



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



«ИНФОРМАТИКА И КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ 2006»

Сборник трудов второй международной студенческой
научно-технической конференции
13 декабря 2006 года

Донецк 2006
ДонНТУ

ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫХ НОВООБРАЗОВАНИЙ ОТ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОТЕХНОГЕННЫХ ФАКТОРОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ МНОГОМЕРНОЙ СТАТИСТИКИ.....	365
Сергієнко Ю.С., Смірнов О.В. ЗНАХОДЖЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО ОБ'ЄМУ ВИРОБНИЦТВА НА ОСНОВІ ПРОГНОЗНИХ РЕГРЕСІЙНИХ МОДЕЛЕЙ	367
Токарев Д.А., Шушляпин Е.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ЯДЕРНЫМ РЕАКТОРОМ МЕТОДОМ КОНЕЧНОГО СОСТОЯНИЯ	369
Трофимов В.В., Ручкин К.А. РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ С ПОМОЩЬЮ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЛЯПУНОВА	371
Хорошилов А.В., Фельдман Л.П. АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ АЛГОРИТМОВ РЕШЕНИЯ ЛЕНТОЧНЫХ СИСТЕМ ЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ	373
Черкашина Т.Б., Дмитриева О.А. МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА СКЛАДАХ С ПИВОВАРЕННОЙ ПРОДУКЦИЕЙ.....	375
Чернов А.С., Фельдман Л.П. МАРКОВСКИЕ МОДЕЛИ АНАЛИЗА ЭФФЕКТИВНОСТИ ТОРГОВЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ	377
Секция 12. «Компьютерная графика и специализированные средства» ...	379
Арендариук А.В., Карабчевский В.В. АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ ТРЕХМЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ.....	380
Васильев С.Б., Зори С.А. СОВРЕМЕННЫЕ НОТНЫЕ РЕДАКТОРЫ – ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ.....	382
Гельдыев Б.А., Хоменко И.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИБЛИОТЕК ТРУБОПРОВОДНОЙ АРМАТУРЫ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ.....	384
Гомозов О.В., Солонин А.Н. РЕНДЕРИНГ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ В ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ СРЕДЕ.....	386
Грищай Е.А., Зори С.А. АЛГОРИТМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ КАК ТЕХНОЛОГИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ С МОБИЛЬНЫМ УСТРОЙСТВОМ.....	388
Грищенко А.В., Аноприенко А.Я. СОЗДАНИЕ ФОТОРЕАЛИСТИЧНЫХ ТРЕХМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ.....	390
Дементьев В.С., Осипов К.Н. ВОЗМОЖНОСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ И ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ДИАГНОСТИРОВАНИИ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ	392
Дружинін О.І., Зінченко Ю.Є. МОДИФІКОВАНА СТРАТЕГІЯ АВТОМАТИЧНОГО ТЕСТУВАННЯ ГРАФІЧНИХ ІНТЕРФЕЙСІВ.....	394
Кавешников И.И., Чуева Е.И., Осокин В.В., Волощенко А.В. АВТОМАТИЗАЦИЯ КОНСТРУКТОРСКОЙ ПРОРАБОТКИ СЛОЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ.....	396
Лумпиев И.В., Ковалев С.А. РАЗРАБОТКА ИНТЕРНЕТ-САЙТА ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ.....	398
Новиковская Е.О., Ковалев С.А. ОБРАБОТКА ГРАФИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ В СИСТЕМЕ КОНТРОЛЯ ШАХТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ.....	400
Петля В.А., Хоменко И.В. ТВЕРДОТЕЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКЕ ПРОИЗВОДСТВА.....	402

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ С ПОМОЩЬЮ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЛЯПУНОВА

Трофимов В.В., Ручкин К.А.

Донецкий государственный институт искусственного интеллекта

В статье рассмотрен модифицированный алгоритм Бенетина численного вычисления характеристических показателей для произвольной динамической системы обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка. В дополнение к работе [1], где вычислены характеристические показатели уравнений Эйлера-Пуассона [2], разработана интерактивная компьютерная система вычисления показателей Ляпунова произвольной системы, позволяющая отображать характеристические показатели на плоскую и сферическую карты, наглядно определять характер поведения не только конкретной траектории, но и всего фазового потока динамической системы.

1 Введение

Характеристические показатели Ляпунова позволяют проводить качественный анализ динамических систем. Существует несколько практических способов вычисления спектра ляпуновских показателей [3]. Основная идея всех алгоритмов заключается в следовании за траекториями в течение небольших промежутков времени и вычислении скоростей их расхождения, и последующем усреднении этих значений по всему аттрактору. Но большинство методов расчета характеристических показателей предполагают существование аналитического решения системы, получение которого часто затруднительно или вообще невозможно.

В работе рассматривается численный метод вычисления показателей Ляпунова при различных начальных условиях и значениях конструктивных параметров произвольной нелинейной динамической системы обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка. Характеристические показатели могут быть использованы для определения устойчивости квазипериодического и хаотического поведения так же как и для определения устойчивости состояний равновесия и периодических решений. Они позволяют определить фрактальную размерность аттрактора, энтропию динамической системы, характерное время предсказуемости поведения системы.

2 Построения характеристической поверхности

Представление о возможных режимах динамики системы дает построение карты характеристических показателей в зависимости от одного или нескольких управляющих параметров системы или начальных условий.

Рассмотрим систему уравнений Эйлера-Пуассона [2, 4, 5], описывающую математическую модель движения свободного твердого тела в подвижном базисе:

$$\begin{cases} J\dot{\omega} = J\omega \times \omega + r \times v; \\ \dot{v} = v \times \omega; \end{cases} \quad (1)$$

где $\omega = (\omega_x, \omega_y, \omega_z)^T$ – вектор угловой скорости тела в проекциях на подвижные оси;

$v = (v_x, v_y, v_z)^T$ – единичный вектор вертикали;

$r = (r_x, r_y, r_z)^T$ – радиус-вектор центра масс, направленный из неподвижной точки;

$J = \text{diag}(A, B, C)$ – тензор инерции.

Трехмерная карта показателей Ляпунова системы Эйлера-Пуассона при изменении ω_x и ω_y от -400 до 400, параметрах системы $J = \text{diag}(1; 2; 1,5)$, $r = (2; 1; 1)^T$ и начальных условиях $\omega_z = 0$, $v = (0; 0; 1)^T$ представлена на рисунке 1.

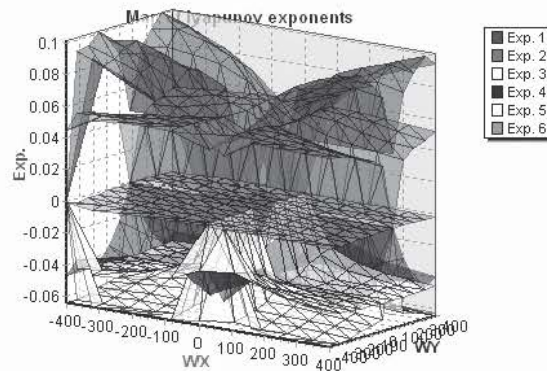


Рисунок 1 –Трехмерная карта характеристических показателей системы Эйлера-Пуассона при изменении ω_x и ω_y от -400 до 400

Три показателя отрицательные, два положительные и один остается близким к нулю. Присутствие положительных показателей свидетельствует о хаотическом поведении системы. Система Эйлера-Пуассона не обладает диссипацией [5], что согласуется с картой – сумма показателей остается равной нулю.

3 Заключение

Разработанный алгоритм позволяет оценить характеристические показатели при различных начальных данных и параметрах системы произвольной нелинейной динамической системы обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка. Предложенный способ отображения характеристических показателей на плоскую и сферическую карты позволяет наглядно определить характер поведения не только конкретной траектории, но и всего фазового потока динамической системы.

Применение методов интегрирования низких порядков и простых алгоритмов дифференцирования позволяет быстро получить характеристические показатели с достаточно высокой точностью. Более сложные методы, хотя и требуют больших затрат времени, обеспечивают высокоточные расчеты, подтверждаемые аналитически полученными результатами.

Литература

- [1] Ручкин К.А., Трофимов В.В. Численный анализ характеристических показателей системы уравнений Эйлера-Пуассона, Искусственный интеллект, 2005, с.56 – 64.
- [2] Гашененко И.Н., Кучер Е.Ю. Характеристические показатели периодических решений уравнения Эйлера-Пуассона//Механика твердого тела. – Донецк, 2002, Вып. 32, с.50-59.
- [3] S.P. Kuznetsov, I.R. Sataev. Nonlinear dynamics. – Institute of Radio-Engineering and Electronics RAS, Saratov Division, 2001.
- [4] Ручкин К.А. Компьютерное моделирование динамики твердого тела с неподвижной точкой, Классические задачи динамики твердого тела, 2004, с.48-49.
- [5] Гашененко И.Н., Лапенко С.В., Ручкин К.А. Визуальное моделирование хаотической динамики тяжелого твердого тела, Укр. матем. конгресс, 2001, с.14-15.
- [6] Хайрер Э., Нерсетт С., Ваннер Г. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Нежесткие задачи. М.: Мир, 1990. 512 с.
- [7] Бордовицyna Т.В. Современные численные методы в задачах небесной механики. М.: Наука, 1984. 136 с.
- [8] Гашененко И.Н., Кучер Е.Ю. Характеристические показатели периодических решений уравнения Эйлера-Пуассона//Механика твердого тела. – Донецк, 2002, Вып. 32, с.50-59.