розгортання мікросервісів для обробки динамічних даних у режимі реального часу в точках присутності CDN-мереж. Результати експериментального дослідження, проведеного для оцінки якості надання певного типу сервісу

кінцевому користувачеві за умов високого навантаження системи, показали, що час відповіді на запити користувача становить 25 мс, що на 7% швидше порівняно з часом відповіді від кореневого сервера для клієнтів у тій самій локації.

Результати роботи можуть бути використані в існуючих мережах доставки контенту, а також для впровадження та покращення роботи сервісів, які використовуються як статичні так і динамічні дані.

8. Зауваження до дисертаційної роботи:

1. В першому розділі при аналізі не надано даних про платформу Kubernetes, яка досить широко використовується для автоматизованого розгортання, масштабування та управління додатками з мікросервісною архітектурою.

2. В другому розділі, при представленні алгоритму роботи балансувальника навантаження в граничній локації, не обґрунтовано, яким чином формуватиметься ключ кешування, та по якому принципу запити з однаковим ключем направлятимуться до граничних серверів.

3. Під терміном “ресурсозатратні запити” не визначено, яких саме ресурсів вимагає обробка таких запитів, обчислювальних (процесор, пам'ять, дисковий простір), мережових (смуга пропускання) чи клієнтських.

4. Не наведено конкретних числових рекомендацій щодо вибору порогових значень часу затримки для різних типів сервісів, при значенні якого, варто переносити процес обробки даних в граничну локацію CDN мережі.

5. В запропонованому методі адаптивного створення мікросервісу в граничній локації CDN мережі, не подано даних про можливість застосування його для обробки статичних даних.

Висновки

1. Дисертаційна робота Плєсканки Мар'яни Вікторівни на тему: «Підвищення якості обслуговування у мережі доставки контенту» відповідає спеціальності 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі.

2. Дисертаційна робота за змістом і отриманими результатами відповідає вимогам „Паспорту” спеціальності 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі.

3. Дисертація є завершеною науковою працею, містить елементи наукової новизни, що вирішують задачу підвищення якості обслуговування користувачів в умовах обмеженої обчислювальної інфраструктури шляхом розроблення методів і алгоритмів обробки запитів, що потребують значних обчислювальних ресурсів, кешування даних, реалізації балансування

навантаження та адаптивного розгортання мікросервісів у точках присутності CDN мереж.

4. Автореферат повністю відповідає змісту дисертаційної роботи.

5. Матеріали дисертації достатньо апробовані, доповідались на міжнародних і всеукраїнських конференціях, наукових семінарах, висвітлені в 19 наукових публікаціях.

6. Дисертаційна робота Плесканки М.В. «Підвищення якості обслуговування у мережі доставки контенту» за оформленням, науковим рівнем, актуальністю, науковою новизною та практичною цінністю відповідає чинним вимогам пп. 9, 11, 12 положення про „Порядок присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника”, а її автор – Плесканка Мар'яна Вікторівна заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук зі спеціальності 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі.

Офіційний опонент

доктор технічних наук, професор,

професор кафедри інформаційних систем та технологій

Національного технічного університету України

«Київський політехнічний інститут

імені Ігоря Сікорського»



Богдан ЖУРАКОВСЬКИЙ

Підпис Б.Ю. Жураковського

ЗАВІРЯЮ

Вчений секретар Національного технічного університету України

«Київський політехнічний інститут

імені Ігоря Сікорського»



Валерія ХОЛЯВКО