

МАСШТАБУВАННЯ БАЗ ДАНИХ ДЛЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРОЕКТУВАННЯ

Таран П. А., Безкоровайний В. В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків

В умовах постійного зростання складності об'єктів проектування, швидкого розвитку інформаційних технологій інформаційних систем та технологій швидкими темпами зростають об'єми даних, що зберігаються, кількість звернень до них, та складність процедур їхньої обробки. Це підвищує вимоги до сховищ даних та до систем керування ними. Вирішити проблему зростаючого обсягу даних та навантаження на системи керування ними допомагає масштабування баз даних (БД). Розділяють вертикальне (**Scaling-up**) та горизонтальне (**Scaling-out**) масштабування баз даних (рис. 1) [1].

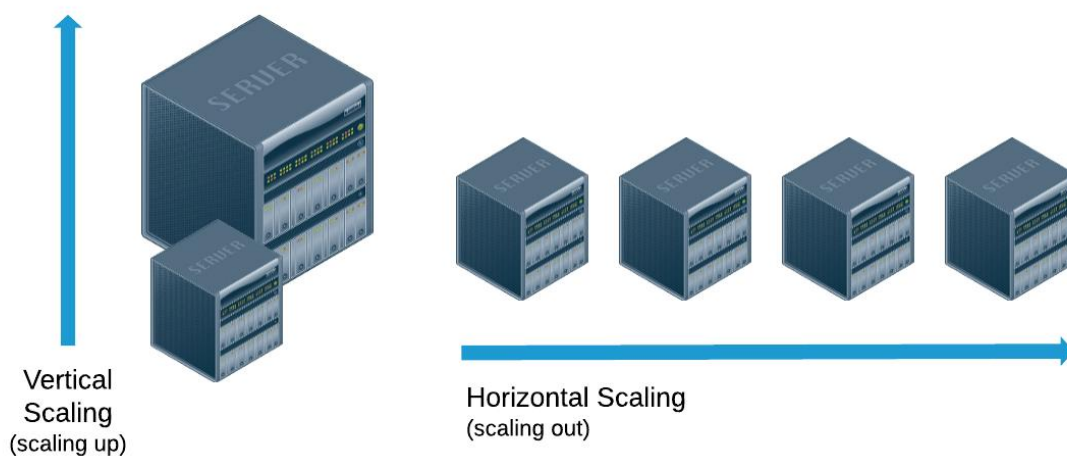


Рисунок 1 – Вертикальне та горизонтальне масштабування БД

Вертикальне масштабування передбачає нарощування чи зниження обчислювальної потужності чи ресурсів БД [2]. Переважно це реалізується додаванням нових дисків до серверу БД, заміною їх на більш потужні, додаванням нових процесорів у сервер БД, повним перенесенням її на інший сервер з додатковими обчислювальними можливостями та більшим розміром сховища.

Горизонтальне масштабування досягається додаванням додаткових БД або

розділенням великої бази на вузли меншого розміру з використанням секціонування даних методом сегментування. Горизонтальне масштабування застосовується коли поточних ресурсів вже недостатньо, та вертикальне масштабування неможливе, або немає сенсу, наприклад, з фінансової точки зору [2].

У випадку горизонтального масштабування, найпростішим буде техніка реплікації БД, коли створюються копії бази на інших серверах, і навантаження розподіляється між усіма доступними серверами. Простим варіантом є реплікація типу “Master-slave” [3].

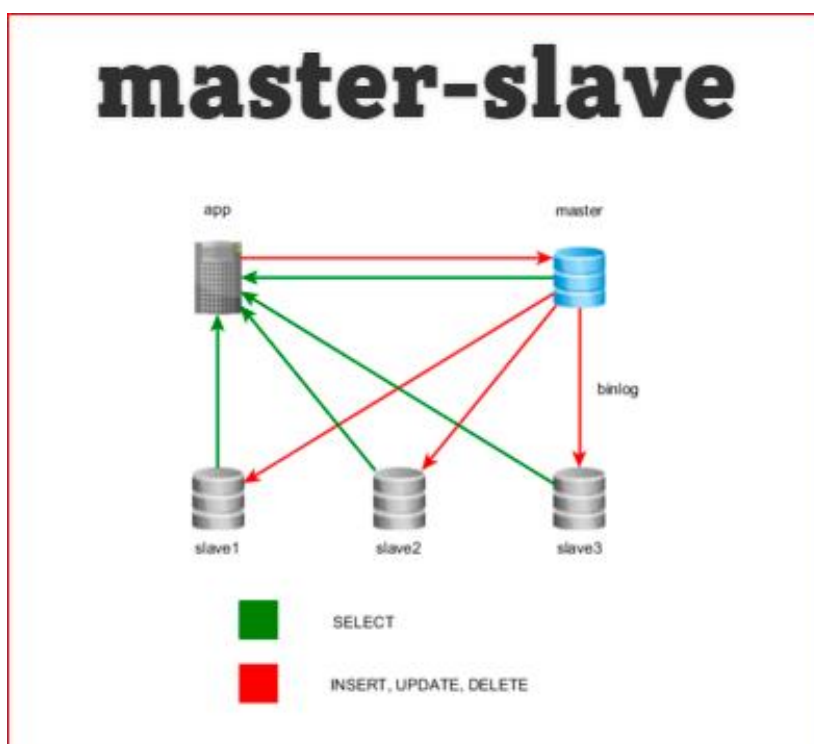


Рисунок 2 – Реплікація типу “Master-slave”

Більш глибоким поглядом на горизонтальне масштабування є проектування розподілених баз даних. В таких системах дані можуть бути представлені у сегментованому вигляді. При проектуванні розподіленої бази даних труднощі становить локалізація запитів та транзакцій, що може призводити до сповільнення системи через виникнення розподілених запитів/транзакцій [4]. Тому створення розподіленої бази даних має сенс насамперед при проектуванні нової БД з нуля, або при глобальному реінжинірингу вже існуючої БД.

Фрагментація даних може бути горизонтальною (шардінг) та вертикальною. Основою горизонтальної фрагментації служить оператор вибірки, предикат якого визначає спосіб фрагментації, тоді як вертикальна фрагментація здійснюється за допомогою оператора проектування [4].

Загальна задача оптимізації структури розподіленої бази даних (РБД) розглядається такій постановці [5]. Задані: множина користувачів РБД; множина інформаційних ресурсів (ІР); обсяги ІР; інтенсивності надходження запитів від користувачів до кожного з ІР; обсяги запитів до ІР; наведені витрати на зберігання ІР у вузлах комп'ютерної мережі; витрати на передачу одиниці інформації; обсяги інформації, що передається при оновленні ІР; множина допустимих структур РБД.

Необхідно визначити найкращий варіант структури РБД з множини допустимих $x^o \in X$ кількість локальних баз (ЛБ), розподіл ІР по ЛБ, розміщення ЛБ по вузлах мережі, обсяги пристроїв для зберігання ЛБ.

Критерії оптимізації: наведені витрати на x -реалізацію РБД $c(x) \rightarrow \min_{x \in X}$; час доступу до ІР $t(x) \rightarrow \min_{x \in X}$; загальний обсяг інформації, що передається $v(x) \rightarrow \min_{x \in X}$.

При цьому необхідним є забезпечення повноти бази за рахунок розподілу всіх ІР (з можливим дублюванням) по локальних базах та виконання обмеження на час доступу до інформаційних ресурсів бази даних $t(x) \leq t^*$ (де t^* – максимально допустиме значення часу доступу до ІР).

Комбінаторний характер задач оптимізації РБД передбачає використання автоматичної кількісної оцінки варіантів із множини допустимих шляхом оцінки їхньої корисності $P(x)$. Формально задача вибору найкращого варіанта структури РБД може бути зведена до задачі оптимізації виду [5]:

$$x^o = \arg \max_{x \in X} P(x) = \arg \max_{x \in X} \sum_{i=1}^3 \lambda_i \xi_i(x). \quad (1)$$

$$k_1(x) = c(x) \rightarrow \min_{x \in X}, \quad k_2(x) = t(x) \rightarrow \min_{x \in X}, \quad k_3(x) = v(x) \rightarrow \min_{x \in X}. \quad (2)$$

де $\lambda_i, \xi_i(x)$ – вагові коефіцієнти та функція корисності часткових критеріїв $k_i(x)$, $i = \overline{1,3}$.

Для розв'язання задачі багатокритеріальної оптимізації РБД шляхом горизонтального масштабування (1) – (2) пропонуються використати метод послідовного застосування критеріїв. Використання масштабування баз даних є гнучким інструментом для вирішення спектру проблем, які виникають при експлуатації БД інформаційних технологій проектування, інших інформаційних систем. Напрямом подальших досліджень може бути розробка ефективних методів оптимізації структур РБД за умов неповної визначеності цілей та вхідних даних.

Література:

1. Горизонтальне і вертикальне масштабування веб додатків. [Он-лайн]. Доступно: <https://server-gu.ru/scaling-out-vs-scaling-up/>
2. Вертикальне та горизонтальне масштабування. Вступні відомості про масштабованість баз даних під час хмарних обчислень [Он-лайн]. Доступно: <https://azure.microsoft.com/ru-ru/resources/cloud-computing-dictionary/scaling-out-vs-scaling-up/#scale-up-vertically>
3. Горизонтальне масштабування. Що, навіщо, коли та як?. [Он-лайн]. Доступно: <https://habr.com/ru/company/oleg-bunin/blog/319526/>
4. М. Т. Ёсу и П. Вальдуриес, Принципы организации распределенных баз данных / пер. с англ. А. А. Слинкина. М.: ДМК Пресс, 2021.
5. V. Beskorovainyi and L. Kolesnyk, "Interval model of multi-criterion task of reengineering physical structures of distributed databases", Intelligent information systems for decision support in project and program management: Collective monograph edited by I. Linde. Riga: ISMA, 2021, pp. 7-14.