

ОЦЕНКА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И РАБОТОСПОСОБНОСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ С РАЗЛИЧНОЙ АРХИТЕКТУРОЙ

Мещеряков С.В., Пшеничный Д.А., Рогова О.Б.

В процессе внедрения или модернизации информационных систем (ИС) важной задачей является оценка характеристик производительности системы, которые на практике могут иметь значительные различия в зависимости от архитектуры сети, количества клиентов, типа нагрузки и целого ряда других факторов. Переоценка вычислительных ресурсов приводит к лишним затратам, а их недооценка – к вынужденному пересмотру принятых решений и задержке сроков их реализации.

Вторая серия вычислительных экспериментов посвящена тестированию ИС и приложений БД как готовых программно-аппаратных решений, оценке их производительности и работоспособности при различной конфигурации сети – двухуровневой и с промежуточным слоем (middleware) [1].

Целью компьютерных измерений характеристик работоспособности и производительности СУБД является сравнительный анализ, а также выявление «узких» мест при выполнении SQL-запросов, снижающих как общую, так и пиковую пропускную способность ИС. «Узкими» считаются компоненты ИС, снижающие ее производительность до критических значений (длительное время ожидания запроса, появление неустраняемой ошибки выполнения, зависание системы).

Чтобы исключить из выборки случайные факторы, применяются следующие правила статистической обработки данных:

- каждый тест прогоняется нечетное число раз (не меньше 3), крайние максимальное и минимальное значения измерений исключаются из выборки
- в качестве окончательного берется среднее геометрическое от нормализованных результатов всех тестов;
- не учитывается небольшое изменение измеряемой характеристики при неполной (20%) загрузке системы;
- при расчете среднего значения и стандартных отклонений игнорируются данные, когда в системе имели место неконтролируемые процессы (зацикливание, зависание);
- в расчет не берутся единичные скачки измеряемого показателя, для достоверности должно быть минимум два всплеска за рассматриваемый период.

В план вычислительного эксперимента включены следующие 2 категории тестов измерения характеристик быстродействия базовых функций СУБД:

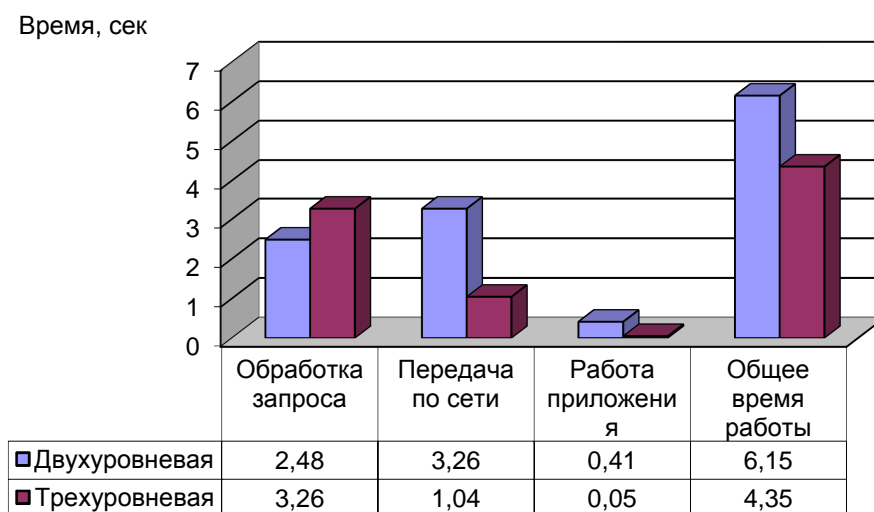
1) измерение времени выполнения операции доступа к данным (select) в зависимости от числа клиентских запросов;

2) измерение времени выполнения операции модификации данных (update) с использованием транзакций в зависимости от числа клиентов.

Тестирование проводилось в локальной компьютерной сети Fast Ethernet пропускной способностью 100 Мбит/сек с подключением через коммутаторы 3Com по протоколу TCP/IP. Серверная часть представлена двухядерной платформой Sun с процессорами Intel Pentium частотой 2,45 ГГц, оперативной памятью 2 Гб, под управлением операционной системы Linux.



а)



б)

Рисунок 1 - Распределение нагрузки между компонентами архитектуры «клиент–сервер»

Помимо установленной реляционной СУБД Informix 7.3, сервер работал в качестве промежуточного слоя и выполнял функции файл-сервера с возможностью программного отключения любого из этих компонентов. В функции промежуточного слоя входило преобразование SQL и ISAM/VSAM запросов к нереляционным источникам информации и после обработки СУБД возвращение на сторону клиента результата либо кода ошибки.

Мощность нагружаемого сервера выбрана такой, чтобы обслуживать десятки одновременно работающих сессий без перегрузок его ресурсов и коллизий коммуникационного оборудования.

В качестве рабочих станций использовались компьютеры IBM PC с процессором Intel Pentium и сетевым интерфейсом 3Com 100 Мбит/сек. На рабочих станциях были установлены разные операционные системы Windows XX для выявления различий функционирования клиентских приложений БД.

Для тестов использовалась копия БД реально работающего производства, так что не требовалось ее информационное наполнение. Тестовая БД содержала таблицы размером до 1,5 млн. записей и десятки полей, с построенными по ним индексами и связанные перекрестными ссылками в единую структуру.

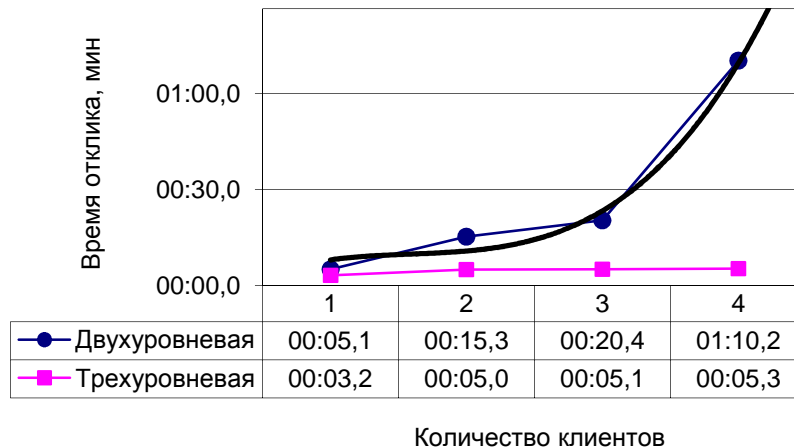
Созданная тестовая конфигурация фактически эмулировала работу небольшой рабочей группы с централизованной БД. На начальном этапе серии экспериментов сделан анализ распределения нагрузки между узлами системы с целью определения узких мест в тестируемой архитектуре «клиент–сервер» (рисунок 1,а). По результатам компонентных тестов построена диаграмма сравнительной оценки времени работы подсистем при различных конфигурациях (рисунок 1,б).

Диаграммы показывают, что основная часть ресурсов тратится на обработку запросов сервером и передачу данных по сети. Это подтверждает вывод о том, что эффективность функционирования клиент-серверных БД в значительной степени зависит от оптимальности запросов, реализованных в клиентском приложении.

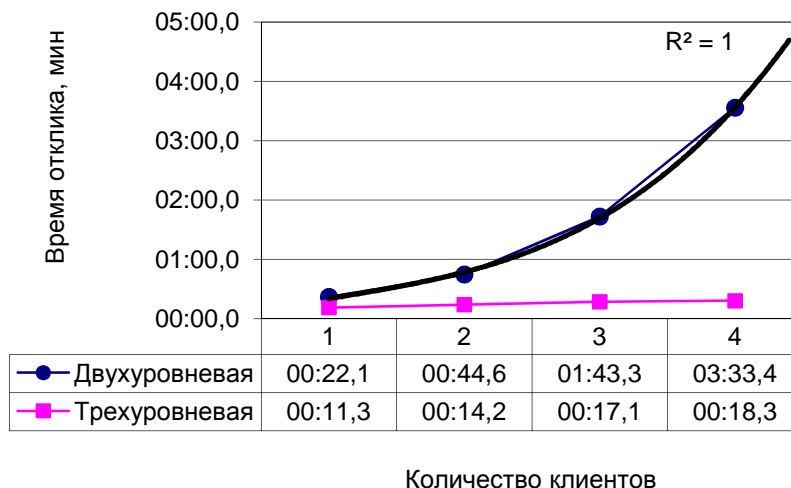
На рисунке 2 приведены результаты измерения производительности базовых операций доступа (рисунок 2,а) и модификации данных (рисунок 2,б) при различной конфигурации – двухуровневой и с промежуточным слоем. Корреляция измеренных значений с аппроксимирующей кривой ($R^2 = 1$) подтверждает достоверность результатов и корректность применения данного подхода к тестированию компонентов СУБД. При трехуровневой конфигурации с ростом нагрузки (одновременно работающих сессий) падение производительности (увеличение времени отклика) носит линейный характер с коэффициентом меньше 1, что говорит об устойчивости работы в многопользовательской среде.

Анализ полученных результатов выявил возможность оптимизации системы за счет перераспределения нагрузки между сервером и клиентом при выполнении операций обработки и модификации данных в таблицах БД. Несмотря на то, что больше половины нагрузки приходится на сервер (рисунок 1,а), общая загруженность его ресурсов не превышает 65%.

Реализация промежуточного слоя позволила перенести часть нагрузки на сервер и тем самым уменьшить на 68% обмен по сети (одно из узких мест), а общее время работы сократить на 29% (рисунок 1,б). Кроме того, трехуровневая программно-аппаратная конфигурация обладает хорошей масштабируемостью, высокой готовностью к увеличению нагрузки со стороны клиентов.



а) время доступа к данным (select)



б) время модификации данных (update)

Рисунок 2 - Сравнение производительности базовых операций СУБД

Измерение и отслеживание показателей загруженности, анализ производительности ИС позволяют прогнозировать масштабируемость БД и поведение системы в будущем, заранее планировать мероприятия и расходы по модернизации оборудования и ПО.

Список информационных источников

- [1] Мещеряков С.В., Иванов В.М. Методы оптимального проектирования баз данных производственного оборудования.— СПб: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. — 8 п. л. <http://gpupress.ru/>

- [2] Мещеряков С.В. Сравнительный анализ вариантов организации иерархии в базах данных / Системы управления и информационные технологии.– 2009.– № 1 (35).– 0,56 п. л. <ftp://ftp.sbook.ru/suit/annots/an200901.pdf>
- [3] Пшеничный Д.А. Refactoring databases as the main stage of actualization of structure under a demanded functional / Будихин А.В., Меркулов А.М // Information and telecommunication technologies in intellegent systems. Proceedings of seventh international conference. М.: Моск. гос. ин-т электрон. и математики, 2010. С. 97-100.
- [4] Пшеничный Д.А. The Analysis of Parameters and Matching of a DBMS for Realisation of Dataware of Industrial Firm / Будихин А.В., Асади М // Качество. Инновации. Образование. 2010. №9. С. 42-48
- [5] Пшеничный Д.А. Анализ параметров и сравнение СУБД для реализации информационного обеспечения промышленного предприятия / Остроух А.В., Будихин А.В // Промышленные АСУ и контроллеры. 2010. №12. С. 7-11.
- [6] Пшеничный Д.А. Анализ параметров СУБД в составе информационного обеспечения промышленного предприятия / Будихин А.В., Асади М // Интегрированные технологии моделирования и управления. М.: МАДИ (ГТУ): 2010. С. 50-60
- [7] Пшеничный Д.А. Эффективность и живучесть программных средств облачных нанопроцессорных систем / Петров М.Б., Петриков П.А // Качество. Инновации. Образование. 2012. №2. С. 51-53.