

УДК 656.07

СЕРВЕР УДАЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПЛАТФОРМЫ ALINA GPSS

Гостев В.М., Федотов М.В., Девятков Т.В. (Казань)

Введение

ALINA GPSS – созданная на основе среды моделирования GPSS Studio [1] программная платформа прогнозного планирования и управления, предназначенная для автоматизации разработки дискретно-событийных имитационных моделей и проведения имитационных исследований.

Система предоставляет пользователю комплекс средств автоматизации основных этапов имитационных исследований, в том числе – этапов разработки моделей и проведения экспериментов с ними. Особое внимание уделяется способам графического конструирования моделей, автоматизированному созданию интерфейсов ввода исходных данных в модель, анимации результатов, интерактивному анализу результатов экспериментов с моделью и документированию результатов исследования.

Основные особенности платформы ALINA GPSS

В качестве моделирующего ядра системы используется общецелевая система имитационного моделирования GPSS World Core [2].

Важной особенностью платформы ALINA GPSS является возможность коллективного использования одного или нескольких моделирующих ядер (ограничений на количество ядер архитектура системы не накладывает). В случае сложных моделей с большой длительностью исполнения эксперимента это может дать значительное повышение скорости процесса исследования в целом.

Управление процессами исполнения модели моделирующим ядром осуществляет управляющая подсистема платформы ALINA GPSS – сервер удаленного моделирования (СУМ) GPSS. Кроме того, СУМ GPSS обеспечивает поддержку работы пользователей, предоставляя им сетевой доступ (например, через локальную сеть или интернет) к моделирующим ядрам (установленным на множестве выделенных рабочих серверов). Используя ресурсы СУМ GPSS, можно установить несколько моделирующих ядер на разные компьютеры (рабочие серверы), связать их с помощью СУМ GPSS и получить систему для параллельного проведения экспериментов. СУМ GPSS автоматически выберет наименее загруженный рабочий сервер и отправит ему модель, являющуюся частью эксперимента. По окончании эксперимента все результаты будут собраны вместе. Распараллеливание экспериментов происходит автоматически и не требует вмешательства пользователя. Такая возможность проведения экспериментов может оказаться очень важной, например, для организации и проведения лабораторных занятий в вузах, одновременного проведения серий из большого количества экспериментов, или при отсутствии коммерческой лицензии на GPSS World.

Система ALINA GPSS позволяет использовать современные методы распределения вычислений между компьютерами различной мощности. В частности, этап «Экспериментирование» может быть переведен на высокопроизводительные серверы, а этапы, связанные с интенсивным диалоговым взаимодействием с пользователями – на персональные компьютеры и мобильные устройства (планшеты, смартфоны).

Платформа ALINA GPSS позволяет создавать распределенные многопользовательские системы имитационного моделирования, в том числе – построенные на базе веб-технологий.

При этом в состав распределенной системы могут входить компьютеры, имеющие различные конфигурации аппаратных средств, работающие под управлением различных операционных систем. Тем не менее, собранные вместе ресурсы разных организаций, обеспечивающие сотрудничество разных групп исследователей, должны образовывать единый виртуальный комплекс, компоненты которого взаимодействуют друг с другом по сети передачи данных для достижения конкретной общей цели или решения одной общей задачи. Поэтому при создании распределенных систем значительная часть функций сетевого программного обеспечения должна быть нацелена на предоставление доступа к ресурсам из разных административных доменов пользователям, имеющим соответствующие права [3].

Создаваемые на базе платформы ALINA GPSS распределенные системы имитационного моделирования имеют все «традиционные» преимущества распределенной архитектуры:

- совместное использование аппаратных и программных ресурсов;
- открытость (гибкость использования аппаратного и программного обеспечения разных производителей; возможность допускать замену любого элемента системы без изменения системной архитектуры);
- параллельная обработка для повышения производительности;
- масштабируемость (увеличение производительности системы за счет добавления новых ресурсов; возможность горизонтально и вертикально наращивать ресурсы системы с пропорциональным повышением производительности таким образом, что при этом не возникает необходимости модернизации программного обеспечения системы или проведения структурных изменений системы);
- надежность (свойство системы сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения);
- безопасность (соответствие требованиям информационной безопасности и технике безопасности).

Структура распределенной системы имитационного моделирования

В общем случае в состав распределенной системы имитационного моделирования, создаваемой на базе платформы ALINA GPSS, входят (рис.1):

- сервер удаленного моделирования GPSS,
- рабочие серверы,
- коммуникационная подсистема.

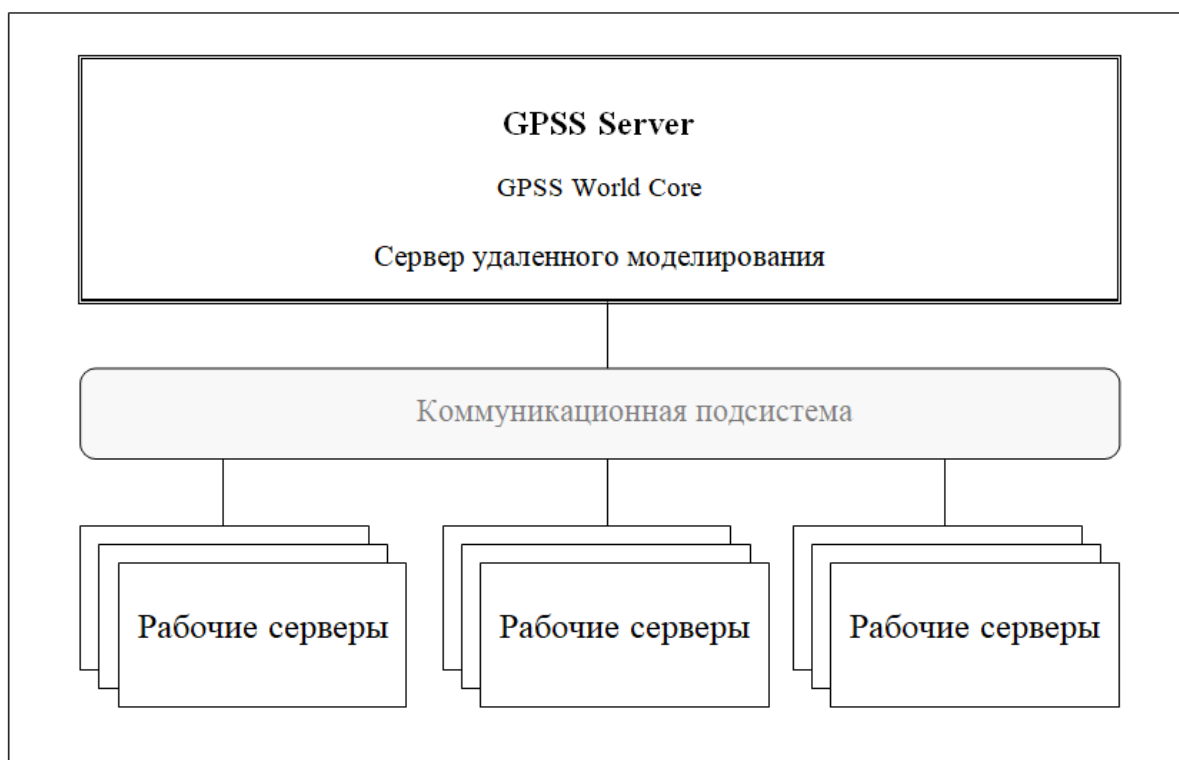


Рис. 1. Обобщенная структура системы имитационного моделирования на базе платформы ALINA GPSS

Программа «Сервер удаленного моделирования» предназначена для автоматизации процессов обработки потока заданий на проведение имитационных экспериментов с клиентских мест в рамках вычислительной сети или в облаках.

Основные функции сервера:

- соединение клиентского места с удаленным вычислительным ресурсом;
- объединение моделирующих ядер GPSS World Core в единую сеть;
- формирование очередей заданий на моделирование к вычислительным ядрам;
- проведение экспериментов с моделью – управление моделированием (запуск моделирующего ядра, мониторинг и обработка исключительных ситуаций);
- возврат результатов исполнения экспериментов на клиентское место.

Таким образом, сервер GPSS выполняет функции диспетчеризации заявок на моделирование, поступающих от клиентов распределенной системы имитационного моделирования.

В настройках сервера указываются следующие основные параметры (рис. 2):

- IP-адрес сервера,
- номер порта сервера,
- путь к GPSS World Core (программе моделирующего ядра),
- путь к рабочей папке,
- частота проверки доступности рабочих серверов.

Панель управления Настройки Доп.информация

Сервис удаленного моделирования GPSS World Core - Настройки

Подключение*

IP адрес сервера 192.168.1.36 Порт 7060 Автоопределение Запускать при старте системы

Файлы и папки*

Путь к GPSS World Core C:\Minuteman Software\GPSS World Student Version\GPSS World Student.exe

Путь к рабочей папке C:\GPSS_Work

Моделирование

Количество одновременных процессов моделирования 8

Режим моделирования Моделировать на текущем сервере и на рабочих серверах

Безопасность

Разрешить вызовы внешних процедур (произвольный C# код)

Хранение результатов на диске

Частота проверки 0 дней 1 часов 0 минут

Длительность хранения 1 дней 0 часов 0 минут

Проверка доступности рабочих серверов

Частота проверки 0 часов 0 минут 10 секунд

Для применения настроек, помеченных звездочкой, потребуется перезапуск сервиса

Сохранить Отмена

Рис. 2. Панель настройки параметров сервера

Основная функция рабочего сервера – исполнение процессов моделирования (получение модели от клиента с использованием средств сетевого взаимодействия удаленных процессов – запуск моделирующего ядра – формирование файлов с результатами моделирования – передача файлов с результатами клиенту). При этом каждый рабочий сервер предоставляет свои вычислительные ресурсы в общее пользование. Таким образом, распределенный моделирующий комплекс представляет собой систему рабочих серверов, управляемых сервером GPSS. Все серверы в составе комплекса могут иметь различные конфигурации аппаратных средств и работать под управлением различных операционных систем. В ряде случаев, при наличии достаточного объема свободных ресурсов, сервер удаленного моделирования также может выполнять функции рабочего сервера (рис. 3).

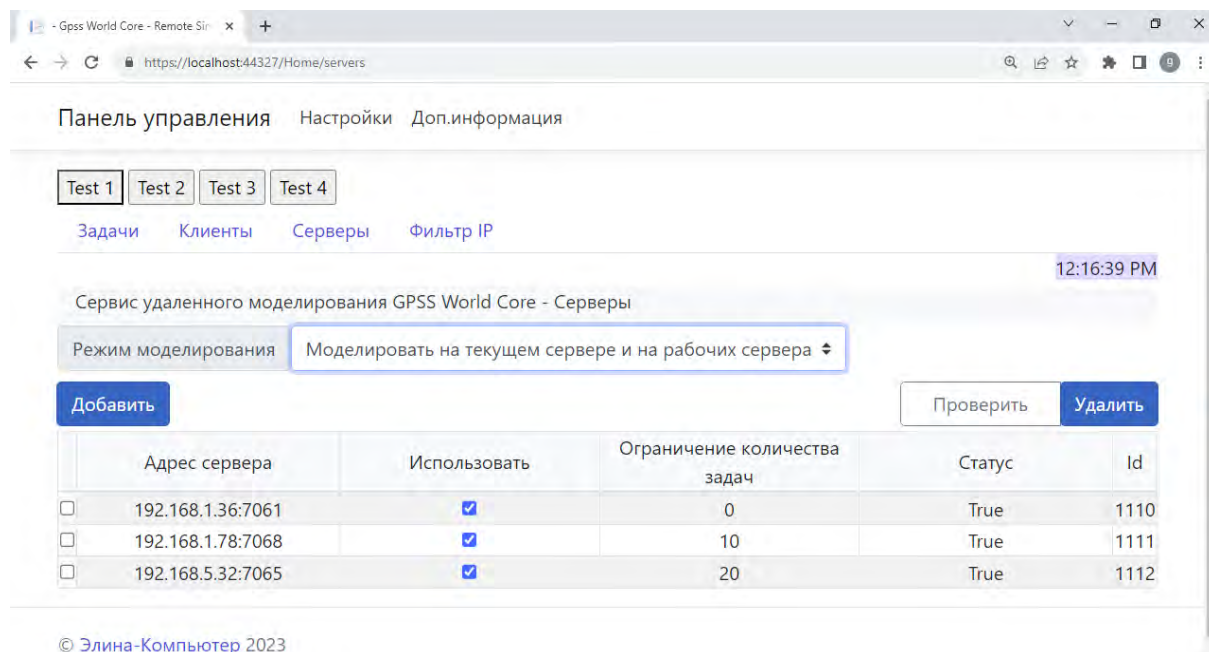


Рис. 3. Панель управления процессом моделирования

Программное обеспечение сервера удаленного моделирования

В условиях форсированного развития отечественного рынка программного обеспечения все больше российских компаний проявляют интерес к адаптации функционала Windows под Linux и российские операционные системы по ряду причин, включая безопасность, экономические выгоды, соответствие законодательству, локализацию и стремление к технологической независимости. Поэтому одним из основных требований к программному обеспечению новой версии сервера GPSS стало требование кроссплатформенности. Типичным примером является программное обеспечение, предназначенное для работы в операционных системах Linux и Windows одновременно.

Программное обеспечение сервера GPSS и рабочих серверов представляет собой совокупность проектов .NET [4]. Кроссплатформенность .NET обеспечивается благодаря использованию высокоуровневых языков программирования, сред разработки и выполнения, поддерживающих условную компиляцию, компоновку и выполнение кода для различных платформ.

Приложения сервера GPSS и рабочих серверов являются многопоточными [5]. При помощи многопоточности одновременно выполняется ряд задач – несколько моделирующих ядер. При этом асинхронные методы, реализующие функции моделирующих ядер, выполняются в отдельных потоках. При обмене данными (файл модели, входные параметры, выходные значения) клиент работает с каждым сервером в отдельном потоке. Загрузка модели, загрузка параметров и выполнение вычислений также происходят в отдельном потоке.

Пример использования системы распределенного имитационного моделирования

Одной из основных проблем, возникающих при проектировании и создании инфокоммуникационных сетей, является проблема обеспечения эффективности функционирования опорных сетей (ядро, Core Network). Проектирование ядра сети является сложной многокритериальной проблемой, для которой характерны комплексный характер, противоречивость и плохая формализуемость совокупности требований, при решении которой необходимо учитывать большое количество

взаимоуязненных факторов. Для реализации соответствующих технологий на основе концепции систем поддержки выработки решений разработана архитектура системы оптимизации проектирования (СОПР).

Система позволяет решать задачи структурно-топологического и параметрического проектирования, проводить расчеты и оценки параметров проектируемых сетей на основе использования их моделей, сравнение различных проектных решений и оценку их эффективности, оптимизацию проектных решений по критериям стоимости, надежности, производительности и величин временных задержек [6,7]. Для обоснования и верификации разрабатываемых аналитических моделей элементов сети, а также для оценки эффективности проектов, разрабатываемых на основе аналитических моделей, в состав СОПР включена дополнительная функциональная подсистема – подсистема оценки качества и эффективности функционирования (ОКЭФ). В СОПР имитационные модели сетей строятся автоматически с помощью специального генератора, входящего в состав подсистемы ОКЭФ. На основе анализа структуры варианта сети генератор формирует модель на языке GPSS, которая затем выполняется в среде моделирования ALINA GPSS. В процессе моделирования используются библиотеки, содержащие модели отдельных функциональных модулей узлов коммутации (процессоры, порты, буферы и т.д.) и каналов передачи данных.

Выводы

Новая версия сервера удаленного моделирования предназначена для создания кроссплатформенных распределенных систем имитационного моделирования, в том числе – на базе российских вариантов операционной системы Linux.

Основные возможности новой версии сервера продемонстрированы на примере построения и исследования имитационных моделей сети передачи данных масштаба крупного города.

Литература

1. Девятков В.В., Девятков Т.В., Федотов М.В. Имитационные исследования в среде моделирования GPSS STUDIO. М.: ИНФРА-М, 2020. 283 с.
2. Девятков В.В., Девятков Т.В., Федотов М.В., Хайбуллин Ш.Д. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ GPSS World Core 2022660098, 25.05.2022. Заявка № 202619474 от 30.05.2022.
3. Стин ван М., Таненбаум Э.С. Распределенные системы. М.: ДМК Пресс, 2021. 584 с.
4. Прайс М. С# 9 и .NET 5. Разработка и оптимизация. СПб.: Питер, 2022. 832 с.
5. Клири С. Конкурентность в С#. Асинхронное, параллельное и многопоточное программирование. СПб.: Питер, 2020. 272 с.
6. Гостев В.М. Моделирование информационных потоков в системах мобильной связи // Имитационное моделирование. Теория и практика (ИММОД-2021): Труды 10-й Всеросс. науч.-практич. конф. (Санкт-Петербург, 20 – 22 октября 2021 г.). СПб.: АО ЦТСС, 2021. С. 560–566.
7. Gostev V. The Program System for Design Optimization of Data Transmission Networks // Mesh Methods for Boundary-Value Problems and Applications: 13th International Conference, Kazan, Russia, October 20–25, 2020 (Lecture Notes in Computational Science and Engineering, 141) 1st ed. 2022 Edition, pp.173–183.