

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ВИЗУАЛИЗАЦИИ
ДЛЯ ЗАДАЧ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ И ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ ИГР

В.Л. Авербух, С.С. Кумков, В.С. Пацко, О.А. Пыхтеев, Д.А. Юртаев

averbukh@oso.imm.intec.ru,

Институт математики и механики УрО РАН, Екатеринбург, РОССИЯ

Под научной визуализацией традиционно понимают методику перевода абстрактных представлений об объектах в геометрические образы, что дает возможность исследователю наблюдать результаты численного моделирования явлений и процессов. Необходимость специализированных систем научной визуализации, предназначенных для конкретных математических задач, связана с тем, что стандартные средства визуализации не способны в полном объеме отобразить особенности того или иного математического объекта. Доклад посвящен визуализации объектов, характеризующих функцию цены в дифференциальных играх [1, 2].

В первой задаче рассматриваются линейные дифференциальные игры с фиксированным моментом окончания и выпуклой функцией платы, зависящей от двух компонент фазового вектора. В этом случае изображаются множества уровня функции цены. Они представляют собой “трубки”, которые строятся в трехмерном пространстве t, y_1, y_2 , где t – время, y_1, y_2 – эквивалентные координаты, определяемые соответствующими строками фундаментальной матрицы Коши. В Институте математики и механики (ИММ) разработаны [3] эффективные алгоритмы поэтапного построения сечений таких трубок. Каждое сечение $W_c(t_i)$ в момент t_i является выпуклым многоугольником на плоскости, который строится на основе предыдущего сечения $W_c(t_{i+1})$. Традиционные методы визуализации таких трубок заключались в построении проекций контуров сечений на плоскость y_1, y_2 . При увеличении числа сечений изображение становится перегруженным. Одновременное отображение нескольких трубок в этом случае еще более затруднено. Необходимо было показать трубку в виде поверхности со всеми ее особенностями. Под особенностями в основном понимаются нарушения гладкости, которые могут зародиться и исчезать на сечениях трубки с течением времени. Кроме того, чтобы получить представление о функции цены игры в целом, нужно обеспечить одновременное отображение нескольких трубок, построенных для разных значений цены. При этом на изображении должны восприниматься как конкретные трубки, так и вся структура.

Была разработана система, позволяющая в интерактивном режиме рассматривать трехмерное изображение трубок в различных ракурсах. Трубки представляются в двух видах. Первый – параллельная проекция контуров сечений на произвольную плоскость. Этот вид отображения служит для поиска такого ракурса, который наиболее удовлетворяет пользователя. Когда удачное положение найдено, используется второй вид отображения – восстановленная с помощью триангуляции по контурам сечений поверхность, которая изображается с закраской Гуро [4]. Поверхность освещается точечным источником света, положение которого устанавливается пользователем. Трубкам независимо присваиваются атрибуты – цвет и прозрачность. Возможна одновременная визуализация нескольких трубок.

На рис.1 изображены три множества уровня функции цены для конфликтно-управляемого осциллятора. Две внешних трубки срезаны плоскостью, параллельной оси времени. Внутренняя трубка конечна по времени..

Вторая задача связана с изображением графика функции оптимального результата для игровых задач быстрого действия второго порядка. Здесь платой является время перевода системы на заданное терминальное множество. В ИММ разработаны поэтапные алгоритмы построения фронтов множеств уровня функции цены. Программа визуализации на основе этих данных изображает трехмерный график функции цены. Обеспечивается возможность про-

смотра трехмерного изображения в различных ракурсах с изменением параметров виртуальной камеры, а также таких атрибутов изображаемых объектов, как раскраска, освещенность и др.

На рис.2 показан график функции цены для известной в теории дифференциальных игр задачи “шофер-убийца” [1]. На графике четко видны участки, где функция цены резко возрастает, оставаясь при этом непрерывной.

Разработанные программы визуализации применимы не только к описанным задачам. А именно, первая программа позволяет изображать любые трехмерные объекты, заданные набором параллельных сечений. Вторая программа может по заданным фронтам изображать график функции, характеризующей время распространения фронта. При этом неважно, для какой естественнонаучной задачи получены фронты.

Литература

1. Айзекс Р. Дифференциальные игры. М: Наука, 1965. 2. Красовский Н.Н., Субботин А.И. Позиционные дифференциальные игры. М.: Наука, 1974. 3. Алгоритмы и программы решения линейных дифференциальных игр. Ред. Субботин А.И., Пацко В.С. Институт математики и механики, Свердловск, 1984. 4. Роджерс Д. Алгоритмические основы машинной графики. М.: Мир. 1989.

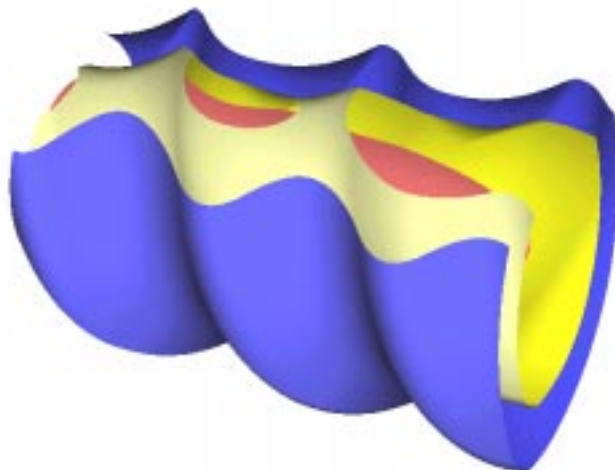


Рис.1: Три множества уровня функции цены для конфликтно-управляемого осциллятора.

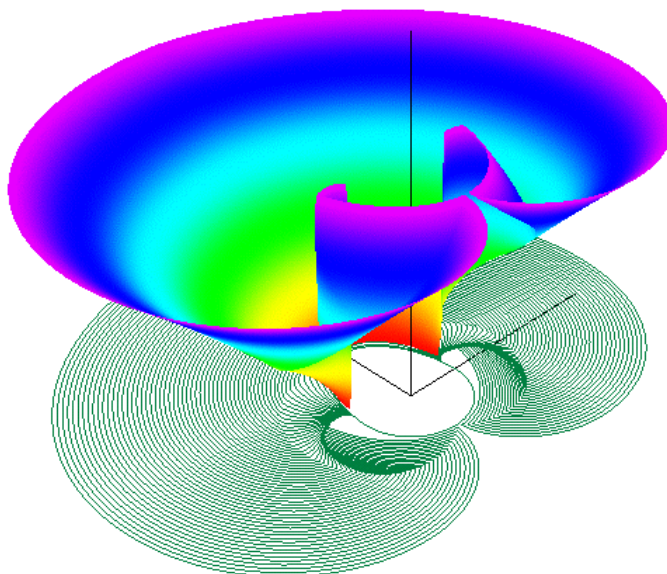


Рис.2: График функции цены для игры “шофер-убийца”.