

СЕКЦИЯ «ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА»

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Вилкова Д.В.

В данной работе была решена задача визуализации трехмерной динамической дискретной системы. Как пример рассмотрена система математической биологии. Как правило, биологические системы описываются нелинейными соотношениями. Особенно важным оказывается исследование поведения системы вблизи тех значений параметров, при которых возникают бифуркации в поведении биологических сообществ. Визуализация модели может дать дополнительную информацию о системе и ускорить её изучение.

Трехмерная биологическая модель описывает дискретную модель пищевой цепи. Все возможные состояния системы характеризуются точками множества X , называемого пространством состояний [3]. Определить будущую эволюцию системы возможно по заданию исходной точки x , принадлежащей множеству, определенной системы. Для построения использована функция итерации f . Точки траектории вычисляются по формуле:

$$x_{n+1} = f(x_n)$$

Видно, что каждое последующее состояние x_{n+1} однозначно определяется предыдущим состоянием x_n и отображением f . Программа строит изображение итерации кривой. Кривая задается в виде ломанной с достаточно малыми звеньями. Для этого используется процедура итерации кривой, которая рассматривается как итерация вершин ломанной. В результате получается аппроксимирующая ломанная, длина каждого звена которой меньше параметра h , выбираемого пользователем [1].

Задачи по визуализации динамики трехмерной системы возникают в ряде прикладных задач биологии, медицины, экономики [2]:

- Отображение Икеда – моделирует динамику в оптических кристаллах
- Логическое отображение – моделирует биологическую динамику
- Модель Линстрема – описывает динамику трехмерной пищевой цепи [4]
- Система Лоренца – моделирует хаос.

Для реализации был выбран кроссплатформенный фреймворк Qt и язык C++. В разработанной программе для построения изображения итерации кривой задаются следующие параметры: функции системы, интервал, параметр h и количество итераций. Процесс итерации завершается, когда расстояние между всеми отрезками меньше h . Трехмерное изображение строится по точкам ломанной, полученной в результате последней итерации. Для построения изображения динамики системы возможно задавать функции, описывающие систему, из файла или в окне программы. При наведении мышкой на любую точку изображения выводятся её координаты. Изображение можно поворачивать и масштабировать с помощью мышки, что позволяет рассмотреть трехмерную систему в деталях и со всех сторон.

При точности $h = 0.01$ и 1500 итерациях время вычисления точек для построения изображения составило семь минут для модели дискретной системы, описывающей пищевую цепь.

Источники и литература

1. Осипенко Г.С., Ампилова Н.Б. Введение в символический анализ динамических систем: учебное пособие. СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та, 2005. С. 205.