

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

доктора технічних наук, професора Захарченка Миколи Васильовича на дисертаційну роботу Струбицького Ростислава Павловича на тему: «Методи та алгоритми побудови хмаркових сховищ даних на основі розподілених телекомунікаційних систем», представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі

Актуальність теми дисертації

Питання інформаційної взаємодії корпоративних клієнтів транснаціональних корпорацій, які розподілено розташовані на різних територіях і мають проблеми у вільному доступі до глобальної інформаційної інфраструктури, є доволі поширеною проблемою. Сучасні підходи до її вирішення, які базуються на технологіях хмарних сховищ даних, дають змогу кардинально підвищити доступність клієнтських даних та необхідних мережних елементів для їх надійного передавання, зберігання та обробки.

Хмарне сховище даних - модель онлайн-сховища, в якому дані зберігаються на численних, розподілених в мережі серверах, що надаються в користування клієнтам, в основному третьою стороною. На противагу моделі зберігання даних на власних, виділених серверах, придбаних або орендованих спеціально для подібних цілей, кількість або будь-яка внутрішня структура серверів клієнту, в загальному випадку, не завжди відома. Дані зберігаються, а так само і обробляються в так званій «хмарі», яка представляє собою, з точки зору клієнта, один великий, віртуальний сервер. Саме географічна розподіленість клієнтських застосувань та елементів цього «великого віртуального сервера» з одночасною потребою у збереженні цілісності даних викликають потребу підвищення пропускнуєї спроможності існуючої телекомунікаційної складової розподілених сховищ даних в умовах підвищення вимог щодо їх доступності, несанкціонованого доступу та захисту від пошкоджень.

Для побудови хмаркових сховищ даних, систем доступу до них та забезпечення їх захищеності необхідні практичні методи вибору оптимального шляху доступу. Існуючі засоби доступу до хмаркових сховищ в більшості взагалі не проводять вибору шляху доступу, а використовують той, що заданий за замовчуванням. Це знижує швидкість і якість обслуговування клієнтів, а також суттєво впливає на захищеність даних, які передаються через хмаркові сховища.

Вищезазначене обумовлює актуальність теми дисертаційної роботи, спрямованої на розв'язання невирішених наукових завдань, які стоять на заваді

ефективній організації хмаркових сховищ даних та розподілених обчислювальних систем на їх основі.

Отже, наукове завдання розроблення моделей та методів підвищення пропускнуєї спроможності розподілених телекомунікаційних систем високодоступних хмарних сховищ даних на основі нових протоколів доступу є актуальним, а дисертація здобувача Струбицького Р.П., присвячена дослідженню методів та алгоритмів побудови хмаркових сховищ даних на основі розподілених телекомунікаційних систем, є своєчасною.

Загальна характеристика роботи

Дисертаційна робота складається зі вступу, 4-х розділів, висновків та додатків.

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету і завдання дослідження, визначено об'єкт, предмет, методи дослідження, визначено наукову новизну і практичне значення одержаних результатів, представлено загальну характеристику роботи, структуру та обсяг дисертації. Наведено відомості про впровадження результатів роботи, апробацію, особистий внесок автора, а також публікації за темою дисертації.

У **першому розділі** проаналізовано стан розвитку розподілених систем зберігання даних. Проаналізовано хмаркові інфраструктури та визначено їх переваги та недоліки для практичного використання, велика увага приділена ефективному зберіганню та передаванню даних. Проаналізовано фактори, що впливають на продуктивність телекомунікаційної мережної системи, визначено її головне завдання по відношенню до хмаркової системи зберігання даних – переміщення даних між користувачем і віддаленим постачальником хмаркових послуг. Виділено фактори, що впливають на продуктивність зазначених процесів – обмеження транспортного протоколу TCP, який є головним робочим протоколом Інтернету.

На основі виконаних у дисертації аналізу та досліджень сформульовано мету та завдання на дослідження методів та алгоритмів побудови хмаркових сховищ даних на основі розподілених телекомунікаційних мереж.

У **другому розділі** здійснено моделювання хмарного сховища зберігання даних та проаналізовано методи передавання даних у ньому. Обґрунтовано та уведено модель гібридних протоколів передавання даних через хмаркове сховище, модель мережевого трафіку та проведено моделювання завантаженості сховища даних із використанням запропонованих моделей. Показана доцільність використання повної моделі наскрізного передавання „з кінця в кінець”. Запропоновано методику оцінки ефективного часу обміну даними між користувачами та сховищем даних.

Удосконалено існуючу модель хмаркового сховища даних, як алгебраїчну систему, в якій враховано запропоновані методи вибору шлюзу за складністю

запиту, мультипротокольного передавання потокових даних, мультиплексування різних джерел даних.

На прикладі хмаркового сховища даних проаналізовано реальні показники сховища, які підтвердили адекватність запропонованої моделі.

У **третьому розділі** розроблено методи підвищення ефективності розподілених телекомунікаційних систем хмарних сховищ даних. Основна увага зосереджена на розробленні протоколу сеансового рівня, методу мультипротокольного передавання потокових даних, методу мультиплексування різних джерел для одночасного передавання та методу вибору шляху за складністю виконання запиту. Далі в розділі розроблено метод асинхронного передавання на сеансовому рівні. Перевагою запропонованого методу є можливість потокового передавання даних через множину вузлів хмаркового сховища без очікування завершення передавання одиничних файлів. Для перевірки завантаженості центрального процесора, системних затримок та впливу розмірів пакетів та розмірів буферів на швидкість передавання даних для протоколів TCP та UDP було проведено декілька практичних експериментів.

Четвертий розділ присвячено комплексній реалізації запропонованих підходів з метою їх практичного використання. Зокрема, у розділі подано архітектуру системи, програмну реалізацію системи обміну через хмаркове сховище даних у розподіленій телекомунікаційній мережі та приведено порівняльний аналіз ефективності запропонованих методів. Визначено, що міжконтинентальна розподілена мережа є мережею з комутацією пакетів, її математична модель представляється марковським процесом, а властивості цього процесу моделюються розподілом Пуассона. На основі розробленої архітектури побудовано та впроваджено хмаркове сховище даних для промислового використання.

У **висновках** висвітлені основні положення роботи.

У **додатках** наведені акти про впровадження результатів дисертаційних досліджень.

Наукова новизна дисертаційної роботи

У роботі отримано нові наукові результати та твердження. Вважаю, що такими новими результатами, отриманими Струбицьким Р.П., є:

- метод мультипротокольного наскрізного передавання даних у розподіленій телекомунікаційній системі хмарних сховищ, який, на відміну від методу вибору протоколу в сегментованій мережі, характеризується вищою продуктивністю, адаптуючись під кожний окремий мережний сегмент;
- модель хмаркового сховища даних, яка, на відміну від моделі Петрова, подана як алгебраїчна система і відрізняється введенням у архітектуру пов'язаної телекомунікаційної мережі системи методів опрацювання даних на

основі протокольних засобів сеансового рівня, що дало змогу точніше визначити і використовувати її пропускну спроможність, відповідно;

- метод агрегації навантаження декількох джерел даних, який, на відміну від методу балансування навантаження, в режимі реального часу визначає завантаженість сервісів хмаркового сховища даних та каналів телекомунікаційної системи, що дає змогу оптимізувати їх продуктивність.

Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових результатів, висновків і рекомендацій

Автором дисертаційної роботи виконаний аналіз предметної області визначеного наукового завдання, здійснене комплексне теоретичне та практичне обґрунтування шляхів його розв'язання. 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 аналітичних доведень через математичні перетворення, результатами експериментальної перевірки та імітаційного моделювання, а також практичними результатами, які відображено в актах впровадження.

Практична реалізація та впровадження теоретичних результатів дисертаційної роботи у реальних системах підтверджує достовірність отриманих автором результатів.

Рекомендації щодо використання результатів дисертації

Наукові результати, отримані в дисертації, можуть бути використані для розв'язання практичних завдань. Зокрема, це стосується синтезу структур телекомунікаційних мереж різного виду, до яких висуваються жорсткі вимоги щодо достовірності передавання інформації та механізмів адаптації в процесі функціонування.

Уніфікований протокол передавання даних сеансового рівня використано Струбицьким Р.П. у реальній системі. На основі розробленої архітектури побудовано та впроваджено хмаркове сховище даних для промислового використання. Така архітектура може бути використана для проектування хмаркових сховищ міжконтинентальної розподіленості.

Одержані в дисертаційній роботі результати використано під час розроблення хмаркового сховища даних та організації обчислень на його основі компаніями ТОВ «Глобальна платіжна мережа» (WIDEUP) (Україна), Upsilon.Net AG (ФРН).

Публікації та апробація результатів дисертаційної роботи

За темою дисертаційної роботи опубліковано 15 наукових праць, у тому числі дві статті в іноземних періодичних наукових виданнях, 6 – у фахових наукових виданнях України, 6 – у матеріалах конференцій. 2 наукові статті індексуються в науко метричній базі даних Scopus.

Основні теоретичні та практичні результати дисертаційної роботи доповідались і обговорювались на науково-технічних конференціях та семінарах.

Оформлення дисертації та автореферату

Автореферат дисертації достатньо інформативний, його зміст повністю відповідає змісту дисертаційної роботи. Текст дисертації написано грамотною технічною мовою. Дисертація та автореферат викладені логічно, послідовно та коректно. Оформлення автореферату та дисертації повністю відповідає вимогам, рекомендованим Міністерством освіти і науки України.

Зауваження щодо дисертаційної роботи

1. В дисертаційній роботі проаналізовано розвиток та сучасний стан розподілених систем зберігання, але не приведено конкретних прикладів використання хмаркових сховищ даних.

2. В дисертаційній роботі розроблено метод мультипротокольного передавання даних у телекомунікаційних системах (стор. 97-104). Проте, не зовсім переконливо обґрунтовано переваги такого методу у порівнянні з іншими.

3. Незрозуміло, якою є займана ширина смуги каналу передачі даних при застосуванні методу мультипротокольного доступу до поточкових даних на базі протоколу UDP по відношенню до інших користувачів каналу телекомунікаційної системи загального користування.

4. Під час імітаційного моделювання мережних протоколів доступу не використано програмне забезпечення, використання якого є характерним для моделювання протоколів передавання даних.

5. Не до кінця зрозуміле використання поняття „сателіт” щодо хмаркового сховища даних.

6. У виразах (2.13), (2.14) для визначення предикату завантаженості хмаркового сховища даних доцільно було би ввести параметри не S_{cloud_m1} , S_{cloud_m2} , а $S_{cloud}(t1)$ та $S_{cloud}(t2)$, оскільки порівняння завантаженості здійснюється для того ж сховища даних у різні моменти часу.

7. У дисертаційній роботі практично нічого не сказано про системи масового обслуговування та не описано, чому для розподілу потоків не можна використати теорію графів.

8. Діаграма потоків даних на рис 3.15 виконана не за стандартами.

9. По тексту дисертації зустрічаються неточності. Так, на стор. 142 вказано "марківський процес", а має бути "марковський" тощо.

Відзначені зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи, так як робота має завершеність, а одержані нові наукові результати доцільні до впровадження в існуючі та новостворювані телекомунікаційні системи, зокрема ті що використовуються для побудови хмаркових сховищ даних, сформульовані положення, висновки та рекомендації є науково обґрунтованими.

Висновки

1. Дисертаційна робота Струбицького Р.П. «Методи та алгоритми побудови хмаркових сховищ даних на основі розподілених телекомунікаційних систем» за оформленням відповідає вимогам Кабінету Міністрів України України, що пред'являються до кандидатських дисертаційних робіт. Дисертація написана сучасною науково-технічною мовою; послідовно, логічно і грамотно. Стиль викладення матеріалу забезпечує доступність його сприйняття.

2. Автореферат дисертації достатньо повно та ідентично розкриває її зміст.

3. Дисертаційна робота за змістом є закінченим науковим дослідженням, що містить нові науково обґрунтовані результати, важливі на сучасному етапі та для перспективного розвитку телекомунікаційних систем і цілком відповідає вимогам «Паспорту» спеціальності 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі.

4. За науковим рівнем, практичною цінністю, апробацією та публікаціями дисертаційна робота відповідає вимогам положення про «Порядок присудження наукових ступенів», а її автор – Струбицький Ростислав Павлович – заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.12.02– телекомунікаційні системи та мережі.

Офіційний опонент

доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри інформаційної безпеки
та передачі даних Одеської національної
академії зв'язку ім. О.С. Попова

М.В. Захарченко М.В. Захарченко

