АЛГОРИТМЫ ВЫЧИСЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ФОРМ ДВУХ- И ТРЕХМЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ

Волков Е.Г., Раткевич А.В., БГТУ, г. Брест

Введение

В цифровой обработке изображений применяется достаточно много алгоритмов, анализирующих метрические и/или топологические свойства двумерных изображений объектов. На основании этого анализа можно вычислять любые метрические и топологические характеристики изображенного объекта. Развитие компьютерного моделирования разнообразных физических объектов и процессов обуславливает необходимость анализировать не только двухмерные, но и трехмерные объекты. Одной из таких задач является моделирование роста кластеров, образующихся по механизму ограниченной диффузией агрегации (ОДА) [1]. Образующиеся кластеры структурно достаточно сложны, а при попытке приведения их к двумерному виду с последующим двумерным анализом теряется часть информации о закономерностях их роста. Использование алгоритмов, полученных из стандартных (двухмерных), путем добавления новой плоскости, в ряде случаев оказывается неэффективным и дающим ошибочные результаты. Объясняется это резко возрастающим количеством конфигураций получаемых структур, некоторые из которых приводят к сбою работы алгоритмов. Так, например, даже минимальную задачу нахождения площади поверхности объекта и важнейшей топологической характеристики – числа Эйлера нецелесообразно решать путем модификации алгоритмов, предназначенных для обработки двумерных изображений. Поэтому возникла необходимость создания алгоритмов нахождения площади и числа Эйлера, которые, во-первых, были бы универсальными, то есть применимыми как к двумерным, так и к трехмерным объектам произвольной связности, и, во-вторых, давали бы максимальную точность вычислений.

Нахождение площади поверхности трехмерных объектов

Нам известны два способа нахождения периметра двухмерных объектов, описанные в [2]. Они основаны на вычислении количества встречающихся в массиве, описывающем объект, всех возможных масок 2х2 или 2х1 и 1х2 элемента, с последующим сложением этих значений, умноженных на коэффициенты. При попытке модифицировать эти алгоритмы для трехмерных массивов, возникли сразу несколько проблем:

- значительно большее количество возможных масок 2х2х2 элемента,
- определение эффективных коэффициентов в формуле, которая будет рассчитывать площадь,
- чем более сложен объект, тем большая будет неточность вычислений.

Поэтому предлагается оригинальный алгоритм, который обладает универсальностью и дает абсолютную точность вычисления периметра для двумерного или площади поверхности для трехмерного объекта.

Алгоритм основан на анализе каждого элемента массива (двух- или трехмерной матрицы), описывающего объект. Если элемент пуст (имеет значение “нуль”), а хотя бы один из его соседей имеет значение “единица”, то к переменной, хранящей значение периметра для двумерного или площади поверхности для трехмерного объекта, добавляется единица. Универсальность алгоритма достигается путем изменения числа проверяемых соседних элементов: для двумерного объекта (4 или 8 соседей), для трехмерного (6 или 26 соседей).

Точность вычислений достигается за счет того, что каждый элемент массива проверяется только один раз и при этом однозначно определяется его причастность к границе (периметру или поверхности) объекта.

Нахождение числа Эйлера

Для нахождения числа Эйлера, нам необходимо определить, сколько в массиве хранится объектов, а также количество дырок в этих объектах. Эти две задачи можно свести к подсчету количества несвязных между собой дырок, т.е. областей, заполненных элементами с одним значением и окруженных элементами с другим значением.

Предложенный оригинальный алгоритм (основанный на волновом алгоритме [2]), является универсальным и точным и также заключается в последовательном анализе каждого элемента массива, описывающего объект.

Алгоритм основан на определении главного свойства дырок – того, что группа элементов с одним значением окружена (в смысле заданной связности) элементами с другим значением.

Как только мы будем находить элемент со значением нуль, мы присвоим ему некоторое значение X, равное двум, запомнив координаты всех его соседей со значением нуль. На следующем шаге мы присвоим значение X всем этим соседям, запомнив координаты их соседей и т.д. до тех пор, пока не останется ни одного соседа со значением нуль. Затем, прибавив к X единицу, будем искать следующую область элементов, имеющих значение нуль.

Таким образом, каждую из дырок заполним своим значением, а в X будем хранить количество дырок, увеличенное на три (так как начальное значение переменной X равно двум, так как внешнее пространство вокруг объектов не является дыркой).

Количество объектов находим тем же алгоритмом, только лишь будем искать области, заполненные значениями единицы. На основании полученных двух значений вычислим число Эйлера, вычтя из количества объектов количество дырок.

Достоинства алгоритма:

- универсальность; в зависимости от мерности пространства и от задаваемой связности, изменяется лишь количество проверяемых соседей;
- точность; каждый из элементов, имеющих значение нуль, будет принадлежать только одной из дырок;
- возможность последующего определения метрических свойств форм дырок, рассматривая каждую из них как объект, описанный элементами со значением от 1 до n, где n-количество дырок.

Заключение

Предложены алгоритмы по нахождению периметра двумерных объектов, площади трехмерных объектов и расчета числа Эйлера для двух- и трехмерных объектов. Алгоритмы опробованы на сгенерированных моделях тонкопленочных кластеров поликристаллического материала ([1]), а также на тестовых конфигурациях. В ходе анализа выяснено, что разработанные алгоритмы отличаются точностью расчета и универсальностью в сравнении с существующими стандартными методами.

Литература

1. Дереченник С.С., Раткевич А.В. Применение фрактальных методов в экспериментальных и теоретических исследованиях тонкопленочных структур. – Вестник БГТУ. Серия: Машиностроение, автоматизация, ЭВМ. – Брест, БГТУ. – 2003, №4 (22). – С. 39-43.
2. Прэтт У. Цифровая обработка изображений. – М.: Мир, 1982. – Кн.2. – 480с.