

ИНФОРМАТИКА,
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА
И УПРАВЛЕНИЕ

INFORMATICS,
COMPPUTER ENGINEERING
AND CONTROL

УДК 004.773.5

DOI: 10.17212/1814-1196-2019-1-125-140

Имитационная модель оценивания вычислительной нагрузки на центральный сервер системы видеоконференц-связи*

Р.Н. ЯКОВЛЕВ

*199178, РФ, Санкт-Петербург, 14-я линия, 39, Санкт-Петербургский институт
информатики и автоматизации РАН*

iakovlev.r@mail.ru

На сегодняшний день в рамках множества различных областей практической деятельности, таких как организация производства, снабжения или обслуживания, эксплуатация транспортных средств, планирование распределения кадрового состава, планирование поставок ресурсов и оборудования, формируется множество задач, при решении которых широкое распространение получило применение имитационных моделей.

В рамках данного исследования была разработана модель, имитирующая функционирование системы видеоконференц-связи и позволяющая проводить оценку величины нагрузки на центральный сервер данной системы. В работе представлено описание возможностей системы видеоконференц-связи, а также описание самой системы, которая предназначена для организации множества параллельных коммуникаций между различными группами пользователей. Разработанная имитационная модель учитывает различные параметры конфигурации системы и требования, предъявляемые к ней с точки зрения количества обслуживаемых пользователей, формата коммуникации, а также анализа видеопотоков. Модель позволяет на основе результатов оценки нагрузки на центральный сервер системы видеоконференц-связи рассчитать объем вычислительных мощностей, необходимый для стабильной работы системы при реализации различных сценариев функционирования. В число исследованных сценариев входило применение системы видеоконференц-связи как в небольшой компании, не предъявлявшей высоких требований к анализу переговорного процесса, так и в рамках крупной транснациональной компании, предъявляющей высокие требования к аналитике по потребителям, подключенным к системе видеоконференц-связи. Предложенное решение соответствует критериям масштабируемости и предусматривает возможность в дальнейшем учесть большее число возможных действий как со стороны пользователей, так и со стороны администраторов систем видеоконференц-связи.

Ключевые слова: информационные системы, телеконференц-связь, видеоконференц-связь, имитационное моделирование, тестирование систем, клиент-серверная архитектура, тестирование нагрузки, качество обслуживания, QoS

* Статья получена 12 октября 2018 г.

ВВЕДЕНИЕ

К современным информационным системам нередко выдвигается требование о возможности одновременного обслуживания тысяч или даже миллионов пользователей. В связи с этим при проектировании информационных систем, а также разработке программных продуктов нередко возникает необходимость в оценке требуемого объема вычислительных мощностей для поддержания эффективного функционирования разработанных решений. Иными словами, формируется проблема оценки ожидаемой нагрузки на вычислительные мощности со стороны разработанной системы или программного продукта. В случае, если объем доступных вычислительных мощностей оказывается недостаточным, это может повлечь за собой сбои в работе системы или даже ее полный отказ [1, 2]. Выход из строя систем подобного масштаба нередко влечет за собой серьезные издержки, связанные с потерей части аудитории, утратой пользовательских данных, а также приводит к значительным репутационным потерям (например, крах веб-сайта Firefox [3], неудачный запуск AppleMobileMe [4]).

Как правило, в целях предотвращения возникновения подобных ситуаций применяются различные техники тестирования, в частности, тестирование под нагрузкой [5], которое является обязательной процедурой тестирования для обеспечения качества подобных систем наряду с традиционными процедурами функционального тестирования, такими как, например, модульное тестирование. Подобные техники помогают идентифицировать и устранить множество проблем. Однако их применение возможно лишь при сравнительно высокой степени готовности системы [6–8]. Таким образом, в случае, если по итогам тестирования выявляется недостаток вычислительных мощностей, то затраты на масштабирование могут быть весьма велики, более того, в отдельных случаях может потребоваться даже реинжиниринг системы. В связи с этим актуальным является формирование моделей, позволяющих провести оценку ожидаемой нагрузки на вычислительные мощности со стороны системы на ранних этапах разработки, когда применение известных техник тестирования под нагрузкой еще не представляется возможным.

Таким образом, в рамках данной работы предлагается сформировать имитационную модель [9, 10] предназначенную для оценки ожидаемой величины нагрузки на центральный сервер системы видеоконференц-связи (ВКС), и осуществить ее практическую апробацию на различных имитируемых конфигурациях данной системы.

1. ОПИСАНИЕ ИССЛЕДУЕМОЙ СИСТЕМЫ

Кросс-платформенные веб-технологии позволяют адаптировать работу системы ВКС под различные программно-аппаратные платформы и обеспечивать контроль над обычными и управляемыми аккаунтами в единообразной адаптируемой среде в режиме реального времени [11]. При этом различия в конечном продукте относительно каждой из платформ носят условный характер: логика работы веб-приложения отделена от деталей реализации аппаратной платформы, на которой оно запущено. Тем не менее при

подобной реализации система видеоконференц-связи будет обладать зависимостью от веб-браузеров и аппаратных возможностей платформы, на которой оно запущено. Кроме того, ВКС как сервис чувствительна к воздействию множества различных факторов и должна соответствовать высоким требованиям обеспечения передачи аудио- и видеопотока приемлемого качества в реальном времени между разнородными пользовательскими устройствами.

Рассмотрим систему ВКС, предложенную в [11] для внедрения сервиса корпоративной ВКС в киберфизическом интеллектуальном пространстве [12]. Рассматриваемая система ВКС предназначена для организации множества параллельных коммуникаций между группами пользователей. При этом каждая отдельная коммуникация поддерживает возможность передачи видеоданных по принципу «многие-ко-многим». Основной видеопоток от каждого пользователя передается по технологии peer-to-peer [13], минуя центральный сервер. В функции центрального сервера входит контроль за созданием коммуникаций (бесед), контроль прав доступа [14], контроль за подключением и отключением пользователей, а также прочие административные функции [15, 16].

Кроме того, центральный сервер осуществляет анализ видеоданных (распознавание лиц в целях верификации пользователей и отслеживание эмоционального состояния пользователей). С этой целью на центральный сервер передается часть видеоданных, необходимая для осуществления аналитики. В рамках настоящей работы центральный сервер рассматривается как некоторый «черный ящик», реализующий описанную выше функциональность. Ключевым требованием к функциям аналитики, реализуемым сервером, является обеспечение real-time аналитики, что предполагает, что результаты анализа будут доступны для пользователя-администратора беседы не позднее чем через некоторый определенный промежуток времени. Для администратора беседы доступно несколько функций:

- локальный контроль вариантов аналитики (глубокая аналитика, идентификация, отсутствие аналитики);
- управление максимально допустимой численностью участников беседы;
- определение режима беседы (трансляция, беседа «многие-ко-многим»).

Каждый из участников беседы может присоединиться к ней как в режиме видеосвязи, так и в режиме аудиосвязи или же вовсе взаимодействовать с другими участниками посредством чата в том случае, если это не противоречит настройкам беседы.

В зависимости от корпоративной культуры и политики руководства при функционировании данной системы в рамках организации могут быть приняты различные положения относительно:

- необходимости аналитики всех видов бесед или отдельных групп бесед;
- необходимости аналитики в отношении отдельных видов пользователей или конкретных пользователей;
- формата участия пользователей в беседах;
- количества допустимого числа участников в тех или иных беседах или типах бесед.

Очевидно, что различные беседы будут в разной степени нагружать центральный сервер системы ВКС. Целью данного исследования является реализация модели, имитирующей функционирование системы ВКС и позволяющей проводить оценку величины нагрузки на центральном сервере системы. Это предоставит возможность определять необходимый объем мощностей для поддержания требуемого режима работы системы.

2. ПОСТРОЕНИЕ ФОРМАЛЬНОЙ МОДЕЛИ

В соответствии с представленным описанием исследуемой системы приступим к формализации поставленной задачи. В общем случае нагрузка на центральный сервер может быть определена следующим образом:

$$w = \sum (N_i w_i + N_{new+del} v_i) + T conv_{new}, \quad (1)$$

где N – число участников некоторой беседы; w – ожидаемое условно постоянное значение нагрузки, связанное с поддержанием некоторой активной беседы в расчете на одного пользователя; $N_{new+del}$ – число добавленных и удаленных из некоторой беседы пользователей за некоторый промежуток времени; v – нагрузка, связанная с добавлением (удалением) пользователя в беседу (из беседы); T – сумма числа возникших бесед и числа завершившихся бесед за некоторый период времени; $conv_{new}$ – нагрузка, связанная с созданием (завершением) беседы. Проведем детализацию части указанных выше параметров с учетом возможностей анализа системы. Касательно параметра N , характеризующего число участников некоторой беседы, необходимо выделить подгруппы в общем числе участников в соответствии с формой участия пользователей. Таким образом, выражение для параметра N примет следующий вид:

$$N = N_{video} + N_{audio} + N_{chat},$$

где N_{video} – число участников, подключенных в режиме видеосвязи; N_{audio} – число участников, подключенных в режиме аудиосвязи; N_{chat} – число участников, подключенных в режиме чата. Параметр w также следует уточнить, исходя из различий в возможных форматах участия пользователей в конференции. Данный параметр может принимать одно из следующих значений:

$$w = \{w_{chat}; w_{audio}; w_{video}^{analyt_{coef}}\},$$

где w_{chat} – величина нагрузки от одного пользователя, подключенного в режиме чата; w_{audio} – величина нагрузки от одного пользователя, подключенного в режиме аудиоконференции; $w_{video}^{analyt_{coef}}$ – величина нагрузки от одного пользователя, подключенного в режиме видеоконференции.

Определенный выше добавочный коэффициент $analyt_{coef}$, связанный с проведением аналитики, также может принимать несколько значений в зависимости от заданной глубины аналитики для некоторого пользователя:

$$analyt_{coef} = \{a_{deep}; a_{ident}; a_{none} = 1\},$$

где a_{deep} – повышающий коэффициент для случая глубокой аналитики; a_{ident} – повышающий коэффициент для случая аналитики на уровне идентификации; a_{none} – повышающий коэффициент при отсутствии аналитики.

Параметр $N_{new+del}$, описывающий число добавленных и удаленных из некоторой беседы пользователей за некоторый промежуток времени, может быть детализирован следующим образом:

$$N_{new+del} = N_{new} + N_{del},$$

где N_{new} – число добавленных в беседу пользователей; N_{del} – число отключившихся от беседы пользователей за рассматриваемый период времени.

При рассмотрении параметра v , характеризующего нагрузку, возникающую в связи с добавлением и удалением пользователей, следует отметить, что он может принимать следующие значения:

$$v = \{v_{add}; v_{del}\},$$

где v_{add} – величина нагрузки, возникающая в связи с добавлением пользователя в конференцию, v_{del} – величина нагрузки, возникающая в связи с отключением пользователя от конференции. Отметим, что конкретные значения данных величин могут существенным образом отличаться в зависимости от конфигурации системы ВКС и используемого оборудования. Параметр T также может быть детализирован следующим образом:

$$T = T_{new} + T_{close},$$

где T_{new} – число вновь созданных бесед, а T_{close} – число завершенных бесед за некоторый временной промежуток. Для полноты описания необходимо ввести еще один дополнительный параметр N_{spec} , значение которого соответствует числу специальным образом отслеживаемых пользователей.

Принимая во внимание результаты детализации и спецификации параметров в соответствии с существующими аналитическими возможностями системы ВКС, представим выражение для определения нагрузки на центральный сервер системы от одной конференции:

$$w_i = N_{chat}w_{chat} + N_{audio}w_{audio} + N_{video}w_{video}analyt_{coef} + \\ + N_{spec}analyt_{coef} + N_{new}v_{add} + N_{del}v_{del}.$$

Выражение для определения общей нагрузки на сервер, таким образом, примет следующий вид:

$$w = \sum w_i + T_{new}conv_{new} + T_{close}conv_{new}, \quad (2)$$

Представленное выше выражение (2) легло в основу разработанной имитационной модели. При проведении имитационного моделирования в рамках данной работы были приняты следующие допущения:

1) число подключенных к системе пользователей в общем случае прямо пропорционально числу сотрудников в компании, для которой по условиям эксперимента проводится оценка нагрузки на вычислительные мощности при использовании системы ВКС в некоторой заданной конфигурации;

2) уровень пользовательской активности изменяется в зависимости от времени суток, при этом предполагается, что активность использования системы не меняется в зависимости от дня недели;

3) предполагается, что центральный сервер способен эффективно обслуживать систему ВКС в соответствующей конфигурации до тех пор, пока а) текущий уровень нагрузки не достигнет предельного значения для имеющихся вычислительных мощностей или б) уровень нагрузки не будет превышать 95 % от предельного значения на протяжении более 5 % от суточного времени активности системы.

Используем вышеописанную имитационную модель, чтобы оценить ожидаемый уровень нагрузки на центральный сервер системы при функционировании системы ВКС в заданном режиме, а также установить, являются ли предоставленные мощности достаточными для функционирования системы ВКС в требуемом режиме.

3. РЕАЛИЗАЦИЯ РАЗРАБОТАННОЙ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ И ПРОВЕДЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Для реализации разработанной модели и проведения экспериментов использовалась программная среда Matlab, которая, помимо достоинств, связанных с крайне производительными матричными вычислениями и оптимизированной линейной алгеброй, является достаточно гибкой для решения всех поставленных в рамках работы задач. Применим разработанную модель для ряда сценариев, описывающих использование системы ВКС в различных конфигурациях. Рассмотренные сценарии сформированы на основе выбора целевых значений по приведенным ниже критериям (для каждого критерия может быть выбрано лишь одно значение), имитирующим корпоративную среду и политику руководства в отношении использования системы ВКС. Соответствующий список критериев представлен ниже.

1. Число сотрудников (до 1000; до 10 000; до 100 000).
2. Преимущественные форматы коммуникаций в компании:
 - а) преимущественно совещательные группы;
 - б) преимущественно дистанционные выступления;
 - в) смешанный формат.

3. Уровень аналитики по умолчанию (аналитика отсутствует, идентификация пользователей, глубокая аналитика) – применяется ко всем видам бесед и всем группам пользователей.

4. Ограничения по формату участия по умолчанию (любой формат участия, аудиоподключение или же видеосвязь, видеосвязь) – применяется ко всем видам бесед и всем группам пользователей.

5. В рамках сценариев доступны два вида бесед:

- а) совещание;
- б) выступление.

Для каждого вида бесед необходимо выбрать уровень аналитики по умолчанию (аналитика отсутствует, идентификация пользователей, глубокая аналитика).

6. Для каждого вида бесед необходимо указать ограничение по максимально допустимому числу участников.

7. В рамках сценариев доступны три группы пользователей:

- а) менеджмент;
- б) технические специалисты;
- в) бухгалтерия и финансовый отдел.

Для каждой группы пользователей необходимо выбрать долю данной группы в общем числе сотрудников (сумма по трем группам должна составлять 100 %).

8. Для каждой группы пользователей необходимо выбрать уровень аналитики по умолчанию (аналитика отсутствует, идентификация пользователей, глубокая аналитика).

9. Также необходимо выбрать число специальным образом отслеживаемых пользователей и формат аналитики по ним (идентификация пользователей; глубокая аналитика).

Важно отметить тот факт, что администратор каждой беседы имеет право в рамках курируемой беседы изменять допустимые варианты подключения пользователей и варианты аналитики. Данные изменения не должны противоречить выбранным значениям по критериям 3, 4, 6 и 10, в противном случае они будут отвергнуты системой. Приведем сценарии, разработанные для моделирования нагрузки на сервер системы ВКС и результаты моделирования.

Сценарий № 1. Рассматривается использование системы ВКС организацией среднего размера без жестких требований к безопасности или аналитике переговоров и совещаний.

С использованием разработанной имитационной модели были получены ожидаемые значения нагрузки на центральный сервер системы ВКС за 13-часовой период, соответствующий продолжительности стандартного внутрисуточного цикла активного использования информационных систем в компании. Полученные результаты представлены на рис. 1.

Таблица 1

Table 1

Выбранные значения критериев в рамках сценария № 1**Selected Criteria Values in Scenario 1**

Критерий	Значение критерия
Число сотрудников	До 1000
Преимущественные форматы коммуникаций в компании	Преимущественно совещательные группы
Уровень аналитики по умолчанию	Аналитика отсутствует
Ограничения по формату участия по умолчанию	Аудиоподключение или видеосвязь
Уровень аналитики по умолчанию по видам бесед	
Совещание	Идентификация пользователей
Выступление	Аналитика отсутствует
Ограничение по максимально допустимому числу участников по видам бесед	
Совещание	20 человек
Выступление	50 человек
Доля отдельных групп пользователей в общем числе сотрудников	
Менеджмент	12 %
Технические специалисты	66 %
Бухгалтерия и финансовый отдел	22 %
Уровень аналитики по умолчанию по группам пользователей	
Менеджмент	Идентификация пользователей
Технические специалисты	Аналитика отсутствует
Бухгалтерия и финансовый отдел	Глубокая аналитика
Число специальным образом отслеживаемых пользователей	27
Уровень аналитики по специальным образом отслеживаемым пользователям	Глубокая аналитика
Доступные вычислительные мощности	10 гигафлопс



а



б



в

Рис. 1. Результаты моделирования сценария № 1:

а – средняя величина нагрузки на центральный сервер; б – относительное значение средней величины нагрузки на центральный сервер в сравнении с максимально допустимыми значениями; в – максимальные и минимальные значения нагрузки на центральный сервер для каждого момента времени на исследуемом временном промежутке

Fig. 1. The results of simulation scenario 1:

а – An average load on the central server; б – A relative value of the average load on the central server in comparison with the maximum allowable values; в – Maximum and minimum values of the load on the central server for each time period

В рамках данного эксперимента было проведено 100 имитаций, и для каждой из них были сформированы оценки величины нагрузки на доступные вычислительные мощности. Полученные результаты демонстрируют, что требуемая конфигурация системы ВКС может быть размещена на имеющемся у компании оборудовании и что данная система будет успешно функционировать в штатном режиме даже во время наибольшей активности пользователей. При пиковой активности в системе значение нагрузки не превышает 6 гигафлопс, или 0.6 в относительных единицах.

Сценарий № 2. Рассмотрению подвергается достаточно крупная организация с высокими требованиями к безопасности, заинтересованная в аналитике переговоров и совещаний.

Таблица 2

Table 2

Выбранные значения критериев в рамках сценария № 2

Selected Criteria Values in Scenario 2

Критерий	Значение критерия
Число сотрудников	До 10 000
Преимущественные форматы коммуникаций в компании	Преимущественно совещательные группы
Уровень аналитики по умолчанию	Идентификация пользователей
Ограничения по формату участия по умолчанию	Видеосвязь
Уровень аналитики по умолчанию по видам бесед	
Совещание	Глубокая аналитика
Выступление	Идентификация пользователей
Ограничение по максимально допустимому числу участников по видам бесед	
Совещание	15 человек
Выступление	35 человек
Доля отдельных групп пользователей в общем числе сотрудников	
Менеджмент	15 %
Технические специалисты	55 %
Бухгалтерия и финансовый отдел	30 %
Уровень аналитики по умолчанию по группам пользователей	
Менеджмент	Глубокая аналитика
Технические специалисты	Идентификация пользователей
Бухгалтерия и финансовый отдел	Глубокая аналитика
Число специальным образом отслеживаемых пользователей	1400
Уровень аналитики по специальным образом отслеживаемым пользователям	Глубокая аналитика
Доступные вычислительные мощности	85 гигафлопс

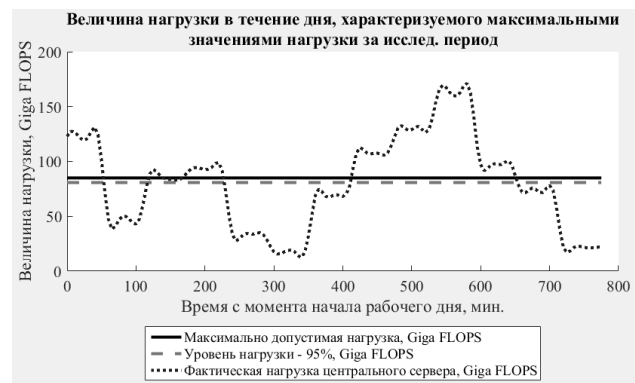
По аналогии со сценарием № 1 были получены ожидаемые значения нагрузки на центральный сервер системы ВКС за 13-часовой период, соответствующий продолжительности стандартного внутрисуточного цикла активного использования информационных систем в компании. Полученные результаты представлены на рис. 2.



а



б



в

Рис. 2. Результаты моделирования сценария № 2:

а – средняя величина нагрузки на центральный сервер; б – относительное значение средней величины нагрузки на центральный сервер в сравнении с максимально допустимыми значениями; в – величина нагрузки в течение дня, характеризующего максимальным пиковым значением нагрузки на вычислительные мощности

Fig. 2. The simulation results of scenario 2:

а – An average load on the central server; б – A relative value of the average load on the central server in comparison with the maximum permissible values; в – The load value during the day characterized by the maximum peak load on the computing power

По аналогии с предыдущим случаем, в данном эксперименте также было проведено 100 имитаций, и для каждой из них была выполнена оценка величины нагрузки на доступные вычислительные мощности. В соответствии с результатами имитационного моделирования, представленными на рис. 2, было выявлено, что вероятность отказа системы в течение рабочего дня равна единице. Таким образом, можно сделать вывод, что требуемая конфигурация системы ВКС не может быть размещена на имеющемся у компании оборудовании. Во время повышенной активности пользователей используемое оборудование не сможет справиться с нагрузкой, вследствие чего функционирование системы будет нарушено.

Сценарий № 3. Рассматривается крупная международная организация, ориентированная на взаимодействие с большим числом пользователей и заинтересованная в сборе аналитики преимущественно о потребителях.

Таблица 3

Table 3

Выбранные значения критериев в рамках сценария № 3

Selected Criteria Values in Scenario 3

Критерий	Значение критерия
Число сотрудников	До 100000
Преимущественные форматы коммуникаций в компании	Преимущественно дистанционные выступления
Уровень аналитики по умолчанию	Идентификация пользователей
Ограничения по формату участия по умолчанию	Аудио подключение или же видеосвязь
Уровень аналитики по умолчанию по видам бесед	
Совещание	Аналитика отсутствует
Выступление	Идентификация пользователей
Ограничение по максимально допустимому числу участников по видам бесед	
Совещание	15 человек
Выступление	150 человек
Доля отдельных групп пользователей в общем числе сотрудников	
Менеджмент	6 %
Посетители	85 %
Технические специалисты	9 %
Уровень аналитики по умолчанию по группам пользователей	
Менеджмент	Идентификация пользователей
Посетители	Глубокая аналитика
Технические специалисты	Идентификация пользователей
Число специальным образом отслеживаемых пользователей	900
Уровень аналитики по специальным образом отслеживаемым пользователям	Глубокая аналитика
Доступные вычислительные мощности	200 гигафлопс

Были определены ожидаемые значения нагрузки на центральный сервер системы ВКС за 13-часовой период, соответствующий продолжительности стандартного внутрисуточного цикла активного использования информационных систем в компании. Полученные результаты представлены на рис. 3.



Рис. 3. Результаты моделирования сценария № 3:

a – средняя величина нагрузки на центральный сервер; *б* – относительное значение средней величины нагрузки на центральный сервер в сравнении с максимально допустимыми значениями; *в* – величина нагрузки в течение дня, характеризующего максимальным пиковым значением нагрузки на вычислительные мощности

Fig. 3. The results of the simulation scenario 3:

a – An average load on the central server; *b* – A relative value of the average load on the central server in comparison with the maximum allowable values; *c* – The load value during the day characterized by the maximum peak load on the computing power

По аналогии с предыдущим случаем, в данном эксперименте было проведено 100 имитаций, и для каждой из них была выполнена оценка величины нагрузки на доступные вычислительные мощности. Результаты, представленные на графиках выше, демонстрируют, что требуемую конфигурацию системы ВКС не следует размещать на имеющемся у компании оборудовании, поскольку во время наибольшей активности пользователей система с достаточно высокой вероятностью (41 %) будет выходить из строя, несмотря на то что в остальное время система будет успешно функционировать в штатном режиме.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанная модель, имитирующая нагрузку на центральный сервер системы ВКС, способна учесть достаточно широкое число параметров, что было продемонстрировано на примере трех сценариев, учитывающих различную конфигурацию системы и требования, предъявляемые к ней с точки зрения количества пользователей, формата коммуникации, а также анализа видеопотоков. Данная модель не только имитирует функционирование системы ВКС при различных пользовательских настройках, но и позволяет устанавливать системные параметры, а потому вполне пригодна для полноценного применения на практике.

Разработанная модель предусматривает возможность дальнейшего расширения списка параметров. В частности, можно учесть большее число потенциально возможных действий пользователей, например, нагрузку, связанную с отправкой файлов и прочих данных между пользователями в рамках отдельной беседы, а также посредством расширения используемых шкал для различных показателей. Также может быть расширен список полномочий администраторов бесед, что позволит учитывать локальные корректировки настроек системы ВКС на уровне бесед, в частности, учитывать возможности временной блокировки отдельных возможностей у отдельно взятых пользователей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Dalal S., Chhillar R.S. Case studies of most common and severe types of software system failure // International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering. – 2012. – Vol. 2, N 8. – P. 341–347.
2. Weyuker E.J., Vokolos F.I. Experience with performance testing of software systems: issues, an approach, and case study // IEEE Transactions on Software Engineering. – 2000. – Vol. 26, N 12. – P. 1147–1156.
3. Firefox download stunt sets record for quickest meltdown [Electronic resource]. – URL: <http://www.siliconbeat.com/2008/06/17/firefox-download-stunt-sets-record-for-quickest-meltdown/> (accessed: 26.03.2019).
4. Cheng J. Steve Jobs on MobileMe [Electronic resource]. – URL: <http://arstechnica.com/journals/apple.ars/2008/08/05/steve-jobs-on-mobileme-the-full-e-mail> (accessed: 26.03.2019).
5. Jiang Z.M., Hassan A.E. A survey on load testing of large-scale software systems // IEEE Transactions on Software Engineering. – 2015. – Vol. 41, N 11. – P. 1091–1118.
6. Ho C.-W., Williams L., Anton A.I. Improving performance requirements specification from field failure reports // Proceedings of the 15th IEEE International Requirements Engineering Conference RE'07. – New Delhi, India, 2007. – P. 79–88.
7. Ho C.-W., Williams L., Robinson B. Examining the relationships between performance requirements and “not a problem” defect reports // Proceedings of the 16th IEEE International Requirements Engineering Conference RE'08. – Barcelona, Spain, 2008. – P. 135–144.
8. Avritzer A., Bondi A.B. Resilience assessment based on performance testing // Resilience Assessment and Evaluation of Computing Systems. – Berlin; Heidelberg: Springer, 2012. – P. 305–322.
9. Карнов Ю.Г. Имитационное моделирование систем. – СПб.: БХВ-Петербург, 2009.
10. Praehofer H. System theoretic formalisms for combined discrete-continuous system simulation // International Journal of General System. – 1991. – Vol. 19, N 3. – P. 226–240.
11. Архитектурные решения интеграции модуля видеоконференц-связи в киберфизическое интеллектуальное пространство / Е.Ю. Карасёв, И.В. Ватаманюк, А.И. Савельев, А.Л. Ронжин // Информационно-управляющие системы. – 2018. – № 1. – С. 2–10.

12. Левоневский Д.К., Ватаманюк И.В., Савельев А.И. Многомодальная информационно-навигационная облачная система МИНОС для корпоративного киберфизического интеллектуального пространства // Программная инженерия. – 2017. – Т. 8, № 3. – С. 120–128.
13. Androutsellis-Theotokis S., Spinellis D. A survey of peer-to-peer content distribution technologies // ACM Computing Surveys (CSUR). – 2004. – Vol. 36, N 4. – P. 335–371.
14. Representing and reasoning about web access control policies / G.J. Ahn, H. Hu, J. Lee, Y. Meng // 2010 IEEE 34th Annual Computer Software and Applications Conference. – Seoul, Korea, 2010. – P. 137–146.
15. Левоневский Д.К. Формализация сценариев функционирования интеллектуального пространства с помощью темпоральной логики действий // Перспективные направления развития отечественных информационных технологий: материалы III межрегиональной научно-практической конференции. – Севастополь, 2017. – С. 86–88.
16. Levonevskiy D., Vatamaniuk I., Savelyev A. Integration of corporate electronic services into a smart space using temporal logic of actions // Lecture Notes in Computer Science. – 2017. – Vol. 10459. – P. 134–143.

Яковлев Роман Никитич, младший научный сотрудник лаборатории автономных робототехнических систем Санкт-Петербургского института информатики и автоматизации Российской академии наук. Основное направление научных исследований: киберфизические системы, средства интеллектуального анализа и обработки данных. Имеет более 7 публикаций. E-mail: iakovlev.r@mail.ru

Yakovlev Roman Nikitich, a junior research officer at the laboratory of Autonomous Robotic Systems in the St. Petersburg Institute for Informatics and Automation of the Russian Academy of Sciences. His research interests are focused on cyber-physical systems and data mining and processing tools. He is the author of 7 publications. E-mail: iakovlev.r@mail.ru

DOI: 10.17212/1814-1196-2019-1-125-140

A simulation model for estimating the computational load on the central server of a videoconferencing system*

R.N. YAKOVLEV

St. Petersburg Institute for Informatics and Automation RAS, 39, 14-th Line V.O., St. Petersburg, 199178, Russian Federation
iakovlev.r@mail.ru

Abstract

Nowadays many problems arise in various fields such as organization of production, supply or maintenance, transportation, staff planning, planning the supply of resources and equipment, and the use of simulation models to solve them has become widespread.

In this study, a model that simulates functioning of a videoconferencing system and allows assessing the load on the central server of this system was developed. The paper describes a videoconferencing system designed to organize parallel communications between different groups of users as well as its capabilities. The developed simulation model takes into account various system configuration parameters and requirements such as the number of users served, the format of communications, and the analysis of video streams. The model allows calculating the computing power required for the stable system work when implementing various operating scenarios based on the results of the load assessment on the central server of video conferencing system. The scenarios studied include the use of a videoconferencing system, both within a small company that did not impose high requirements on the analysis of the negotiation process, and within a large transnational company that imposes high requirements on the analytics of consumers connected to the videoconferencing system. The proposed solution meets the criteria for scalability and provides a possibility to take into account a greater number of possible actions made by users and by administrators of videoconferencing systems.

Keywords: Information systems, teleconferencing, videoconferencing, simulation modeling, system testing, client-server architecture, load testing, quality of service, QoS

* Received 12 October 2018.

REFERENCES

1. Dalal S., Chhillar R.S. Case studies of most common and severe types of software system failure. *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*, 2012, vol. 2, no. 8, pp. 341–347.
2. Weyuker E.J., Vokolos F.I. Experience with performance testing of software systems: issues, an approach, and case study. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 2000, vol. 26, no. 12, pp. 1147–1156.
3. *Firefox download stunt sets record for quickest meltdown*. Available at <http://www.siliconbeat.com/2008/06/17/firefox-download-stunt-sets-record-for-quickest-meltdown/> (accessed 26.03.2019).
4. Cheng J. *Steve Jobs on MobileMe*. Available at: <http://arstechnica.com/journals/apple.ars/2008/08/05/steve-jobs-on-mobileme-the-full-e-mail> (accessed 26.03.2019).
5. Jiang Z.M., Hassan A.E. A survey on load testing of large-scale software systems. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 2015, vol. 41, no. 11, pp. 1091–1118.
6. Ho C.-W., Williams L., Anton A.I. Improving performance requirements specification from field failure reports. *Proceedings of the 15th International Requirements Engineering Conference RE'07*, New Delhi, India, 2007, pp. 79–88.
7. Ho C.-W., Williams L., Robinson B. Examining the relationships between performance requirements and “not a problem” defect reports. *Proceedings of the 16th IEEE International Requirements Engineering Conference RE'08*, Barcelona, Spain, 2008, pp. 135–144.
8. Avritzer A., Bondi A.B. Resilience assessment based on performance testing. *Resilience Assessment and Evaluation of Computing Systems*. Berlin, Heidelberg, Springer, 2012, pp. 305–322.
9. Karpov Yu.G. *Imitatsionnoe modelirovanie sistem* [Simulation modeling systems]. St. Petersburg, BHV-Petersburg Publ., 2009.
10. Praehofer H. System theoretic formalisms for combined discrete-continuous system simulation. *International Journal of General System*, 1991, vol. 19, no. 3, pp. 226–240.
11. Karasev E.Yu., Vatamaniuk I.V., Saveliev A.I., Ronzhin A.L. Arkhitekturnye resheniya integratsii modulya video-konferents-svyazi v kiberfizicheskoe intellektual'noe prostranstvo [Architectural solutions for integrating a video conferencing module into cyberphysical intelligent space]. *Informatsionno-upravlyayushchiesistemy. Informatsionno-upravlyayushchie sistemy – Information and Control Systems*, 2018, no. 1, pp. 2–10.
12. Levonevskiy D.K., Vatamaniuk I.V., Saveliev A.I. Mnogomodal'naya informatsionno-navigatsionnaya oblachnaya sistema MINOS dlya korporativnogo kiberfizicheskogo intellektual'nogo prostranstva [MINOS multimodal information and navigation cloud system for the corporate cyber-physical smart space]. *Programmnaya inzheneriya – Software Engineering*, 2017, no. 3, pp. 120–128.
13. Androutsellis-Theotokis S., Spinellis D. A survey of peer-to-peer content distribution technologies. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 2004, vol. 36, no. 4, pp. 335–371.
14. Ahn G.J., Hu H., Lee J., Meng Y. Representing and reasoning about web access control policies. *2010 IEEE 34th Annual Computer Software and Applications Conference*, Seoul, Korea, 2010, pp. 137–146.
15. Levonevskiy D.K. [Formalization of scenarios for the functioning of the intellectual space using temporal logic of actions]. *Perspektivnye napravleniya razvitiya otechestvennykh informatsionnykh tekhnologii: materialy III mezhregional'noi nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Advanced national information systems and technologies. Materials of the III Interregional Scientific and Practical Conference], Sevastopol, 2017, pp. 86–88. (In Russian).
16. Levonevskiy D., Vatamaniuk I., Saveliev A. Integration of corporate electronic services into a smart space using temporal logic of actions. *Lecture Notes in Computer Science*, 2017, vol. 10459, pp. 134–143.

Для цитирования:

Яковлев Р.Н. Имитационная модель оценивания вычислительной нагрузки на центральный сервер системы видеоконференц-связи // Научный вестник НГТУ. – 2019. – № 1 (74). – С. 125–140. – DOI: 10.17212/1814-1196-2019-1-125-140.

For citation:

Iakovlev R.N. Imitatsionnaya model' otsenivaniya vychislitel'noi nagruzki na tsentral'nyi server sistemy videokonferents-svyazi [Simulation model for estimating the computational load on central server of the videoconferencing system] *Nauchnyi vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta – Science bulletin of the Novosibirsk state technical university*, 2019, no. 1 (74), pp. 125–140. DOI: 10.17212/1814-1196-2019-1-125-140.

ISSN 1814-1196, <http://journals.nstu.ru/vestnik>
 Science Bulletin of the NSTU
 Vol. 74, No 1, 2019, pp. 125–140