

МОДЕЛЮВАННЯ КОМПОЗИЦІЙ ЗАКОНІВ РОЗПОДІЛУ ВИПАДКОВИХ ЧИСЕЛ

Анотація. Розроблено програмне забезпечення, створено інтерфейс генераторів випадкових чисел та проведено імітаційне моделювання композицій різних законів розподілу із застосуванням елементів програмного середовища MatLab. Результатом роботи є автономний програмний продукт, який дозволяє сформувати будь-яку композицію законів розподілу із заданими числовими параметрами.

Ключові слова: генератор випадкових чисел, нормальний закон, композиція законів розподілу, функція розподілу, гистограма, MatLab, алгоритм, М-файли, щільність розподілу, математичне очікування, дисперсія.

Вступ. При проведенні вимірювань різного роду у виробничих умовах, зокрема неруйнівного контролю якості продукції, прогнозуванні надійності роботи виробів, необхідно враховувати комплексний вплив випадкових факторів різної фізичної природи, з різними законами розподілу для забезпечення необхідної точності та валідності результатів[1]. Зокрема, йдеться про контроль поверхневих та підповерхневих дефектів в умовах суттєвої шорсткості поверхні виробу, випадкової зміни відстані між давачем та поверхнею, що контролюється тощо. При цьому спектр інформаційного сигналу може несуттєво відрізнятися від фонового шуму.

Інша проблема – забезпечення надійності роботи комп'ютерних мереж в умовах одночасного впливу внутрішніх та зовнішніх завад випадкового характеру. В цих та інших випадках корисним може бути застосування методів імітаційного моделювання випадкових процесів, які відповідають найбільш поширеним на практиці законам розподілу та їх композицій.

Постанова задачі. Метою даної роботи є розробка автономного програмнопродукту для реалізації за допомогою генераторів випадкових чисел поширених на практиці законів розподілу з можливістю їх довільної композиції. Цей продукт повинен забезпечувати візуалізацію результатів моделювання у вигляді гістограм та таблиць даних. Для реалізації цієї задачі необхідно на основі бібліотек прикладного пакету MatLab створити:

- власну бібліотеку для роботи з генераторами;
- програмне забезпечення для створення композицій різних законів розподілу;
- програмне забезпечення для візуалізації результатів моделювання.

Рішення задачі. Генератор псевдовипадкових чисел (Pseudorandom Number Generator) – алгоритм, що генерує послідовність чисел у обраному діапазоні, які майже не залежні одне від одного і відповідають обраному розподілу. Для створення таких генераторів використані можливості прикладного пакету MatLab і його розширення Statistics Toolbox з можливостями візуалізації двовірних і тривірних даних[2,3]. Була обрана, наприклад, функція розподілу NORMRND.

Синтаксис: $R = \text{normrnd}(MU, SIGMA, m, n)$.

Опис. Наприклад, `>> R = normrnd(MU, SIGMA, m, n)` – функція, яка призначена для генерації матриці псевдовипадкових чисел за нормальним законом розподілу розміром 4×4 для кожної пари параметрів MU (математичне очікування) та SIGMA (середнє квадратичне відхилення). Розмірність векторів або матриць параметрів MU та SIGMA повинна бути однаковою. Розмірність матриці R повинна дорівнювати розмірності вхідних параметрів. Тоді процес генерації матриці випадкових чисел буде мати вигляд:

```
>> MU = 0;
>> SIGMA = 1;
>> m = 4; n = 4;
>> R = normrnd(MU, SIGMA, m, n).
R = - 0,2953 -1.0239 -1.7813 0.1668
      -0.0986 -0.0678 -0.6604 -1.7052
      0.1764 0.0818 1.3514 0.2765
     -1.8379 -1.7670 2.1364 0.3945
```

Графічна оцінка якості генератору наведена на рис. 1.:

```
>>MU = 0;
>>SIGMA = 1;
>>N =9;
>>R = normrnd(MU, SIGMA[1, 100]);
>>hist (R, N);
>>grid on;
>>X = min(R):(max(R)-min(R)/100:max(R);
>>f = normpdf(X, MU, SIGMA);
>>ff = f*100*((max(R)-min(R))/N);
>>hold on
>>plot(X, ff, 'r')
>>hold off
```

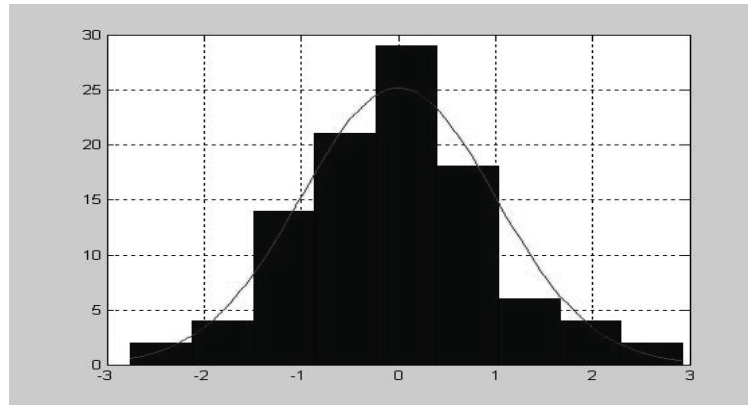


Рисунок 1 - Гістограма та графік ідеального нормального закону розподілу

Аналогічним чином реалізовані генератори випадкових чисел, які формують інші поширені на практиці розподіли: експоненційний, трикутний (закон Сімпсона), релеєвський, логарифмічний, рівномірний, логнормальний тощо, які зберігаються у матриці [4].

Для формування композицій законів створений програмний перемикач, що містить два генератори випадкових чисел із можливістю завдання необхідних розподілів та формує умови заповнення масиву даними. З цією метою застосовані стандартні функції MatLab, наприклад:

$o = \text{normrnd}(MU, SIGMA, [1, N])$ – заповнення масиву даними, які відповідають нормальному розподілу;

$o = \text{unifrnd}(A, B, [1, N])$ – заповнення масиву даними, які розподілені за рівномірним законом тощо [5].

Тепер сгенеровані масиви даних можна об'єднати у композицію за допомогою операцій додавання або множення:

```
if get(handles.radiobutton1, 'Value')
```

```
Result = (o. + t); % додавання
```

```
else
```

```
Result = (o.*t); % множення
```

```
End
```

Оцінку якості генерації отриманих композицій проведено за допомогою гістограм, для чого розроблений інтерфейс користувача з двома вікнами для

законів розподілу (рис. 2). Також передбачені поля для вводу необхідних параметрів: кількість елементів, кількість інтервалів, вхідні дані: математичне очікування, середнє квадратичне відхилення, тощо. Задані також поля для виводу числових даних композиції 1, та її гістограми 2. Для обрання операції, за допомогою якої буде сформована композиція, введені відповідні кнопки. Створений продукт можна зберегти у файл за допомогою кнопки "Зберегти у файл".

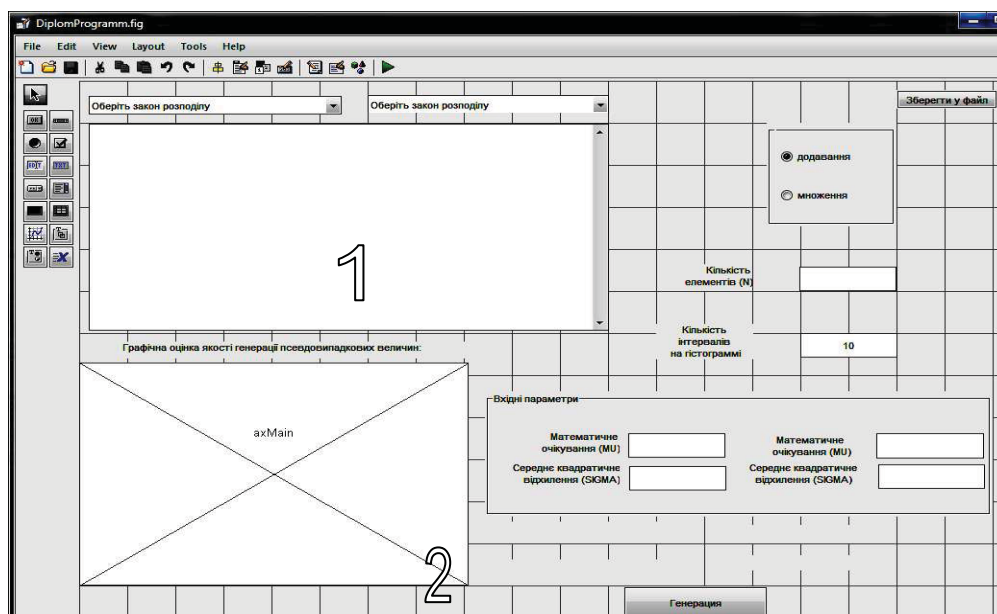


Рисунок 2 - Вікна для завдання параметрів вхідних законів розподілу

На рис. 3 наведений приклад отриманої композиції нормально-го та рівномірного закону розподілів із введеними параметрами. Отримані числові дані, які ілюстровані відповідною гістограмою.

Для встановлення розробленого програмного продукту необхідно виконати декілька простих операцій:

- запустити MCRInstaller.exe для встановлення бібліотек, необхідних для роботи додатку без використання повної версії MatLab. Бібліотека MCR встановлюється один раз і використовується усіма встановленими компонентами, створеними компілятором MatLab [6];

- розпакувати інсталяційний пакет зі створеним продуктом (Magic Example pkg.exe) у обраний каталог;

- встановити архів STF. Він містить необхідні функції, m – файли і MEX – файли. Архів автоматично розгортається, коли запускається додаток.

Після виконання цих пунктів програма готова до виконання і можна запускати опцію Generators.exe. Після генерації отримані числові дані доцільно зберегти у вигляді текстового файлу, для чого пропонується обрати відповідний каталог.

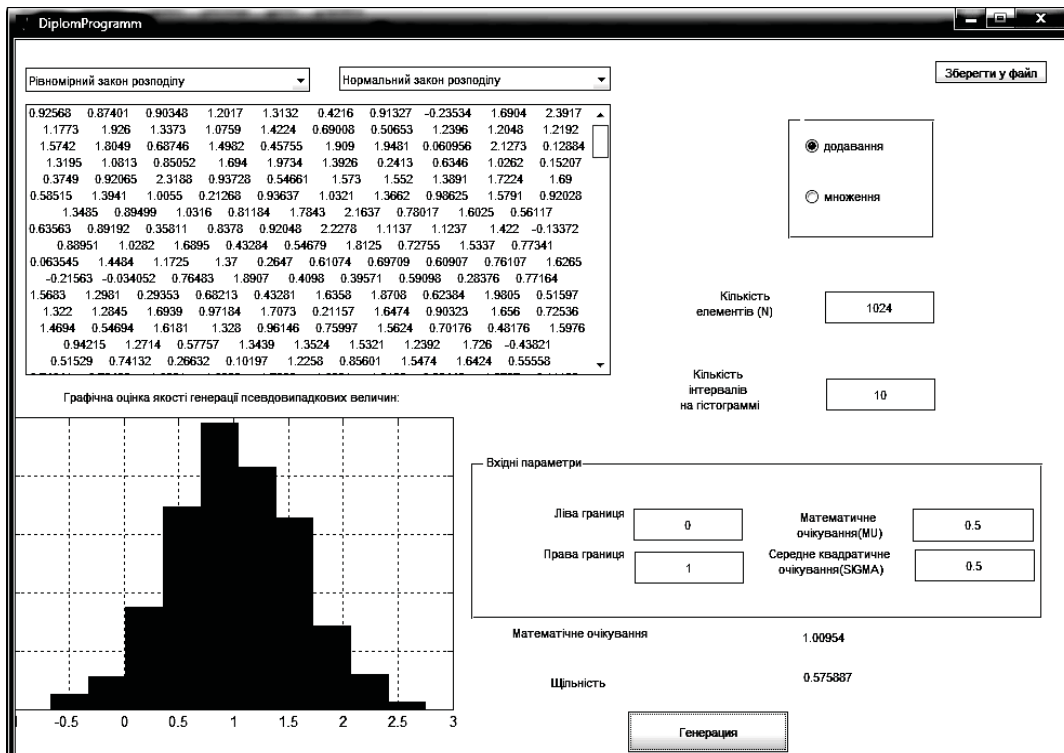


Рисунок 3 - Приклад адитивної композиції двох законів розподілу

Висновки

1. Створено додаток, який дозволяє формувати як окремі випадкові числа із різними законами розподілу, так і довільні композиції випадкових чисел із різними заданими числовими характеристиками.

2. Програмний продукт, створений на основі прикладного пакету MatLab з використанням відповідних бібліотек, має функціонально закінчений вигляд, застосовується автономно, у вигляді окремого виконавчого файлу і потребує близько 200 Мб пам'яті, що суттєво менше, ніж при встановленні повної версії MatLab.

ЛІТЕРАТУРА

1. Справочник по надежности. [Текст]/. - Перевод с англ. Ю.Г. Епишина, Б.А. Смиренина.- п/ред.Б.Р. Левина. – М.: "Мир", т.1, 1969. – 340 с.
2. Смоленцев Н. К. MATLAB: Программирование на Visual C#, Borland JBuilder, VBA [Текст]/Учебный курс (+CD).- М.: ДМК Пресс: СПб.: Питер, 2009.- 464с.
3. Консультацийний центр MatLab. Список функцій. – <http://matlab.exponenta.ru/statist/book2/index.php>
4. Генерація випадкових чисел в MatLab.
<http://www.edu.nstu.ru/course/msos/lab3.html>
5. Функції MatLab.
http://www.nsu.ru/matlab_RU/statist/book2/index.asp.html
6. MATLAB GUI Tutorial.- <http://blinkdagger.com/matlab/matlab-gui-tutorial-plotting-data-axes/>