

ЕДИНАЯ ОБЛАЧНАЯ ИМИТАЦИОННАЯ СРЕДА GPSS CLOUD**В. В. Александров (Казань)****Введение**

Имитационные исследования являются сложным по сути и длительным по времени процессом, который требует множества вычислений, в том числе распределенных. Выделяют несколько этапов имитационных исследований: постановка задачи, сбор и обработка данных, разработка и корректировка модели, моделирование, накопление результатов, планирование экспериментов, анализ результатов, документирование и хранение результатов. Для проведения таких исследований создаются различные системы автоматизации имитационных исследований (САИИ). С точки зрения вычислительной мощности САИИ можно классифицировать следующим образом: автономные САИИ (отдельная виртуальная или физическая машина), сетевые САИИ в LAN (однородные распределенные вычисления), распределенные САИИ в WAN/Internet (гетерогенные вычисления, включая GRID-системы), высокопроизводительные САИИ (суперкомпьютеры и вычислительные кластеры), гибридные САИИ (распределенные GRID-вычисления и суперкомпьютеры). Необходимость организации распределенных вычислений в САИИ обуславливается высокой сложностью моделей и большим объемом исходных данных.

Предлагаемый облачный подход к построению САИИ позволяет существенно упростить и унифицировать проведение имитационных исследований для конечных пользователей, образуя единую имитационную среду (ЕИС). ЕИС абстрагирует пользователя от особенностей выполнения имитационных исследований и является инвариантной по отношению к оконечному аппаратному и программному обеспечению. Отличительным достоинством ЕИС являются минимальные требования к пользовательскому оборудованию – для проведения самых сложных имитационных исследований достаточно самого простого Интернет-планшета.

В статье последовательно рассматриваются сервис-ориентированный подход (SOA) к разработке САИИ, особенности построения облачных SOA-приложений, структура и возможности облачной САИИ на основе GPSS World.

Сервис-ориентированный подход к разработке САИИ

Сервис-ориентированная архитектура (SOA) – современный подход к разработке распределенных модульных приложений, основанный на выделении в качестве элементарных блоков приложения IT-служб (сервисов), взаимодействующих между собой посредством обмена стандартизированными сообщениями через вычислительную сеть. За счет стандартизации интерфейса служб и использования вычислительной сети в качестве "связующего элемента", построенные на принципах SOA приложения являются гетерогенными и распределенными в том смысле, что принципы внутреннего построения и надлежащей архитектуры отдельных служб являются несущественными, как и их физическое нахождение. Службы являются автономными и многократно используемыми.

На рис. 1 приведена архитектура распределенного SOA-приложения для моделирования движения воздушных судов в аэродромном воздушном пространстве [1] – указаны технологии реализации отдельных служб и физическое их местоположение. Служба ИМ здесь является программным интерфейсом облачной имитационной среды, программные и аппаратные особенности которой скрыты от разработчика.

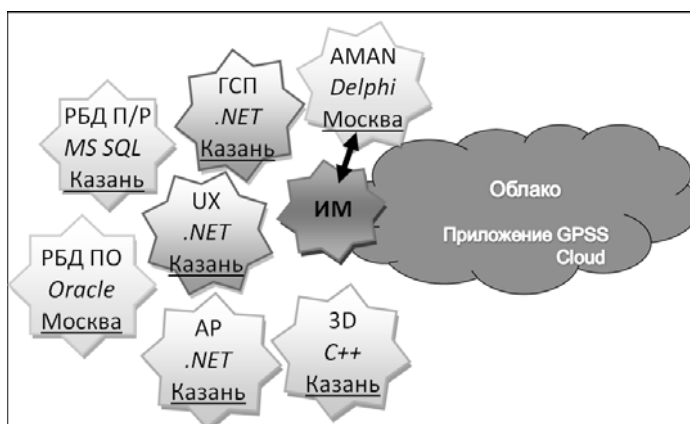


Рис. 1. Пример построения SOA-приложения:

РБД ПО – распределенная БД предметной области; БД П/Р – БД проектов и результатов;
 АР – анализ результатов; ИМ – имитационное моделирование;
 УХ – интерфейс пользователя; АМАН – внешняя служба, выполняющаяся в согласовании с
 ИМ; ГСП – генерация случайных потоков

Несмотря на стандартную структуру сообщений, которыми обмениваются службы, имеются некоторые отличия в формате передаваемых данных (XML, JSON, двоичные данные) и транспортном протоколе (HTTP, TCP). Поэтому необходимо применять шаблон сервисной шины ESB (Enterprise Service Bus) [2].

ESB – особый способ построения SOA-решений, при котором службы, составляющие приложение, развертываются вокруг сервисной шины, образующей среду для взаимодействия служб. Если SOA-приложение рассмотреть как оверлейную сеть, образованную над вычислительной сетью, то сервисная шина выступает здесь в роли сетевого коммутатора, выполняющего две основные функции – маршрутизацию и преобразование протокола передачи данных. Дополнительно ESB может выполнять функцию балансировки нагрузки. ESB реализуется в виде одной или нескольких равноправных служб, называемых ESB peers. Обращение клиентов к функциям облачного приложения реализуется через сервисную шину (служба ИМ на рис. 1).

Особенности построения облачных САИИ

Облачные вычисления – особый вид удаленных «вычислений по требованию» (utility computing), представляющий собой IT-среду, которая позволяет разрабатывать и использовать *облачные службы*, доставляемые с помощью SOA. Под облаком понимается виртуальная сущность наподобие Интернет-сервера, предоставляющая "ПО как услугу" (Software as a Service – SaaS) в виде SOA-стандартизированной облачной службы, являющейся интерфейсом облачного приложения, построенного на архитектурах multi-tenancy и виртуализации. Архитектура «Multi-tenancy» означает, что один экземпляр приложения обслуживает множество пользователей (1:M), в идеале всех пользователей [3]. Это позволяет достичь масштабируемости, надежности, эффективности и низкой себестоимости.

Облачное приложение – композитное приложение, размещенное в облаке и состоящее из служб, взаимодействующих между собой в соответствии с каким-либо шаблоном проектирования SOA, например ESB.



Рис. 2. Упрощенная реализация облачного SaaS-моделирования

Приведенная на рис. 2 архитектура является упрощенной реализацией облачного моделирования по концепции SaaS на основе SOA/ESB. Интерфейсом облачного приложения служит имитационная сервисная шина (SSB), являющаяся связующим звеном между клиентскими приложениями и бизнес-логикой облачной среды. Под клиентскими приложениями здесь понимаются различные типы САИИ. Все САИИ являются облачными в том смысле, что полный свой функционал по проведению имитационных исследований реализуют только при «подключении» к облаку. Однако по типу клиентской (пользовательской) части их можно разбить на классические САИИ для настольных ПК и ноутбуков, мобильные САИИ для Интернет-планшетов, веб-САИИ, реализованные в виде веб-приложений, и кросс-платформенные САИИ.

Имитационная сервисная шина перенаправляет запросы от различных типов САИИ к соответствующим службам моделирования или службам других этапов имитационных исследований. SSB также способствует передачи данных в реальном масштабе времени (РМВ) между облачным приложением и САИИ – управление процессом моделирования и вывод текущего состояния моделирования. Последнее особенно актуально для динамической визуализации моделируемого процесса.

Облачная САИИ может быть реализована в двух вариантах – обычное публичное облако (public cloud), доступное через Интернет, и частное облако (private cloud), доступное в корпоративной или локальной сети.

Структура и возможности GPSS Cloud

GPSS Cloud является концепцией облачного моделирования, использующей GPSS World в качестве языка моделирования. Другими словами, это облачная реализация настольной моделирующей системы GPSS World. GPSS Cloud реализует единую облачную имитационную среду, возможности которой показаны на рис. 3.

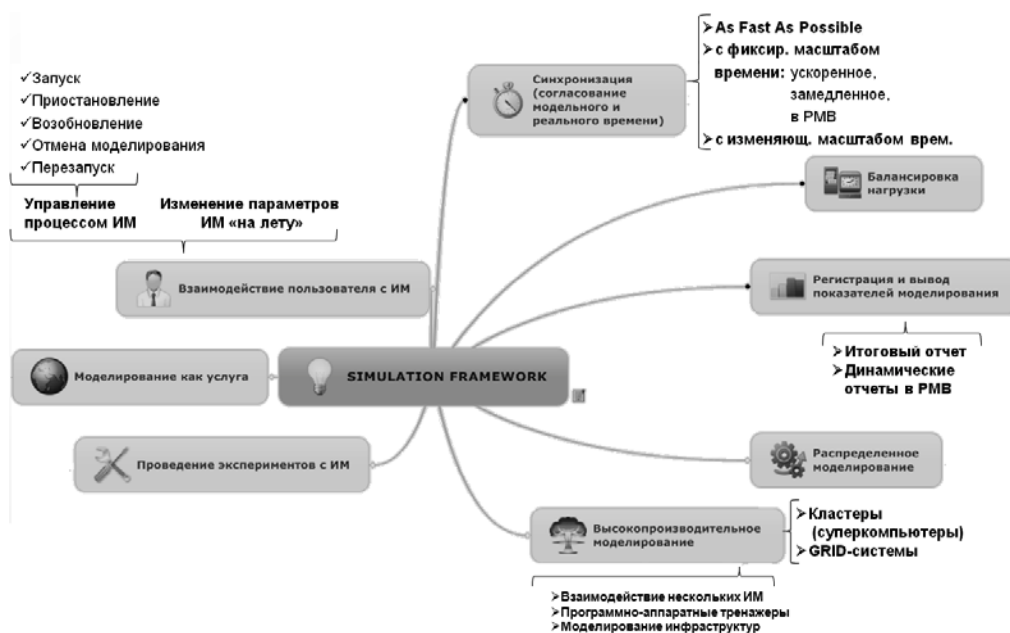


Рис. 3. Возможности GPSS Cloud

Единая среда GPSS Cloud поддерживает следующие типы моделирования:

1. Обычное моделирование – независимое выполнение ряда имитационных экспериментов для одной модели в режиме «как можно быстрее» с динамическим мониторингом данных – параллельное выполнение не связанных (изолированных) друг с другом моделей или серии экспериментов.

2. Высокопроизводительное моделирование – выполнение сложной модели с применением суперкомпьютерных технологий.

3. Распределенное моделирование – согласованное выполнение сложной модели, состоящей из составных моделей, сторонних служб и служб взаимодействия с пользователем в РМВ.

По структуре GPSS Cloud включает в себя ряд служб, реализующих отдельные этапы имитационных исследований (согласно рис. 2):

- обычное ИМ;
- распределенное ИМ;
- высокопроизводительное ИМ;
- планирование экспериментов;
- оптимизация;
- сложные расчеты;
- графические расчеты (2D, 3D, стерео-3D);
- анализ результатов.

Под распределенным моделированием понимается согласованное во времени выполнение моделей, сторонних IT-служб и взаимодействие с пользователем. Сторонние службы, как и САИИ, подключаются к облачному приложению через SSB.

Служба распределенного ИМ включает в себя универсальные часы моделирования и выполняет две функции:

- 1) согласование выполнения отдельных имитационных моделей;
- 2) согласование выполнения сложной ИМ в РМВ для взаимодействия с пользователем.

Под экспериментом понимается выполняющаяся реализация модели, которая:

- 1) создается службой ИМ;
- 2) является виртуальной службой;

3) реализует *универсальный интерфейс модели*.

Универсальный интерфейс модели позволяет передавать данные в модель, управлять процессом моделирования, запрашивать данные из модели. Под *сторонней службой* понимается служба, реализующая *универсальный интерфейс модели*, и тем самым не отличимая от эксперимента, что позволяет интегрировать ее наравне с другими моделями GPSS в единую сложную имитационную модель. Сторонними службами могут быть модели, написанные на других языках, а также прочие программные и аппаратные средства, «обернутые» в SOA-службу. Под пользователем понимается сторонняя SOA-служба, взаимодействующая с пользователем для выполнения следующих функций:

- 1) управление процессом ИМ (приостановление, возобновление, отмена) в РМВ;
- 2) изменение параметров моделирования «на лету»;
- 3) получение данных о ходе ИМ в РМВ.

Перечислим возможности единой имитационной среды GPSS Cloud.

1. Реализация концепции SaaS («ПО как услуга»).
2. Расширение возможностей GPSS World:
 - синхронизация;
 - удаленное управление процессом моделирования;
 - передача данных в РМВ.
3. Инвариантность к платформам и технологиям САИИ.
4. Инвариантность к местонахождению компонент САИИ.
5. Реализация высокопроизводительного ИМ.
6. Реализация распределенного ИМ с синхронизацией имитационных моделей.

Заключение

Предложенная инфраструктура облачного моделирования на основе GPSS Cloud существенно оптимизирует проведение имитационных исследований, а также делает его более доступным для широкого круга пользователей и организаций. К настоящему времени выполнена апробация имитационной сервисной шины (SSB) в имитационном приложении моделирования работы судостроительного дока и исследовательском комплексе моделирования движения воздушных судов в аэродромном пространстве.

Литература

1. **Alexandrov V., Sikachev V.** Airport Airspace Traffic Simulation Research System. Computer Data Analysis and Modeling: Complex Stochastic Data and Systems: Proc. of the Ninth Intern. Conf., Minsk, Sept. 7–11, 2010. Vol. 2. P. 88–91 Minsk: Publ. Center of BSU, 2010.
2. Community Site for SOA Design Patterns <http://soapatterns.org> Wikipedia http://en.wikipedia.org/wiki/Enterprise_service_bus
3. The Cloud and SOA – Creating an Architecture for Today and for the Future by Capgemini in collaboration with HP Invent