

УДК 004.4

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ СБОРА И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ В РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СИСТЕМЕ

А. В. Лейман, Л. И. Сучкова

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,
г. Барнаул

Статья посвящена описанию разработанной системы для имитационного моделирования работы распределенной системы сбора и обработки данных.

Ключевые слова: имитационное моделирование, распределенная система, СМО.

При проектировании сложных распределенных систем часто возникает вопрос предварительной оценки производительности и надежности будущей системы. Одним из путей такой оценки является предварительное моделирование вычислительных процессов, которые будут выполняться в проектируемой системе, с учетом скорости работы оборудования и всей сети в целом. Актуальность разработки и исследования модели проектируемой системы обусловлена высокими требованиями к производительности системы и необходимостью снижения затрат на проектирование и практическую реализацию. Кроме того, предварительное моделирование распределенной системы сбора и обработки данных позволит выявить слабые места в реальной системе еще на этапе проектирования.

В настоящее время на рынке представлено достаточно обширное количество программного обеспечения для моделирования сложных распределенных гетерогенных систем, однако они характеризуются либо ограниченной функциональностью, либо универсальностью, сложно адаптируемой для информационно-измерительных систем.

В связи с этим была разработана имитационная модель функционирования распределенной вычислительной системы, а также программное обеспечение, реализующее эту модель.

Производительность системы мониторинга зависит от топологии сети сбора и обработки данных и от того, какие вычислительные процессы выполняются на каждом устройстве сети. Исходя из этого, была разработана инструментальная система, позволяющая задавать топологию сети с указани-

ем основных характеристик устройств и каналов связи, а также выбирать алгоритмы обработки данных на устройствах сети.

Устройство в системе имитационного моделирования представлено в виде вершины взвешенного графа, которой соответствует устройство, подключенное к сети, а ребрам соответствуют каналы связи с заданной пропускной способностью. Каждая из вершин содержит описание характеристик заданного узла и ссылку на алгоритм обработки данных. Вершина графа относится к одной из трех категорий устройств: датчики, контроллеры и технологические компьютеры. Устройство в системе имеет свой собственный список процессов и локальный диспетчер задач [1,2]. Количество процессов на каждом устройстве зависит от типа устройства и от количества устройств, подключенных к нему. Общая структура зависимости потоков представлена на рисунке 1.

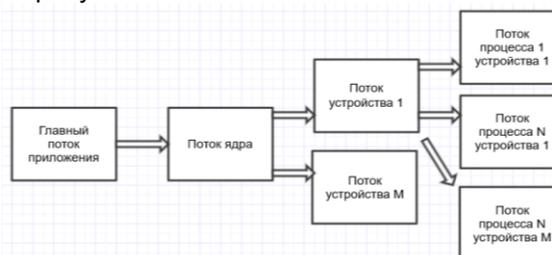


Рисунок 1 - Зависимость потоков

Во время функционирования процессов генерируются события, связанные с запросом, передачей, обработкой данных, которые поступают в очередь диспетчера задач. Диспетчер задач на основе времени поступления события и его приоритетности выполняет его. Под событием в более широком смысле мо-

жет пониматься некое изменение состояния системы или ее компонента.

Возникновение событий в системе распределенного сбора и обработки данных (СРСОД) является случайным и зависит от модельного времени. Реализованы четыре закона распределения случайных величин:

- нормальный закон распределения;
- экспоненциальный закон распределения;
- закон распределения пуассона;
- закон равномерного распределения.

При обработке заявки в очереди устройства могут формироваться новые события. Каждое событие характеризуется:

- типом (например, нештатная ситуация, отправка запроса на данные, получение данных, остановка работы процесса и т.д.);
- статусом (обработано событие или нет);
- планируемым временем обработки (некоторый момент модельного времени);
- реальным временем обработки (момент модельного времени, когда диспетчер начал обработку события).

Поток заявок является неравномерным, так как события разных типов поступают на обработку через неодинаковые промежутки времени и время обслуживания заявок также различается. Сохранение неоднородности реализуется путем выделения фиксированного количества видов обслуживаемых событий и определения алгоритма обработки для них. Законы распределения интервалов времени поступления заявок каждого типа в систему и распределения времени их обслуживания диспетчером выбираются в начале моделирования. На время обработки события влияет тип события: генерация данных, фильтрация, архивация, обработка нештатной ситуации и т.д.

Предусмотрена реализация обработки данных в виде функций, обладающих разной временной и емкостной сложностью. Порядок сложности определяет класс функции времени обработки данных по определенному алгоритму. Функция может быть линейной, полиномиальной, экспоненциальной, логарифмической и т.п. Параметр, передаваемый функции, и порядок ее сложности определяют количество операций, необходимых для ее вычисления, и, как следствие, время (в условных временных единицах системы), необходимое для обработки соответствующего события. Емкостная сложность вычисляется аналогично и определяет объем оперативной

памяти устройства, необходимой для вычисления функции его процессором.

Общая структура системы моделирования представлена на рисунке 2.

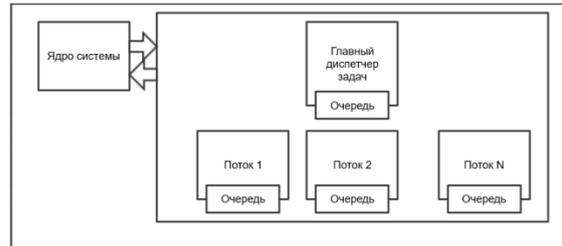


Рисунок 2 – Структура системы

Работа системы организована по принципу системы взаимодействующих одноканальных СМО без отказов с бесконечной очередью или отказами [3,4]. В качестве обслуживающих приборов служат главный диспетчер и диспетчер узлов, а в качестве заявок события. Время обработки событий различается за счет характеристик узла и типа события. Генерирование событий и отказов устройств выполняются за счет генерирования случайных величин по вырожденным законам распределения чисел.

Модельное время системы измеряется в условных единицах, и полностью независимо как от реального времени, так и от времени работы компьютера. В системе используется два метода коррекции времени: коррекция с постоянным шагом и коррекция с переменным шагом. При коррекции времени с постоянным шагом таймер увеличивается на одно и то же значение, выбираемое перед началом моделирования. Выбор шага играет большую роль в достоверности результатов во время моделирования. При слишком большом шаге большинство событий будет обрабатываться группами, что не соответствует работе реальной системы. Во время коррекции времени с переменным шагом, значения, принимаемые таймером, зависят от возникновения событий в системе. Модельное время меняется на величину, равную времени наступления следующего события.

Моделирование передачи данных между устройствами реализовано с помощью обмена данными между процессами, принадлежащими вершинам графа. Процессы производят обмен по протоколу UDP. Плюсом использования данного протокола является то, что он является протоколом без установления соединения и обеспечивает многоканальную передачу данных. Каналы связи в СРСОД обладают пропускной способностью,

которая указывается в процессе конфигурирования системы. Процесс передачи данных по каналу имитируется за счет задержек, во время доставки запрашивающему процессу.

Ядро системы отвечает за запуск и остановку процесса моделирования, коррекцию времени и изменение данных. На каждой итерации процесса моделирования таймер получает приращение равное постоянному шагу либо переменному шагу.

События, возникающие в системе, могут быть различных типов. Одни события отвечают за передачу и обработку данных, другие

события отвечают за моделирование нештатных ситуаций.

За хранение данных и построенных проектов в системе отвечает база данных. В базе сохраняется полная конфигурация устройств, добавленных для имитационного моделирования и каналов, соединяющих устройства. Также в базе хранится набор стандартных функций и алгоритмов различной временной сложностью для моделирования процессов обработки и передачи данных.

Графический интерфейс представлен на рисунке 3.

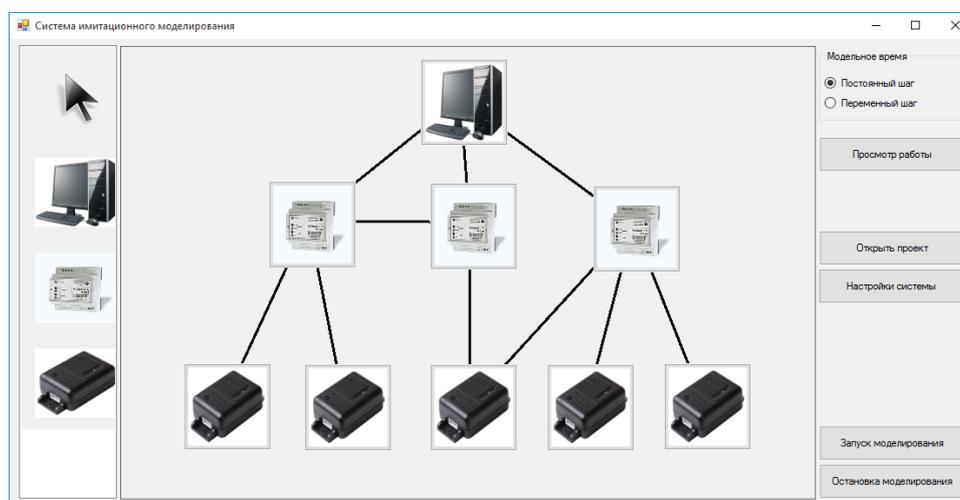


Рисунок 3 – Графический интерфейс

Выводы. В результате проведенных исследований была разработана событийно-ориентированная имитационная система. В ней предусмотрена возможность построения сети из базовых компонентов с указанием характеристик. Реализованы средства вывода статической информации о работе системы. На основе собранных статистических данных исследуются:

- производительность системы;
- потери на переходных процессах вариацией алгоритмов управления;
- задержки, возникающие в системе при ее работе в обычном (стационарном) режиме и при возникновении нештатных ситуаций;
- характеристики системы, включающие длину очередей заявок и соотношение числа обслуженных, время обслуживания, число событий, обслуженных без очереди в зависимости от числа узлов в сети, числа уровней в архитектуре и конфигурации сети.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бочкарёва Е.В. Применение имитационного моделирования для исследования процесса сбора и обработки данных микроконтроллерными устройствами / Е.В. Бочкарёва, Л.И. Сучкова, А.Г.Якунин // Научно-технические ведомости СПбГПУ. – Санкт-Петербург: Изд-во СПбГПУ, 2009. – №3. с. 158-166.
2. Лейман А.В. Имитационная модель распределенных систем сбора и обработки данных / Лейман А.В., к.т.н. Бочкарева Е.В., д.т.н. Сучкова Л.И. // Научный журнал «БЪДЕЩИТЕ ИЗСЛЕДВАНИЯ - 2015». София: «Бял ГРАД-БГ» ООД - 96 стр.
3. Жожикашвили В.А., Вишневский В.М. Сети массового обслуживания. М.: Радио и Связь, 1988. - 192 с..
- Джейсуол Н. Очереди с приоритетами. / Пер. с англ. М.: Мир, 1973, - 279 с.

Сучкова Л.И. – д.т.н., профессор кафедры информатики, вычислительной техники и информационной безопасности, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», тел.(385-2)29-07-86;
Лейман А.В. – магистрант направления «Информатика и вычислительная техника».