Math-Net.Ru

Общероссийский математический портал

Е. А. Реш, Анализ многомерных динамических систем с использованием функций Хаара, *Вестн. Сам. гос. техн. ун-та. Сер. Физ.-мат. науки*, 2000, выпуск 9, 196–197

DOI: <https://doi.org/10.14498/vsgtu51>

Использование Общероссийского математического портала Math-Net.Ru подразумевает, что вы прочитали и согласны с пользовательским соглашением

<http://www.mathnet.ru/rus/agreement>

Параметры загрузки:

IP: 3.82.47.9

26 апреля 2023 г., 16:04:37

Математическое моделирование и информатика

УДК 681.3.06.

Е.А. Рев

АНАЛИЗ МНОГОМЕРНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФУНКЦИЙ ХААРА

Рассмотренный метод анализа многомерных динамических систем с использованием функций Хаара имеет инженерную направленность и ориентирован на применение ЭВМ. Функция Хаара хорошо реализуется на современных ЭВМ. Предложенный метод, по существу, является численным методом обращения интеграла Лапласа по системе функций Хаара.

На практике имеют место следующие многомерные динамические системы:

- 1) следящая система копировально-фрезерного станка;
- 2) автоматическое управление роботом;
- 3) управление летательным аппаратом;
- 4) ориентация и стабилизация космического аппарата;
- 5) автоматическое управление в атомной, химической промышленности и др.

В общем случае процессы в линейных многомерных системах описываются системой дифференциальных уравнений следующего вида:

$$\begin{aligned} D_{11}z_1 + \dots + D_{1n}z_n &= N_{11}y_1 + \dots + N_{1m}y_m + Q_{11}f_1 + \dots + Q_{1q}f_q, \\ D_{21}z_1 + \dots + D_{2n}z_n &= N_{21}y_1 + \dots + N_{2m}y_m + Q_{21}f_1 + \dots + Q_{2q}f_q, \\ &\vdots \\ D_{n1}z_1 + \dots + D_{nn}z_n &= N_{n1}y_1 + \dots + N_{nm}y_m + Q_{n1}f_1 + \dots + Q_{nq}f_q, \end{aligned} \quad (1)$$

где D_{ij} , N_{ij} , Q_{ij} - линейные дифференциальные операторы.

Преобразуя по Лапласу обе части системы уравнений (1), запишем её в матричной форме:

$$\bar{D}(p)\bar{Z}(p) = \bar{N}(p)\bar{Y}(p) + \bar{Q}(p)\bar{F}(p), \quad (2)$$

где $\bar{D}(p) = \|D_{ij}\|_{n \times n}$, $\bar{N}(p) = \|N_{ij}\|_{n \times m}$; $\bar{Q}(p) = \|Q_{ij}\|_{n \times q}$, $\bar{Z}(p) = [z_1, z_2, \dots, z_n]$ - матрица регулируемых величин; $\bar{Y}(p) = [y_1, y_2, \dots, y_m]$ - матрица управляющих воздействий; $\bar{F}(p) = [f_1, f_2, \dots, f_q]$ - матрица внешних возмущений.

Рассмотрим анализ многомерной динамической системы и определим матрицу некоторой регулируемой величины в виде спектральной характеристики по функциям Хаара:

$$\bar{Z} = \sum_{i=0}^{\xi} \bar{C}_i \bar{\chi}_i, \quad (3)$$

где $\bar{C}_i = [c_{1i}, c_{2i}, \dots, c_{ni}]$ - матрица ортогональных спектральных характеристик;

$\bar{\chi}_i = [\chi_0(t), \chi_1(t), \dots, \chi_k(t)]$ - матрица системы функций Хаара.

Предположим, что элементы матрицы регулируемых величин удовлетворяют условию

$$\int_0^{\infty} |z_i|^2 \delta(t) dt < \infty,$$

где $\delta(t)$ - неотрицательная функция веса ортонормированной системы функций Хаара.

Для определения ортогональной спектральной характеристики представим функцию e^{-pt} в виде ряда Фурье-Хаара:

$$e^{-pt} = \sum_{r=0}^{\alpha} \Phi_r(p) \chi_r(t), \quad \Phi_r(p) = \int_0^{\infty} e^{-pt} \delta(t) \chi_r(t) dt. \quad (4)$$

Уравнения (4) справедливы для любого p , удовлетворяющего условию $\operatorname{Re} p \geq 0$.

Тогда, учитывая зависимости (1) и (5), получим

$$Z_q(p) = \int_0^{\infty} e^{-pt} z_q(t) \delta(t) dt = \sum_{\eta=0}^r c_{\eta q} \Phi_r(p), \quad (5)$$

где $z(p)$ - изображение по Лапласу элемента матрицы регулируемой величины $z(t)$.

Используя систему дифференциальных уравнений в области интегрального преобразования Лапласа (2) и правило Крамера, определим матрицу искомой регулируемой величины многомерной системы в комплексной области

$$\bar{Z} = [Z_1, Z_2, \dots, Z_q, \dots, Z_n], \quad Z_q = \frac{\Delta_{\sigma} Y_{\sigma}}{\Delta},$$

где Y_{σ} - изображение по Лапласу управляющего воздействия.

Элементы матрицы моментов регулируемой величины μ_q определяются по элементам матрицы

$$\mu_{qi} = Z_q(p) \Big|_{p=0,1,2,\dots}, \quad \bar{\mu}_j = [\mu_{1j}, \mu_{2j}, \dots, \mu_{\xi j}, \dots], j = 1, 2, \dots, n. \quad (6)$$

Подставив (6) в (5), для каждого элемента матрицы и получим матрицу с ортогональной системной характеристикой $\bar{C}_i$, по которой, используя равенство (3), окончательно получим матрицу искомой регулируемой величины.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Реш Е.А. Применение функции Хаара для исследования динамических систем // Сб. науч. тр. научно-исследовательского института приборостроения. Самара: СГАУ, 1999. Вып. 5. 13-15 с.
2. Диткин В.А., Прудников А.П. Операционные исчисления: М.: Высш. школа, 1966.

УДК 519.7

О.И.Гревцев

МАТРИЧНЫЙ МЕТОД КЛАССИФИКАЦИИ ОБЪЕКТОВ ПРИ НЕЧЕТНОЙ ИСХОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Рассматривается метод классификации объектов, характеризующихся нечетко заданными признаками. Введение понятий нечетных множеств снимает проблему качественных описаний признаков объектов и эталонов представленных классов. Решение задачи классификации объектов сводится к нахождению наибольшего значения степени принадлежности объекта определенному классу.

В теории распознавания [1,2] отнесение объекта к определенному классу производится на основании оценок результатов сравнения количественных значений признаков, описывающих объекты и эталоны соответствующих классов. В случае качественного описания признаков проведение подобного сравнения представляет проблему по причине отсутствия количественных оценок признаков и может привести к неверным результатам. Предложенный в работе подход позволяет решить задачу классификации объектов при субъективном качественном оценивании признаков.

Пусть дано универсальное множество X объектов $\{x\}$. Каждый объект $x_j, j = \overline{1, m}$ описывается набором признаков $\{w_i\}, i = \overline{1, n}$. Этот набор признаков один и тот же для всех объектов, рассматриваемых в данной задаче.

В соответствии с накладываемыми ограничениями на объект x в множестве X определено подмножество допустимых решений $D \subset X$. Множество D разбито на конечное число подмножеств классов $L_q, D = \bigcup L_q, q = \overline{1, k}$.