

Розробка Марковської Моделі для Оцінки Готовності Хмарної Інфраструктури

А. О. Ільків

кафедра програмного забезпечення
Національний університет
«Львівська політехніка»
Львів, Україна
ilkiv.anastasiya@gmail.com

О. В. Муляк

кафедра програмного забезпечення
Національний університет
«Львівська політехніка»
Львів, Україна
mulyak.oleksandr@gmail.com

Development of Markovian Chains for Estimating the Availability of IaaS in Clouds

A. Ilkiv

Department of Software Engineering
Lviv Polytechnic
National University
Lviv, Ukraine
ilkiv.anastasiya@gmail.com

O. Mulyak

Department of Software Engineering
Lviv Polytechnic
National University
Lviv, Ukraine
mulyak.oleksandr@gmail.com

Анотація—Хмарні обчислення є однією з нещодавно розроблених технологій для складних систем з широкомасштабним спільним використанням послуг, яка відрізняється від системи спільного використання ресурсів розподілених обчислень. Хмарні обчислення приваблюють своїх користувачів, надаючи додатки, платформи та інфраструктури без будь-яких початкових інвестицій, що є перевагою для невеликих організацій. Перевагою хмарних обчислень є простота доступу, що можна зробити за допомогою веб-браузера або навіть смартфона. У даній роботі запропонована модель оцінки готовності хмарної інфраструктури, у якій враховано наслідків відмови різних компонент сервера, наслідків відмови мережі і джерела живлення.

Abstract—Cloud computing is a recently developed new technology for complex systems with massive scale service sharing, which is different from the resource sharing of the grid computing systems. Cloud computing delights its users by providing applications, platforms and infrastructure without any initial investment. The realistic beauty of cloud computing is that there is no need for any sophisticated tool for access, web browser or even smartphone will do. Fault tolerance, reliability and availability in Cloud computing are critical to ensure correct and continuous system operation also in the presence of failures. In this thesis, we present an analysis of basic failures in Cloud, and availability model of the fault of Infrastructure as a Service (IaaS) in Clouds in the discrete-continuous stochastic system form. In this availability model we take into account the failure

behavior of various server components, failure behavior of network and power source as in typical Cloud computing infrastructure.

Ключові слова—Хмарні обчислення; Висока готовність; Відмовостійкість; Марковська модель

Keywords—Cloud computing; High availability; Fault-tolerance; Markov model

I. ВСТУП

Хмарні обчислення стають все більш популярним засобом постачання бізнес-послуг, які підтримуються сферою ІТ. Впровадження технологій хмарних обчислень є способом отримання доступу до динамічно масштабованого, віртуалізованого обчислювального середовища. Оптимальне ІТ-обладнання, програмне забезпечення, досвід і управління інфраструктурою ресурсів, які є недоступні з точки зору вартості, можуть бути швидко розгорнуті і легко масштабовані на основі хмарної інфраструктури. Процеси, додатки і служби можуть бути доступні на першу вимогу, незалежно від місця розташування користувача або пристрою. Постачальник хмарного сервісу несе відповідальність за середовище, так що організації можуть користуватися ресурсами протягом коротких проміжків часу без підтримки середовища, коли воно не використовується.

Основними перешкодами на шляху впровадження є надійність, безпека та ризики експлуатації. Надійність, а зокрема коефіцієнт готовності хмарної інфраструктури, яка визначається за формулою (1) є однією з важливих проблем, яка потребує уваги та досліджень.

$$K_g = \frac{T_{сер}}{T_{сер} + T_{рем}}; \quad (1)$$

де, $T_{сер}$ – середнє значення тривалості роботи системи до відмови, $T_{рем}$ – середнє значення тривалості ремонту системи.

Термін «висока готовність» [1] визначають як здатність ІТ-системи забезпечувати безперервне надання послуг. Це питання є проблемним в системах оскільки воно зосереджене на програмному забезпеченні. Відомі постачальники хмар мали справу із тимчасовою відсутністю зв'язку протягом декількох годин загалом. Тимчасова втрата працездатності хмарного сервісу, як зазначає Kishor Trivedi, призводить до значних фінансових втрат. В таблиці 1 наведено порівняння вартості однієї години простою системи в залежності від галузі використання хмарної інфраструктури.

ТАБЛИЦЯ 1. ВАРТІСТЬ ОДНІЄЙ ГОДИНИ ПРОСТОЮ

| № | Галузь | Дол. США |
|----|---|---------------|
| 1. | Брокерські операції | 6 450 000, 00 |
| 2. | Операції з кредитними картками | 2 600 000, 00 |
| 3. | eBay | 225 000, 00 |
| 4. | Amazon.com | 180 000, 00 |
| 5. | Сервіси доставки товарів | 150 000, 00 |
| 6. | Центри он-лайн резервування авіабiletів | 89 000, 00 |
| 5. | Мобільний зв'язок | 41 000, 00 |

При аналізі типової структури [3] було виділено три основні частини хмарної інфраструктури проявлення відмов в яких призводить то тимчасової втрати працездатності. Критичний вплив на працездатність хмарної інфраструктури мають: відмови апаратних засобів серверної частини (центральный процесор, оперативна пам'ять, жорсткі диски, джерело живлення та мережа) та дефекти програмного забезпечення; відмови засобів комутації мережі в частині серверу, кластеру та Дата-центру (в кожному вузлі розміщений основний та резервний свіч); відмови джерела електроживлення в частині серверу, кластеру та Дата-центру (в кожному вузлі присутні дві незалежні електромережі та джерело безперебійного електроживлення).

При аналізі готовності хмарної інфраструктури в роботі [1, 3] автори розглядають всі перелічені вище аспекти. Проте визначення готовності системи проводиться на досить укрупненій моделі з рядом припущень, що не дозволяє проводити оцінку впливу кожного з компонентів на готовуість системи в цілому.

Огляд інформаційних джерел [2, 3, 6] показав, що питання оцінки значення коефіцієнту готовності хмарної інфраструктури є актуальним та потребує додаткових досліджень.

Поставлене завдання вирішується на основі створення моделі об'єкта у вигляді структурно-автоматної моделі [4] та автоматизацією визначення коефіцієнта готовності хмарної інфраструктури.

II. АНАЛІЗ СТРУКТУРИ ХМАРНОГО СЕРВІСУ ТА АНАЛІЗ ВІДМОВ

A. Структура системи хмарного сервісу

Архітектура системи хмарних послуг представлена на рис. 1, до складу якої входить система керування хмарою (СКХ) (Cloud Management System), яка визначається набором серверів (або централізованих, або розподілених). Система керування хмарою виконує чотири різні функції [2], як показано на рис. 1: керування чергою запитів, яка приймає запити на роботу від різних користувачів для хмарних сервісів; керування обчислювальними ресурсами (наприклад, ПК, кластери, суперкомп'ютери тощо) по всьому Інтернету; керування ресурсами даних (такими як бази даних, оприлюднена інформація, зміст URL тощо); планування запиту, поділ його на різні підзадачі і призначення підзадач до різних обчислювальних ресурсів, які можуть отримати доступ до різних ресурсів даних через Інтернет.

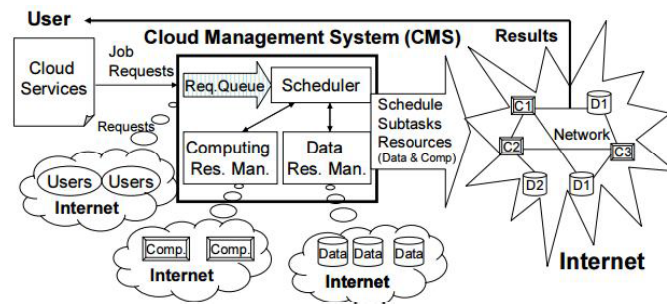


Рис. 1. Структура хмарного сервісу

B. Аналіз відмов хмарного сервісу

Як показано на рис. 1, існують різні типи відмов, які впливають на надійність та готовність хмарного сервісу, такі як переповнення, завершення часу очікування, нестача ресурсів даних, нестача обчислювальних ресурсів, прояв дефектів програмного забезпечення, відмова бази даних, відмова апаратного забезпечення та відмова мережі[2].

ТАБЛИЦЯ II. АНАЛІЗ ВІДМОВ

| Тип відмови | Наслідки |
|----------------------------|--|
| Переповнення | Черга запитів повинна мати обмеження на максимальне число запитів, які очікують у черзі. Інакше, новим запитам доведеться чекати надто довго, що може призвести до відмов завершення часу очікування. Таким чином, якщо черга повністю заповнена, коли приходить новий запит, вона просто припиняє роботу і користувач не в змозі отримати сервіс. |
| Завершення часу очікування | Хмарний сервіс зазвичай має встановлений час завершення роботи. Якщо час очікування запиту в черзі є більший, ніж встановлений час завершення роботи, то виникає відмова |

| Тип відмови | Наслідки |
|----------------------------------|--|
| | завершення часу очікування. Як результат, ці запити, на яких відбулась відмова, видаляються з черги, щоб не зашкодити наступним запитам. |
| Нестача ресурсів даних | У СКХ, менеджер ресурсів даних (DRM) реєструє всі ресурси даних. Проте, є ймовірність, що деякі раніше зареєстровані дані будуть видалені, а DRM не буде оновлено. В результаті, якщо ці ресурси даних будуть призначені в певному запиті на роботу, вони спричинять відмову нестачі ресурсів даних. |
| Нестача обчислювальних ресурсів | Обчислювальні ресурси в хмарі це будь-яка фізична або віртуальна компонента. Ця відмова може виникати, наприклад, коли ПК вмикається, не повідомивши СКХ. |
| Відмова програмного забезпечення | Невдачі програмного забезпечення, які відбуваються через помилки або несподівані результати в програмах, що працюють на однакових або різних обчислювальних ресурсах. |
| Відмова бази даних | База даних, яка зберігає необхідні ресурси даних може відмовити у зв'язку з помилками при проектуванні, невдалими спробами підключитися до бази даних і виходу з ладу. Як наслідок, підзадачі під час роботи не можуть отримати доступ до необхідних даних. |
| Відмова апаратного забезпечення | Обчислювальні ресурси і ресурси даних володіють апаратним забезпеченням (наприклад, комп'ютери або сервери), яке може зіткнутися із відмовами апаратних засобів, наприклад, збій в запам'ятовуючих пристроях. |
| Відмова мережі | Коли підзадачі доступуються до віддалених даних, канали зв'язку можуть бути зламани фізично або логічно, що призводить до відмови роботи мережі. |

III. НАДІЙНІСНА МОДЕЛЬ ХМАРНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

Метод розробки надійної моделі хмарної інфраструктури у вигляді графа станів та переходів, описаний у монографії [4], передбачає формалізоване представлення об'єкта дослідження у вигляді структурно-автоматної моделі (САМ). Для побудови структурно-автоматної моделі необхідно виконати наступні завдання: сформувати вербальну модель об'єкту дослідження; визначити базові події; визначити компоненти вектора стану, якими можна описати стан системи в довільний момент часу; сформувати множину параметрів, якими можна описати систему; сформувати дерево правил модифікації компонент вектора стану.

A. Структурно автоматна модель хмарної інфраструктури

Відповідно до технології аналітичного моделювання [4] та на підставі визначених базових подій, визначених компонент вектора стану та параметрів, якими описується ПАС, проведено розробку дерева правил модифікації компонент вектора стану хмарної інфраструктури, фрагмент якого представлено в таблиці 3.

ТАБЛИЦЯ III. ДЕРЕВО ПРАВИЛ МОДИФІКАЦІЇ КОМПОНЕНТ ВЕКТОРА СТАНУ

| Базові події | Опис ситуацій, в яких відбуваються базові події | Формула розрахунку інтенсивності базової події | Правило модифікації компонент вектора стану |
|---|---|--|---|
| 1. Відмова ядра центрального процесора сервера | $(V1=1)$ | $V1 \cdot \lambda_{CPU}$ | $V1:=V1-1$ |
| 2. Відмова пам'яті сервера | $(V2=2)$ | $V2 \cdot \lambda_{RAM}$ | $V2:=V2-1;$ $V4:=V4+1$ |
| 3. Відмова жорсткого диску | $(V3>1)$ | $V3 \cdot \lambda_{HDD}$ | $V3:=V3-1$ |
| 4. Відмова ПЗ сервера | $(V4>0)$ | $V4 \cdot \lambda_{SW}$ | $V4:=V4-1;$ $V8:=V8+1$ |
| ----- | | | |
| 15. Закінчення процедури перезавантаження ПЗ на сервері | $(V8>0)$ | $(1/T_{res}) \cdot P_z$ | $V4:=V4+1;$ $V8:=V8-1$ |
| | | $(1/T_{res}) \cdot P_B$ | $V8:=V8-1$ |

На основі розробленої САМ та за допомогою проблемно-орієнтованого програмного засобу ASNA проводиться автоматизована побудова графу-станів та переходів, формується система диференціальних рівнянь Колмогорова-Чепмена, розв'язок якої забезпечує визначення готовності хмарної інфраструктури.

ВИСНОВКИ

В даній роботі представлена надійнісна модель хмарної інфраструктури з врахуванням: ненадійності апаратних засобів серверної частини (центрального процесора, оперативна пам'ять, жорсткі диски, джерело живлення та мережа) та прояву дефектів програмного забезпечення; відмови засобів комутації мережі в частині серверу, кластеру та Дата-центру (в кожному вузлі розміщений основний та резервний світ); відмови джерела електроживлення в частині серверу, кластеру та Дата-центру (в кожному вузлі присутні дві незалежні електромережі та джерело безперебійного електроживлення).

ЛІТЕРАТУРА REFERENCES

- [1] M. Armbrust, Armando Fox, ReanGriffith, Anthony D. Joseph, Randy Katz, Andy Konwinski, Gunho Lee, David Patterson, Ariel Rabkin, IonStoica, Matei Zaharia. "A view of cloud computing", Communications of the ACM, vol. 53, 2010, pp. 50-58.
- [2] Dai Yuan-Shun, Yang Bo, Dongarra Jack and Zhang Gewei, "Cloud Service Reliability: Modeling and Analysis" [Online]. Available <http://www.netlib.org/utk/people/JackDongarra/PAPERS/Cloud-Shaun-Jack.pdf>
- [3] Ravi Jhavar, Vincenzo Piuri. "Fault tolerance management in IaaS Clouds". in Proc. of First AESS European Conference on Satellite Telecommunications (ESTEL), Rome, Italy, 2012, pp. 1-6.
- [4] Волочій Б.Ю. Технологія моделювання алгоритмів поведінки інформаційних систем / Б.Ю. Волочій. – Львів: Вид-во НУ "Львівська політехніка", 2004. – 220 с.
- [5] Gurpreet Kaur, Rajesh Kumar, "A Review on Reliability Issues in Cloud Service". in Proc. of International Conference on Advancements in Engineering and Technology, Singapore, 2015, pp. 9-13.
- [6] B. Vani, R. Cynthia Monica Priya, "Availability in Cloud Computing". International Journal of Innovative Research in Information Security (IJIRIS), Issue 2, Volume 4, 2015, pp. 11-15.