

РАЗРАБОТКА РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СИСТЕМЫ ГЕНЕРАЦИИ И АНАЛИЗА IP-ТРАФИКА

Аннотация

Работа посвящена разработке комплекса нагрузочного тестирования аппаратных и программных средств распределенного веб-приложения. Основными функциями системы являются генерирование запросов на сервер и анализ ответов сервера. Актуальность работы вызвана отсутствием свободно распространяемых систем нагрузочного тестирования, которые сочетали бы в себе высокую производительность, легкость в управлении и достаточный функционал. В качестве способа создания нагрузки выбрана система с применением распределенной сети универсальных компьютеров, потоки которых агрегируются в одной точке, рассмотрены преимущества и недостатки такой системы. Произведен выбор регулируемых и анализируемых параметров комплекса. Построена архитектура комплекса и рассмотрены принципы взаимодействия между элементами комплекса. С помощью разработанного комплекса выполнено нагрузочное тестирование и проведен анализ полученных данных по количеству принятых пакетов и времени ответа.

Ключевые слова: генератор трафика, анализатор трафика, нагрузочное тестирование, сниффер, программное обеспечение, пакет, кадр, веб-приложение, веб-сервер.

Abstract

The work is devoted to the development of complex load testing of hardware and software of distributed web applications. There are two main functions of the system: generating requests to server and analysis of server responses. Actuality of work caused by a lack of open-source systems of load testing, which would combine the high performance, ease management and good functionality. As a method for creating load chosen the system based on a distributed network of computers, which are aggregated into a single point. Designed architecture of the complex and examined the principles of interaction between elements of this complex. Achieved load testing and performance analysis on the number of received packets and response time.

Keywords: packet generator, packet analyzer, load testing, sniffer, software, network packet, web application, web server.

Определение нагрузочных характеристик аппаратных и программных комплексов является важной задачей при создании, эксплуатации и модернизации данных объектов. Определение данных характеристик возможно с программного или аппаратного комплекса, называемого генератор-анализатор трафика (ГАТ). Данный комплекс позволяет, варьируя параметры создаваемой нагрузки, определить предельные значения, которые могут быть достигнуты на тестируемом наборе аппаратных и программных компонент.

Для целей комплексного анализа нагружаемой системы необходимо применение средства, которое является «более мощной системой». Понятие «мощная система» при тестировании серверных систем и сетевого оборудования подразумевает как наличие достаточных ресурсов вычислительной платформы, так и наличие каналов с высокой пропускной способностью. Создание требуемой нагрузки возможно 2 способами:

- применение единого «суперкомпьютера»;
- применение распределенной сети универсальных компьютеров, потоки которых будут агрегироваться в одной точке.

Второй способ является более эффективным в современных условиях, поскольку обладает существенно лучшей масштабируемостью и минимальными затратами на развертывание нагрузочного комплекса. Для создания нагрузочного теста в распределенной системе необходима организация единой точки управления нагрузочной системой. Такой подход, в отличие от одиночных генераторов нагрузки, позволяет достичь:

- увеличения суммарной мощности нагрузки, создаваемой одним генератором;
- легкости управления и сбора сведений от генераторов нагрузки;
- гибкости и масштабируемости системы.

Недостатком такого подхода является необходимость организации и построения централизованного управления компьютерами системы. На данный момент таких систем управления, которые были бы свободно распространяемыми, не выявлено. Поэтому было принято решение о создании собственного комплекса генерации и анализа трафика.

Архитектура построения комплекса

В общем случае рассматриваемый комплекс состоит из 4 модулей:

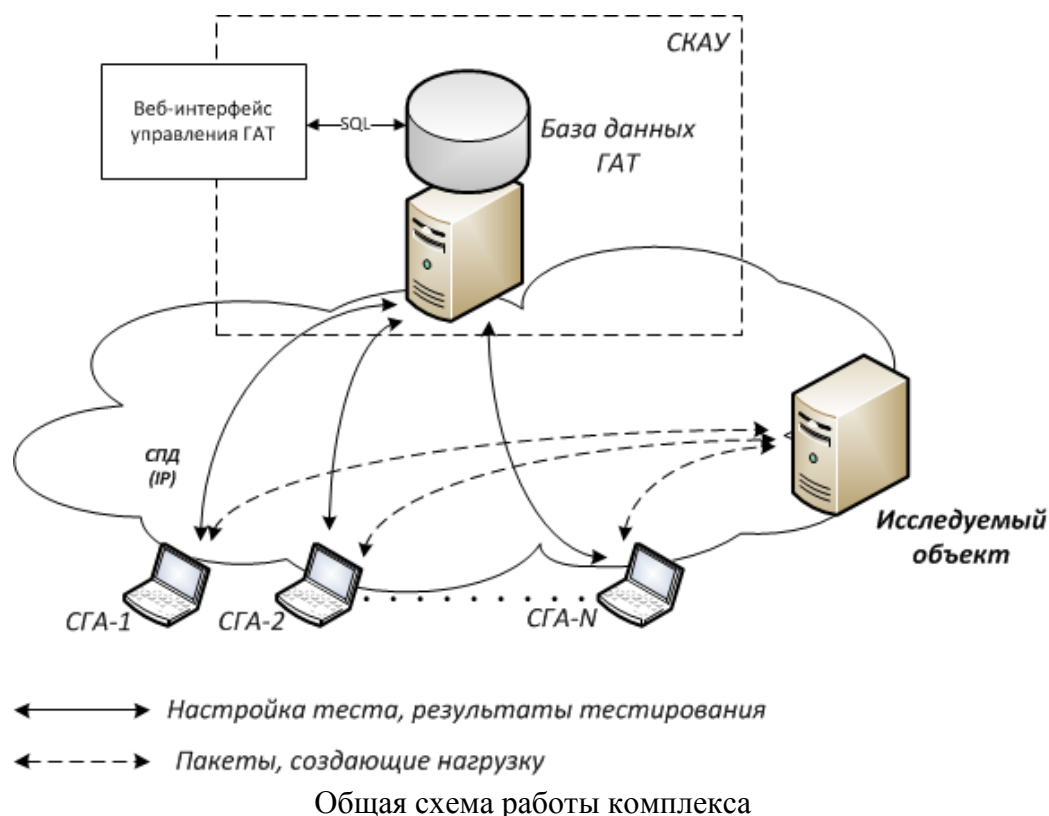
- ПО станции комплексного анализа и управления (ПО СКАУ);
- база данных ГАТ;
- веб-интерфейс управления ГАТ;
- ПО станции генерации и анализа (ПО СГА).

На рисунке представлена обобщенная схема взаимодействия модулей комплекса.

На схеме термин СПД (сеть передачи данных, использующая IP-протокол) предполагает, что СГА могут быть разнесены на любое расстояние как друг от друга, так и от СКАУ. Просмотр результатов нагрузочного тестирования и добавление новых заданий осуществляется с помощью веб-интерфейса, при этом данные хранятся в базе данных на сервере СУБД. СКАУ периодически проверяет наличие новых заданий в таблице базы данных, и в случае появления отправляет их всем СГА по внутреннему протоколу взаимодействия. Каждая СГА выполняет задание и отправляет результаты на СКАУ, которая в свою очередь записывает результаты в базу данных.

Выбор регулируемых параметров нагрузочного тестирования

Выбор параметров нагрузочного тестирования является важной частью этапа проектирования, т. к. определяет функциональные возможности модуля генерации трафика. Выбор избыточного количества параметров значительно усложняет логику работы программы и уменьшает ее производительность, а недостаточный набор параметров не всегда позволяет создать требуемый сценарий тестирования и получить достаточный для анализа результат. В рамках создаваемого комплекса были выбраны для задания следующие параметры тестовой нагрузки:



- протокол транспортного уровня (TCP или UDP);
- продолжительность нагрузочного тестирования;
- время начала теста;
- время паузы между потоками генерации заданий ($T_{\text{зад}}$);
- допустимый тайм-аут на открытие соединения при отправке сообщений;
- сообщения прикладного уровня (текст запроса).

Из задаваемого параметра $T_{\text{зад}}$ можно выяснить интенсивность нагрузки ($q_{\text{наг}}$), которая измеряется в пакетах в секунду и более привычна для специалистов, работающих с сетевым оборудованием.

Комплекс должен обеспечивать отправку нескольких разнотипных сообщений по заданному сценарию. Примером такого сценария может быть переход по заданному списку страниц HTML. Список параметров для сообщения:

- удаленный IP-адрес;
- удаленный порт;
- время паузы между разнотипными сообщениями.

Выбор анализируемых параметров

Определяющим фактором анализа производительности при нагрузочном тестировании является время ответа удаленного сервера. Оно складывается из времени передачи пакета по каналу связи и времени его обработки на сервере. Время передачи зависит от характеристик канала: его длины, загруженности и т. д. Будем условно считать, что характеристики канала в период тестирования постоянны, и время ответа зависит только от нагрузки на сервер.

Поскольку количество отправляемых пакетов при нагрузочном тестировании весьма велико, сбор всех значений с СГА по результатам обработки каждого задания не представляет особого интереса для тестировщика. Целесообразным является получение с СГА агреги-

рованных данных по проведенному тесту (максимальное, минимальное и среднее время ответа).

Также важным параметром анализа производительности является процент отброшенных пакетов, которые удаленный сервер не смог обработать по какой-либо причине. Такой анализ может проводиться по количеству отправленных и принятых сообщений.

Таким образом, получен общий список параметров, собираемый отдельными СГА:

- максимальное время ответа от сервера (T_{\max});
- минимальное время ответа (T_{\min});
- среднее время ответа (T_{cp});
- количество отправленных сообщений (S_{out});
- количество принятых сообщений (S_{in}).

На основе выбора параметров нагрузочного тестирования и анализируемых параметров был разработан протокол внутреннего взаимодействия между СКАУ и СГА, описание которого в данной статье не приводится.

Результаты проведенных испытаний с использованием разработанного ПО

Целью анализа результатов является проверка работоспособности реализованных функций и одновременно тестирование разработанного комплекса. Разработанный комплекс допускает работу с любым протоколом из стека TCP/IP. Для тестирования был выбран протокол HTTP, имеющий самую большую долю трафика в сети Интернет.

В целом нагрузочное тестирование можно разделить на две важные составляющие:

- анализ узких мест в системе. Узкие места связаны с тем, что разные запросы требуют от сервера различных затрат вычислительной мощности. Например, загрузка картинки при HTTP-запросе требует чтения файла с диска, а загрузка страницы социальной сети требует от сервера многочисленных обращений к базе данных. Результатом выполнения первого запроса всегда будет один и тот же ответ (статический контент), а во втором случае для каждого пользователя формируется новый ответ при одном запросе (динамический контент);
- анализ максимального количества активных соединений. Максимальное количество активных соединений определяется набором тестов с последовательным увеличением нагрузки на сервис. Максимальным является количество соединений, при которых среднее время ответа превышает допустимое время ответа.

В ходе работы был выполнен ряд тестов, позволяющий провести полный анализ допустимых нагрузок на веб-сервер. Тестирование выполнялось с использованием одной физической машины, что ограничивает возможность тестирования крупных распределенных систем, но вполне позволяет проверить работу сайта на виртуальном хостинге.

По результатам проведенных испытаний можно сделать основной вывод, что разработанное ПО системы генерации и анализа трафика эффективно выполняет требуемые функции (создание нагрузки с распределенных СГА и получение результатов проведенных тестов в СКАУ). Созданная система хорошо масштабируется и позволяет на текущий момент проводить оценку достигаемой производительности серверных систем.

В части анализа полученных результатов поведения web-систем при обработке поступающих пакетов можно сделать следующие предварительные выводы:

- При малой загрузке процессора время ответа для всех запросов практически одинаково, т. е. сервер затрачивает одинаковое время на обработку запроса, поиск и отправку запрошенной информации.

- При увеличении нагрузки время отдачи контента возрастает. Это связано с тем, что запросы не успевают обрабатываться сразу, а помещаются в буфер очереди.
- При увеличении количества одновременных запросов на различные виды выдаваемой информации загрузка процессора увеличивается, за счет этого время обработки динамических страниц становится выше по сравнению со статическими.
- Среднее время ответа сервера зависит от создаваемой нагрузки, но также сильное влияние на производительность оказывают параллельные фоновые процессы на сервере, которые могут существенно повлиять на результаты проведенных испытаний.

Заключение

На сегодняшний день стоимость имеющихся систем нагрузочного тестирования аппаратных и программных средств облачных web-приложений крайне высока, либо это системы не в состоянии создать достаточной нагрузки. На этапе разработки сайта это приводит к тому, что разработчики не имеют инструмента, который указал бы им на необходимость и проверку возможностей оптимизации используемого кода. На этапе последующей эксплуатации в период увеличения посетителей сайта у него увеличивается время отклика, или даже происходит превышение времени допустимого ответа ТСР/НТТР протоколов. Это приводит к тому, что посетители сайта не могут получить необходимую информацию либо произвести действия по формированию заказа, что, в конечном счете, приводит к репутационным и реальным финансовым убыткам предприятия.

Итогами данной работы явилось создание прототипа системы нагрузочного тестирования аппаратных и программных платформ. Разработанная система обладает такими функциями, как открытость и доступность, масштабируемость (для увеличения нагрузки необходимо увеличить количество станций СГА) и модульность. Созданный комплекс рассматривается не только как система нагрузочного тестирования web-приложений, но и как система тестирования платформ, предназначенных для обработки запросов иного вида (SQL, SMB, RPPoE и т. п.).

УДК 669.045

А. А. Гусаков, В. Ю. Митяков, С. А. Можайский

ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет», г. Санкт-Петербург, Россия

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ И ТЕПЛООБМЕНА ЦИЛИНДРА С ПОМОЩЬЮ PIV-ДИАГНОСТИКИ И ГРАДИЕНТНОЙ ТЕПЛОМЕТРИИ

Аннотация

Современная энергетическая техника широко применяет теплообменные устройства различного назначения. Наиболее распространенными являются теплообменники, элементом которых является круглый цилиндр.

Процесс обтекания и теплоотдачи нагретого цилиндра в значительной мере зависит от числа Рейнольдса, степени турбулентности потока, теплообмена и других факторов.