

УДК 004.415:620.91

Вальчук В. – гр. СНМ-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

РОЗРАХУНОК ПРОДУКТИВНОСТІ СХОВИЩА ДАНИХ

Науковий керівник: к.т.н. Козак Р. О.

У час глобалізації, віртуалізації та хмаркових технологій одним з наріжних каменів будь-якої серйозної ІТ інфраструктури стає загальне сховище даних. Це може бути як традиційні NAS або SAN, так і спеціалізована система на кшталт Amazon Dynamo. При цьому під час проектування інфраструктури першим постає питання оцінки необхідної продуктивності сховища. Найпростіші грубі оцінки часто виявляються або занадто заниженими, або надто завищеними. У першому випадку відразу після введення системи в експлуатацію починаються нескінченні роботи з її розширення. У другому випадку виходить економічно неефективне рішення, котре, зрештою, не зрозуміло як застосовувати.

Розглянемо побудову загального дискового сховища типу SAN, на якому розташовуються образи дисків віртуальних машин. Для подібних сховищ зазвичай використовуються дві метрики: швидкість лінійного і довільного доступу. Лінійний доступ характерний для більших файлових сховищ, відео- хостингу тощо. Ця метрика досить проста: після виходу на проектну потужність всі клієнти користуються постійною смугою пропускання, яку забезпечує сховище. Тобто, якщо є 100 сервісів, кожний розрахований на віддачу контенту зі швидкістю 10 Мб/с, то сховище повинно надавати швидкість $100 * 10 = 1000$ Мб/с. Складніше ситуація з довільним доступом, що характерний для баз даних, систем пошуку, хостингу з безліччю дрібних файлів тощо. Такий доступ дуже неоднорідний і носить випадковий характер. Одиницею виміру швидкості довільного доступу є кількість операцій вводу-виводу в секунду (I/O per second або iops). Найпростіша оцінка зверху полягає в тім, щоб взяти максимально можливу швидкість для клієнта й помножити її на кількість таких клієнтів (за умови, що клієнти приблизно однакові). Нехай є всі ті ж 100 сервісів, кожний з яких на піках споживає 500 iops (неважливо на читання або на запис). Виходить, що потрібно сховище із пропускнуою здатністю $100 * 500 = 50000$ iops! Це дуже багато. Це більше 270 SAS дисків, а якщо врахувати, що необхідно хоча б однократне зеркалювання даних, то більше 500 дисків. Ціна подібного сховища буде фантастичною.

Інтуїтивно ясно, що ймовірність того, що всі 100 клієнтів одночасно зажадають по 500 iops, незначна, і тому такий великий запас не потрібний. Миттєві значення споживаних iops мають випадковий характер. А будь-яка випадкова величина зі своєю густиною ймовірності, такою функцією $f(x)$, що показує, з якою ймовірністю споживається x iops. Зрозуміло, що сума всіх можливих $f(x)$ дорівнює 1.

Маючи функцію густини ймовірності, фактично маємо математичну модель абстрактної навантаженої машини з MySQL. Як же на її основі спрогнозувати поведінку 100 таких машин?

Із теорії ймовірностей відомо, що якщо є випадкова величина x із густиною ймовірності $f(x)$ і випадкова величина y із густиною ймовірності $g(y)$, то густина ймовірності суми x і y буде дорівнює згортку функцій f і g . У такому випадку згортку можна обчислити як
$$h(t) = \sum_{\tau=0}^{I_{\max}} f(\tau) g(t-\tau)$$
, де I_{\max} – максимальне зафіксоване значення iops для однієї машини.

Таким чином, згорнувши нашу функцію 100 разів саму із собою, ми одержимо функцію щільності ймовірності сумарного навантаження на сховище. Обчислювати згортку можна "сходу" за вищенаведеною формулою, а можна за допомогою зворотного перетворення Фур'є, скориставшись тим фактом, що Фур'є-образ згортки дорівнює добутку Фур'є-образів функцій, що згортаються.