

МАСШТАБУВАННЯ ХМАРНОГО ДОДАТКУ З ВИКОРИСТАННЯМ СИМУЛЯТОРА НАВАНТАЖЕННЯ ЙОГО РОБОТИ

У статті визначено основні вимоги до можливостей симулятора хмарного додатку, що використовується для порівняння ефективності стратегій масштабування: можливість для будь якого моменту симуляції визначити завантаженість процесора та пам'яті хмарного додатку, а також оцінити час операції масштабування. Розроблено симулятор, що відповідає сформованим вимогам та проведено його тестування.

Ключові слова: хмарні обчислення, масштабування хмарного додатку, симуляція роботи хмарного додатку.

TAMARA SAVCHUK, ANDRIY KOZACHUK
Vinnytsia National Technical University, Ukraine

SCALING OF A CLOUD APPLICATION WITH USAGE OF WORKLOAD EMULATOR

The article describes main requirements to cloud application emulator that is used for comparison of scaling strategies efficiency: ability to obtain CPU and memory load for any moment of simulation and ability to estimate scaling time. Emulator that meets described requirements was developed and tested.

Keywords: cloud computing, cloud application scaling, emulation of a cloud application.

Вступ

Порівняння роботи стратегій масштабування хмарного додатку та визначення ефективності її роботи можуть бути проведені лише за умови можливості забезпечення однакових умов тестування кожної зі стратегій масштабування [1]. Такі умови можуть бути забезпечені за допомогою систем навантажувального тестування веб-сайтів[2, 3], що дозволяють виявити випадки некоректної роботи хмарного додатку при проходженні піків навантаження, проте для них характерна висока вартість експлуатації, також вони можуть потребувати спеціального обладнання для генерації запитів до хмарного додатку. Крім того, процес навантажувального тестування займає тривалий проміжок часу – виконання одного тесту може складати декілька годин. Цей факт обмежує швидкість проведення експериментів по визначенню ефективності роботи хмарного додатку, та робить актуальним використання симулятора його роботи під навантаженням, що дає можливість підвищити швидкість та зменшити вартість проведення експериментів за рахунок використання моделі інфраструктури хмарного додатку.

Аналіз існуючих рішень

Симуляція роботи хмарного додатку з метою визначення його швидкодії може бути проведена з використанням таких поширених систем як TPC-W, RUBiS і CloudStone [4 - 6]. Система TPC-W розроблена організацією TPC, яка спеціалізується на засобах оцінки швидкодії баз даних. Система TPC-W підтримує такі профілі використання: купівля товарів в інтернет-магазинах, замовлення товарів та перегляд сторінок. Основною метрикою оцінювання роботи хмарного додатку є кількість дій користувача за секунду. Система RUBiS розроблена для моделювання роботи інтернет-аукціонів. Вона може відтворювати такі типові для аукціонів сценарії поведінки як продаж, огляд товару, створення ставки та підтримує три типи сесій користувача: покупець, відвідувач, продавець. Система базується на трьох основних компонентах: балансувач навантаження Apache, сервер Jboss та база даних MySQL. Система CloudStone – багатомовний та мультиплатформенний інструмент, розроблений в університеті Берклі. Система включає генератор реалістичних профілів навантаження на основі Марковських ланцюгів. Оцінювання швидкодії хмарного додатку відбувається на основі даних інструменту Olio, який здійснює вимірювання ефективності роботи клієнтської і серверної частини хмарного додатку.

Усі описані системи не дозволяють оцінювати значення метрик роботи хмарного додатку, тому вони не здатні забезпечити необхідні дані для порівняння ефективності стратегій масштабування хмарного додатку.

Об'єкт, мета та задачі дослідження

Об'єктом дослідження є процес симуляції роботи хмарного додатку з періодичними операціями масштабування.

Мета дослідження – розробка засобу симуляції роботи хмарного додатку та отримання значень основних функціональних характеристик його роботи, що дозволить зменшити час оцінювання стратегій масштабування хмарного додатку та скоротити час прийняття рішень щодо масштабування.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

1. Визначити вимоги до роботи симулятора хмарного додатку з підтримкою операції масштабування.
2. Розробити симулятор роботи хмарного додатку.

Формування вимог до симулятора роботи хмарного додатку

Для визначення ефективності роботи певної стратегії масштабування хмарного додатку і

порівняння її ефективності з іншими стратегіями необхідно здійснити збір статистики функціонування хмарного додатку в контрольованих умовах, які можуть бути відтворені. Такі умови можуть бути забезпечені однією з систем тестування веб-сайтів під навантаженням [7-9]. Дані системи дозволяють виявити випадки некоректної роботи хмарного додатку за умов пікових навантажень. Недоліком таких систем є висока вартість їх експлуатації та наявність спеціального обладнання, що генерує запити до хмарного додатку.

Симулятор роботи хмарного додатку повинен максимально точно моделювати роботу хмарного додатку під навантаженням, враховуючи такі характеристики як тривалість та успішність виконання мережевих запитів і час, необхідний для здійснення масштабування хмарного додатку. Також, симулятор повинен мати можливість перевірки існуючих технологій масштабування хмарного додатку з внесенням мінімальної кількості змін в останні та забезпечувати можливість зручного збору інформації про стан хмарного додатку під час проведення тестування. Для повторного проведення навантажувальних тестів симулятор повинен надавати можливість завантажувати програми тесту зі спеціально відформатованого файлу.

Для взаємодії з інформаційною технологією масштабування симулятор повинен включати функцію відтворення команд масштабування хмарного додатку, що підтримуються хостингом. При чому формат команди масштабування та можливі стани інфраструктури хмарного додатку повинні співпадати з такими у реального провайдера хмарного хостинга, це може бути досягнуто шляхом створення окремих симуляторів для кожного провайдера та забезпеченням широких можливостей налаштування симулятора. Робота симулятора хмарного додатку повинна найбільш повною мірою відтворювати реальне середовище, тому необхідно надати можливість налаштування роботи симулятора на основі статистики функціонування роботи реального хмарного додатку.

Враховуючи визначені вище особливості оцінювання ефективності функціонування хмарного додатку, симулятор роботи хмарного додатку повинен відповідати наступним вимогам:

- підтримка операцій масштабування аналогічних тим, що забезпечуються провайдером хмарного хостинга;
- симуляції тривалості виконання мережевих запитів та генерації помилок про недоступність додатку;
- симуляція завантаженості оперативної пам'яті та процесора;
- підтримка тестів навантаження, описаних з використанням уніфікованого формату;
- симуляція тривалості виконання масштабування хмарного додатку;
- можливість легкого доступу до історії стану інфраструктури хмарного додатку під час моделювання;
- можливість налаштування роботи симулятора на основі статистики використання реального хмарного додатку.

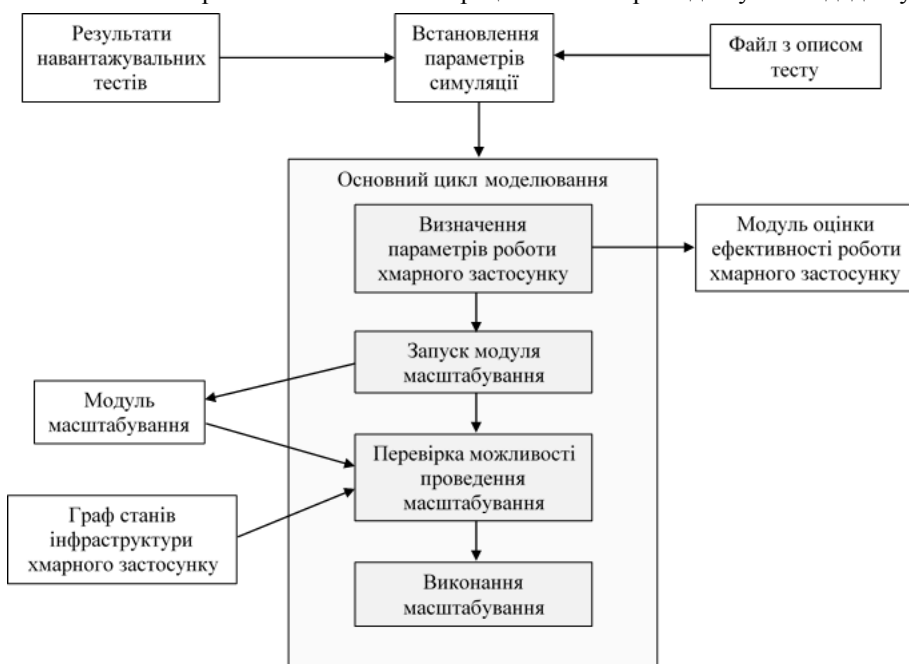


Рис.1. Взаємодія компонентів симулятора роботи хмарного додатку

Розробка симулятора роботи хмарного додатку

На основі сформованих вимог може бути визначена архітектура симулятора роботи хмарного додатку: симулятор повинен включати у себе модулі зчитування інформації, що описує профіль теста навантаження, визначення параметрів роботи хмарного додатку, взаємодії з модулем масштабування хмарного додатку, що тестується, перевірки та застосування результатів роботи модуля масштабування, налаштування внутрішніх параметрів на основі даних навантажувальних тестів. Взаємодія компонентів симулятора роботи хмарного додатку між собою та із зовнішнім середовищем показана на рисунку 1.

Отже, розробка симулятора роботи хмарного додатку дозволить пришвидшити та здешевити проведення порівняння ефективності використання різних методів моделювання хмарного додатку. Пришвидшення проведення експериментів досягається за рахунок того, що модельний час симулятора проходить значно швидше за реальний час. Зменшення вартості виконання експериментів відбувається завдяки можливості відмовитись від спеціального обладнання для проведення тестів і використання платних сервісів навантажувального тестування.

Для побудови симулятора роботи хмарного додатку було проведено ряд навантажувальних тестів за допомогою середовища Visual Studio Online [10]. Тести імітували паралельний доступ до хмарного додатку автоматизованого проведення мозкових штурмів BrainTank [11] від 20 до 1500 користувачів при різних обчислювальних потужностях, виділених для роботи хмарного додатку. В результаті проведення навантажувальних тестів була знята телеметрія характеристик роботи хмарного додатку, а саме: кількість вхідних мережевих запитів, середній час обробки запиту, кількість серверних помилок за хвилину, виділений процесорний час та оперативна пам'ять. Телеметрія збиралася за допомогою порталу Microsoft Azure та вбудованих у Visual Studio звітів тестів навантаження. Приклад зібраної телеметрії зі звітів навантажувальних тестів для хмарного додатку, що розміщується на одній віртуальній машині наведено в таблиці 1.

На основі отриманих даних для різних варіантів конфігурації серверної інфраструктури хмарного додатку шляхом поліноміальної апроксимації була отримана функціональна залежність часу виконання мережевого запиту від кількості вхідних мережевих запитів. Аналогічним чином розраховується значення завантаженості процесора та оперативної пам'яті.

Таблиця 1

Результати виконання навантажувального тесту

Час, с	Кількість користувачів	Сторінок за секунду	Час завантаження сторінки	Запитів за секунду	Час виконання запиту
0:15	250	136,7333	0,7245246	804,8666	0,2411165
0:30	350	187,0667	0,8606557	1169,933	0,2123768
0:45	550	140,9333	2,754967	825,7333	0,5713709
1:00	650	222,6	1,723869	1348,067	0,3886059
1:15	850	148,7333	4,794711	899	0,9529848
1:30	950	223,8	2,948466	1332,933	0,6318396
1:45	1150	136	7,413725	862,6	1,311616
2:00	1250	240,5333	4,060699	1364,4	0,8223884
2:15	1450	124,1333	8,570891	849,3333	1,374804
2:30	1500	194,1333	6,835852	1019,867	1,395673
2:45	1500	165,6	9,371981	1059,667	1,579427
3:00	1500	208,8667	5,985318	1065,8	1,28642

Модельний час, необхідний для проведення масштабування завжди однаковий для заданої пари початкового та кінцевого станів та розраховувався як середнє арифметичне тестових операцій масштабування між цими двома станами.

На основі отриманих співвідношень та вимог було розроблено програму-симулятор роботи хмарного додатку. В якості вхідних даних програма приймає профіль тесту навантаження, реалізацію стратегії масштабування, її налаштування та початкових стан хмарного додатку. Результатом роботи програми є ряд вимірювань ефективності стратегії масштабування хмарного додатку з інтервалом в 1 хвилину. UML-діаграма класів розробленої програми зображена на рисунку 2.

Тести навантаження для симулятора роботи хмарного додатку було побудовано на основі даних чемпіонату світу з футболу [13]. При цьому були виділені тести з рівномірними добовими коливаннями та з піками навантаження змінної інтенсивності.

Таким чином, на основі сформованих вимог і результатів навантажувальних тестів було розроблено симулятор роботи хмарного додатку, що дозволяє пришвидшити процес порівняння стратегій масштабування та дає можливість проведення більшої кількості експериментів.

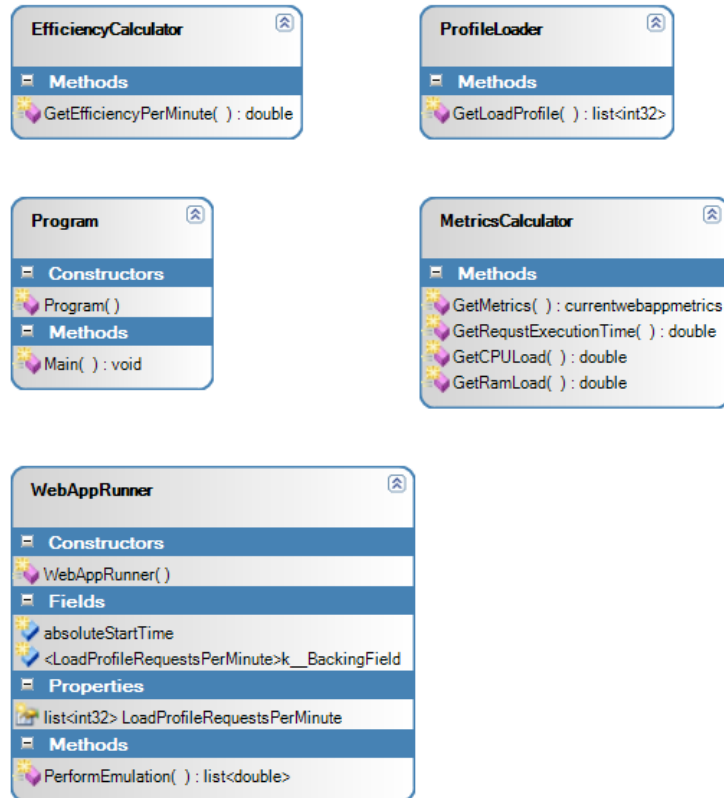


Рис.2. Діаграма класів симулятора роботи хмарного додатку

Висновки

Таким чином, в результаті проведених досліджень було визначено вимоги до основних функцій симулятора роботи хмарного додатку, оптимізованого для порівняння ефективності стратегій масштабування. Встановлено, що симулятор хмарного додатку повинен підтримувати моделювання завантаженості центрального процесора і пам'яті в залежності від кількості користувачів, а також часу виділення обчислювальних ресурсів.

На основі сформованих вимог розроблено симулятор роботи хмарного додатку, що підтримує розрахунок значень основних функціональних характеристик шляхом інтерполяції результатів тестів навантаження. Розроблений симулятор роботи хмарного додатку надає можливість підвищення швидкодії та зменшення вартості операції порівняння ефективності стратегій масштабування. В якості вхідних даних програма приймає тест навантаження, реалізацію стратегії масштабування, її налаштування та початковий стан хмарного додатку.

Проведене тестування розробленого симулятора показало, що при збільшенні кількості користувачів хмарного додатку час обробки одиничних запитів збільшується, а кількість оброблених запитів за секунду виходить на плато насичення, що відповідає поведінці реальних хмарних додатків під час тестування навантаження.

Література

1. Савчук Т. О. Автоматизоване прийняття рішень щодо масштабування хмарного застосування [Текст] / Т. О. Савчук, А. В. Козачук // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2015. – № 2. – С. 15–22.
2. Desai, D. Introducing Cloud-based Load Testing with Team Foundation Service [Electronic resource] / D. Desai // Microsoft Corporation. – 3 Jun 2013. – Available at: \www/URL: <http://blogs.msdn.com/b/visualstudioalm/archive/2013/06/03/introducing-cloud-based-load-testing-with-team-foundation-service.aspx>
3. Apache JMeter [Electronic resource]. – Available at: \www/URL: <http://jmeter.apache.org/>. – 19.10.2015.
4. RUBiS: Rice University Bidding System [Electronic resource]. – 2009. – Available at: \www/URL: <http://rubis.ow2.org/>. – 17.11.2015.
5. CloudStone Project by Rad Lab Group [Electronic resource]. – Available at: \www/URL: <http://radlab.cs.berkeley.edu/wiki/Projects/Cloudstone/>. – 13.09.2012.
6. TPC-W [Electronic resource]. – Available at: \www/URL: <http://www.tpc.org/tpcw/default.asp>. – 17.11.2015.
7. Introducing Cloud-based Load Testing with Team Foundation Service [Electronic resource]. – Available at: \www/URL: <http://blogs.msdn.com/b/visualstudioalm/archive/2013/06/03/introducing-cloud-based-load-testing-with-team-foundation-service.aspx>
8. LoadStorm [Electronic resource]. – Available at: \www/URL: <http://loadstorm.com/>
9. BlazeMeter [Electronic resource]. – Available at: \www/URL: <https://blazemeter.com/>
10. Charles Sterling. Load Testing : Load Testing Made Easy with Microsoft Azure and Visual Studio Online. MSDN magazine November 2014 Volume 29 Number 11 <https://msdn.microsoft.com/en-us/magazine/dn818498.aspx?f=255&MSPPErr=-2147217396>
11. Козачук А. В. Система автоматизованого проведення мозкових штурмів "Braintank" // Збірник матеріалів дев'ятої міжнародної конференції "Інтернет-Освіта-Наука-2014". - Вінниця. - 2014.
12. 1998 World Cup Web Site Access Logs [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://ita.ee.lbl.gov/html/contrib/WorldCup.html> .

References

1. Savchuk, T. O., Kozachuk, A. V. (2015). Avtomatyzovane pryiniattia rishen shchodo masshtabuvannia khmarnoho zastosunku. Informatsiini tehnologii ta kompiuterna inzheneriia, 2, 15–22.
2. Desai, D. (2013, Jun 3). Introducing Cloud-based Load Testing with Team Foundation Service. Microsoft Corporation. Available: <http://blogs.msdn.com/b/visualstudioalm/archive/2013/06/03/introducing-cloud-based-load-testing-with-team-foundation-service.aspx>
3. Apache JMeter. Available: <http://jmeter.apache.org/>. Last accessed: 19.10.2015.
4. RUBiS: Rice University Bidding System. (2009). Available: <http://rubis.ow2.org/>. Last accessed: 17.11.2015.
5. CloudStone Project by Rad Lab Group. Available: <http://radlab.cs.berkeley.edu/wiki/Projects/Cloudstone/>. Last accessed: 13.09.2012.
6. TPC-W. Available: <http://www.tpc.org/tpcw/default.asp>. Last accessed: 17.11.2015.
7. Introducing Cloud-based Load Testing with Team Foundation Service [Electronic resource]. – Available at: \www/URL: <http://blogs.msdn.com/b/visualstudioalm/archive/2013/06/03/introducing-cloud-based-load-testing-with-team-foundation-service.aspx>
8. LoadStorm [Electronic resource]. – Available at: \www/URL: <http://loadstorm.com/>
9. BlazeMeter [Electronic resource]. – Available at: \www/URL: <https://blazemeter.com/>
10. Charles Sterling. Load Testing : Load Testing Made Easy with Microsoft Azure and Visual Studio Online. MSDN magazine November 2014 Volume 29 Number 11 <https://msdn.microsoft.com/en-us/magazine/dn818498.aspx?f=255&MSPPErr=-2147217396>
11. Kozachuk, A. (2014). Systema avtomatyzovanoho provedennia mozkovykh shturmiv "Braintank". Proceedings Of The Ninth International Scientific-Practical Conference " IES-2014. New Informational and Computer Technologies in Education and Science". Vinnytsia: VNTU, 321
12. WorldCup98. Available: <http://ita.ee.lbl.gov/html/contrib/WorldCup.html>