

УДК 004.421

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ФУНКЦИИ ПЛОТНОСТИ СРЕДЫ ¹

© Ю. Ю. Юрин

Ключевые слова: функция плотности, машинная графика.

Излагается один из методов визуализации функции плотности среды.

Визуализация графиков функций имеет не только эстетическое, но и практическое значение. После того, как функция становится зримой, анализировать её гораздо проще. На графиках можно проследить такие особенности, как положения экстремальных точек, точек бифуркаций и др. Превращение любой информации в визуальную является актуальной задачей, т. к. для человека зрение — основной высокоскоростной канал получения информации.

Сейчас существует огромное множество компьютерных программ для построения графиков функций, как самостоятельных, так и включенных в состав специализированных математических пакетов, таких как Maple [1], Mathcad [2], Mathematica [3], MATLAB [4] и др. Они предоставляют возможность построения 2D- и 3D-графиков функций в параметрическом и явном виде.

В задачах естествознания и техники часто возникает потребность проникнуть внутрь трёхмерного объекта и показать его строение. При этом непосредственно увидеть внутреннее строение изучаемого объекта невозможно. Примерами таких объектов могут быть галактики, различные физические поля, трёхмерное распределение плотности в жидких и твёрдых средах, а также микроструктуры и наноструктуры реального мира. Вычислительные средства, обеспечивающие такую визуализацию, представляют интерес при исследовании различных явлений в физике, медицине, геологии, метеорологии и других областях.

Возникает потребность в новых средствах визуализации, которые бы предоставили пользователю следующие возможности:

- 1) построение трёхмерного изображения в виде полупрозрачных изоповерхностей;
- 2) выбор цвета, количества изоповерхностей и правил построения пользователем, исходя из стоящей перед ним задачи;
- 3) произвольное вращение, перемещение, масштабирование сцены;
- 4) построение изображения сечений объекта произвольными плоскостями.

Трёхмерные данные могут быть получены различными способами, и от этого зависит их входное представление в памяти компьютера. Когда мы получаем данные о реальных объектах от каких-либо приборов, то получаем не явно заданную функцию, а лишь набор значений в некоторых точках, т. е. табличное представление. В зависимости от алгоритма визуализации может потребоваться переход от табличного задания к аналитическому (например, с помощью кусочно-гладких функций).

¹Работа выполнена при поддержке программы «Развитие потенциала высшей школы» (проект 2.1.1/1853)

Невозможно получить, а тем более хранить абсолютно всю информацию об объекте. Следовательно, в памяти нужно хранить информацию в сжатом или аппроксимированном виде. От способа представления трёхмерных данных зависит количество требуемой памяти, скорость работы алгоритма визуализации и точность получаемой проекции. Эти данные являются входными для алгоритма визуализации. Преобразование входных трёхмерных данных в выходные (двухмерный массив пикселей) должно происходить по определённым правилам, суть которых состоит в том, чтобы зрительное ощущение человека, наблюдающего двухмерное изображение, построенное алгоритмом визуализации, соответствовало ощущению, которое наблюдатель получил бы, если бы рассматривал сцену в реальной действительности. Для того чтобы изображения, сформированное на сетчатке глаза от реального объекта и от его проекции на экране, максимально совпадали, необходимо обеспечить сохранность всей информации о сцене.

Архитектура приложения должна представлять собой несколько компонент, последовательно преобразующих исходные данные, а также предусматривать наличие интерфейса пользователя для управления преобразованиями. Основные формы представления объекта в памяти ЭВМ:

- 1) входной образ объекта (набор изображений плоскостных срезов);
- 2) трёхмерный массив;
- 3) совокупность изоповерхностей;
- 4) изображение в z-буфере [6];
- 5) изображение на экране.

Опишем подробнее компоненты и происходящие в них преобразования.

1. С помощью некоторого прибора информация о физических свойствах реального объекта, например, распределение плотности вещества, преобразуется в набор изображений плоскостных срезов. Это будут входные данные.

2. Изображения срезов «склеиваются» друг с другом, образуя трёхмерный массив, элементами которого являются значения плотности в точках пространства.

3. Трёхмерный массив преобразуется в совокупность поверхностей одинакового уровня — изоповерхностей. Для хранения в памяти изоповерхности аппроксимируются с помощью полигонов (обычно треугольников), или с помощью кусочно-гладких функций.

4. Далее происходит проективное преобразование объекта на плоскость экрана по правилам центрального проецирования. Удаление невидимых и наложение полупрозрачных частей происходит по алгоритму z-буфера.

5. На завершающем этапе двухмерный массив z-буфера хранит в себе готовое изображение, которое выводится на экран.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дьяконов В. П. Maple 9 в математике, физике и образовании. М.: СОЛОН-Пресс, 2004.
2. Очков. В. Ф. Mathcad 14 для студентов и инженеров: русская версия. СПб.: BHV, 2009.
3. Шмидский Я. К. Mathematica 5. Самоучитель. М.: Диалектика. 2004.
4. Дьяконов В. П. MATLAB 6/6.1/6.5 + Simulink 4/5. Основы применения. Полное руководство пользователя. —М.: СОЛОН-Пресс, 2002.
5. Порев В. Н. Компьютерная графика. — СПб.: БХВ-Петербург, 2002.
6. Никитин Е. А. Компьютерная геометрия и алгоритмы машинной графики. — СПб: БХВ-Петербург, 2003.

Yurin Yu.Yu. Visualization of density function of medium. A method of visualization of density function of medium is stated.

Key words: density function, the machine drawing.

Поступила в редакцию 20 ноября 2009г.