

ИТЕРАЦИОННЫЙ АЛГОРИТМ РАЗБИЕНИЯ ОБЛАСТИ

Мухин В.В., к.т.н, ст. преподаватель, Чопоров С.В., аспирант

Запорожский национальный университет

В предложенной работе рассматривается итерационный алгоритм визуализации дифференциальных свойств функций двух переменных. Предложенный алгоритм позволяет визуализировать такие свойства поверхностей, как форма и фронт волны за малое машинное время с максимальной точностью.

Ключевые слова: итерационный алгоритм, разбиение области, функция двух переменных, визуализация, форма, фронт волны.

Мухін В.В., Чопоров С.В. ІТЕРАЦІЙНИЙ АЛГОРИТМ РОЗБИТТЯ ОБЛАСТІ / Запорізький національний університет, Україна

У запропонованій роботі розглядається ітераційний алгоритм візуалізації диференціальних властивостей функцій двох змінних. Запропонований алгоритм дозволяє візуалізувати такі властивості поверхні, як форма та фронт хвилі за малий машинний час з максимальною точністю.

Ключові слова: ітераційний алгоритм, розбиття області, функція двох змінних, візуалізація, форма, фронт хвилі.

Mukhin V.V., Choporov S.V. THE ITERATIVE ALGORITHM OF REGION DIVIDING / Zaporizhzhya National University, Ukraine

In offered work suggested the iterative algorithm of visualization of differential properties of two dimensional functions. The offered algorithm allows to visualize such properties of surfaces as form and front of wave for a few machine time with maximal precision.

Key words: iterative algorithm, division of region, two dimensional function, visualization, form, front of wave.

Одним из наиболее динамично развивающихся направлений в создании программного обеспечения автоматизированных систем является упрощение интерфейса между функциональным пользователем и компьютером за счет графического представления информации. Одной из актуальных проблем является «проблема доступности» графического образа для зрительного понимания в ходе анализа исследователем, дающая возможность для оптимального принятия решения.

В рекурсивном алгоритме разбиения области анализируемая область разбивалась на участки в виде правильных многоугольников, и основывался он на радиальном принципе разбиения области на подобласти [1]. Данный подход позволял наглядно изобразить процедуры визуализации и уточнения области. Однако, затраты машинного времени при анализе рекурсивным методом велики. Поэтому возникает вопрос об ускорении данного метода для решения практических задач.

Альтернативой рекурсивного алгоритма является итерационный алгоритм разбиения области, основанный на установлении соответствия между точками области вывода и подобластями анализируемой области. Данный подход позволяет сократить время достижения максимального качества визуализации характеристик исследуемой области.

При визуализации функций двух переменных возникает проблема перехода от системы мировых координат (в которых задана исходная область) к системе координат экрана монитора ЭВМ. Для естественного изображения на экране необходимо учесть, что система координат на экране расположена в верхнем левом углу (ось Oy направлена вертикально вниз, ось Ox – горизонтально вправо). Поэтому формулы перехода примут следующий вид:

$$\begin{aligned} x' &= \text{Min}X + \frac{\text{Max}X - \text{Min}X}{XM - Xm}(x - Xm), \\ y' &= \text{Max}Y - \frac{\text{Max}Y - \text{Min}Y}{YM - Ym}(y - Ym), \end{aligned} \quad (1)$$

где (x, y) – координата точки в системе мировых координат;

(x', y') – координата точки в системе координат монитора;

(Xm, Ym) – координата левого нижнего угла прямоугольника исходной области;

(XM, YM) – координата правого верхнего угла прямоугольника исходной области;

$(\text{Min}X, \text{Min}Y)$ – координата левого верхнего угла прямоугольника в системе координат экрана;

$(\text{Max}X, \text{Max}Y)$ – координата правого нижнего угла прямоугольника в системе координат экрана.

Из преобразования (1) можно вывести обратное преобразование, переводящее экранные координаты в мировые.

$$\begin{aligned}
 x &= X_m + \frac{XM - X_m}{MaxX - MinX} (x' - MinX) \\
 y &= Y_m + \frac{YM - Y_m}{MaxY - MinY} (MaxY - y')
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

Согласно концепции визуализации численных данных, процесс визуализации всегда конечен. Данное утверждение справедливо в силу свойства дискретности компьютерного дисплея (количество пикселей на мониторе строго ограничено аппаратными возможностями). Следовательно, максимальное качество визуализации будет достигнуто, когда каждой элементарной подобласти будет соответствовать образ размером в один пиксел. Например, при рекурсивном разбиении области на подобласти максимальное качество визуализации будет достигнуто, когда каждой окружности, описанной вокруг правильного n -угольника будет соответствовать окружность, диаметр которой в экранных координатах равен 1. То есть, для каждого n -угольника, используя линейное преобразование (1), находим соответствующий ему пиксел и устанавливаем его цвет, в цвет, полученный по используемому алгоритму (например, алгоритм форма для аналитически заданных функций – привязка градации тона к направлению проекции вектора нормали на плоскость XOY [2]).

Однако можно поступить несколько иначе. Для каждого пикселя области вывода определим преобраз: центр и радиус описанной окружности в области анализа, используя преобразование (2). Пусть, (i, j) – координаты анализируемого пикселя ($MinX \leq i \leq MaxX$ и $MinY \leq j \leq MaxY$). Тогда соответствующие координаты центра описанной окружности (X_c, Y_c) найдем из обратного преобразования:

$$\begin{aligned}
 X_c &= X_m + \frac{XM - X_m}{MaxX - MinX} (i - MinX) \\
 Y_c &= Y_m + \frac{YM - Y_m}{MaxY - MinY} (MaxY - j)
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

Аналогично, взяв точку, лежащую на окружности, ограничивающей пиксел (i, j) , найдем точку, лежащую на соответствующей окружности в области анализа (X, Y) .

$$\begin{aligned}
 xi &= i + 0.5 \\
 yj &= j \\
 X &= X_m + \frac{XM - X_m}{MaxX - MinX} (xi - MinX) \\
 Y &= Y_m + \frac{YM - Y_m}{MaxY - MinY} (MaxY - yj)
 \end{aligned}
 \tag{4}$$

Зная координаты центра окружности и точки лежащей на окружности, определим радиус этой окружности.

$$R = \sqrt{(X_c - X)^2 + (Y_c - Y)^2}
 \tag{5}$$

Таким образом определены параметры, необходимые для построения правильного n -угольника, а именно координаты центра и радиус описанной окружности. Далее, используя, например, алгоритм форма [1], определим цвет пикселя (i, j) .

Следовательно, для построения изображения необходимо последовательно перебрать все пиксели области вывода и определить для каждого из них цвет, соответствующий необходимой характеристике функции.

Производя анализ по данной схеме (рис. 1) для каждого пикселя, получим полное изображение.

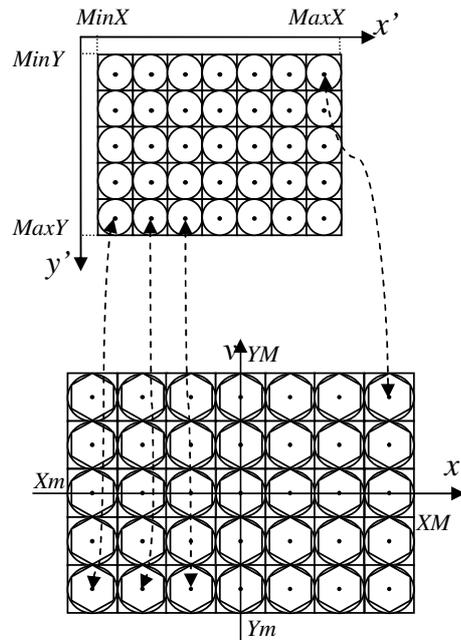


Рис. 1. Схема работы алгоритма.

Примеры работы алгоритма показаны на рис. 2, 3.

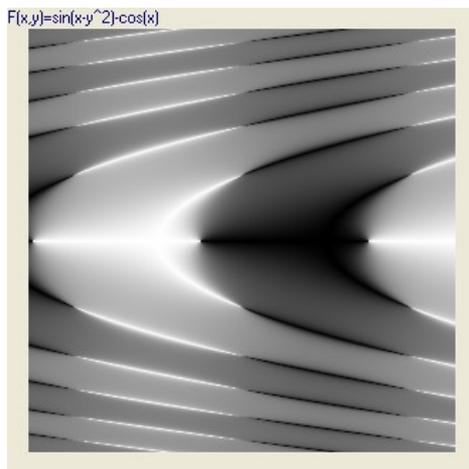


Рис. 2. Форма функции $F(x, y) = \sin(x - y^2) - \cos(x)$ Рис. 3. Форма функции $F(x, y) = x + y + \cos(x^2 + y^2)$

Полученные таким образом изображения обладают максимальным качеством в силу использования максимального пиксельного разрешения изображения. За счет использования итерационного алгоритма достигается низкая вычислительная сложность анализа свойств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Толоч А.В., Мухин В.В. Алгоритм итерационного уточнения области исследования поверхности // Вісник Запорізького державного університету. - 1998. - №2. - С.90-97.
2. Толоч А.В., Мухин В.В. Визуалізація деяких диференціальних властивостей поверхні на основі реконструкції реалістичного образу // XXV Ювілейна міжнародна конференція і дискусійний клуб ІТ+SE'98 "Нові інформаційні технології в науці, освіті, телекомунікації і бізнесі". - Крим (Україна). - 1998. - С.162-164.
3. Роджерс Д. Алгоритмічні основи машинної графіки: Пер. с англ. - М.: Мир, 1989. - 512 с., ил.