

УДК 004.42:004.75

С.Д. ТОЧИЛІН

Запорізький національний технічний університет

ПРОДУКТИВНІСТЬ RESTFUL ТА SOAP PHP WEB-СЕРВІСІВ ПРИ ПОШУКУ В ДАНИХ POSTGRESQL

Розроблені RESTful і SOAP PHP Web-сервіси, які використовують команди SQL та PL/pgsql збережені функції при запитах до PostgreSQL на пошук в даних, а також Java програма-тестер для визначення їх продуктивності. З допомогою створених програм отримані дані про продуктивність Web-сервісів при обробці різних обсягів інформації, яка зберігається в базі даних PostgreSQL. Результати досліджень, отримані для RESTful та SOAP Web-сервісів, вказують на більш високу продуктивність RESTful сервісу при пошуку в даних PostgreSQL з використанням, як команд SQL, так і збережених функцій.

Ключові слова: продуктивність, RESTful, SOAP, Web-сервіс, PostgreSQL, PL/pgsql.

С.Д. ТОЧИЛИН

Запорожский национальный технический университет

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ RESTFUL И SOAP PHP WEB-СЕРВИСОВ ПРИ ПОИСКЕ В ДАННЫХ POSTGRESQL

Разработаны RESTful и SOAP PHP Web-сервисы, использующие команды SQL и PL/pgsql хранимые функции при запросах к PostgreSQL на поиск в данных, а также Java программа-тестер для определения их производительности. С помощью созданных программ получены данные о производительности Web-сервисов при обработке различных объемов информации, хранящейся в базе данных PostgreSQL. Результаты исследований, полученные для RESTful и SOAP Web-сервисов, указывают на более высокую производительность RESTful сервиса при поиске в данных PostgreSQL с использованием, как команд SQL, так и хранимых функций.

Ключевые слова: производительность, RESTful, SOAP, Web-сервис, PostgreSQL, PL/pgsql.

S.D. TOCHILIN

Zaporizhzhia National Technical University

PERFORMANCE OF RESTFUL AND SOAP PHP WEB SERVICES FOR DATA SEARCH IN POSTGRESQL

RESTful and SOAP PHP Web services that use SQL instructions and PL/pgsql stored functions at queries to PostgreSQL for data search and also Java program tester for determination of their performance were developed. The created programs provided the performance data of Web services while processing of various amounts of information stored in the PostgreSQL database. The research results obtained for RESTful and SOAP Web services indicate higher performance of RESTful service for data search in the PostgreSQL with use, both SQL instructions, and stored functions.

Key words: performance, RESTful, SOAP, Web service, PostgreSQL, PL/pgsql.

Постановка проблеми

При розробці сучасних розподілених комп'ютерних систем широко використовується сервіс-орієнтована архітектура (COA).

Для практичної реалізації розподілених систем з COA застосовують технології Web-сервісів (Web-служб) [1-3].

Web-сервіси надають Web-послуги в рамках слабозв'язаних Web-додатків. До таких послуг, зокрема, відносяться послуги доступу до інформації, що зберігається в базах даних (БД), які створюються та підтримуються певною системою керування БД (СКБД). При цьому для доступу до збережених даних використовують запити до відповідної СКБД, які, як правило, реалізують на структурованій мові запитів (Structured Query Language – SQL) у вигляді команд SQL.

У той час для підвищення ефективності роботи Web-додатків, які працюють з даними, замість команд SQL застосовують збережені процедури та функції СКБД [4].

Їх використання, у відповідності з [4], зокрема, дозволяє:

- Забезпечити додатковий захист даних.
- Мінімізувати зміни коду додатка при зміні структури БД.

- Зменшити мережевий трафік, обумовлений обміном інформації з сервером СКБД.
- Інкапсулювати логіку роботи з БД.
- Підвищити транспортабельність додатків для роботи з СКБД.

Однак при використанні збережених процедур та функцій може змінитися продуктивність Web-додатків, які працюють з інформацією.

В той же час, одною з основних вимог, які пред'являються до Web-сервісів, є оперативність надання Web-послуг, яка залежить від того, яким чином сервіс програмно реалізується [5-7].

При цьому актуальна задача вибору оптимального програмного забезпечення, що реалізує Web-сервіс, тісно пов'язана із задачею вибору або розробки програми-тестера сервісу, що дозволяє визначити його продуктивність [7].

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Програмні засоби PHP є ефективною платформою для COA. На її основі розробляються Web-сервіси, які підтримують різні протоколи та технології [8]. Зокрема, SOAP-протокол, який використовують сервіси для обміну XML-повідомленнями.

Сучасні розподілені системи з COA широко використовують RESTful Web-сервіси, які представляють віддалені ресурси за допомогою HTTP-протоколу [8,9].

При цьому, до віддалених ресурсів можна віднести й окремі записи, які зберігаються в БД та являються доступними для сервісу. В той же час, дані таких БД, клієнт RESTful Web-сервісу може одержувати, додавати, змінювати та видаляти, використовуючи для цього певним чином HTTP-методи GET, PUT, POST і DELETE, відповідно, при зверненні Web-додатка до СКБД.

Платформа PHP має інтерфейс програмування додатків, достатній для розробки RESTful Web-сервісів. Особливості їх реалізації на основі PHP API розглядаються в [8,9].

Web-сервіси широко використовуються для доступу до інформації, яка зберігається в БД СКБД, розміщених на Web-вузлах. При цьому, відповідно до [10], запит до СКБД на пошук у даних є найбільш важливим типом транзакцій інформаційного Web-вузла.

Як відомо, до найпоширеніших та продуктивних СКБД, які поширюють на умовах відкритих вихідних кодів, відносять PostgreSQL [11-13]. При цьому, при роботі з даними PostgreSQL застосовують, як команди SQL, так і збережені функції, які створюють за допомогою мови PL/pgsql [11-13].

Особливості продуктивності SOAP PHP Web-сервісів при використанні команд SQL у запитах до PostgreSQL на пошук в даних, якими вона керує, були досліджені нами раніше в роботі [6]. В той же час подібних досліджень для RESTful PHP Web-сервісів не було проведено.

Крім того не було проведено досліджень продуктивності RESTful та SOAP PHP сервісів, які використовують збережені функції при пошуку в даних PostgreSQL.

Формулювання мети дослідження

У даній роботі було поставлена задача аналізу продуктивності RESTful і SOAP PHP Web-сервісів, які використовують команди SQL та функціонально подібні PL/pgsql збережені функції при пошуку в даних PostgreSQL, для визначення оптимального програмного забезпечення, що працює з PostgreSQL. З цією метою передбачалося також розробити програму-тестер з простим інтерфейсом користувача.

Викладення основного матеріалу дослідження

Для розв'язання поставленої задачі було розроблено два варіанти розподілених додатків, які у своєму складі мали однакову клієнтську частину (програма-тестер), але різні Web-сервіси (RESTful та SOAP), розроблені на основі PHP-технології.

Також були підготовлені об'єкти дослідження – 7 таблиць (Data1–Data7) БД PostgreSQL, які мали однакову структуру полів (два поля – ключове та даних), але різний обсяг збережених даних V , у яких здійснювався пошук (від 100 КБайт до 1 МБайт, крок – 150 КБайт).

При аналізі продуктивності Web-сервісів нами використовувалася їх час відгуку τ , час, який витрачає сервіс на виконання запиту користувача.

Згідно з [10], для визначення τ можна використовувати вираз:

$$\tau = T - t, \quad (1)$$

де T - час виконання запиту в розподіленому додатку;

t - час обмірковування користувача (середній час, що проходить між одержанням користувачем відповіді на свій запит та відправленням нового запиту).

Визначення часу відгуку τ Web-сервісів здійснювалося нами за допомогою програми-тестера RSTochno, розробленої для вирішення поставленої в даній роботі задачі. З цією метою вона спочатку одержувала значення T та t при послідовному виконанні розподіленим додатком двох подібних алгоритмів.

Перший з них складався з такої послідовності дій:

1. У клієнтському додатку зафіксувати час початку роботи розподіленого додатка.
 2. Виконати п.3 - п.8 певну кількість разів (значення кількості визначає користувач).
 3. Сформулювати параметри запиту до Web-сервісу.
 4. Відправити з клієнтського додатка запит.
 5. У програмній реалізації Web-сервісу одержати параметри запиту клієнта.
 6. За допомогою команди SQL або збереженої функції здійснити запит до PostgreSQL на пошук в даних з використанням параметрів з п.3.
 7. Відправити результат пошуку клієнтові.
 8. Одержати в клієнтському додатку результат пошуку в даних.
 9. Зафіксувати час.
 10. Визначити час роботи розподіленого додатка та зберегти його значення.
- Другий алгоритм являв собою скорочену версію першого (без виконання п.4 - п.8).

При цьому запит до кожного сервісу складався з імені таблиці даних БД PostgreSQL, параметра пошуку в ній, який у ході експерименту змінював значення випадковим образом від 1 до максимально можливого для кожного об'єкта дослідження, а також вказівника на тип звернення до СКБД (команда SQL або збережена функція).

В той же час програма-тестер була написана мовою Java™ та мала простий інтерфейс користувача. Він складався з п'яти полів вводу, трьох кнопок, комбінованого списку, двох перемикачів, а також трьох таблиць, які використовувалися аналогічним способом при роботі як з RESTful, так і з SOAP PHP Web-сервісом.

При цьому програмне забезпечення, використане в даній роботі, являло собою останні версії відповідних програмних продуктів (на момент написання статті). Воно містило: пакет PHP 7.1.3, сервер Apache 2.4.25 та СКБД PostgreSQL-9.6.1.

Додатки працювали на персональному комп'ютері, частота центрального процесора якого дорівнювалась 1,2 ГГц, а обсяг оперативної пам'яті мав значення 8 ГБайт.

При підготовці до проведення досліджень продуктивності розроблених додатків на сервер Apache встановлювалися RESTful та SOAP Web-сервіси, які здійснювали пошук у таблицях даних Data1 – Data7.

У ході вимірів в програмі RSTochno спочатку у списку “Service” вибирався тип Web-сервісу (RESTful або SOAP), а перемикачами “SQL” та “Function”, встановлювався тип запиту до PostgreSQL, після чого формувалася таблиця “Request” з іменами об'єктів дослідження, а також максимальними значеннями параметрів пошуку в них. З цією метою використовувалися поля вводу “Table” та “Max”, а також кнопка “Enter” інтерфейсу користувача. Потім у поля вводу “URI” та “Repeat” вводилися URI Web-сервісу та число його звернень N до кожної таблиці при пошуку в її даних, відповідно. У наших дослідженнях $N = 2000$.

Запуск тестування здійснювався натисканням на кнопку “Run” програми-тестера.

У процесі тестування розподілений додаток працював з даними таблиць Data1 – Data7. При цьому, програма-тестер визначала значення повного часу виконання запиту T , потім час обмірковування користувача t , при формуванні запиту, та час відгуку τ для відповідного Web-сервісу при пошуку в даних. Після чого в таблиці “Times” додатка RSTochno з'являлася інформація про τ , t та T , а в таблиці “Data”, значення результату виконання останнього запиту при пошуку в даних PostgreSQL, для кожного об'єкта дослідження Data1 – Data7.

За допомогою кнопки “Save” результати тестування та його параметри зберігалися в текстовому файлі. Ім'я файлу попередньо вводилося у поле введення “File”.

На рис.1 і 2 трикутниками представлені значення τ , отримані при тестуванні RESTful та SOAP PHP Web-сервісів, при пошуку в даних PostgreSQL за допомогою команд SQL та збережених функцій, відповідно. Чорні трикутники – результати експериментів для SOAP, білі – RESTful сервісу.

Як видно з цих рисунків, час відгуку для Web-сервісів, при використанні ними у запитах до PostgreSQL на пошук у даних команд SQL і збережених функцій, зростав при збільшенні V . При цьому, для всіх розглянутих випадків, при десятикратному збільшенні обсягу даних пошуку, значення τ зростали на величину порядку $8 \cdot 10^{-3}$ с.

В той же час експериментальні значення часу відгуку для SOAP сервісу, при пошуку в даних з допомогою команд SQL та збережених функцій, перевищували дані по τ , які відповідали RESTful сервісу і були отримані при однакових обсягах V , у середньому на $5 \cdot 10^{-3}$ с та $5,5 \cdot 10^{-3}$ с, відповідно.

Крім того, використання розробленими програмами збережених функцій, замість відповідних команд SQL, приводило до зростання τ на $3,5 \cdot 10^{-3}$ с для SOAP Web-дodatка і на $3 \cdot 10^{-3}$ с для RESTful Web-служби.

Результати тестування були оброблені нами за допомогою математичної апроксимації.

Для цих цілей була використана додаткова комп'ютерна програма, написана нами мовою програмування Java. Програма реалізувала метод найменших квадратів [14] та дозволяла, зокрема, визначати коефіцієнти лінійної регресії та середню помилку апроксимації експериментальних значень часу відгуку.

Відповідно передбачалося, що час відгуку τ для Web-сервісів при пошуку в даних PostgreSQL, може бути представлений у вигляді залежності: $\tau = a + b \cdot V$, де a та b - постійні коефіцієнти.

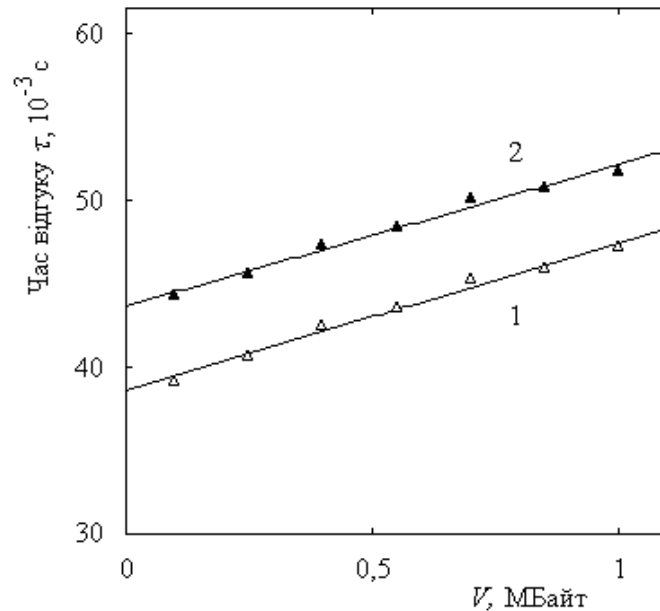


Рис. 1. Залежності $\tau(V)$ для RESTful та SOAP PHP Web-сервісів при пошуку в даних PostgreSQL з використанням команд SQL, прями 1 і 2, відповідно. Трикутники на рисунку - результати тестування

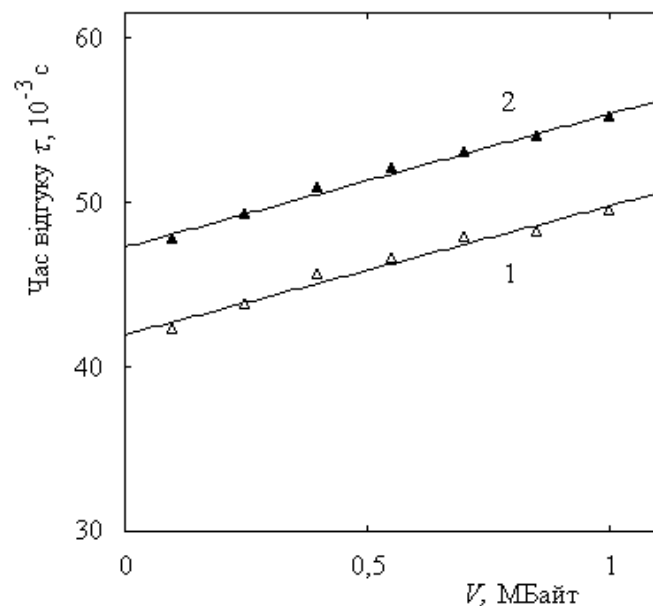


Рис. 2. Залежності $\tau(V)$ для RESTful та SOAP PHP Web-сервісів при пошуку в даних PostgreSQL з використанням збережених функцій, прями 1 і 2, відповідно. Трикутники на рисунку - результати тестування

Як з'ясувалося, у результаті математичної апроксимації результатів тестування RESTful та SOAP сервісів, при використанні ними при запитах до СКБД на пошук в даних, як команд SQL, так і збережених функцій, середня помилка апроксимації експериментальних значень часу відгуку у всіх

розглянутих випадках мала величину $\cong 1\%$. При цьому у функцій регресії $\tau(V)$ були позитивні коефіцієнти.

Залежності $\tau(V)$, отримані в результаті апроксимації даних експерименту, також наведені на рис.1 і рис.2.

В той же час, як наведені на рис.1 та рис.2 експериментальні значення τ , так і залежності $\tau(V)$, отримані в результаті їх математичної апроксимації, вказують на те, що продуктивність RESTful Web-сервісу при пошуку в даних PostgreSQL з обсягом $V \leq 1.0$ Мбайт, була вище, ніж у SOAP Web-служби, для всіх розглянутих режимів їх функціонування.

Висновки

Таким чином, у даній роботі нами був виконаний аналіз продуктивності RESTful та SOAP PHP Web-сервісів, які при пошуку в даних PostgreSQL в одному режимі функціонування використовували команди SQL, в іншому - PL/pgsql збережені функції.

Як з'ясувалося, час відгуку сервісів τ залежить від обсягу даних пошуку V та, при $V \leq 1.0$ Мбайт, для всіх розглянутих випадків задовільно описується лінійними функціями $\tau(V)$ з позитивними коефіцієнтами.

При цьому, використання при запитах до PostgreSQL збережених функцій, замість команд SQL, збільшувало значення часу відгуку розроблених додатків та знижувало їх продуктивність.

В той же час, при пошуку в досліджених обсягах даних V , з використанням при запитах до PostgreSQL, як команд SQL, так і PL/pgsql збережених функцій, RESTful Web-сервіс був більш продуктивним, ніж сервіс на основі SOAP.

Тобто, для створення високопродуктивних PHP Web-сервісів для роботи з даними PostgreSQL, доцільно застосовувати їх реалізацію, яка підтримує RESTful-технологію.

Надалі планується модернізувати розроблену програму-тестер для вимірювання продуктивності Web-сервісів при масштабованих запитах до інформаційного Web-вузла та провести подібні дослідження з іншими Web-серверами та СКБД.

Список використаної літератури

1. Bean J. SOA and Web Services Interface Design: Principles, Techniques, and Standards / J. Bean. – Burlington, MA, USA: Elsevier Inc., 2010. – 360 p.
2. Горбенко А.В. Анализ особенностей создания и эксплуатации гарантоспособных сервис-ориентированных систем / А.В. Горбенко // Радиоэлектронні і комп'ютерні системи. – 2013. – № 5 (64). – С. 237-242.
3. Ernst M.D. Detection of Web Service substitutability and composability / M.D. Ernst, R. Lencevicius // Proceedings of the 1st International Workshop on Web Services Modeling and Testing (WS-MaTe 2006), June 2006, Palermo, Italy: proceedings. – 2006. – P. 123–135.
4. Harrison G. MySQL Stored Procedure Programming / G. Harrison, S. Feuerstein. Sebastopol: O'Reilly Media, 2006. – 640 p.
5. Suzumura T. Performance Comparison of Web Service Engines in PHP, Java, and C / T. Suzumura, S. Trent, M. Tatsubori, A. Tozawa, T. Onodera // Proceedings of the IEEE International Conference on Web Services (ICWS 2008), 23-26 September, 2008, Beijing, China: proceedings. – 2008. – P. 385–392.
6. Точилін С.Д. Аналіз продуктивності XML-RPC та SOAP PHP Web-служб пошуку в даних СКБД PostgreSQL / С.Д. Точилін // Вісник ХНТУ. – 2015. – № 4 (55). – С.142-146.
7. Точилін С.Д. Аналіз продуктивності Java та PHP XML-RPC Web-служб пошуку в даних СКБД MySQL / С.Д. Точилін // Вісник ЖДТУ. – 2010. – № 1 (52). – С.166-169.
8. Mitchell L. J. PHP Web Services / L. J. Mitchell. – Sebastopol, CA: O'Reilly Media, 2013. – 115 p.
9. Скляр Д., Трахтенберг А. PHP. Рецепты программирования / Д. Скляр, А. Трахтенберг. – СПб.: Питер, 2015. – 784 с.
10. Менаске Д. Производительность Web-служб. Анализ, оценка и планирование / Д. Менаске, В. Алмейда. – СПб.: ООО «ДиаСофтЮП», 2003. – 480 с.
11. Уорсли Дж. PostgreSQL. Для профессионалов / Дж. Уорсли, Дж. Дрейк. – СПб: Питер, 2003. – 496 с.
12. Стоунз Р. PostgreSQL. Основы / Р. Стоунз, Н. Мэттью. – СПб.: Символ-Плюс, 2013. – 637 с
13. Гешвинде Э. Разработка Web-приложений на PHP и PostgreSQL. Руководство разработчика и администратора / Э. Гешвинде, Ганс-Юрген Шениг. – СПб: ООО «ДиаСофтЮП», 2003. – 608 с.
14. Кремер Н.Ш. Теория вероятностей и математическая статистика / Н.Ш. Кремер. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002. – 543 с.