

Консолидация распределенных хранилищ данных: модели и алгоритмы

Д.Л. Петров, В.И. Красюк

*Санкт-Петербургский Электротехнический Университет «ЛЭТИ»
DLPetrov@mail.eltech.ru, VIKrasyuk@eltech.ru*

1. Проблема консолидации хранилищ данных

Сегодня происходит массовое движение в сторону экономики сервисов. Технологии играют здесь главную роль, поскольку они позволяют создавать новые бизнес платформы, основанные на новых типах устройств [1, 2, 3]. Особую роль в экономике сервисов играют облачные вычисления (computing cloud), которые являются платформой для создания новых видов сервисов [3].

Облачные вычисления позволяют снизить стоимость использования ресурсов за счет консолидации. Такой подход имеет массу преимуществ, но для эффективной консолидации требуется разработка новых методов и алгоритмов управления ресурсами. Главную роль, среди методов управления ресурсами, занимают методы масштабирования. Наиболее сложный аспект масштабирования – масштабирование хранилищ данных [4].

В основе методов управления хранилищами данных лежат два типа алгоритмов: алгоритмы распределения данных и алгоритмы миграции данных. Алгоритмы распределения данных вычисляют оптимальную конфигурацию хранилища, т.е. оптимальное расположение элементов данных по устройствам хранения [5, 6]. Оптимальная конфигурация вычисляется на основе требований пользователя. Алгоритмы миграции данных позволяют быстро переконфигурировать хранилище из одной конфигурации в другую [7, 8, 9].

Облачное хранилище – это хранилище консолидирующее множество различных хранилищ данных. Консолидация хранилищ приводит к необходимости разработки новых алгоритмов управления ресурсами хранилища.

Основными особенностями облачных хранилищ являются:

1. Переменное количество устройств хранения в каждом из хранилищ;
2. В каждом их хранилищ различные модели требований пользователей.

Описание алгоритма миграции данных с использованием переменного числа устройств хранения описано в [1].

В главе 2 будет описана модель хранилища данных на основе работ [5-9]. В главе 3 описана модель масштабируемого хранилища с переменным числом устройств хранения на основе статьи [1]. В главе 4 приводится модель облачного хранилища. Модель позволит описывать облачные хранилища с консолидированными ресурсами, разрабатывать и оценивать алгоритмы распределения ресурсов в хранилищах данных.

2. Модель хранилища

Основными элементами любого хранилища являются: устройства хранения (или диски), элементы данных (блоки данных или файлы), требования пользователей к элементам данных. Основная функция хранилища – распределение элементов данных по устройствам хранения.

Описывая модель хранилища данных, будем использовать терминологию из работ [5] и [7]. Множество $M = (m_1, m_2, \dots)$ это элементы данных, которые необходимо распределять элементам хранения $D = (d_1, d_2, \dots)$. Каждое устройство хранения характеризуется двумя параметрами. Первый параметр – емкость устройства показывает максимальное количество элементов данных, которые могут быть размещены на устройстве.

Второй параметр – загрузка устройства хранения показывает максимальное количество клиентов, которых может обслужить данное устройство.

Определение 1: Модель хранилища $S = (M, D, P, C, L)$ содержит:

- $M = (m_1, m_2, \dots)$ - множество элементов данных;
- $D = (d_1, d_2, \dots)$ - множество устройств хранения;
- $P : M \rightarrow D$ - расположение элементов данных;
- $C : D \rightarrow \mathbf{Z}$ - емкость устройств хранения;
- $L : D \rightarrow \mathbf{Z}$ - загрузка устройств хранения.

3. Модель масштабируемого хранилища

Хранилище называется масштабируемым, если оно способно менять количество устройств хранения. Дадим более формальное определение.

Определение 2: Модель масштабируемого хранилища $S = (M, D(t), P, C, L)$ это модель хранилища (определение 1) в котором количество устройств хранения D изменяется со временем $D(t)$.

Традиционно, цель хранилищ данных – распределение загрузки между устройствами. В дополнение к этому целью масштабирующих устройств является минимизация затрат на аренду устройств хранения. Т.е. новое распределение данных должно минимизировать количество устройств хранения в новом расположении данных.

4. Модель облачного хранилища

Масштабирующие хранилища не должны иметь собственных устройств хранения поскольку они используют устройства из общего пула устройств. Общий пул устройств консолидирует устройства с целью минимизации суммарного количества требуемых устройств хранения.

Определение 3. Модель облачного хранилища $S_{cloud} = (D, D_{free}, S)$ состоит из:

- $D = (d_1, d_2, \dots)$ множество общих устройств хранения;
- $D_{free} \subseteq D$ подмножество свободных устройств хранения;
- $S = (S_1, S_2, \dots)$ множества масштабирующихся устройств хранения
- $S_i = (M_i, D_i, P_i, L_i, C_i)$
- $D_i(t) \subseteq D \setminus D_{free}$ масштабирующиеся устройства состоят из общих устройств хранения D , но не могут включать свободных устройств D_{free}
- $\forall t, i, j, i \neq j \Rightarrow D_i(t) \cap D_j(t) = \emptyset$ масштабирующиеся хранилища не имеют общих устройств хранения

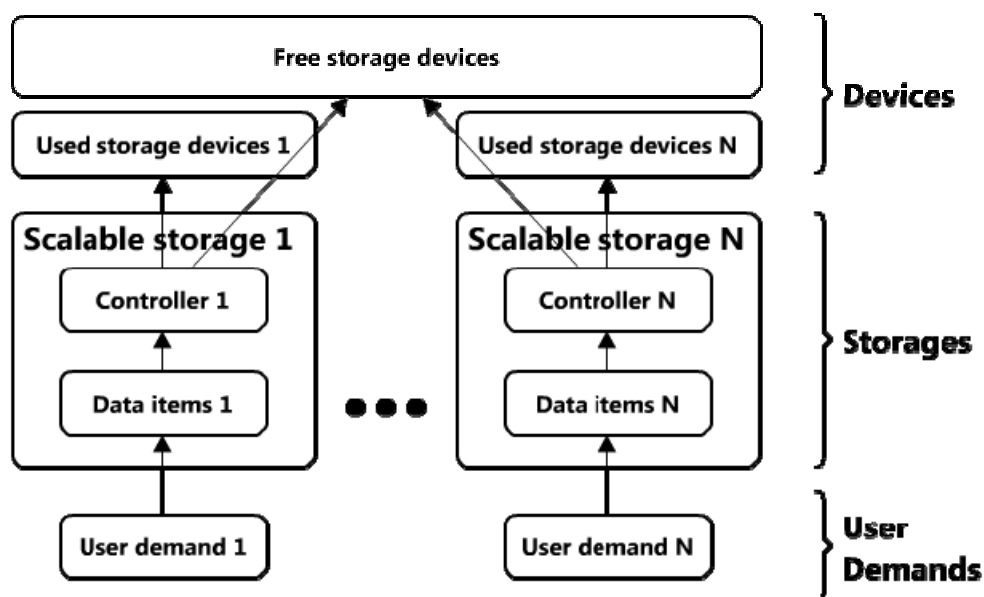


Рисунок 1. Модель облачного хранилища.

Литература

1. Dmitry L. Petrov, Yury S. Tatarinov. Data migration in the scalable storage cloud. IEEE International Conference on Ultra Modern Communications, ICUMT 2009. Saint-Petersburg
2. Robison S., A Bright Future in the Cloud, Financial Times, March 4, 2008
3. K. A. Delic, M. A. Walker, Emergence of the academic computing clouds, ACM Ubiquity, Vol. 9, Iss. 31, 2008
4. B. Zuckerman, Scalable storage in the cloud. Cloud Slam Conference, 2009, <http://cloudslam09.com>
5. Algorithms for Data Placement on Parallel Disks. Proc. of ACM-SIAM SODA, 2000.
6. S. Kashyap and S. Khuller. Algorithms for Non-Uniform Size Data Placement on Parallel Disks. Conference on Foundations of Software technology and Theoretical Computer Science, LNCS 2914, pp. 265-276, 2003.
7. J. Hall, J. Hartline, A. Karlin, J. Saia, J. Wilkes, On Algorithms for Efficient Data Migration // In Proceeding of ACM Symposium on Discrete Algorithms, pp 620-629, 2001
8. Leana Golubchik, Samir Khuller, Yoo Ah Kim, Svetlana Shargorodskaya, Yung-Chun (Justin) Wan, Data Migration on Parallel Disks: Algorithms and Evaluation, Algorithmica 45(1): 137-158, 2006
9. Samir Khuller, Yoo-ah Kim, Algorithms for Data Migration with Cloning // SIAM Journal on Computing, vol. 33, No 2, pp 448 - 461, 2004.