

УДК 681.518.54;004.3.001.4

К.В. ЕЛИСЕЕВ

Институт проблем точной механики и управления РАН, Россия

МЕТОД СИНТЕЗА ФАЗОВЫХ КАРТИН НА ОСНОВЕ ИНТЕРПОЛЯЦИИ ФАЗОВЫХ ТРАЕКТОРИЙ

В законах функционирования технических систем представлены рабочие режимы и соответствующая фазовая картина. Для каждой неисправности фазовая картина строится по изменениям законов функционирования при наличии неисправности. Конкретной процедуре диагностирования сопоставляется фазовая траектория как часть фазовой картины. В статье рассматривается интерполяция не полностью определённых фазовых картин по узлам интерполяции, расположенным в отдельных фазовых траекториях. Анализируется эффективность методов интерполяции.

фазовая картина, фазовая траектория, дискретный детерминированный автомат, геометрический образ законов функционирования, входной сигнал, выходной сигнал

Введение

Методы решения задач технического диагностирования, управления и синтеза систем используют задание законов функционирования систем. В фазовых картинах систематизированы и представлены фазовые траектории, определяющие поведение систем. Большое разнообразие фазовых картин в работах [1 – 2] сведено к единой форме – символьным и числовым графикам, точки которых размещаются на геометрических кривых линиях. Это позволяет не только сводить фазовые картины к удобной стандартной форме, но и использовать для постановок и решения задач мощные средства непрерывной математики: актуальную бесконечность, непрерывность, бесконечно малые величины, предельные переходы, суммирование бесконечных рядов и т.п. Существенной оказывается возможность доопределения фазовых картин, представленных частично заданными геометрическими образами, с использованием классических методов интерполяции.

Преобразование фазовых картин в геометрические образы законов функционирования автоматов и взаимнооднозначное представление этих геометрических образов последовательностями вторых коор-

динат точек геометрических образов позволяют рассматривать любую последовательность элементов их конечного множества как закодированную фазовую картину. Одной из задач интерполяции является определение координат ключевых узлов поведения функции. Данное свойство интерполяции будет применено к определению ключевых узлов геометрического образа законов функционирования частично определенного автомата.

После замены символьного определения автомата (табличного, матричного и т.д.) соответствующей числовой структурой в форме геометрического образа появляется возможность методами интерполяции преобразовывать частично заданные законы функционирования в полностью заданные законы. Сложности выбора метода интерполяции связаны с тем, что доопределение связей входных и выходных сигналов должны соответствовать интерпретации автомата как модели объекта из прикладной области. В данной статье рассматривается интерполяция не полностью определённых фазовых картин по узлам интерполяции. С помощью вычислительных экспериментов для выбранных фазовых траекторий рассматриваются эффективность интерполяции. Это позволяет использовать методы синтеза дискретных систем, предполагающих полностью определённые

законы функционирования для случаев частично заданных законов.

Результаты исследований

Проведён анализ применимости методов интерполяции законов функционирования дискретных систем. Для этого использована числовая форма геометрических образов автоматов. Целью интерполяции является пополнение частично заданных законов функционирования автоматов, что позволяет при проектировании систем использовать полностью определённые законы функционирования систем.

Для фундаментального подхода в замене символьных автоматных моделей числовыми структурами, для доопределения функций переходов и выходов автомата с помощью развитых методов интерполяции и экстраполяции, а также для применения математических методов анализа и классификации в работах В.А. Твердохлебова [1 – 7] предложено и разработано представление законов функционирования автомата числовыми структурами в виде геометрических образов, т.е. в форме размещения автоматного отображения на символьных и числовых геометрических фигурах.

В проведённом вычислительном эксперименте анализировалась эффективность метода интерполяции частично заданного приближения начального отрезка последовательности ξ , определяющей число π . Метод применялся к отрезку длиной 50 знаков. Пропущенными элементами последовательности ξ являлись, в первом варианте рассмотрения, 10 элементов (пропущенные элементы расположены на 7, 9, 13, 15, 22, 27, 33, 38, 45, 49 местах) и, во втором варианте рассмотрения, 18 элементов (пропущенные элементы расположены на 5, 6, 7, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 26, 28, 33, 40, 41, 45, 46, 47 местах). В результате пропуска элементов в последовательности ξ получили частично определённые последо-

вательности v (в первом варианте) и v' (во втором варианте).

Частично определённый последовательностью v геометрический образ законов функционирования автомата изображён на рис. 1 и последовательностью v' на рис. 2.

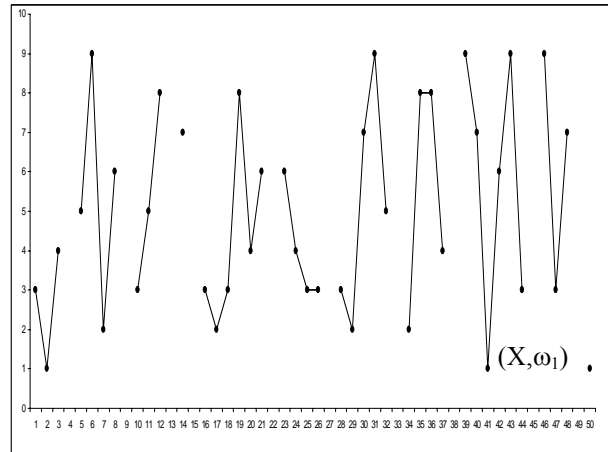


Рис. 1. Частично заданный геометрический образ законов функционирования автомата, взаимнооднозначно соответствующий последовательности v

Анализируемым методом интерполяции является метод наименьших квадратов с рассмотрением интерполяционных многочленов степеней 2 и 5. Полученные результаты представлены в табл. 1.

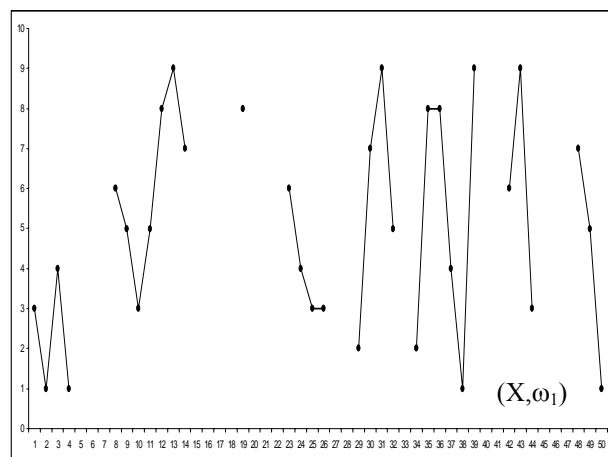


Рис. 2. Частично заданный геометрический образ законов функционирования автомата, взаимнооднозначно соответствующий последовательности v'

Таблица 1

Результаты метода наименьших квадратов
с рассмотрением интерполяционных многочленов степеней 2 и 5

Частично определённая последовательность	Число пропущенных точек в рассматриваемом начальном отрезке геометрического образа	Число совпадающих значений, найденных интерполяционным многочленом порядка 2	Число совпадающих значений, найденных интерполяционным многочленом порядка 5
v	10	1	1
v'	18	1	1

Элементы оси абсцисс при интерпретации последовательности ξ как последовательности вторых координат вершин геометрического образа законов функционирования автомата, после выбора множества входных сигналов X автомата в зависимости от числа элементов в X получают интерпретацию как последовательности входных сигналов.

На основании этого интерполяция позволяет сопоставить последовательностям входных сигналов, имеющих по линейному порядку ω_1 номера 7, 9, 13, 15, 22, 27, 33, 38, 45, 49 для последовательности v и номера 5, 6, 7, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 26, 28, 33, 40, 41, 45, 46, 47 для последовательности v' . Следовательно, через числовую интерполяцию доопределены законы функционирования автомата (представленные последовательностями v и v') как для числовой, так и для символьной форм задания законов функционирования автомата.

Вычислительный эксперимент показал, что повышение степени полинома со второй на пятую для анализируемой последовательности (для законов функционирования автомата, представленных последовательностью v) не даёт существенных преимуществ, и метод не является эффективным.

Литература

1. Твердохлебов В.А. Рекуррентно-автоматные характеристики динамических систем // Материалы 9-й междунар. конф. «Интеллектуальные системы и компьютерные науки». – М., 2006. – Т. 1, ч. 2. – С. 168-171.

2. Твердохлебов В.А. Методы интерполяции в техническом диагностировании // «Проблемы управления». – 2007. – № 2. – С. 28-34.

3. Твердохлебов В.А. Техническое диагностирование в геометрической интерпретации задач, моделей и методов // Материалы международной конф. «Автоматизация проектирования дискретных систем». Т.1. – Минск. 1995. – С. 57-61.

4. Твердохлебов В.А. Геометрические образы конечных детерминированных автоматов. // Известия Саратовского ун-та (Новая серия). – Саратов, 2005. – Т.5., вып.1. – С. 141-153.

5. Твердохлебов В.А. Геометрические образы поведения дискретных детерминированных систем // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2006. – № 5. – С. 161-165.

6. Твердохлебов В.А. Анализ геометрических образов поведения конечных детерминированных автоматов // Теоретические проблемы информатики и ее приложений: Сб. науч. трудов. Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 2004. – Вып. 6. – С. 175-186.

7. Твердохлебов В.А. Интерполяция и рекуррентные модели в техническом диагностировании больших систем // Проблемы и перспективы прецизионной механики и управления в машиностроении: / Материалы междунар. конф. Саратов, 2006. – С. 68-80.

Поступила в редакцию 22.01.2008

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.С. Харченко, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского "ХАИ", Харьков.