

УДК 685.325.05

Р.Т. Мурзакаев, А.А. Ветчанинов

R.T. Murzakaev, A.A. Vetchaninov

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Perm National Research Polytechnic University

МОДЕЛИРОВАНИЕ УКЛАДКИ ДЕТАЛЕЙ ПОД ДЕЙСТВИЕМ СЛУЧАЙНЫХ СИЛ

MODELING OF PLACING OF DETAILS UNDER THE ACTION OF RANDOM FORCES

Разработан алгоритм смещения объекта под действием случайной силы. Произведена имитация утряски деталей с помощью работы случайной силы для уплотнения карты раскроя.

Ключевые слова: укладка деталей, случайные силы, карта раскроя.

Algorithm of displacement of object under the action of random force has being created. The imitation of shaking down of details is produced by means of work of random force for the compression of cutting map.

Keywords: placing of details, random forces, cutting map.

На сегодняшний день в различных сферах производства возникают проблемы, связанные с задачами упаковки, которые заключаются в оптимизации размещения объектов в заданных областях с выполнением определенных условий. Существует большое количество программного обеспечения, направленного на решение данной задачи [1, 2]. Однако проблема заключается в том, что на текущий момент не существует однозначного решения вопроса упаковки [3, 4], поэтому тема является актуальной. Применим к данной задаче собственный физический движок, который смог бы смоделировать процесс утряски деталей, направленный на уплотнение укладки. В работе описано уплотнение укладки деталей под действием случайных сил, которые являются частью физического движка.

Методики эксперимента и исследования. Для имитации утряски применяется случайная сила. В дискретном варианте действие случайной силы характеризуется тремя величинами: смещением детали по оси X , смещением детали по оси Y и продолжительностью действия (в итерациях).

Все три используемые величины будут генерироваться случайно:

- 1) RndDuration – продолжительностью действия случайной силы (в итерациях); случайное целое число в диапазоне от 1 до k , где k – параметр;
- 2) RndShiftX – смещение по оси X , рассчитывается по формуле

$$\text{RndShiftX} = a + \text{rnd} \cdot b, \quad (1)$$

где a и b – параметры, а rnd – случайное вещественное число в диапазоне от 0 до 1; исходя из данной формулы, значение RndShiftX будет изменяться в диапазоне от a до $b-a$;

- 3) RndShiftY – смещение по оси Y , рассчитывается аналогично RndShiftX, только с другими параметрами:

$$\text{RndShiftY} = c + \text{rnd} \cdot d, \quad (2)$$

где c и d – параметры; исходя из данной формулы, значение RndShiftY будет изменяться в диапазоне от c до $d-c$.

Параметры a , b , c , d подбираются экспериментально, в зависимости от размера рабочей области.

При случайном смещении объекта по осям X и Y используется зависимость от массы объекта, которая напрямую зависит от его площади.

Расчет площади объекта происходит по его вершинам и производится по формуле [5]

$$S = \frac{1}{2} |(\sum_{k=1}^n (x_k + x_{k+1})(y_k + y_{k+1}))|, \quad (3)$$

где $x_{n+1} = x_0$, $y_{n+1} = y_0$.

В конечном итоге получаем смещение объекта под действием случайной силы по оси X :

$$\text{ShiftX} = e \cdot \text{RndShiftX} / S; \quad (4)$$

по оси Y :

$$\text{ShiftY} = f \cdot \text{RndShiftY} / S, \quad (5)$$

где e и f – экспериментальные параметры, а S – площадь объекта.

Смещение происходит путем изменения координат X и Y у всех вершин детали одновременно. Для этого используется матрица переноса

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & n & 1 \end{bmatrix}.$$

Первый столбец матрицы отвечает за координату детали по X , второй – по Y , третий – за однородную координату [6].

Результаты и их обсуждение. На рис. 1 представлена схема алгоритма смещения объекта под действием случайной силы с уже подобранными параметрами, где `rnd.nextInt(k)` – генерация случайного целого числа в диапазоне $(0, k]$, а `rnd.nextDouble()` – генерация случайного вещественного числа в диапазоне $[0, 1]$ средствами языка Java.

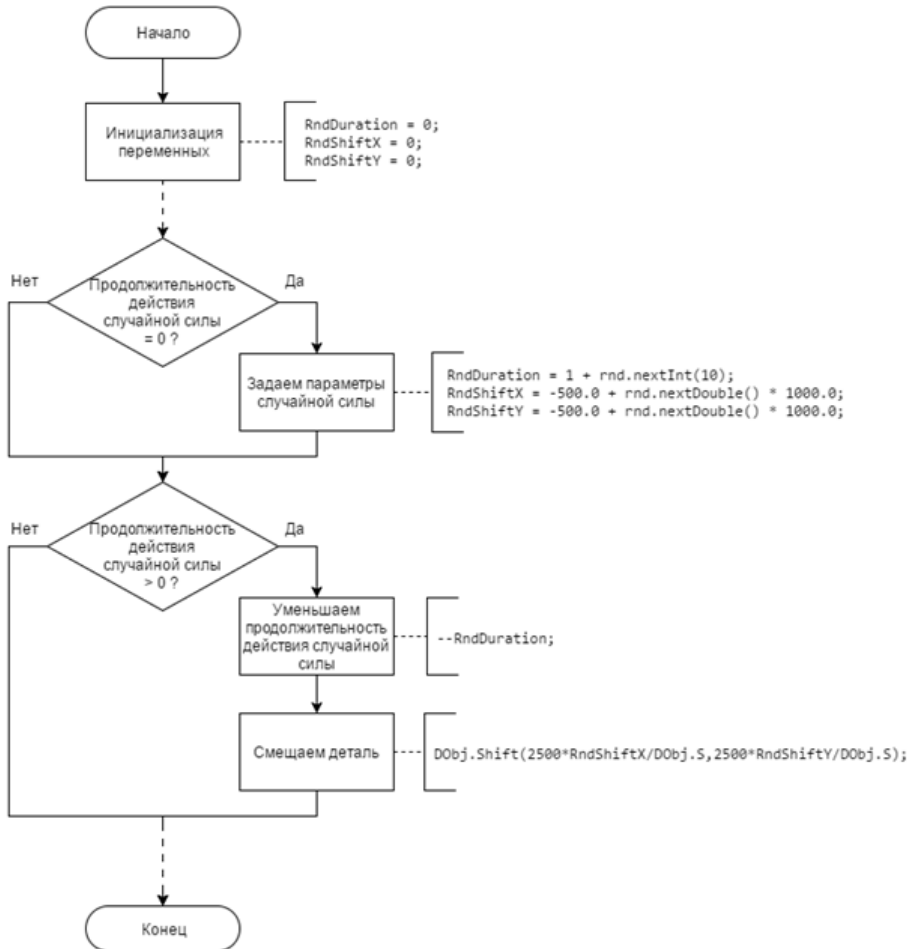


Рис. 1. Схема алгоритма смещения объекта под действием случайной силы с уже подобранными параметрами

В будущем планируется ввести еще один дополнительный параметр у случайной силы `RndAngle` – угол поворота относительно центра тяжести детали.

На рис. 2 представлено действие случайных сил на детали различной площади.

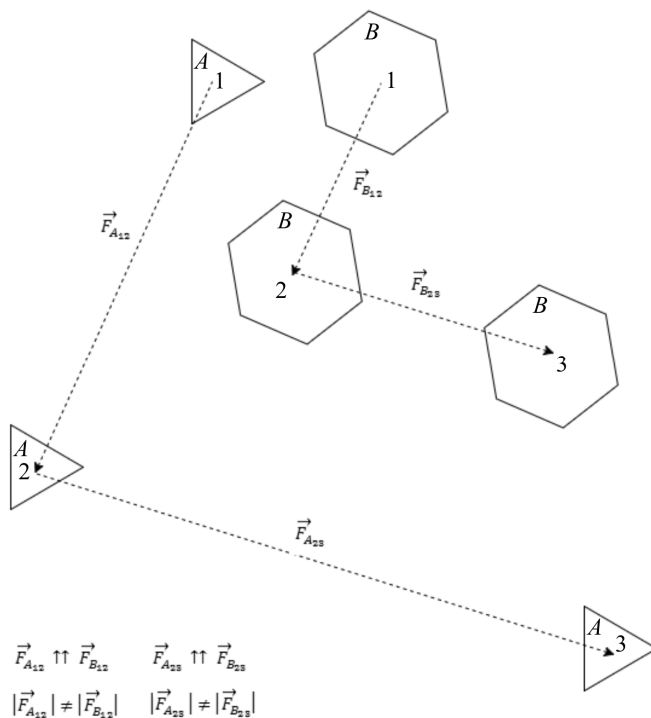


Рис. 2. Действие случайных сил на детали различной площади

Пример утряски деталей под действием случайных сил представлен на рис. 3.

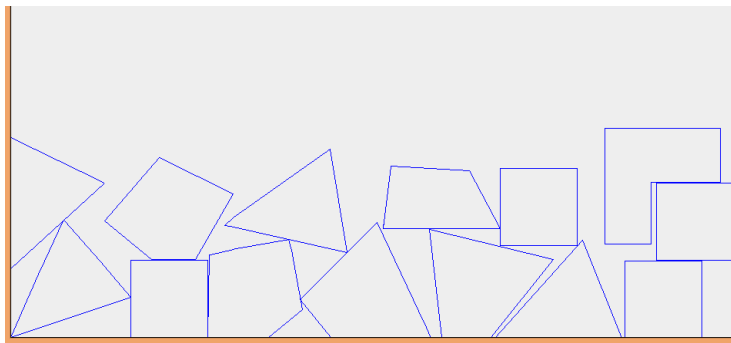


Рис. 3. Пример утряски деталей под действием случайных сил

Таким образом, было предложено симитировать утряску деталей с помощью работы случайной силы для уплотнения карты раскроя. Описаны основные составляющие случайной силы, представлен алгоритм смещения объекта под действием случайной силы, показан пример утряски.

Список литературы

1. Мурзакаев Р.Т., Шилов В.С., Брюханова А.А. Программный комплекс фигурного раскроя материала ITAS Nesting // Вестник Пермского национально-исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. – 2015. – № 13. – С. 15–25.

2. Мурзакаев Р.Т., Шилов В.С., Мезенцев А.С. Раскрой листовых материалов с учетом технологических зазоров оборудования для резки деталей // Электротехника. – 2014. – № 11. – С. 23–27.

3. Мурзакаев Р.Т., Лялин Д.А. Алгоритм уплотнения карты раскроя на основе двухмерной гравитационной имитационной модели // Современная наука. Актуальные проблемы теории и практики. Естественные и технические науки. – 2013. – № 9. – С. 34–41.

4. Лялин Д.А., Затонский А.В. Имитационный алгоритм улучшения решений задачи раскроя материалов // Новый университет. Технические науки. – 2014. – № 9. – С. 17–21.

5. Усанин Ф.Н., Ветчанинов А.А. Моделирование процесса уплотнения геометрических объектов на основе плоской гравитационной модели // Автоматизированные системы управления и информационные технологии. – 2015. – С. 124–127.

6. Однородные координаты [Электронный ресурс]. – URL: http://comp-graphics.info/2D/affine_transform.php (дата обращения: 20.03.2016).

Получено 08.07.2016

Мурзакаев Рустам Талгатович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы», электротехнический факультет, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, e-mail: rustmur@gmail.com.

Ветчанинов Арсений Александрович – студент кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы», электротехнический факультет, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, e-mail: arseniy59@yandex.ru.