

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

УДК 004.6

Синкевич
Людмила Владимировна

Оптимизация баз данных корпоративных систем

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание академической степени
магистра технических наук

по специальности 1-40 80 05 – Математическое моделирование,
численные методы и комплексы программ

Научный руководитель
Липницкий В.А.
д.т.н., профессор

Минск, 2016

КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ

Быстрый рост разнообразного спектра информационных технологий последнего десятилетия и их технических возможностей в совокупности с потребностью оптимального использования имеющихся ресурсов позволил по-новому посмотреть на оптимизацию баз данных.

Область знаний, подвергнутая исследованию, на сегодняшний день является очень актуальной, благодаря росту вычислительной мощности современных компьютеров и большим возможностям для хранения данных, а также желанию корпораций и организаций оптимизировать свою деятельность и, таким образом, увеличивать прибыль.

На протяжении последних десятилетий, считалось, что объективно измерить время отклика системы невозможно, поэтому нужно опираться на следующий по важности показатель – счётчик событий. За счётчиками следовали коэффициенты, а за ними – доводы по поводу приемлемых и неприемлемых действий по настройке систем. Однако пользователей не интересуют показатели, как таковые, их интересует лишь продолжительность ожидания получения информации от момента запроса до получения ответа.

В настоящее время, при оптимизации производительности принято опираться на время отклика, которое Международная организация по стандартизации ISO определяет как полное время, прошедшее с момента завершения запроса или команды компьютерной системе до начала ответа.

Основной принцип оптимизации производительности базы данных состоит в том, что увеличение производительности, достигаемое некоторым усовершенствованием, ограничено потребляемой усовершенствованным компонентом долей общего времени выполнения. Другими словами, повышение производительности пропорционально доле, занимаемой улучшенным компонентом, поэтому, в первую очередь следует стремиться к уменьшению самой значимой составляющей времени отклика в наиболее критичных для бизнеса операциях.

В рамках исследования был выполнен анализ производительности специализированной системы хранения данных, составлен план по оптимизации основных пользовательских операций, проведено тестирование системы после выполнения плана. Была выполнена выработка алгоритмов оптимизации баз данных корпоративных систем и методик интерпретации

результатов. Для этого были разработаны алгоритмы предварительной обработки и интерпретации результатов.

Разработанная методика является масштабируемой, она подходит для оптимизации систем с многозвенной архитектурой, а если источник проблем заключён в базе данных, то решение проблемы является эффективным даже при ограниченной оснащённости остальных уровней средствами измерений. Кроме того, методика позволяет выявить и устранить первыми самые важные проблемы, а источник проблем идентифицируется с первой попытки, что повышает ценность системы для бизнеса.

Библиотека БГУИР

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Цель и задачи исследования

Целью диссертационной работы является анализ сочетания подходов к оптимизации баз данных корпоративных систем, если принимать во внимание не только математические подходы, но и особенности сферы применения той или иной информационной системы. Конечной целью является разработка алгоритма, позволяющего проводить анализ и оптимизировать производительность некоторой корпоративной базы данных.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Анализ существующих систем, методик и подходов к оптимизации баз данных;
2. Исследование применимости алгоритмов оптимизации баз данных;
3. Реализация алгоритмов и методов оптимизации баз данных и анализ результатов;
4. Исследование методик и подходов к оптимизации баз данных, а также алгоритмов и методик интерпретации результатов с применением математических подходов и учитывая особенности сферы применения информационной системы.

Объектом исследования являются корпоративные базы данных и алгоритм процесса реконсолидации данных из разных источников.

Предметом исследования является математическое моделирование оптимизации производительности.

Основной *гипотезой*, положенной в основу диссертационной работы, заключается в том, что процесс повышения производительности получается более эффективным, если принимать во внимание не только математические подходы, но и особенности сферы применения той или иной информационной системы.

Личный вклад соискателя

Личный вклад автора диссертации состоит в предложении модифицировать метод анализа и оптимизации баз данных и предложении алгоритма для эффективной реализации математической модели для расчёта

необходимых статистических результатов. Вклад научного руководителя В.А. Липницкого заключается в помощи в формулировке целей и задач исследования, содействии в подборе и анализе научной литературы по исследуемой проблеме, консультации и обсуждению возникших проблем и вопросов.

Апробация результатов диссертации

Основные положения диссертационной работы докладывались на международной научной конференции «Информационные технологии и системы 2015» (Минск, Беларусь, 2015).

Опубликованность результатов диссертации

По теме диссертации опубликована 1 печатная работа в сборнике трудов и материалов международной конференции.

Структура и объем диссертации

Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, трех глав, заключения, списка использованных источников и приложений. В первой главе представлен анализ предметной области, выявлены основные проблемы, связанные с производительностью баз данных и ее оптимизацией и реализован метод улучшения производительности корпоративных информационных систем. Вторая глава посвящена техническим особенностям базы данных Oracle и способам оптимизации производительности с помощью встроенных инструментов. В третьей главе предложена практическая реализация и анализ возможностей предложенного метода для оптимизации процесса реконсолидации данных в корпоративной базе данных.

Общий объем работы составляет 77 страниц, из которых основного текста – 65 страниц, 16 рисунков на 14 страницах, список использованных источников из 31 наименования на 3 страницах и 2 приложения на 12 страницах.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ

Во **введении** определена предметная область и указаны основные направления исследования, показана актуальность темы диссертационной работы, дана краткая характеристика исследуемых вопросов, обозначена практическая ценность работы.

В **первой главе** проведен анализ решений задачи повышения производительности, сформулированы основные принципы алгоритма для оптимизации корпоративных информационных систем.

Решение задачи повышения производительности той или иной системы можно свести к решению задач по повышению производительности пользовательских операций, требующих оптимизации. Акцент должен быть на стороне значимости операций для бизнеса, ведь только бизнес может определить, какие операции самые важные, система делать этого не может.

Процесс оптимизации является циклическим и включает в себя следующие шаги:

1. Выявить перечень пользовательских операций для оптимизации;
2. Получить диагностические данные, относящиеся к конкретной операции, которые позволят найти причины задержек в каждой операции;
3. Выполнить оптимизацию тех операций, которые дают наилучший совокупный эффект и перейти к шагу 1.

Аналитическая работа, состоит из двух частей:

1. Определение компонентов, которые могут дать наибольший экономический эффект при оптимизации и выделение диагностических данных по этому компоненту из общих данных о времени отклика;
2. Составление предположений о путях сокращения доли отклика по компоненту и проверка предположения на тестовой системе, при этом следует рассматривать достаточно количество идей, для того, чтобы убедиться в том, что учтены все возможности.

Для получения ответов на вопросы касательно моделирования производительности применяют теорию массового обслуживания. Определённые модели позволяют предсказать время отклика системы в гипотетических ситуациях и проследить взаимосвязь между разнообразными параметрами оптимизации.

Для систем М/М/п прогнозирование времени задержки происходит по формуле 1.

$$W = \frac{C(n,\rho)}{n\mu(1-\rho)}, \quad (1)$$

где W – время задержки, $C(n, \rho)$ – вероятность того, что запрос будет поставлен в очередь на предоставление обслуживания (рассчитывается по формуле Эрланга, формула 2), n – количество параллельных каналов обслуживания внутри системы, μ – скорость обслуживания, ρ – средний коэффициент использования одного канала.

$$C(n, \rho) = \frac{\frac{(n\rho)^n}{n!}}{(1-\rho) \sum_{k=0}^{n-1} \frac{(n\rho)^k}{k!} + \frac{(n\rho)^n}{n!}}, \quad (2)$$

где $C(n, \rho)$ – вероятность того, что запрос будет поставлен в очередь на предоставление обслуживания, n – количество параллельных каналов обслуживания внутри системы, μ – скорость обслуживания, ρ – средний коэффициент использования одного канала.

Интегральная функция распределения времени отклика позволяет вычислить вероятность $P(R \leq r)$ того, что при выполнении определённого запроса время отклика окажется не больше некоторого допустимого значения пользовательского времени. Для СМО М/М/п степень удовлетворённости пользователя временем отклика рассчитывается по формуле 3.

$$P(R \leq r) = \frac{n(1-\rho) - W_q(0)}{n(1-\rho) - 1} (1 - e^{-\mu r}) - \frac{1 - W_q(0)}{n(1-\rho) - 1} (1 - e^{-(n\mu - \lambda)r}), \quad (3)$$

где $P(R \leq r)$ – вероятность того, что при выполнении определённого запроса время отклика окажется не больше некоторого допустимого значения пользовательского времени, n – количество параллельных каналов обслуживания внутри системы, ρ – средний коэффициент использования одного канала, $W_q(0)$ – коэффициент, рассчитываемый по формуле 4, μ – скорость обслуживания, λ – интенсивность входного потока системы, r – допустимое значение пользовательского времени.

$$W_q(0) = 1 - \frac{(n\rho)^n \rho_0}{n!(1-\rho)}, \quad (4)$$

где $W_q(0)$ – коэффициент для формулы 3, n – количество параллельных каналов обслуживания внутри системы, ρ – средний коэффициент использования одного канала, ρ_0 – коэффициент, рассчитываемый по формуле 5.

$$\rho_0 = \left(\sum_{n=0}^{n-1} \frac{(n\rho)^m}{m!} + \frac{(n\rho)^n}{n!(1-\rho)} \right)^{-1}, \rho < 1, \quad (5)$$

где ρ_0 – коэффициент для формулы 4, n – количество параллельных каналов обслуживания внутри системы, ρ – средний коэффициент использования одного канала.

Результаты исследований, проведенных в этих направлениях, отражены в работах Т. Кайт (T. Kyte), Д. Энсор (D. Ensor), Дж. Льюис (J. Lewis), К. Фиорилло (C. Fiorillo), К. Миллсэп (C. Millsap) и др.

Вторая глава посвящена техническим особенностям базы данных Oracle и способам оптимизации производительности с помощью встроенных инструментов.

В Oracle пользовательские операции могут затрагивать несколько процессов или даже потоков сервера, а могут не затрагивать ни одного.

Ядро Oracle передаёт в файл трассировки значения времени двух категорий: потраченное внутри вызова базы данных и прошедшее между вызовами базы данных. Очень часто проблемы производительности вызваны чрезмерными запросами к одному или нескольким ресурсам, поэтому периодически полезно задавать себе вопрос о том, действительно ли высокий спрос на используемый ресурс сопоставим с реальностью и действительно ли все предъявляемые бизнесом требования оправданы.

Время ожидания Oracle – это время отклика для вызова ОС с точки зрения ядра Oracle. Время ожидания включает в себя:

1. s_{CPU} – время работы процессора, потраченное на подготовку системного вызова (для вызова дискового чтения основная часть этого времени проходит в привилегированном режиме, однако некоторые системные вызовы могут расходовать процессорное время и в пользовательском режиме);
2. w_{disk} – задержка в очереди к дисковому устройству;
3. s_{disk} – время работы дискового устройства, включая задержку поиска, задержку вращения и задержку передачи данных обратно с устройства ввода/вывода в памяти, к которой обращается компьютер;
4. w_{CPU} – задержка в очереди к процессору;
5. s_{CPU} – ещё один период работы процессора, необходимый для завершения системного вызова (процессорное время может расходоваться в привилегированном).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе была затронута задача оптимизации производительности корпоративных систем, являющаяся нетривиальной для исследователя. Были проанализированы основные проблемы, с которыми приходится сталкиваться, работая над улучшением производительности: значимость действий по оптимизации для бизнеса, возможность моделирования влияния действий по оптимизации производительности на систему, успешность и точность в предсказании результатов. Были проанализированы категории проблем производительности, пути их выявления и решения.

В работе были рассмотрены математические алгоритмы, позволяющие предсказать влияние результата действий по оптимизации на систему с точки зрения пользователей. Было выяснено, что процесс повышения производительности получается более эффективным, если принимать во внимание не только метаматематические подходы, но и особенности сферы применения той или иной информационной системы.

В рамках исследования был выполнен анализ производительности специализированной системы хранения данных, составлен план по оптимизации основных пользовательских операций, проведено тестирование системы после выполнения плана. Была выполнена выработка алгоритмов оптимизации баз данных корпоративных систем и методик интерпретации результатов. Для этого были разработаны алгоритмы предварительной обработки и интерпретации результатов.

Разработанная методика является масштабируемой, она подходит для оптимизации систем с многозвенной архитектурой, а если источник проблем заключён в базе данных, то решение проблемы является эффективным даже при ограниченной оснащённости остальных уровней средствами измерений. Кроме того, методика позволяет выявить и устранить первыми самые важные проблемы, а источник проблем идентифицируется с первой попытки, что повышает ценность системы для бизнеса.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Синкевич Л.В. Техносфера, экономика, образование и феминизм / Синкевич Л.В. // Материалы 51-ой научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов, БГУИР, Минск, Беларусь, 13 апреля 2015 года./ Редкол.: В.А. Прытков [и др.]. – Мн.: БГУИР, 2015. – С. 177 – 178.

2. Синкевич Л.В. Решение задачи повышения производительности базы данных с применением теории массового обслуживания / Синкевич Л.В., Липницкий В.А. // Материалы международной научной конференции «Информационные технологии и системы 2015» (ИТС 2015), БГУИР, Минск, Беларусь, 28 октября 2015 года./ Редкол.: Л.Ю. Шилин [и др.]. – Мн.: БГУИР, 2015. – С. 302 – 303.

Библиотека БГУИР