

ПРОБЛЕМА НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ХАРАКТЕРИСТИК КОМПОНЕНТІВ ПРИ СТВОРЕННІ ГАРАНТОЗДАТНИХ СЕРВІС-ОРІЄНТОВАНИХ СИСТЕМ

Горбенко А. В.

Національний аерокосмічний університет імені М. Є. Жуковського "ХАІ"

Розкрито проблему створення гарантоздатних сервіс-орієнтованих систем за умов невизначеності характеристик компонентів. Запропоновано підходи до зменшення та подолання цієї невизначеності.

Постановка проблеми. Тенденцією сучасного розвитку мережних технологій є перехід від схем типу „клієнт-сервер” з одним централізованим сервером до розподіленої архітектури обчислень за моделлю „клієнт-мережа” де клієнти отримують доступ до певного сервісу, безвідносно до того, де він фізично розташований. Така технологія суттєво здешевлює рішення шляхом інтеграції роботи серверів у рамках однієї технології, враховуючи той факт, що на сьогодні вартість передачі даних у мережі є суттєво меншою, ніж вартість обчислень на комп'ютері клієнта.

Результатом еволюції розподілених систем обробки інформації, парадигми компонентно-інтегрованого проектування та Інтернет-технологій є концепція сервіс-орієнтованої архітектури [1] та створення розподілених інформаційно-обчислювальних систем, складовими компонентами яких є Веб-сервіси. Веб-сервіси – це новий вид Інтернет-додатків, що забезпечують динамічний зв'язок різних систем на основі використання спільних стандартів та мережних протоколів. Тобто, веб-сервіс являє собою програмний додаток або інформаційний ресурс, доступ до якого здійснюється віддалено, використовуючи стандартні протоколи Інтернет.

Важливим є те, що веб-сервіси дозволяють отримувати доступ до програмних компонентів, незалежно від того, як ці компоненти працюють, де та на якій платформі вони розташовані, ким пропонуються та які фізичні або інформаційні ресурси використовують. Веб-сервіси підтримують інтеграцію та взаємодію з іншими програмними компонентами за допомогою XML-подібних повідомлень. Інтерфейси та зв'язки Веб-сервісів визначаються, описуються та виявляються також з використанням мови XML.

Галуззю застосування сервіс-орієнтованої архітектури та технологій Веб-сервісів є системи електронної комерції та бізнесу (e-commerce), Інтернет-банкінгу (e-banking), теле-медицини (e-health), науки (e-science), глобальні системи розподіленого збереження, пошуку й обробки великих обсягів інформації (grid-системи), наприклад, інформаційні системи моніторингу навколишнього середовища, системи оперативної обробки результатів космічного зондування та інші.

Безвідмовність розподілених інформаційно-обчислювальних систем та їх компонент (програмних, апаратних, мережних), а також їхня стійкість до впливу зовнішнього середовища є визначальним фактором надійності та безпеки широкого спектру додатків критичного та бізнес-критичного застосування, електронної комерції та сучасної науки.

Надійність цих систем повинна розглядатися у більш широкому контексті як комплексна властивість, що включає не тільки традиційні складові, перед усім, безвідмовність і готовність, але й безпечність (інформаційну та аварійну) та оперативність. За міжнародною практикою така властивість має назву "dependability" (на відміну від "reliability"), якій у найбільшій мірі відповідає україномовний варіант "гарантоздатність", тобто надійність у широкому сенсі [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Задача підвищення загальної гарантоздатності та її складових для сервіс-орієнтованих систем є вельми актуальною, про що свідчать пріоритетні напрямки фінансування наукових досліджень міжнародними та європейськими грантами, насамперед FP6 та FP7, численні публікації у провідних наукових журналах (IEEE Transactions on Services Computing, IEEE Transactions on Dependable and Secure Computing), а також тематика низки міжнародних конференцій та симпозіумів (IEEE International Conference on Web Services, International Computer Software and Applications Conference, International Conference on Dependable Systems and Networks). Основні наукові роботи у цьому напрямку, зокрема [3], спрямовані на:

1) адаптацію традиційних механізмів забезпечення відмовостійкості для сервіс-орієнтованої архітектури;

2) проведення оціночних випробувань, експериментальна і теоретична оцінка характеристик гарантоздатності;

3) аналіз стабільності технологій Веб-сервісів та їхньої поведінки за умов екстремальних зовнішніх та внутрішніх впливів на основі стресового тестування і методики "засіву" дефектів;

4) розширення WSDL-опису Веб-сервісів за рахунок включення параметрів якості обслуговування QoS та їхнього використання в якості додаткових критеріїв пошуку та вибору сервісів.

Однак, зазначені дослідження присвячені окремим задачам і пропонують часткові рішення, без їхнього об'єднання та комплексного використання. Незважаючи на те, що ці рішення здатні поліпшити ті або інші аспекти створення і функціонування Веб-сервісів на основі удосконалення окремих технологій, існуючі роботи не розглядають у комплексі важливої для сервіс-орієнтованих систем *проблеми невизначеності* та не пропонують єдиного підходу для її подолання й побудови гарантоздатних композитних сервіс-орієнтованих систем й інфраструктур Веб-сервісів із компонентів з невідомими або недостатніми характеристиками гарантоздатності.

Мета статті. Таким чином, невизначеність характеристик гарантоздатності та змінність функціонального складу є основним викликом для науковців та розробників цих систем.

Метою статті є аналіз проблем створення гарантоздатних сервіс-орієнтованих систем, зокрема, проблеми невизначеності нефункціональних характеристик компонентів, а також методів їх вирішення з урахуванням функціональних, технологічних, архітектурних та інших особливостей Веб-сервісів та сервіс-орієнтованих систем.

Гарантоздатність сервіс-орієнтованих систем.

Серед характеристик гарантоздатності, наведених у [2], для Веб-сервісів та сервіс-орієнтованих систем в цілому ключовими є:

– *готовність*, яка характеризує імовірність знаходження Веб-сервісу у стані, в якому він здатен обробити запит користувача. Даний показник характеризує Веб-сервіс з боку провайдера послуг;

– *доступність* – імовірність того, що сервіс поверне відповідь на запит клієнта за очікуваний час. Ця характеристика в більшій мірі характеризує Веб-сервіс з точки зору клієнта з урахуванням розподіленого характеру його взаємодії з Веб-сервісом;

– *безвідмовність*, яка характеризує імовірність того, що Веб-сервіс поверне за очікуваний час результат обробки запиту клієнта, а не повідомлення про відмову в обслуговуванні (по різним причинам);

– *достовірність*, яка характеризує імовірність того, що результат обробки запиту, отриманий клієнтом від Веб-сервісу не містить прихованої помилки.

Крім того, особливу важливість набуває оперативність обслуговування, яка з точки зору користувача Веб-сервісу може бути виражена за допомогою часу очікування результату обробки запита (часу надання послуги). Слід зазначити, що на надійність та продуктивність Веб-сервісів суттєво впливають не тільки відповідні характеристики прикладного програмного забезпечення, яке безпосередньо реалізує функціональні вимоги, але й характеристики апаратно-програмної платформи (апаратного забезпечення, операційної системи та системного програмного забезпечення), комунікаційного середовища (Інтернет), а також зовнішніх інформаційних й матеріальних ресурсів, що використовуються Веб-сервісом (наприклад, баз даних або інших Веб-сервісів).

С урахуванням зазначених факторів гарантоздатність Веб-сервісів та сервіс-орієнтованих систем можна доповнити як "властивість надавати необхідні послуги за очікуваний час яким можна виправдано довіряти".

Проблема невизначеності характеристик Веб-сервісів та сервіс-орієнтованих систем. В результаті проведеного аналізу було встановлено, що основними проблемами побудови гарантоздатних сервіс-орієнтованих систем, крім недостатньої надійності й продуктивності Веб-компонентів є:

1) *нестабільність функціонального складу й структури;*

2) *неоднозначність результатів обслуговування, що проявляється у поверненні Веб-сервісом з різної імовірністю:*

2.1) коректного результату обслуговування;

2.2) некоректного (неочевидного помилкового) результату, тобто результату, який містить приховану помилку, що не може бути виявлена (та виправлена) без використання додаткових засобів діагностування (наприклад, багатoversійності);

2.3) повідомлення про виникнення помилки або виключної ситуації, що не може бути виправлена Веб-сервісом самотужки (очевидний помилковий результат, тобто відмова в обслуговування);

2.4) відсутність любого із перелічених вище результатів надання послуги за очікуваний час;

3) *невизначеність характеристик гарантоздатності окремих компонентів (тобто Веб-сервісів):* готовності, доступності, безвідмовності, достовірності.

4) *невизначеність характеристик оперативності* Веб-сервісів, насамперед, часу надання послуги та *непередбачуваність змінення мережної затримки*, що є індивідуальною для кожного клієнта та обумовлена глобально-розподіленим характером взаємодії клієнтів та сервісів, а також недостатнє високою якістю на надійністю мережі Інтернет.

5) *складність ефективного використання традиційних методів підвищення надійності й продуктивності* через неможливість точного діагностування виникаючих проблем, а також відсутності достовірної інформації про характеристики надійності та продуктивності Веб-компонентів.

Виходячи з досвіду розробки й експлуатації Веб-сервісів і сервіс-орієнтованих систем можна виділити наступні основні причини невизначеності характеристик таких систем.

1. *Відсутність апріорній інформації.* Провайдери Веб-послуг зазвичай не надають апріорну доказову інформацію відносно часових та надійнісних характеристик цих послуг.

2. *Нестабільність характеристик.* Характеристики надійності та оперативності (продуктивності) Веб-сервісів можуть різко змінюватися в досить широких межах.

3. *Складність достовірної експериментальної оцінки й прогнозування,* що полягає насамперед у:

– неможливості для клієнта відділення характеристик самих Веб-сервісів (їхньої надійності та оперативності) від характеристик апаратно-програмної платформи й середовища комунікації Інтернет. Наприклад, до складу існуючих технологій Веб-сервісів не включено штатні засоби, щоб дозволили відділити мережну складову часу надання послуги від часу обробки запита клієнта на сервері і формування результату;

– індивідуальності сприйняття клієнтами характеристик Веб-сервісів через різномірний вплив мережного середовища, тобто Інтернет (мережна складова часу надання послуги є унікальною для кожного клієнта та суттєво залежить від взаємного розташування в Інтернеті клієнта та Веб-сервіса, шкорті мережного підключення й якості мережних послуг, що надаються провайдером Інтернет), використання різних доменів вхідних даних, різній частоті запитів на надання послуг тощо. Наприклад, внаслідок зазначених причин один й той же Веб-сервіс з точки зору одного клієнта може мати хорошу надійність, але значний час обслу-

говування, у той час як для другого клієнта він може сприйматися менш надійним, але більш швидким;

– відсутності інформації про поточну завантаженість віддаленого серверу, інтенсивність запитів інших клієнтів, а також інші програми та сервіси, розгорнуті на цьому сервері, що можуть впливати на характеристики його надійності на продуктивності.

Таким чином, відсутність достатньої інформації про характеристики мережного Інтернет-середовища, компонентів, що приймають участь у інтеграції, та їхній взаємозв'язок створюють значні труднощі забезпечення та достовірної оцінки гарантоздатності сервіс-орієнтованих систем, яка може змінюватися випадковим чином у широких межах.

Отже оцінка та забезпечення гарантоздатності складних сервіс-орієнтованих систем суттєво ускладнена за умов їхньої динамічної побудови та інтеграції або у випадках, коли компоненти цих систем (тобто Веб-сервіси) динамічно замінюють один одного виконуючи теж саму або іншу функціональність, але маючи невідомі або не до кінця визначені характеристики гарантоздатності.

Ця невизначеність виражається у непередбаченості часу відклику Веб-сервісів, складності діагностування першопричини відмов, що виникають, а також прогнозування відмов за загальними обставинами, відсутності інформації про особливості реалізації Веб-сервісів, тощо.

Напрямки вирішення проблеми невизначеності характеристик. Невизначеність нефункціональних характеристик компонент з яких складаються сервіс-орієнтовані системи має два важливих наслідки.

По-перше, вона ускладнює достовірну оцінку гарантоздатності та продуктивності окремих Веб-сервісів й, особливо, системи в цілому. Як наслідок, ускладнюється задача вибору між наявними альтернативними компонентами.

По-друге, унеможливується оптимальне використання традиційних методів та засобів відмовостійкості, оскільки відсутня повна інформація про характер, наслідки та причини відмов, що виникають. У цьому сенсі пропонуються такі підходи до вирішення проблеми невизначеності:

1) зменшення ступеня невизначеності за рахунок моніторингу характеристик Веб-сервісів та узагальнення й ретельного аналізу статистичних даних від багатьох користувачів;

2) запровадження методів динамічної реконфігурації на основі просунутих алгоритмів прийняття рішень незважаючи на недостатність інформації, використовуючи моделі екстраполяції, прогнозування, та інш.

Висновки. Виходячи з проведеного аналізу стану розвитку сервіс-орієнтованих систем, методів оцінки та забезпечення їхньої гарантоздатності, а також необхідності забезпечення достовірності такої оцінки для багатьох бізнес-критичних застосувань з метою зниження ризиків внаслідок дефектів програмного забезпечення та відмов мережного середовища, можна зробити висновок про актуальність розробки методів, алгоритмів та архітектур створення гарантоздатних компонентно-інтегрованих сервіс-орієнтованих систем з використанням Веб-технологій.

Розв'язання зазначених завдань можливо за рахунок розробки та практичного впровадження:

1) моделей оцінки та прогнозування гарантоздатності сервіс-орієнтованих систем;

2) методів та алгоритмів керованої інтеграції компонентів сервіс-орієнтованої системи беручи до уваги результати динамічного моніторингу їхньої гарантоздатності;

3) архітектур розгортання Веб-сервісів з керованою багаторівневою диверсністю для забезпечення їхньої стійкості до відмов програмних компонент, а також мережних атак та інформаційних втручань;

4) інструментарію реєстрації, моніторингу працездатності, пошуку та динамічної інтеграції Веб-сервісів за критеріями їхньої готовності, оперативності, достовірності.

Список використаних джерел

1. Bieberstein N. Executing SOA: a practical guide for the service-oriented architect / N. Bieberstein, R. G. Laird, K. Jones, T. Mitra. - NJ: Upper Saddle River, IBM Press, 2008. – 214 p.

2. Горбенко А. В. Гарантоздатні системи з негарантоздатних компонент: принципи побудови, контролю та управління / А. В. Горбенко, В. С. Харченко // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. – 2006. – №1(11). – С. 115-123.

3. Zheng Z. A QoS-Aware Fault Tolerant Middleware for Dependable Service Composition / Z. Zheng, M. Lyu // Conference Proceedings of the International Conference on Dependable Systems and Networks (DSN'2009). – Lisbon (Portugal), 2009. – P. 239 – 248.

Аннотация

ПРОБЛЕМА НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ХАРАКТЕРИСТИК КОМПОНЕНТОВ ПРИ СОЗДАНИИ ГАРАНТОСПОСОБНЫХ СЕРВИС-ОРИЕНТИРОВАННЫХ СИСТЕМ

Горбенко А. В.

Рассмотрена проблема создания гарантоспособных сервис-ориентированных систем в условиях неопределенности характеристик компонентов. Предложены подходы к снижению и преодолению неопределенности.

Abstract

THE PROBLEM OF UNCERTAINTY DURING DEPENDABLE SERVICE-ORIENTED SYSTEMS DEVELOPMENT

A. Gorbenko

A problem of development of dependable service-oriented system under the uncertainty of components characteristics is discussed. Approaches to uncertainty reduction and toleration are discussed.