

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

УДК 004.915

Вурганов
Александр Васильевич

Системы хранения данных в памяти типа «ключ-значение»

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра информатики и вычислительной техники
по специальности 1-40 81 01 «Информатика и технологии разработки
программного обеспечения»

Научный руководитель
Ганжа Виктор Александрович
к.т.н., доцент.

Минск 2016

Библиотека БГУИР

Нормоконтроль

Введение

Быстродействие и надежность хранилища аналитических данных являются ключевыми аспектами при работе с задачами построения отчетов. Возможность работы с данными в режиме близком к режиму реального времени, гибкая система наблюдения за данными, быстрый подсчет агрегатов по выбранным критериям – фундаментальные требования, предъявляемые к системе, призванной решать обозначенные выше проблемы. Данные системы относятся к классу DWH-систем («data warehouse»). Хранилище данных типа «ключ-значение», описываемое в данной работе, является частью DWH-системы, обслуживающей запросы к аналитическим данным.

В данной работе будут более детально рассмотрены вопросы проектирования и реализации системы хранения типа «ключ-значение», являющейся по своей сути подмодулем хранилища аналитических данных и системой кэширования информации в памяти с возможностью выполнения запросов для получения агрегированных данных. Доступ к данным в кэше осуществляется значительно быстрее, нежели выборка исходных данных из медленной дисковой памяти или удаленного источника. Отличие описываемой системы от традиционных систем кэширования заключается в том, что набор кортежей после прохождения через топологию конвейера обработки исходных данных из реляционной СУБД будет содержаться в полном объеме, а не в соответствии с какой-либо стратегией ранжирования и классификации актуальности запрашиваемой информации. Можно также провести параллель между материализованным представлением данных СУБД («materialized view») и этой системой.

Общая характеристика

Целью данной работы ставится анализ представленных на рынке решений, рассмотрение основных моментов при проектировании и разработке консистентного, надежного хранилища данных.

Задачами исследования являются:

1. Анализ существующих хранилищ данных
2. Определение слабых и сильных сторон существующих решений
3. Проектирование хранилища «ключ-значение» с учетом проведенного исследования
4. Разработка интерфейсов взаимодействия с другими модулями

Объект исследования — программное и аппаратное обеспечение системы хранения данных в памяти.

Предмет исследования — архитектура сервисов хранения данных, размещающих информацию по типу ассоциативного словаря в оперативной памяти.

Краткое содержание работы

Для получения максимальной скорости доступа все данные необходимо хранить в памяти процесса (in-process, in-memory), избегая дисковых операций ввода-вывода, а также сетевого взаимодействия. При хранении большого объема данных в в памяти процесса возникают определенные проблемы. Очевидной проблемой является необходимость увеличения heap-пространства JVM и, как следствие, увеличение пауз в работе приложения при запуске сборщика мусора, что является неприемлемым при разработке подобного рода систем. Решение данной проблемы очевидно – использование памяти в регионах, не контролируемых сборщиком мусора.

Самый быстрый способ обращения к памяти вне heap из Java – через класс `sun.misc.Unsafe`, т.к. его методы `getLong/putLong` являются JVM intrinsics (их вызовы заменяются JIT-компилятором буквально в одну машинную инструкцию).

При проектировании хранилища необходимо учитывать специфику и паттерны использования данных.

Персистентность кэша между запусками приложения достигается использованием `memory-mapped` файлов. Однако связывать кэш с реальным файлом на диске крайне не хотелось (производительность сильно пострадала бы за счет обращений к диску), поэтому в адресное пространство приложения отображается не реальный файл, а объект разделяемой памяти. В этом случае, конечно, кэш уже не будет энергонезависимым, но, главное, позволит перезапускать приложение без потери данных. Запись дампа осуществляется по требованию пользователя через упомянутый выше механизм.

Одним из важнейших аспектов дизайна и реализации любой клиент-серверной архитектуры являются интерфейсы взаимодействия с подключающимися клиентами. Эффективность механизмов сериализации и транспорта, минимизация сетевого трафика — то, о чем следует задумываться на ранних этапах проектирования и разработки приложений. Медленная скорость трансформации данных из внутреннего представления в унифицированное, некорректность переданных по сети данных могут нивелировать усилия, затраченные на разработку высокопроизводительных алгоритмов и микрооптимизации. Для обеспечения сетевого взаимодействия используется Apache Thrift.

Подготовка данных – важный этап в жизни системы. При подготовке кэша исходный массив данных преобразуется в соответствие со сложными ETL-правилами. Для организации ETL-потока используется конструкция на основе Disruptor.

Для обеспечения эффективной работы на диапазонах ключей особое внимание следует уделить строению индексов. На некоторых операциях

древовидные структуры обладают лучшей асимптотикой. Однако, из-за особенностей архитектуры современных ЦПУ необходимо обращать внимание на такой аспект, как характеристики локальности структур данных. К примеру, реализация списка на основе связного списка не обладает данным свойством к кэшам ЦПУ, т.к. связывание элементов списка осуществляется посредством указателей, и узлы списка фактически могут располагаться на достаточном удалении в памяти. Размещение данных в памяти подобным образом ведет к промахам при обращении в кэш ЦПУ, что, в свою очередь, чревато инвалидацией кэша и лишними обращениями напрямую в память. Использование списков на основе массивов в данном случае является более предпочтительным.

Заключение

Данная работа посвящена актуальному направлению проектирования систем хранения данных, а именно систем типа «ключ-значение». Упомянутый класс хранилищ важен при эффективном решении задач бизнес-аналитики и построении DWH-систем. Предоставляя функциональность кэширования и обеспечивая высокопроизводительный доступ к данным, разработанное хранилище позволяет снизить затраты, возникающие при неэффективной реализации систем построения отчетности.

В процессе работы были получены следующие результаты:

1. проведен анализ существующих хранилищ данных;
2. определены сильные и слабые стороны существующих решений;
3. разработаны компоненты для системы построения отчетов на основе проведенного исследования;
4. разработаны интерфейсы взаимодействия с другими компонентами системы.

В работе описаны основные проблемы при проектировании систем подобного вида, предложены возможные решения обозначенных проблем, продемонстрированы общие архитектурные подходы к построению хранилища типа «ключ-значение», приведен анализ различных методов и алгоритмов организации хранения данных, эффективного локального и сетевого взаимодействия между клиентами и системой.

Основными преимуществами данного хранилища являются: оптимизация работы кэша с учетом архитектуры современных ЦПУ, локальность данных, позволяющая эффективно использовать особенности современных аппаратных средств и избегать их недостатки, высокий уровень доступа, гибкий дизайн приложения для последующего масштабирования и запуска хранилища в распределенной среде.

Результатом является созданное и функционирующее в реальных условиях хранилище типа «ключ-значение», эффективно использующее вычислительные ресурсы и предоставляющее возможность качественно решать поставленные задачи.

Являясь компонентом системы построения отчетности, продукт, основанный на исследованиях, изложенных в данной работе, существенно изменил качество обслуживания клиентов по сравнению с предыдущим решением на основе реляционных СУБД. Можно утверждать, что полученные результаты исследований нашли реальное применение и были внедрены на

практике в виде работающего модуля. Задачи, перечисленные во введении к данной работе, были успешно выполнены, а поставленная цель достигнута.

Библиотека БГУИР

Список публикаций соискателя

1. Вурганов, А.В. Безопасность и оперативность современных систем хранения данных / А.В. Вурганов // 51-я научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов по направлению 4: Компьютерные системы и сети: материалы конф., Минск, 13–17 апреля 2015 г. / БГУИР; редкол.: В. А. Прытков [и др.]. – Минск, 2015. – С. 151–152.

Библиотека БГУИР