

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

УДК 004.421.6 + 004.383.2

Денисенко
Алексей Андреевич

Алгоритм обработки информации в серверных приложениях

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра технических наук
по специальности 1 - 40 80 02 Системный анализ, управление и обработка
информации

Научный руководитель

Л.Ю. Шилин,
доктор технических наук,
профессор

Минск 2018

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время одним из феноменов, оказывающих существенное влияние на область технологий обработки данных, являются сверхбольшие данные. Согласно прогнозам аналитической компании IDC, количество данных в мире удваивается каждые два года и к 2020 г. достигнет 44 Зеттабайт, или 44 триллионов гигабайт [1]. Сверхбольшие данные путем очистки и структурирования преобразуются в сверхбольшие базы и хранилища данных. По оценкам корпорации Microsoft 62% крупных американских компаний имеют хранилища данных, объем которых превышает 100 Терабайт. При этом современные технологии баз данных не могут обеспечить обработку столь крупных объемов данных. По оценке IDC в 2013 г. из всего объема существующих данных потенциально полезны 22%, из которых менее 5% были подвергнуты анализу. К 2020 году процент потенциально полезных данных может вырасти до 35%, преимущественно за счет данных от встроенных систем.

По мнению одного из ведущих специалистов мира в области баз данных М. Стоунбрейкера (Michael Stonebraker) для решения проблемы обработки сверхбольших данных необходимо использовать технологии СУБД. СУБД предлагает целый спектр полезных сервисов, не предоставляемых файловой системой, включая схему (для управления семантикой данных), язык запросов (для организации доступа к частям базы данных), сложные системы управления доступом (грануляция данных), сервисы обеспечения согласованности данных (управление целостностью данных и механизм транзакций), сжатие (для уменьшения размера базы данных) и индексирование (для ускорения обработки запросов).

Для обработки больших данных необходимы высокопроизводительные вычислительные системы. В этом сегменте вычислительной техники сегодня доминируют системы с кластерной архитектурой, узлы которых оснащены многоядерными ускорителями. Кластерные вычислительные системы занимают 87% списка TOP500 самых мощных суперкомпьютеров мира. При этом в первой сотне списка более 50% систем оснащены многоядерными ускорителями. Самый мощный суперкомпьютер мира Tianhe-2 (Национальный суперкомпьютерный центр в Гуанчжоу, КНР) также имеет кластерную архитектуру и оснащен многоядерными ускорителями (сопроцессорами) Intel Xeon Phi. Его производительность составляет 33.9 PFLOP/S на тесте LINPACK, суммарный объем оперативной памяти – 1 петабайт. Недавние

исследования показывают, что кластерные вычислительные системы могут эффективно использоваться для хранения и обработки сверхбольших баз данных. В разработке технологий параллельных систем баз данных к настоящему времени достигнут большой прогресс. Однако в этой области остается целый ряд нерешенных масштабных научных задач, в первую очередь связанных с проблемой больших данных.

В последние годы основным способом наращивания производительности процессоров является увеличение количества ядер, а не тактовой частоты, и эта тенденция, вероятно, сохранится в ближайшем обозримом будущем. Сегодня GPU (Graphic Processing Units) и Intel MIC (Many Integrated Cores) значительно опережают традиционные процессоры в производительности по арифметическим операциям и пропускной способности памяти, позволяя использовать сотни процессорных ядер для выполнения десятков тысяч потоков. Последние исследования показывают, что многоядерные ускорители могут эффективно использоваться для обработки запросов к базам данных, хранящимся в оперативной памяти.

Одним из наиболее важных классов приложений, связанным с обработкой сверхбольших баз данных, являются хранилища данных для которых характерны запросы типа OLAP. Исследования показали, что для таких приложений выгодно использовать колоночную модель представления данных, позволяющую получить на порядок лучшую производительность по сравнению с традиционными системами баз данных, использующими строчную модель представления данных. Эта разница в производительности объясняется тем, что колоночные хранилища позволяют выполнять меньше обменов с дисками при выполнении запросов на выборку данных, поскольку с диска (или из основной памяти) считываются значения только тех атрибутов, которые упоминаются в запросе. Дополнительным преимуществом колоночного представления является возможность использования эффективных алгоритмов сжатия данных, поскольку в одной колонке таблицы содержатся данные одного типа. Сжатие может привести к повышению производительности на порядок, поскольку меньше времени занимают операции ввода-вывода. Недостатком колоночной модели представления данных является то, что в колоночных СУБД затруднено применение техники эффективной оптимизации SQL-запросов, хорошо зарекомендовавшей себя в реляционных СУБД. Кроме этого, колоночные СУБД значительно уступают строковым по производительности на запросах класса OLTP.

В соответствие с этим актуальной является задача разработки новых

эффективных методов параллельной обработки сверхбольших баз данных в оперативной памяти на кластерных вычислительных системах, оснащенных многоядерными ускорителями, которые позволили бы совместить преимущества реляционной модели с колоночным представлением данных.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования.

В настоящее время одним из феноменов, оказывающих существенное влияние на область технологий обработки данных, являются сверхбольшие данные. Согласно прогнозам аналитической компании IDC, количество данных в мире удваивается каждые два года и к 2020 г. достигнет 44 Зеттабайт, или 44 триллионов гигабайт. Сверхбольшие данные путем очистки и структурирования преобразуются в сверхбольшие базы и хранилища данных. По оценкам корпорации Microsoft 62% крупных американских компаний имеют хранилища данных, объем которых превышает 100 Терабайт. При этом современные технологии баз данных не могут обеспечить обработку столь крупных объемов данных. По оценке IDC в 2013 г. из всего объема существующих данных потенциально полезны 22%, из которых менее 5% были подвергнуты анализу. К 2020 году процент потенциально полезных данных может вырасти до 35%, преимущественно за счет данных от встроенных систем.

По мнению одного из ведущих специалистов мира в области баз данных М. Стоунбрейкера (Michael Stonebraker) для решения проблемы обработки сверхбольших данных необходимо использовать технологии СУБД. СУБД предлагает целый спектр полезных сервисов, не предоставляемых файловой системой, включая схему (для управления семантикой данных), язык запросов (для организации доступа к частям базы данных), сложные системы управления доступом (грануляция данных), сервисы обеспечения согласованности данных (управление целостностью данных и механизм транзакций), сжатие (для уменьшения размера базы данных) и индексирование (для ускорения обработки запросов).

В связи с этим представляется актуальным и важным для теории и практики исследование алгоритма обработки информации в серверных приложениях.

Цель и задачи исследования. Цель данной работы состояла в разработке и исследовании эффективных методов алгоритма обработки информации, ориентированных на кластерные вычислительные системы, оснащенные многоядерными ускорителями, и допускающих интеграцию с реляционными СУБД. Для достижения этой цели необходимо было решить следующие задачи: обзор аппаратного обеспечения и технологий баз данных, исследование выбранного метода и разработка алгоритма на его основе, провести вычислительный эксперимент.

Область исследования.

Содержание диссертационной работы соответствует образовательному стандарту высшего образования второй ступени (магистратуры) специальности 1-40 80 02 «Системный анализ, управление и обработка информации».

Практическая ценность работы заключается в том, разработан алгоритм для кластерной вычислительной системы с многоядерными ускорителями, позволяющий во взаимодействии с СУБД PostgreSQL получить линейное ускорение при выполнении ресурсоемких реляционных операций.

Апробация результатов диссертации

Основные положения диссертационной работы докладывались на следующих научных конференциях:

- The International Conference on Information Technologies and Systems ITS 2016 (Минск 2016);
- The International Conference on Information Technologies and Systems ITS 2017 (Минск 2017);

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении приводится обоснование актуальности темы и степень ее разработанности; формулируются цели и задачи исследования;

В первой главе, «Современные тенденции в развитии аппаратного обеспечения и технологий баз данных», рассматриваются тенденции развития аппаратного обеспечения и дается обзор научных исследований в области современных технологий баз данных. Особое внимание уделяется методам обработки баз данных на вычислительных системах с

многоядерными ускорителями и колоночной модели хранения данных.

В третьей главе, «Колоночный сопроцессор КСОП», описывается процесс проектирования и реализации программной системы «Колоночный сопроцессор КСОП» для кластерных вычислительных систем, представляющей собой резидентную параллельную программу, взаимодействующую с реляционной СУБД. Колоночный сопроцессор КСОП — это программная система, предназначенная для управления распределенными колоночными индексами, размещенными в оперативной памяти кластерной вычислительной системы. Назначение КСОП — вычислять таблицы предварительных вычислений (ТПВ) для ресурсоемких реляционных операций по запросу СУБД.

В четвертой главе, «Вычислительные эксперименты», приводятся результаты вычислительных экспериментов по исследованию эффективности разработанных в диссертации моделей, методов и алгоритмов обработки сверхбольших баз данных с использованием распределенных колоночных индексов.