ОБЗОР МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ПОСТРОЕНИЯ ДАТЧИКОВ ПСЕВДОСЛУЧАЙНЫХ ЧИСЕЛ

И.В. Александров, *аспирант*
Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко (Приднестровская Молдавская Республика, г. Тирасполь)

DOI:10.24412/2500-1000-2022-8-2-105-107

Аннотация. *Было дано понятие псевдослучайных чисел. Описаны модели изучения реальных явлений, преимущества имитационной модели. Классификация дискретных и непрерывных алгоритмов работы датчиков псевдослучайных чисел. Описана методика проведения экспериментов, цель которых состояла в подборе начального значения* u_0 *линейного конгруэнтного датчика стандартного равномерного закона распределения. По результатам всех проведенных экспериментов можно сделать вывод о том, что при заданном начальном значении* u_0 *качество этого датчика можно считать приемлемым. В результате проведенных исследований была разработана система датчиков псевдослучайных чисел, генерирующих последовательности с надежностью согласования достаточной для практического применения.*

Ключевые слова: *псевдослучайные числа, датчики, имитационная и алгоритмическая модель, закон распределения, программа, моделирование, эксперимент.*

Использование методов прикладной статистики за последние десятилетия вышло на новый уровень, и приобрел массовый характер.

Быстрое развитие вычислительной техники, в частности, появление персональных компьютеров, способствовал внедрению этих методов во все сферы человеческой деятельности. Однако, проблема некорректного использования статистического программного обеспечения остается острой до сих пор. Даже такие известные программные средства как Systat, Statgraphics и Statistica почти не содержат функций помощи пользователю при выборе метода анализа данных и обучения работе с существующими методами.

В связи с этим, одним из направлений разработки отечественного статистического программного обеспечения остается работа над его интеллектуализацией [1].

Имитационное моделирование и датчики псевдослучайных чисел

В тех случаях, когда идет речь об изучении реальных явлений, моделирование связанных с ним случайных величин вместо использования фактических данных называется имитационным моделированием [5].

Имитационные модели, в отличие от аналитических, позволяют достаточно просто учитывать случайные воздействия и другие факторы, которые создают трудности при аналитическом исследовании [3].

Имитационная модель представляет собой программно реализованный алгоритм, имитирующий поведение и взаимодействие элементов исследуемой системы с учетом случайных входных воздействий и воздействий внешней среды. При имитационном моделировании структура реальной системы отображается в модели, а процесс её функционирования имитируется на построенной модели [2].

Под имитацией понимают проведение на компьютерах различных серий экспериментов с моделями, которые представлены в качестве некоторого набора или комплекса компьютерных программ. Особую роль играет возможность многократного воспроизведения моделируемых процессов с последующей их статистической обработкой, позволяющая учитывать случайные внешние воздействия на изучаемый объект. На основу получаемых в ходе компьютерных экспериментов статистических данных делаются вывод в пользу того или иного варианта функционирования или конструк-

ции реального объекта или сущности явления [3, 6].

Алгоритмы датчиков псевдослучайных чисел

Для реализации датчиков псевдослучайных чисел были использованы приведенные в литературе стандартные алгоритмы [4].

Заметим, что приведенные ниже алгоритмы представляют собой алгоритм генерации одного псевдослучайного числа для каждого из рассматриваемых законов распределения. Ясно, что для получения набора из n псевдослучайных чисел, программа n раз обратится к процедуре получения одного псевдослучайного числа.

Алгоритм генерации псевдослучайных чисел, имеющих дискретные распределения:

1. Закон распределения Бернулли
2. Геометрический закон распределения
3. Отрицательно-биномиальный закон распределения
4. Закон распределения Пуассона

Алгоритм генерации псевдослучайных чисел, имеющих непрерывные распределения:

1. Равномерный закон распределения
2. Нормальный закон распределения
3. Логнормальный закон распределения
4. Закон распределения Стъюдента
5. Закон распределения Фишера
6. Закон распределения бета
7. Закон распределения гамма
8. Закон распределения Колмогорова

Для нахождения значения функций, обратных функциям распределения при генерировании распределения гамм и Колмогорова в некоторой точке был использован метод касательных. Алгоритм вычисления обратных функций распределения был разработан и программно реализован автором.

Методика проведения экспериментов

Цель исследования датчиков псевдослучайных чисел было построение совокупности датчиков, генерирующих псевдослучайные числа, подчиняющиеся законам распределения.

Были проведены две серии вычислительных экспериментов, цель которых состояла в подборе начального значения u_0 линейного конгруэнтного датчика стандартного равномерного закона распределения.

Первая серия экспериментов проводилась следующим образом. Из таблиц равномерно распределенных случайных чисел выбиралось десятизначное случайное число, которое использовалось в качестве начального значения u_0 датчика. Далее из списка, выбирался закон распределения: первым выбирался равномерный закон, затем нормальный и т.д. Параметры распределения задавались, стандартны образом. В результате на первом этапе было отобрано несколько значений u_0, результаты экспериментов для которых, оказались приемлемыми для всех реализованных датчиков псевдослучайных чисел.

Вторая серия вычислительных экспериментов проводилась аналогично первой, но уже только для тех значений u_0, которые были выбраны на первом этапе. В качестве окончательного значения u_0 было выбрано число, дающее наилучший результат для большинства рассмотренных значений параметров. Затем были проведены эксперименты, позволившие расширить область значений параметров, для которых система датчиков с выбранным значением u_0 обладает достаточно высоким качеством параметра.

Известно, что проверка гипотез о соответствии распределения выборки одному из дискретных законов распределения по критериям Колмогорова-Смирнова и пустых ящиков может не дать статистически корректных результатов, поэтому вычислительные эксперименты с датчиками псевдослучайных чисел дискретных законов распределения проводились только по критерию согласия х-квадрат Пирсона.

Выводы

В результате вычислительных экспериментов, описанных в предыдущем пункте, наиболее подходящим с точки зрения указанных там требований оказалось значение линейного конгруэнтного датчика $u_0 = 0175875379$. По результатам всех проведенных экспериментов для датчика псевдослучайных чисел равномерного закона распределения можно сделать вывод о

том, что при заданном начальном значении u_0 качество этого датчика можно считать приемлемым.

Таким образом, в результате проведенных исследований была разработана система датчиков псевдослучайных чисел, генерирующих последовательности, надежность согласования которых с соответствующими распределениями равномерна по всем 15-ти реализованным законам и достаточна для практического применения.

Библиографический список

1. Айвазян С.А. Интеллектуализированные инструментальные системы в статистике и их роль в построении проблемно-ориентированных систем поддержки принятия решений // Обозрение прикладной и промышленно математики. – 1997. – №2. – С. 115-121.

2. Ермаков С.М. Метод Монте-Карло и смежные вопросы. – М.: Наука, 1975. – 471 с.

3. Кельтон В., Лоу А. Имитационное моделирование. Классика CS. 3 изд. – СПб.: Питер; Киев: Издат. группа BHV, 2004. – 847 с.

4. Кнут Д. Искусство программирования для ЭВМ. Т. 2: Получисленные алгоритмы. – М.: Мир, 1977. – 724 с.

5. Харин Ю.С., Малюгин В.И., Кирлица В.П., Лобач В.П., Хацкевич Г.А. Основы имитационного и статистического моделирования. – Минск: Дизайн ПРО, 1997. – 288 с.

6. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем – искусство и наука. – М.: Мир, 1978. – 418 с.

OVERVIEW OF CONSTRUCTION OF PSEUDO RANDOM NUMBER SENSORS METHODS AND MEANS

I.V. Aleksandrov, *Postgraduate Student*
Pridnestrovian State University named after T.G. Shevchenko
(Pridnestrovian Moldavian Republic, Tiraspol)

Abstract. *The concept of pseudo-random numbers was given. Models for studying real phenomena and the advantages of a simulation model are described. Classification of discrete and continuous algorithms for the operation of pseudo-random number sensors. A technique for conducting experiments is described, the purpose of which was to select the initial value u_0 of a linear congruent sensor of a standard uniform distribution law. Based on the results of all the experiments carried out, it can be concluded that for a given initial value u_0, the quality of this sensor can be considered acceptable. As a result of the research, a system of pseudo-random number sensors was developed that generates sequences with matching reliability sufficient for practical application.*

Keywords: *pseudo-random numbers, sensors, simulation and algorithmic model, distribution law, program, modeling, experiment.*