

Полтавцев А.А., Карельская К.А. Использование технологии workflow для моделирования случайного процесса. // Проблемы информатики в образовании, управлении, экономике и технике: Сб. статей XVII Междунар. научно-техн. конф. – Пенза: ПДЗ, 2017. – С. 140-145.

УДК 681.324(03)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ WORKFLOW ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ СЛУЧАЙНОГО ПРОЦЕССА

А.А. Полтавцев, К.А. Карельская

USING WORKFLOW TECHNOLOGY FOR STOCHASTIC PROCESS SIMULATION

A. Poltavtsev, K.A. Karelskaya

Аннотация. В статье предлагается использовать технологию workflow для построения программных систем, в состав которых входят алгоритмы моделирования стохастических процессов. Предлагаются программная архитектура таких систем и элементы GUI.

Ключевые слова: workflow технология, моделирование, программная архитектура системы, интерфейс.

Abstract. In article it is proposed to use the workflow technology for constructing software systems that include algorithms for modeling stochastic processes. The software architecture of such systems and GUI elements.

Keywords: workflow technology, modeling, software system architecture, interface.

Случайный процесс – это функция $\zeta(t, \omega)$ времени t и случайного элемента ω выборочного пространства Ω на котором задана вероятностная мера P [1]. Это определение хорошо интерпретируется в терминах статистического моделирования, для которого необходимы два элемента:

- источник случайности, выдающей реализацию случайного элемента ω ;
- алгоритм, позволяющий по данному ω вычислить реализацию процесса

$\zeta(t, \omega)$ или тот функционал от нее, по которому требуется "собрать статистику".

Общим способом формирования на ЭВМ реализаций случайных объектов (случайных событий, случайных величин, случайных векторов, случайных функций и случайных процессов) является генерация и преобразование последовательностей случайных чисел Z_i , равномерно распределенных в интервале $]0,1[$, в последовательность Y_i для имитации воздействий на моделируемую систему.

В современных ЭВМ существуют программные средства построения реализации последовательности псевдослучайных чисел $\{v(n)\}$, распределение которых близко к равномерному в интервале $]0,1[$ с соблюдением приближенной независимости для различных n .

Конструктивно заданным случайным процессом называется [2] такой случайный процесс, реализация которого конструктивно вычисляется по $\{v(n)\}$. Иными словами, существует вычислительный алгоритм, позволяющий по $\{v(n)\}$ вычислить

$$\zeta_n(t) = \zeta(t, \omega) = \zeta(t, \{v_n\}).$$

Таким образом, если случайный процесс задан конструктивным образом, то тем самым уже задан алгоритм получения его реализаций. Для практического

моделирования достаточно лишь запрограммировать этот алгоритм и осуществить съем требуемых характеристик реализаций и их статистическую обработку. Например, наиболее часто используемым при моделировании процессов и систем является, как известно, гауссов случайный процесс. Моделирование гауссова белого шума можно представить в виде последовательности этапов, представленных на рисунке.



Моделирование случайного процесса

Данная схема моделирования представляет собой типичный workflow процесс. Сформулируем его в терминах системы и реализуем основную функциональность с использованием предложенной методологии.

1. При решении задачи будем использовать следующие workflow:

- моделирование случайного процесса;
- анализ случайного процесса;

2. Определим следующие наборы задач для процессов:

2.1. Моделирование случайного процесса:

«I. Моделирование стандартной равномерно распределенной в интервале [0,1] случайной величины»;

«II. Моделирование гауссовой случайной величины»;

«III. Моделирование гауссовых случайных векторов»;

«IV. Моделирование гауссова случайного процесса»;

2.2. Анализ случайного процесса:

«Расчет математического ожидания и дисперсии последовательности»;

«Расчет математического ожидания и ковариационной матрицы случайного процесса»;

«Расчет критерия качества (x2)»;

«Проверка гипотез»;

«Анализ графических данных (диаграмм, графиков, гистограмм)»;

3. Для управления workflow в системе может быть определен следующий набор событий:

«Выбрать генератор псевдослучайных чисел»;

«Расчитать последовательность псевдослучайных чисел»;

«Проверить последовательность псевдослучайных чисел на соответствие равномерному распределению»;

«Получить нормальное распределенную последовательность с $M[x]=0$ и $D[x]=1$ »;

«Получить нормально распределенную последовательность с заданными $M[x]$ и $D[x]$ »;

«Получить набор случайных векторов, распределенных по нормальному закону $N_n [0, I_n]$ »;

«Смоделировать случайный процесс с заданным математическим ожиданием и ковариационной матрицей»;

«Рассчитать математическое ожидание и дисперсию последовательности»;

«Рассчитать математическое ожидание и ковариационную матрицу случайного процесса»;

4. Задачи системы могут находиться в следующих состояниях:

«Начало»;

«Выбран генератор псевдослучайных чисел»;

«Получена последовательность псевдослучайных чисел»;

«Получена равномерно распределенная в интервале $[0,1]$ последовательность»;

«Получено нормальное распределение с $M[x]=0$ и $D[x]=1$ »;

«Получено нормальное распределение с заданными $M[x]$ и $D[x]$ »;

«Получен набор случайных векторов, распределенных по нормальному закону $N_n [0, I_n]$ »;

«Смоделирован случайный процесс с заданным математическим ожиданием и ковариационной матрицей»;

«Рассчитано математическое ожидание и дисперсия последовательности»;

«Рассчитано математическое ожидание и ковариационная матрица случайного процесса»;

5. При переходе задач из одного состояния в другое происходит расчет последовательностей чисел и/или их параметров, выбор тех или иных критериев схем расчета, принятие экспертных решений о выполнении заданий и другие операции. Поэтому необходимо реализовать несколько классов операций на переходах, наследовав их от базового системного класса `Transition`. Такими классами будут: «`stochasticProcess.Generators`» - класс, реализующий функциональность по выбору генератора псевдослучайных чисел и инициализации начальных параметров выбранного генератора; «`stochasticProcess.Calculation`» – класс, реализующий логику вычисления и представления псевдослучайной последовательности; «`stochasticProcess.NormSeqCalculation`» – класс, реализующий логику расчета нормально распределенной последовательности с $M[x] = 0$ и $D[x] = 1$; «`stochasticProcess.newMOandDisp`» – класс, реализующий логику вычисления и представления математического ожидания и дисперсии заданной последовательности;

6. Определим набор возможных переходов задач системы:

«Выбор генератора псевдослучайных чисел»;

«Расчет последовательности псевдослучайных чисел»;

«Проверка последовательности псевдослучайных чисел»;

«Получение нормально распределенной последовательности с $M[x]=0$ и $D[x]=1$ »;

«Получение нормально распределенной последовательности с заданными $M[x]$ и $D[x]$ »;

«Моделирование случайного процесса с заданными математическим ожиданием и ковариационной матрицей»;

«Получение случайных векторов, распределенных по нормальному закону $N_n [0, In]$ »;

«Расчет математического ожидания и дисперсии последовательности»;

«Получение математического ожидания и ковариационной матрицы случайного процесса»;

Каждый переход инициируется определенным событием, происходит из одного состояния в другое и выполняет определенную операцию при соблюдении заданных условий и наличии прав доступа. Все перечисленные объекты задаются в специальном диалоге создания перехода, путем выбора требуемого объекта из набора объектов данного класса.

7. Наконец, составляем схему выполнения каждой задачи системы, путем добавления и удаления непротиворечивых переходов.

При выполнении workflow моделирования и анализа случайного процесса генерируются внешние и внутренние события. Внешние события генерируются в консоли управления потоками работ пользователем системы (экспертом, администратором), внутренние события создаются задачами, выполняемыми в рамках того или иного потока работ.

Выполнение всех задач и потоков работ отображается в консоли управления потоками работ. Консоль позволяет создавать новые системные события, сохранять и восстанавливать состояние системы и управлять процессом обработки системных событий.

На странице консоли «Выполнение событий» отображаются все невыполненные и выполняющиеся системные события. Процесс обработки событий отображается в виде деревьев, где корнем является событие системы, а вершинами-потомками – экземпляры потоков работ, которыми обрабатывается событие. Поскольку в рамках одного потока работ может быть множество задач, выполняющих события, в консоли отображаются все задействованные задачи экземпляра потока работ, обрабатывающего событие.

На странице консоли «Состояния задач и потоков работ» отображаются состояния всех задач и потоков работ системы. На странице консоли «Выполненные события» отображаются все выполненные события системы. При этом фиксируется время начала и окончания выполнения события.

Кроме того, выполнение процесса управления потоками работ фиксируется в системном журнале:

Создан новый Workflow: «*Моделирование случайного процесса*»

Событие: “*Выбрать генератор псевдослучайных чисел*”
инициализирует Задачу:

Task ID = 34

34 - Task Name = «*I. Моделирование стандартной равномерно распределенной в интервале [0,1] случайной величины*»

34 - Start State ID = 13

34 - End State ID = 14

Задача : “*I. Моделирование стандартной равномерно распределенной в интервале [0,1] случайной величины*” – завершила переход в состояние 14.

Библиографический список

1. Крамер Г. Математические методы статистики. М.: Мир, 1975. 648 с.
2. McPherson Glen. Statistic in scientific investigation. Springer, 1990, 666 p.

Полтавцев Анатолий Алексеевич

Тверской государственный
технический университет,
г. Тверь, Россия,
E-mail: aapolt@gmail.com

Карельская Катерина Александровна

Тверской государственный
технический университет,
г. Тверь, Россия
E-mail: kak69@yandex.ru

Poltavtsev A.A.

Tver State Technical University,
Tver, Russia

Karelskaya K.A.

Tver State Technical University,
Tver, Russia