

## Облачное моделирование для проведения имитационных исследований с применением GPSS World

В.В. Девятков (Институт информатики АН РТ)

Описывается система моделирования облачного типа, построенная на основе усовершенствованной методологии имитационных моделей и концептуальной модели системы автоматизации имитационных исследований (САИИ). Представлены различные варианты архитектуры организации исследования с использованием специализированных сервисов. Описываются действующие сервисы системы – моделирующее ядро, хранилище исходных данных и результатов, серверное и клиентское программное обеспечение, а также разрабатываемые аналитические сервисы.

Ключевые слова: имитационное моделирование, облачные технологии, Internet, Web-сервисы, мобильные платформы.

### Введение

Современные тенденции распределенной работы, складывающиеся в ИТ сфере и развитие облачных технологий, способствуют реализации двух принципов усовершенствованной методологии имитационных вычислений сложных систем (ИИСС) [1] — распределение вычислений в процессе проведения имитационных исследований и коллективного проведения исследований. Это означает, что исследователь (разработчик) больше не привязан к своему рабочему месту. Он, используя возможности Internet, может работать там, где ему необходимо или удобно находиться (командировка, дом, территория заказчика и т.д.). При этом он имеет доступ к программным инструментам, которыми он привык пользоваться. Разработчик может использовать любое мобильное вычислительное устройство (ноутбук, планшет, телефон), которое наилучшим образом подходит для проведения исследования.

Особенно этот факт полезен, когда разработчик находится на территории заказчика (например, в цехе, офисе или на пром. площадке), где он собирает необходимые для моделирования данные, разрабатывает модель, проводит исследование или обучает специалистов заказчика.

Зачастую процесс ИИСС ведут несколько разработчиков, которые могут находиться на значительном расстоянии друг от друга. В таких случаях возникают ситуации, когда нет возможности встретиться. Использование облачных технологий позволит им совместно работать и иметь на руках актуальные данные и результаты, где бы они ни находились. Разработчики языков и систем имитационного моделирования постепенно начинают присматриваться к облачным технологиям. На сегодняшний день законченный и готовый к применению вариант облачной системы имеет система моделирования ExtendSim. В ней реализован ряд сервисов, включая разработку модели, экспериментирование, базу данных и результатов. Другие ведущие разработчики еще не выпустили коммерческих вариантов для облачных сервисов.

Разработка проекта GPSS Cloud ведется автором и его коллегами уже несколько лет. Данный проект реализуется в рамках совершенствования профессиональной системы автоматизации имитационных исследований (САИИ) — «Расширенный редактор

GPSS World» [2, 3]. Рассмотрим текущее состояние проекта, существующий инструментарий, которым разработчики могут пользоваться уже сегодня, а что ожидается в ближайшее время. При этом сформулируем новые требования к системам подобного типа.

### Классификация систем облачного моделирования

Кроме разделения по областям применений, САИИ можно классифицировать и по используемой архитектуре вычислений: мейнфрейм (системы разделения времени); персональные САИИ (уровень одного компьютера); сетевые САИИ (однородные распределенные вычисления в рамках LAN); распределенные САИИ (гетерогенные вычисления в WAN/Internet, включая GRID-системы); облачные САИИ.

Отдельно также можно выделить высокопроизводительные САИИ, использующие мощности вычислительных кластеров и суперкомпьютеров других архитектур для выполнения сложных параллельных вычислений.

Облачные САИИ, таким образом, являются последним (в настоящий момент) логическим шагом в развитии процесса проведения ИИСС в части организации вычислений. Применение облачных вычислений в САИИ позволит обеспечить повсеместный доступ к проведению сложных имитационных исследований на любом его этапе в соответствии с имеющимися полномочиями. Облачные САИИ реализуют концепцию «Имитационные исследования как услуга»: эта услуга «генерируется» в дата-центре и распространяется через Internet на компьютеры и мобильные устройства исследователей, такие как планшеты. По типу клиентской (пользовательской) части облачные САИИ можно разбить на настольные (ПК, ноутбук), мобильные (Internet-планшет) и Web-САИИ (Web-браузер).

В самом общем виде архитектуру облачной системы моделирования можно изобразить в сервис-ориентированной конфигурации (рис. 1).

В проекте GPSS Cloud создана облачная САИИ настольного типа. С точки зрения доступа к ней пользователей используемое в системе облако можно отнести к разряду публичных. Структурно в состав этой системы входит серверная часть с набором сервисов и клиентская часть, позволяющая формировать запросы для использования этих сервисов в процессе

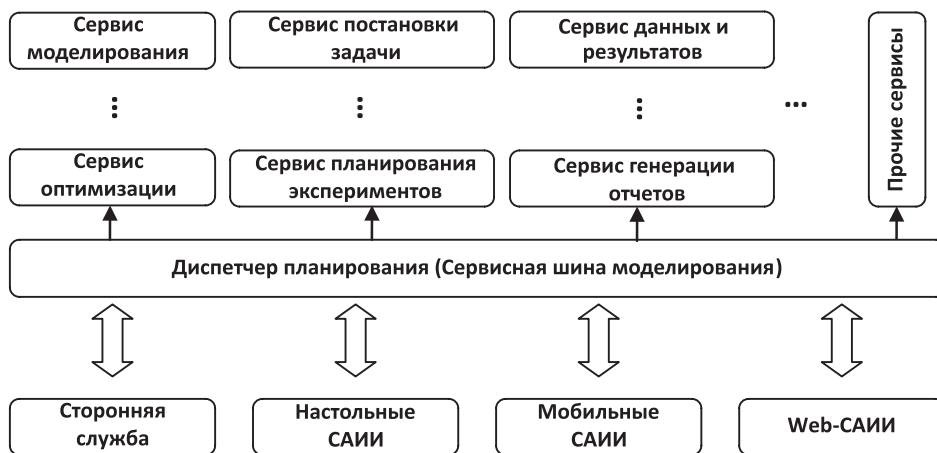


Рис. 1. Сервис-ориентированная архитектура GPSS Cloud

ИИСС на компьютере пользователя. В состав сервисной части должны входить сервисы, обеспечивающие полное и адекватное проведение всего цикла ИИСС. Все сервисы можно разделить на три группы: сервисы создания модели и экспериментирования, сервисы исходных данных и результатов, аналитические сервисы (постановка задачи, планирования экспериментов, оптимизация, генерация отчета об исследовании и др.). В текущей версии GPSS Cloud реализованы сервисы моделирования и сервисы исходных данных и результатов. Рассмотрим их более подробно.

#### Сервисы исходных данных и результатов

При создании и использовании любой, более или менее сложной модели требуются всевозможные исходные данные: текстовые документы (техническое задание, технический проект, акты согласования, запросы и т. д.); файлы с данными (Word, Excel, и т. д.), файлы модели и другие источники и рабочие материалы. По завершению моделирования накапливаются большие объемы информации с результатами экспериментов, которые последовательно дополняются аналитическими материалами, создаваемыми исследователем по итогам анализа этих результатов.

Для своевременного использования информации в процессе проведения ИИСС необходимо обеспечить эффективные способы ее сбора, хранения и обработки. Идеальным местом для этих целей является корпоративная база данных или облачное хранилище, обеспечивающие доступ к данным с любого устройства, подключенного к сети, и предоставляющие общий доступ к файлам нескольким участникам проведения ИИСС.

Связь с хранилищем обеспечивается через сервис данных и результатов. Это дает сразу несколько преимуществ:

- устраняется зависимость от конкретного варианта физического хранения данных на сервере. Основой хранилища может быть СУБД (например, MS SQL Server, MySQL) или файловая структура;

- появляется возможность подключаться к одному сервису с различных устройств и различных видов приложений (например, настольные приложения, расширенный редактор GPSS, редактор форм, Web-браузер);

- достигается гибкость настройки и контроля параметров доступа и других параметров безопасности, так как предполагается, что пользователи могут подключаться к сервису через Internet по небезопасным каналам передачи данных (HTTP), соединение шифруется с использованием SSL/TLS.

Также для работы с сервисом каждый пользователь должен будет зарегистрироваться в системе;

- реализуется сложная логика обработки данных на сервере и создается классическая трехзвенная архитектура, используемая для работы с данными, с учетом предполагаемой возможности подключения мобильных устройств;

- создается система контроля версий для обеспечения одновременной работы с моделью нескольких разработчиков. Это решает проблему «незамеченных» изменений и помогает при разрешении конфликтов, связанных с несовместимыми изменениями модели несколькими разработчиками.

Облачное хранилище и сервисы моделирования размещаются на серверах в локальной организации исследователя или в глобальной сети Internet.

#### Сервисы моделирования

Вторым важнейшим элементом системы облачного моделирования является сервис моделирования, который отвечает за исполнение моделей. В отличие от сервиса данных, работа сервиса моделирования может привести к значительным нагрузкам на процессор сервера в зависимости от размера и характера моделей, которые будут на нем выполняться. Это связано с тем, что практические модели очень сложны и с ними исследователь может проводить очень большое число экспериментов. Поэтому таких сервисов может быть несколько, и желательно их разместить на выделенном сервере или группе серверов.

Кроме самого сервиса моделирования, в состав программного обеспечения должен входить программа-диспетчер, которая обеспечивает следующие функции:

- формирование, систематизацию и хранение очередей с запросами на моделирование (эксперимент или серия экспериментов);
- выборка из очереди (планирование последовательности исполнения) запросов по различным алго-

ритмам (FIFO, LIFO, по приоритету, объему вычислений и др.);

- направление запроса на один из доступных сервисов моделирования в соответствии с установленными критериями выбора (признаку занятости, мощности, наличию других ресурсов и т. д.);
- организация планирования и передачи результатов экспериментов;
- обеспечение надежности передачи результатов при сбоях в каналах связи.

В организуемом облаке моделирования программа-диспетчер должна быть одна. На рис. 2 и 3 приведены примеры облачной системы моделирования GPSS Cloud, включающей один и несколько серверов.

Для организации моделирования с одним сервером на нем необходимо установить моделирующее ядро — систему GPSS World и сервис моделирования (на рисунке пиктограмма с буквой «s»), а также расширенные редакторы на клиентских компьютерах (на рисунке пиктограмма с буквой «e»).

Если возможностей одного сервера недостаточно, можно задействовать для моделирования несколько дополнительных серверов. В этом случае на каждый из них необходимо установить моделирующее ядро — систему GPSS World и специальный сервис моделирования, которые регистрируются в основном сервисе-диспетчере (на рисунке пиктограмма с буквой «s»). Заявки от клиентов принимает только основной сервис-диспетчер, который равномерно распределяет их по сервисам моделирования (на рисунке пиктограмма с буквой «w»). В зависимости от настроек основной сервер также может выполнять моделирование или заниматься исключительно диспетчеризацией задач.

В настоящее время разработан корпоративный вариант сервиса моделирования. Он позволяет организовывать моделирование как на одиночном сервере, так и на группе серверов в рамках корпоративной локальной сети. Ограничение на использование в корпоративной сети вызвано используемой политикой безопасности. Для защиты передаваемых между клиентами и сервисом данных соединение шифруется. Для управления клиентами и разграничения доступа используется система аутентификации ОС Windows. Ничто не запрещает предоставлять корпоративный сервис для моделирования удаленным клиентам по Internet. Но в этом случае соединения между сервисом и клиентом не будут защищены.



Рис. 2. Вариант с одним сервером

пользователям облачной системы моделирования необходимо будет иметь лишь базовые представления о них, так как все соединения и вычисления выполняются автоматически и не требуют его настроек и ручного вмешательства.

В то же время все сервисы должны иметь общую точку (программу) доступа, чтобы участники имитационного исследования могли подключиться через эту программу к любому сервису как с ПК, так и с мобильных устройств.

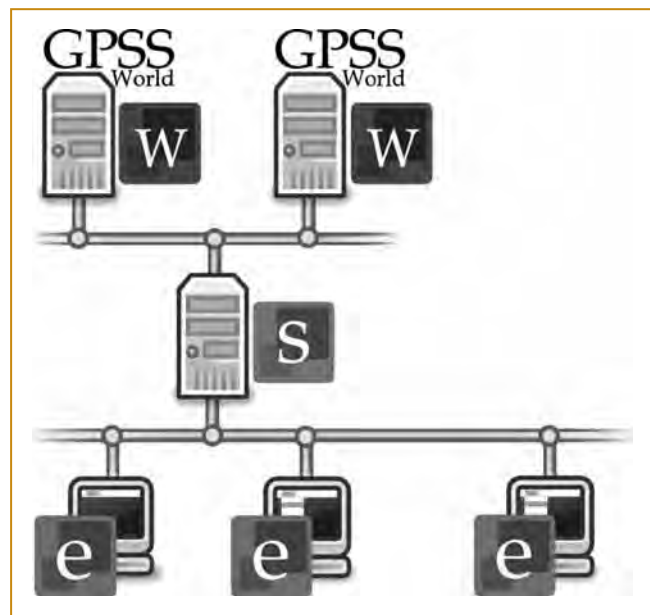


Рис. 3. Вариант с несколькими серверами

На сегодняшний день в проекте GPSS Cloud клиентскими приложениями являются расширенный редактор GPSS и редактор форм, которые уже интегрированы с сервисом моделирования и частично с сервисом данных. Пользователю достаточно авторизоваться в системе, и он получает доступ к данным и возможностям платформы так, как если бы работал локально на своем компьютере. Соединения с сервисами являются для него безопасными и прозрачными. Постепенно на серверную часть будут переноситься другие сервисы, реализующие все этапы процесса ИИСС.

#### Практическое использование

Расширенный редактор с облачными сервисами распространяется коммерчески. Все сервисы, диспетчер и коммерческие лицензии GPSS World размещены на общедоступном сервере в сети Internet. С использованием расширенного редактора проведен ряд практических разработок по транспортной логистике и промышленному моделированию. Например, в этой системе реализовано имитационное приложение «Анализ транспортной логистики Универси-

#### Клиентское ПО

Каждый из перечисленных выше сервисов играет свою роль в имитационном исследовании. Они взаимосвязаны и требуют согласованной работы. Однако достоинством облачных технологий является то, что



ады-2013», что позволило координировать и синхронизировать разработчиков проекта, территориально удаленных друг от друга. В весеннем семестре 2014 г. лабораторные занятия в Казанском научно-исследовательском техническом университете им. А. Н. Туполева проводились с использованием расширенного редактора с облачными сервисами. Результаты эксплуатации показали оперативный отклик системы при работе с сервисом данных и сервисом моделирования. При этом студенты и преподаватель имеют возможность в удаленном режиме (например, из дома) выполнять и проверять задания.

#### Перспективы развития систем облачного моделирования

Перечислим основные направления развития проекта GPSS Cloud.

*Полный охват сервисами всего процесса ИИСС.* Создание модели и проведение экспериментов является лишь частью процесса ИИСС. Известны еще как минимум девять этапов, которые желательно автоматизировать и включить в состав облачной системы моделирования, например, решение оптимизационных задач по результатам серий экспериментов с моделью. Поэтому естественным дополнением существующих сервисов являются аналитические сервисы для решения постановочных, оптимизационных и других математических и аналитических задач, возникающих в процессе ИИСС.

*Разработка мобильных САИИ.* В долгосрочной перспективе рассматривается перевод части функциональных возможностей на Web- и мобильные платформы, чтобы участники имитационного исследования могли разрабатывать модель не только на ПК и ноутбуках, но и на мобильных устройствах.

Представленная система облачного моделирования призвана расширить возможности профессиональных разработчиков имитационных моделей на языке GPSS World. Она состоит из набора взаимосвязанных сервисов (данных, моделирования, аналитики), предоставляющих инструменты, необходимые на различных этапах имитационного исследования. В совокупности сервисы призваны дать разработчику весь необходимый инструментарий для проведения имитационного исследования.

Использование в будущем Web-браузера и мобильных приложений позволит пользователям с наименьшими усилиями проводить имитационные исследования. Им не придется устанавливать и настраивать систему на свое рабочее место.

Использование облачных технологий позволяет расширить круг пользователей имитационных моделей и сократить время исследования, а проведение процесса ИИСС становится как никогда простым для обычного непрофессионального пользователя.

#### Список литературы

1. *Девятков В.В.* Методология и технология имитационных исследований сложных систем // М.: Вузовский учебник: ИНФРА-М. 2013. 448 с.
2. *Девятков В.В.* Расширенный редактор GPSS World: основные возможности // М.: Издание ООО «Принт-сервис». 2013. 143 с.
3. *Devyatkov V.V., Vlasov S.A., Devyatkov T.V.* Cloud Technology in Simulation Studies: GPSS Cloud Project [текст] // Proceedings of the 7th IFAC Conference on Manufacturing Modeling, Management, and Control, 2013. Saint Petersburg, Russia, June 19-21. IFAC Proceedings Volumes. Series Title: Manufacturing Modeling, Management, and Control, Volume 7 | Part 1. P.637-641. ISBN: 978-3-902823-35-9.

*Девятков Владимир Васильевич — канд. техн. наук, заместитель директора по научной работе Института информатики АН РТ.  
Контактный телефон (843) 292-38-67.  
E-mail: vladimir@elina-computer.ru*

#### Системы распознавания VOCORD теперь умеют фиксировать людей, скрывающих лица от камер

Российская компания Вокорд — один из ведущих разработчиков и производителей интеллектуальных систем видеонаблюдения и аудиорегистрации — «научила» свою систему 2D-распознавания лиц VOCORD FaceControl выявлять людей, скрывающих свои лица от камер наблюдения. Эта функция, построенная на инновационных принципах 3D-зрения, реализована отделом разработок компании в рамках новой стратегии, предусматривающей значительное расширение возможностей продуктовой линейки VOCORD.

Для большинства систем распознавания людей, скрывающие лица (например, отворачиваясь от камеры, надевая темные очки или закрывая лицо козырьком), представляют серьезную проблему. Ведь когда лица не видно, такие системы просто не фиксируют самого человека, а это существенно снижает их эффективность в местах массового скопления людей (на транспортных узлах, в супермаркетах, торговых центрах и др.). Новая функция системы VOCORD FaceControl 2D позволяет качественно решить эту проблему, прежде всего, за счет примене-

ния нового метода детектирования появления человека в зоне контроля.

Принцип работы системы распознавания лиц VOCORD FaceControl 2D следующий: в зоне контроля устанавливаются сразу две камеры, работающие в синхронном режиме и образующие стереопару. Когда человек появляется в данной зоне, по изображению от стереопары производится 3D-реконструкция объекта в режиме реального времени. При этом «обмануть» систему VOCORD FaceControl 2D, пройдя мимо нее незамеченным, теперь практически невозможно, и такие факторы, как солнцезащитные очки, макияж, сильно наклоненная голова или взгляд в сторону (словом, традиционные методы «обмана» камеры) больше не работают. Более того, если система зафиксировала человека, но не «поймала» его лицо, она автоматически подает сигнал тревоги. Особо отметим высокую достоверность распознавания лиц системы VOCORD FaceControl 2D, которая, в частности, достигается за счет снимков, сделанных двумя камерами с разных ракурсов.

[Http://www.vocord.ru](http://www.vocord.ru)