

ДОДАТОК А

Графічний матеріал кваліфікаційної роботи



NURE
Харківський національний університет
радіоелектроніки

Магістерська кваліфікаційна робота



Методи моделювання систем хмарних обчислень

Студентка гр. КСМзм-22-1

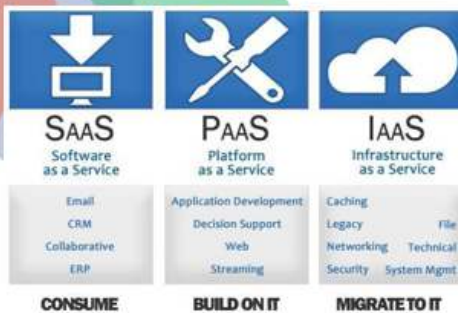
Керівник

Баляба Ю.В.

доц. каф. ЕОМ Саранча С.М.

Харків, 2024

Аналіз предметної області



Сервіси хмарних обчислень



Мета та задачі роботи

Метою роботи є підвищення ефективності хмарних систем шляхом розробки методів моделювання обчислювальних процесів для оцінки стабільності хмари.

Для реалізації мети роботи необхідно вирішити наступні задачі:

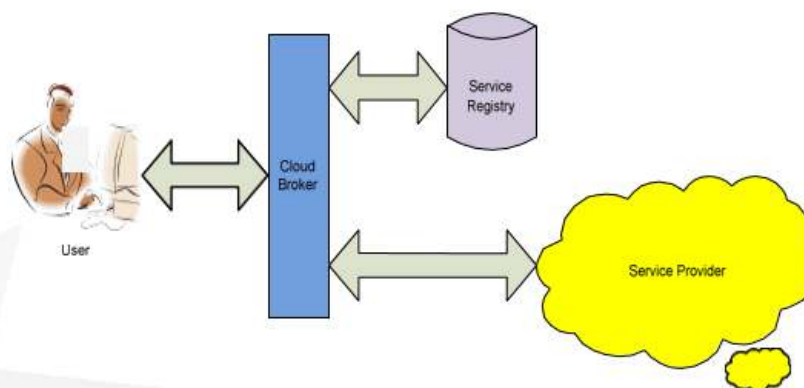
- провести дослідження сучасних хмарних систем від різних постачальників хмарних послуг та методів оцінки їх продуктивності;
- провести аналіз, порівняння та вибір моделей хмарних сервісів;
- розробити середовище моделювання хмарних обчислень, яке надає змогу оцінити логічну стабільність хмари за різних конфігурацій;
- провести експерименти по оцінці стабільності та продуктивності хмарних систем.

Об'єктом досліджень є процес управління ресурсами в хмарних системах.

Предмет досліджень: методи моделювання систем хмарних обчислень для оцінки стабільності та продуктивності.

3

Базова архітектура системи хмарних обчислень



4

Обробки повідомлень постачальником хмарних послуг



5

Розроблення моделі надходження завдань в хмарну систему

За основу обрано моделі теорії масового обслуговування M/M/1 (для одного серверу) та M/M/N (для множини серверів).



Діаграма простору станів

$$P = \begin{pmatrix} -\lambda & \lambda & 0 & 0 & \dots & 0 \\ \mu & -(\mu + \lambda) & \lambda & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \mu & -(\mu + \lambda) & \lambda & \dots & 0 \\ & & \dots & & & \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & \lambda \end{pmatrix}$$

Матриця швидкості переходів

6

Параметри моделі обслуговування

Імовірність того, що стаціонарний процес знаходиться в стані i (містить i клієнтів, включаючи тих, що обслуговуються), становить $\pi_i = (1 - \rho)\rho^i$, де $\rho = \lambda / \mu$.

Середня кількість клієнтів у системі дорівнює $\rho / (1 - \rho)$.

Період зайнятості оцінюється функцією щільності

$$f(t) = \begin{cases} \frac{1}{t\sqrt{\rho}} e^{-t(\lambda + \mu)} I_1(2t\sqrt{\lambda\mu}), & \text{якщо } t > 0 \\ 0, & \text{якщо } t \leq 0 \end{cases}$$

де I_1 – є модифікованою функцією Бесселя першого роду.

Середній час відповіді або час перебування (загальний час, який клієнт проводить у системі) не залежить від дисципліни планування та може бути обчислений за допомогою закону Літтла як $1/(\mu - \lambda)$.

Середній час очікування становить $1/(\mu - \lambda) - 1/\mu = \rho/(\mu - \lambda)$.

Сума часу очікування та часу обслуговування дорівнює $(\mu - \lambda)/(s + \mu - \lambda)$, а отже функція щільності:

$$f(t) = \begin{cases} (\mu - \lambda) e^{-t(\lambda + \mu)}, & \text{якщо } t > 0 \\ 0, & \text{якщо } t \leq 0 \end{cases}$$

7

Конфігурація експериментального кластеру, обмеження та налаштування системи моделювання

Хмарна платформа	Тип	Ядра	Процесор	Пам'ять	Тип пам'яті	Віртуалізація	Мережа
Azure	A10	8	IntelXeon E5-2670 @ 2.6 GHz	64 GB	DDR3	Hyper-V	10 gigabit ethernet

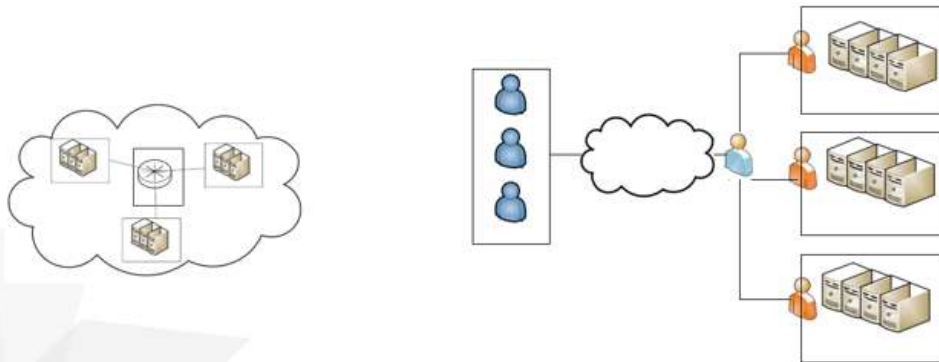
Експерименти з оцінювання обробки завдань в хмарну систему проводилися з такими обмеженнями:

- надходження є процесом Пуассона (λ);
- час обслуговування експоненціально розподілений ($1/\mu$);
- є один сервер для обробки одного типу повідомлень;
- довжина черги, в якій надходять запити чекають перед тим, як бути обслугованими, є нескінченною;
- кількість доступних запитів на приєднання до системи нескінченна;
- визначено $\rho = \lambda/\mu$. Тоді ми можемо використовувати таке рівняння, щоб знайти кількість запитів у черзі:

$$N = \frac{\rho^2}{1 - \rho}$$

8

Розподіл обробки повідомлень між датацентрами



Експерименти по оцінці моделей прибуття повідомлень

Оціювана швидкість прибуття $\lambda = 1.0$, час повтору дорівнює 0.5, у випадку одного сервера (5000 секунд)

Номер	Фактичний вхід		Теоретичний Обчислення		Фактичний вихід		Різниця	
	λ	μ	ρ	N	L_1	L_2	L_1-N	L_2-N
1	0.9936	1.3416	0.7406	2.1146	2.2008	2.1511	0.0862	0.0365
2	1.0009	1.3353	0.7496	2.2436	2.8936	2.8366	0.6500	0.5930
3	0.9924	1.3203	0.7516	2.2749	2.7333	2.6875	0.4584	0.4126
4	0.9948	1.3237	0.7515	2.2731	2.7957	2.7260	0.5226	0.4529
5	1.0042	1.3327	0.7535	2.3034	2.3631	2.3020	0.0597	0.0986
6	1.0184	1.3436	0.7580	2.3736	2.1267	2.0698	0.7531	0.6962
7	1.0344	1.3429	0.7703	2.5827	2.6725	2.6215	0.0898	0.0388
8	0.9952	1.3241	0.7516	2.2742	2.0875	2.0299	0.1933	0.2537
9	0.9872	1.3122	0.7523	2.2852	2.1084	2.0671	0.1232	0.3819
10	0.9982	1.3488	0.7401	2.1071	2.1316	1.8718	0.0345	0.3647
Середній	1.00193	1.33252	0.7519	2.2788	2.3913	2.33633	0.1125	0.11575

Оціювана швидкість прибуття $\lambda = 1.0$, час повтору дорівнює 0.05, у випадку одного сервера (5000 секунд)

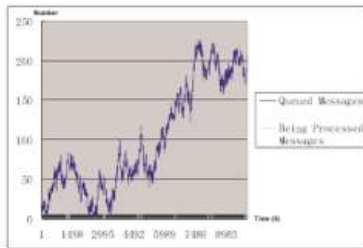
Номер	Фактичний вхід		Теоретичний Обчислення		Фактичний вихід		Різниця	
	λ	μ	ρ	N	L_1	L_2	L_1-N	L_2-N
1	1.0108	1.3347	0.7573	2.3634	2.4434	2.5117	0.08	0.1483
2	1.0110	1.3121	0.7705	2.5872	2.3938	2.4455	-0.193	-0.142
3	0.9874	1.3168	0.7498	2.2477	2.0524	2.1183	-0.195	-0.129
4	0.9938	1.3642	0.7285	1.9546	1.7877	1.8680	-0.167	-0.087
5	1.0046	1.3455	0.7466	2.2003	1.6393	1.7242	-0.561	-0.476
6	0.9924	1.3247	0.7492	2.2373	2.6178	2.6802	0.3805	0.4429
7	1.0126	1.3521	0.7489	2.2337	3.0532	3.1215	0.8195	0.8878
8	0.9844	1.3284	0.7410	2.1206	2.4230	2.4973	0.3024	0.3767
9	1.0070	1.3402	0.7514	2.2708	2.3774	2.4401	0.1066	0.1693
10	0.9998	1.3478	0.7418	2.1312	2.5778	2.6376	0.4466	0.5064
Середній	1.00038	1.33665	0.7484	2.2265	2.3366	2.40444	0.1101	0.1779

Оціювана швидкість прибуття $\lambda = 0.5$, час повтору дорівнює 0.05, у випадку одного сервера (5000 секунд)

Номер	Фактичний вхід		Теоретичний Обчислення		Фактичний вихід		Різниця	
	λ	μ	ρ	N	L_1	L_2	L_1-N	L_2-N
1	0.5082	1.2865	0.395	0.2579	0.2235	0.2839	-0.034	0.026
2	0.5190	1.3369	0.3882	0.2463	0.2203	0.2769	-0.026	0.0306
3	0.4936	1.3434	0.3674	0.2134	0.2183	0.2749	0.0049	0.0615
4	0.4906	1.3062	0.3756	0.2259	0.2707	0.3303	0.0448	0.1044
5	0.4864	1.3038	0.3731	0.2220	0.2387	0.2967	0.0167	0.0747
6	0.5058	1.3197	0.3833	0.2382	0.2687	0.3283	0.0305	0.0901
7	0.5002	1.3436	0.3723	0.2208	0.2267	0.2723	0.0059	0.0515
8	0.4864	1.3310	0.3654	0.2105	0.1943	0.2454	-0.016	0.0349
9	0.4996	1.3127	0.3806	0.2338	0.2559	0.3152	0.0221	0.0814
10	0.4990	1.3086	0.3813	0.235	0.2471	0.2986	0.0121	0.0636
Середній	0.49888	1.31924	0.3813	0.235	0.2364	0.29225	0.0014	0.0572

Експериментальні результати оцінки черги

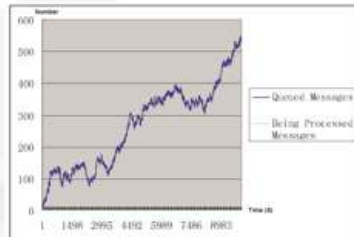
Збільшення черги при $\lambda = 1,3490$ за 10 тис. с.



Збільшення черги при $\lambda = 1,3648$ за 10 тис. с.



Збільшення черги при $\lambda = 1,369$, за 10 тис. с.



Коливання черги у випадку $\lambda = 1,3519$, $\mu = 1,3456$, за 10 тис. с.



11

Моделювання у випадку множини серверів

Було промодельована система з 500 серверами та 2 типами повідомлень, як визначено в таблиці

Повідомлення	Тип 1	Тип 2
Запитувана ємність (FLOPS)	5	10
Середній час виконання/обслуговування (секунди)	15	12
Ймовірність повідомлення	0.5	0.5

Кожен сервер має однакову місткість 100 FLOP

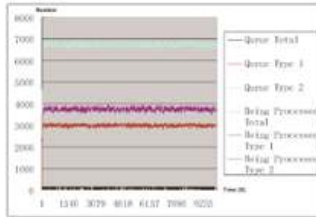
Два типи повідомлень у випадку 500 серверів за 10 тис. і 5 тис. секунд окремо

Час	Номер	λ	L_1	L_2
10000сек.	1	509.8101	145.3111	145.2435
	2	510.1773	143.6217	143.6174
	3	510.1916	169.2893	169.2670
	4	499.9239	2.2004	2.1804
5000сек.	5	514.5486	5384.8341	5384.7288

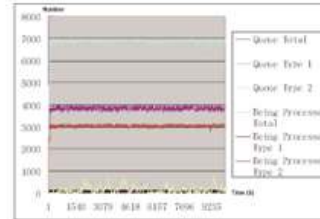
12

Моделювання у випадку множини серверів

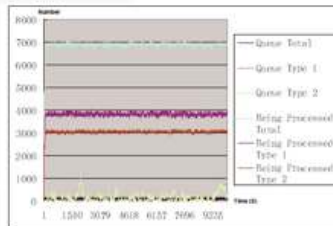
$\lambda = 499.9239$, 500 серверів, 10 тис. с.



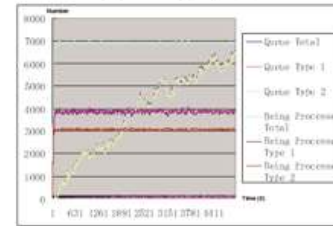
$\lambda = 510.1773$, 500 серверів, 10 тис. с.



$\lambda = 510.1916$, 500 серверів, 10 тис. с.



$\lambda = 514.5486$, 500 серверів, 10 тис. с.



13

ВИСНОВКИ

В роботі запропоновані шляхи дослідження ефективності хмарних систем шляхом розробки методів моделювання обчислювальних процесів для оцінки стабільності хмари.

Були вирішені наступні задачі:

- проведено дослідження сучасних хмарних систем від різних постачальників хмарних послуг та методів оцінки їх продуктивності;
- проведено аналіз, порівняння та вибір моделей хмарних сервісів;
- розроблено середовище моделювання хмарних обчислень, яке надає змогу оцінити логічну стабільність хмари за різних конфігурацій;
- проведено експерименти по оцінці стабільності та продуктивності хмарних систем з використанням як розробленого середовища моделювання так і на реальному хмарному кластері.

Апробація:

Саранча С.М., Якименко А.С., Баляба Ю.В., Серих О.О. Методи розподілення віртуальних машин за хмарними ресурсами. Проблеми інформатизації: Матеріали одинадцятої міжнародної науково-технічної конференції. –Баку – Харків – Бельсько-Бяла , 16 – 17 листопада 2023 року, с.50

12