

# Алгоритмы локализации точки в 3D пространстве для генерации объекта при моделировании методом частиц

Валерий Сергеев, Сергей Коростелев, Сергей Псахье  
Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск, Россия  
svalera@ispms.tsc.ru

## Аннотация

Для решения задачи построения трехмерных объектов сложной конфигурации предложен метод заполнения расчетной области моделируемыми частицами. Представлены два алгоритма локализации точки. Обсуждаются основные положения, достоинства и недостатки каждого из них.

**Ключевые слова:** Заполнение, Локализация, Метод частиц.

## 1. ВВЕДЕНИЕ

В данной работе рассматриваются два различных подхода к решению проблемы локализации точки при заполнении 3D модели (представленной сеткой) частицами, согласно строго определенной упаковки [1]. Это накладывает определенные ограничения на процедуру заполнения, так координаты очередной проверяемой точки задаются в соответствие с типом упаковки. При заполнении внутренней области сетки необходимо определить те точки, которые находятся внутри сетки, и те, которые находятся снаружи.

## 2. МЕТОД ЗАПОЛНЕНИЯ

Предложенный метод заполнения моделируемого объекта частицами состоит из двух этапов. На первом этапе генерируется проверяемая точка, представляющая центр частицы. Координаты точки определяются в зависимости от выбранного типа упаковки и размера частицы. На втором этапе точка проверяется на принадлежность к образцу.

### 2.1 Алгоритм перебора ближайших граней

В случае произвольного 3D тела сначала необходимо отобрать ближайшие к точке грани, относительно которых нужно проверить положение точки. Затем если проверяемая точка будет находиться внутри объекта относительно отобранных граней, то она будет принадлежать образцу. Если же найдется хоть одна грань, относительно которой точка будет находиться снаружи, то она будет вне образца.

Преимуществом алгоритма является его верное выполнение на сетках с некоторыми погрешностями (например, наличие лишнего ребра). Цена данного алгоритма проверки точки  $O(n \cdot n)$ , где  $n$  – количество полигонов в сетке. Более дешевым и эффективным является следующий алгоритм.

### 2.2 Трехмерный алгоритм трассировки луча

Двухмерный аналог данного алгоритма представлен в работах [2, 3]. Принцип работы алгоритма в двух- и трехмерном пространстве остается одинаковым. Если количество пересечений луча, выходящего из проверяемой точки, с полигонами сетки окажется четным, то точка лежит вне объекта, если нечетным – то внутри

В отличие от предыдущего алгоритма, цена данного –  $O(n)$ , но при наличии ошибки в сетке он приводит к некорректному результату работы. Этот недостаток можно устранить, применив алгоритм преобразования сетки [4].

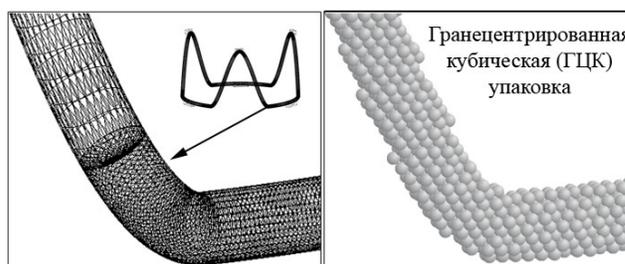


Рис 1: Результат заполнения сердечного клапана.

## 3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотрен метод заполнения частицами произвольного трехмерного объекта представленного сеткой. Проведенные тесты показывают, что метод заполнения с использованием алгоритма «трассировки луча» эффективнее использования алгоритма полного перебора ближайших граней. Но в некоторых случаях сложных объектов результат применения разных подходов отличен. Поэтому в каждом случае необходимо принимать решение об использовании того или иного подхода в зависимости от решаемой физической задачи.

## 4. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Чупрунов Е.В., Хохлов А.Ф., Фаддеев М.А. *Основы кристаллографии*. – М.: Издательство Физико-математической литературы, 2004. – 500с.
- [2] Препарата Ф., Шеймос М. *Вычислительная геометрия: Введение: Пер. с англ.* – М.: Мир, 1989. – 478с.
- [3] Ласло М. *Вычислительная геометрия и компьютерная графика на C++: Пер. с англ.* – М.: Изд-во «БИНОМ», 1997. – 304 с.: ил.
- [4] Ju T. *Robust Repair of Polygonal Models* // ACM Trans. Graphics. –2004. –vol. 23. –№3. –pp. 888-895.

## Авторы

Сергеев В.В., аспирант, институт физики прочности и материаловедения, [svalera@ispms.tsc.ru](mailto:svalera@ispms.tsc.ru)

Коростелев С.Ю., к.ф.-м.н., институт физики прочности и материаловедения, с.н.с., [sergeyk@usgroups.com](mailto:sergeyk@usgroups.com)

Псахье С.Г., проф. д.ф.-м.н., институт физики прочности и материаловедения, директор, [sp@ms.tsc.ru](mailto:sp@ms.tsc.ru)