УДК 681.518.54;004.3.001.4

А.С. ЕПИФАНОВ

Институт проблем точной механики и управления РАН, Саратов, Россия

МЕТОДЫ ДООПРЕДЕЛЕНИЯ ЧАСТИЧНО ЗАДАННЫХ АВТОМАТОВ

В статье проводится анализ эффективности применения классических методов интерполяции Ньютона и Лагранжа по отношению к частично заданным законам функционирования дискретных детерминированных динамических систем (автоматов), представленных частично заданными геометрическими образами в форме числовых графиков. Рассмотрены геометрические образы автоматов из классов (4,2,2)-автоматов, (8,2,2)-автоматов, (16,2,2)-автоматов длиной до 254 знаков. Исследуется эффективность доопределения законов функционирования автоматов при различном числе и методах выбора узлов интерполяции.

Ключевые слова: *геометрический образ законов функционирования дискретного детерминированного автомата, доопределение частично заданного закона функционирования, методы интерполяции.*

Введение

Задачи управления, технического диагностирования, синтеза поведения систем и т.п. в случае сложных систем не обеспечены полной и точной информацией для их решения. Теория экспериментов по распознаванию поведения автоматов (см., например, [1]) нашла эффективное применение в техническом диагностировании отдельных элементов, узлов, агрегатов и других технических объектов, допускающих задание явно представленными дискретными математическими структурами: таблицами, матрицами, графами, логическими уравнениями и т.п. В этих случаях модели объектов диагностирования задаются, как правило, явно и точно, средства диагностирования определены полностью, а решаемые вопросы сводятся к проверке работоспособности и локализации неисправности по местоположению или функциям.

Принципиально отличается техническое диагностирование сложных систем. В работе [2] рассмотрена специфика технического диагностирования сложных систем. Неустранимая для сложных систем неполнота исходной и фактически получаемой контрольным и диагностическим экспериментами информации делает задачи доопределения информации актуальными. В связи с этим задачам доопределения частично заданных автоматов различных типов посвящено множество работ как зарубежных (см., например, [3 – 5]), так и отечественных исследователей ([6]). Результаты по доопределению гибридных автоматов содержатся в работе [3]. Необходимо отметить, что подавляющее большинство исследователей в качестве основных способов задания автоматов использует классические способы в форме таблиц, матриц, графов, систем логических уравнений, формул языка регулярных выражений и т.п. В данной работе исследуется доопределение частично заданных законов функционирования дискретных детерминированных автоматов из классов (4,2,2)-автоматов (т.е. автоматов с четырьмя состояниями, двумя входными и двумя выходными сигналами), (8,2,2)-автоматов, (16,2,2)-автоматов и классов автоматов, законы функционирования которых представлены частично заданными последовательностями вторых координат точек геометрических образов. Выбор для исследования классов (4,2,2)-автоматов, (8,2,2)-автоматов и (16,2,2)-автоматов определяется тем, что они являются автоматными моделями в исходном базисе технических элементов для синтеза систем. Синтез систем из базовых элементов позволяет строить такие системы, законы функционирования которых, во-первых, существенно более сложные, чем законы функционирования отдельных элементов, а, во-вторых, определены с меньшей полнотой.

2. Геометрические образы законов функционирования автоматов

Геометрический образ γ_s законов функционирования (см.[8]) инициального конечного детерминированного автомата A_s=(S, X, Y, δ, λ, s) с множествами состояний S, входных сигналов X и выходных сигналов Y определяется на основе введения линейного порядка ω в автоматном отображении

$$\rho'_s = \bigcup_{p \in X^*} \{(p, \lambda'(s,p))\},$$

где $\lambda'(s,p) = \lambda(\delta(s,p'),x)$, при $p = p'x$.

Автоматное отображение ρ'_s (множество пар) упорядочивается линейным порядком ω, определенным на основе порядка ω_1 на X^* и заданным следующими правилами:

Правило 1. На множестве X вводим некоторый линейный порядок ω_1 (который будем обозначать $\prec_1$)

Правило 2. Порядок ω_1 на X распространим до линейного порядка на множестве X^*, полагая, что

– для любых слов $p_1, p_2 \in X^*$ неодинаковой длины ($|p_1| \neq |p_2|$)

$$|p_1| < |p_2| \to p_1 \prec_1 p_2;$$

– для любых слов $p_1, p_2 \in X^*$, для которых $|p_1| = |p_2|$ и $p_1 \neq p_2$, их отношение по порядку ω_1 повторяет отношение ближайших слева несовпадающих букв слов p_1 и p_2.

Аналогично определяется порядок ω'_2 на множестве слов Y^*.

После введения на множестве X^* линейного порядка ω_1, получаем линейно упорядоченное множество $\rho_s = (\rho'_s, \omega'_1)$, где ω'_1 - порядок на ρ'_s, индуцированный порядком ω_1 на X^*.

Определив на множестве Y линейный порядок ω_2 и разместив в системе координат D_1 с осью абсцисс (X^*,ω_1) и осью ординат (Y, ω_2) множество точек ρ_s, получаем геометрический образ γ_s законов функционирования инициального конечного детерминированного автомата $A_s = (S, X, Y, \delta, \lambda, s)$. Необходимо отметить, что линейные порядки ω_1 на X^* и ω_2 на Y в общем случае независимы. Это означает, что конкретный вид геометрического образа γ_s законов функционирования инициального конечного детерминированного автомата $A_s = (S, X, Y, \delta, \lambda, s)$ зависит от выбранных порядков ω_1 и ω_2. Возможны и другие варианты линейных порядков на X^* (см., например, [8]). В данной работе исследование законов функционирования автоматов проводится с использованием определенного выше порядка ω_1 на X^*. Линейные порядки ω_1 и ω_2 позволяют заменять элементы множеств X^* и Y их номерами $r_1(p)$ и $r_2(p)$ по этим порядкам. В результате определяются две формы геометрических образов, во-первых, как символьная структура в системе координат D_1, а во-вторых, как числовая структура в системе координат с целочисленными или вещественными положительными полуосями. Представление геометрического образа γ_s как числовой структуры позволяет использовать при постановках и в методах решения задач аппарат непрерывной математики: задание законов функционирования автоматов числовыми уравнениями, использование числовых процедур, интерполяцию частично заданных законов функционирования и т.п. Геометрический образ γ_s определяет полностью законы функционирования автомата A_s, то есть, всю фазовую картину связей входных последовательностей с выходными сигналами.

3. Классические методы интерполяции в доопределении законов функционирования автоматов

Выбор и применение метода интерполяции по смыслу соответствуют принятию и реализации гипотезы о том, что метод интерполяции, применяемый к числовому графику, представляющему частично заданный геометрический образ автомата, достаточно точно восстанавливает точки геометрического образа, т.е. достаточно точно доопределяет частично заданные законы функционирования автомата. Следовательно, обоснованность результатов, полученных с использованием выбранного метода интерполяции, сведена к обоснованию правильности гипотезы. В данном параграфе исследованы и разработаны методы выбора гипотезы (выбора конкретного метода интерполяции) для конкретных классов автоматов (класс (4,2,2)-автоматов, класс (8,2,2)-автоматов и класс (16,2,2)-автоматов) на примере выбора более точного метода интерполяции из двух методов интерполяции: Ньютона и Лагранжа. Эти методы включают следующие этапы:

1 Этап. Определяется и конкретно строится класс автоматов U , в котором частично заданные автоматы методом интерполяции их частичных геометрических образов доопределяются до полных геометрических образов. Выбирается для исследования набор методов интерполяции.

2 Этап. Для интерполяции определяются узлы интерполяции (в работе для исследования рассматриваются 2 варианта выбора узлов интерполяции: использование в качестве узлов интерполяции вершин геометрических образов автономных подавтоматов и использование в качестве узлов интерполяции тех вершин геометрических образов законов функционирования автоматов, которые расположены на прямых, параллельных оси абсцисс).

3 Этап. Выбирается длина d геометрического образа, по частичному заданию которого интерполируется геометрический образ законов функционирования автомата.

4 Этап. К выбранным на этапе 2 узлам интерполяции применяются методы интерполяции Ньютона и Лагранжа.

5 Этап. Результаты интерполяции представляются следующими числовыми показателями: для каждого инициального автомата и каждого метода

интерполяции определяется число правильно восстановленных вершин геометрического образа законов функционирования автомата; для рассматриваемого класса автоматов и заданной длины геометрических образов законов функционирования автоматов вычисляются величины n_d^N - число автоматов в рассматриваемом классе, для которых методом Ньютона правильно восстановлено больше точек, чем методом Лагранжа, n_d^L - число автоматов в рассматриваемом классе, для которых методом Лагранжа правильно восстановлено больше точек, чем методом Ньютона и n_d^{NL} - число автоматов в рассматриваемом классе, для которых методы Ньютона и Лагранжа имеют одинаковую эффективность.

6 Этап. Выбирается функция для оценки эффективности методов интерполяции, т.е. для определения в исследуемом наборе методов интерполяции наиболее эффективного метода.

В работе используется функция

$$F(n_d^N, n_d^L, n_d^{NL}) = 1 - \frac{\min(n_d^N, n_d^L) + n_d^{NL}}{\max(n_d^N, n_d^L) + n_d^{NL}},$$

по значениям которой сравнивается по эффективности методы интерполяции Ньютона и Лагранжа.

Исследованные инициальные автоматы вида

$$A_{s_0} = (S, X, Y, \delta, \lambda, s_0),$$

где S, X и Y – множества состояний, входных и выходных сигналов, δ и λ – функции переходов и выходов вида $\delta: S \times X \to S$, $\lambda: S \times X \to Y$, а $s_0 \in S$ - начальное состояние, представлены классами автоматов: классами (n, m, l) – автоматов, где $n = |S|$, $m = |X|$, $l = |Y|$, и классами $(n, m, l)_d$ начальных отрезков геометрических образов длины d, определяющих автоматы из класса (n, m, l) – автоматов. В данной работе проведен сравнительный анализ точности интерполяции методами Ньютона и Лагранжа, а также модифицированными методами Ньютона и Лагранжа. Модификация методов интерполяции состоит в том, что узлами интерполяции являются точки геометрических образов автономных подавтоматов вида

$$A_1=(S, \{0\}, Y, \delta, \lambda, s_0) \text{ и}$$

$$A_2=(S, \{1\}, Y, \delta, \lambda, s_0).$$

Введем для сравнения эффективности интерполяции методами Ньютона и Лагранжа функцию

$$F(n_d^N, n_d^L, n_d^{NL}) = 1 - \frac{\min(n_d^N, n_d^L) + n_d^{NL}}{\max(n_d^N, n_d^L) + n_d^{NL}}$$

со следующим условием

$$n_d^N + n_d^L + n_d^{NL} \neq 0,$$

где n_d^N (n_d^L) – число автоматов, для которых методом Ньютона (методом Лагранжа) восстановлено больше точек, чем методом Лагранжа (чем методом Ньютона), а n_d^{NL} - число автоматов, для которых совпадает число правильно восстановленных точек методом Ньютона и методом Лагранжа.

Используются следующие свойства функции F:

1) функция F принимает значения из отрезка $[0,1]$;

2) функция F принимает значение 0, если методы интерполирования Ньютона и Лагранжа имеют одинаковую точность;

3) функция F принимает значение отличное от 0 только в том случае, когда интерполяция одним из методов более точная;

4) функция F принимает значение 1, когда только один из методов правильно восстанавливает некоторые точки графика.

В теоремах 3.1 - 3.4 отражены результаты анализа эффективности применения методов интерполяции Ньютона и Лагранжа по отношению к частично заданным геометрическими образами автономных подавтоматов автоматам класса (4,2,2)-автоматов при различных значениях длины начального отрезка геометрического образа.

Теорема 3.1. Пусть узлами интерполяции для частично заданного геометрического образа длины d каждого автомата A=(S, {0,1}, Y, δ, λ, s_0) из класса инициальных (4,2,2)-автоматов являются точки геометрических образов автономных подавтоматов A_0=(S, {0}, Y, δ_0, λ_0, s_0) и A_1=(S, {1}, Y, δ_1, λ_1, s_0) автомата A. Тогда для методов интерполяции Ньютона и Лагранжа при d=30 в классе инициальных (4,2,2) – автоматов выполняется отношение $n_d^N > n_d^L$ и функция Fпринимает значение

$$F(n_{30}^N, n_{30}^L, n_{30}^{NL}) = 0,65$$

(метод интерполяции Ньютона с оценкой 0,65 точнее метода Лагранжа).

Теорема 3.2. Пусть узлами интерполяции для частично заданного геометрического образа длины d каждого автомата A=(S, {0,1}, Y, δ, λ, s_0) из класса инициальных (4,2,2)-автоматов являются точки геометрических образов автономных подавтоматов A_0=(S, {0}, Y, δ_0, λ_0, s_0) и A_1=(S, {1}, Y, δ_1, λ_1, s_0) автомата A. Тогда для методов интерполяции Ньютона и Лагранжа при d=62 в классе инициальных (4,2,2) – автоматов выполняется отношение $n_d^N > n_d^L$ и функция F принимает значение

$$F(n_{62}^N, n_{62}^L, n_{62}^{NL}) = 0,44$$

(метод интерполяции Ньютона с оценкой 0,44 точнее метода Лагранжа).

Теорема 3.3. Пусть узлами интерполяции для частично заданного геометрического образа длины d каждого автомата $A=(S, \{0,1\}, Y, \delta, \lambda, s_0)$ из класса инициальных (4,2,2)-автоматов являются точки геометрических образов автономных подавтоматов $A_0=(S, \{0\}, Y, \delta_0, \lambda_0, s_0)$ и $A_1=(S, \{1\}, Y, \delta_1, \lambda_1, s_0)$ автомата A. Тогда для методов интерполяции Ньютона и Лагранжа при $d=126$ в классе инициальных (4,2,2) – автоматов выполняется отношение $n_d^N > n_d^L$ и функция F принимает значение

$$F(n_{126}^N, n_{126}^L, n_{126}^{NL}) = 0{,}14$$

(метод интерполяции Ньютона с оценкой 0,14 точнее метода Лагранжа).

Теорема 3.4. Пусть узлами интерполяции для частично заданного геометрического образа длины d каждого автомата $A=(S, \{0,1\}, Y, \delta, \lambda, s_0)$ из класса инициальных (4,2,2)-автоматов являются точки геометрических образов автономных подавтоматов $A_0=(S, \{0\}, Y, \delta_0, \lambda_0, s_0)$ и $A_1=(S, \{1\}, Y, \delta_1, \lambda_1, s_0)$ автомата A. Тогда для методов интерполяции Ньютона и Лагранжа при $d=62$ в классе инициальных (4,2,2) – автоматов выполняется отношение $n_d^N > n_d^L$ и функция F принимает значение

$$F(n_{254}^N, n_{254}^L, n_{254}^{NL}) = 0{,}14$$

(метод интерполяции Ньютона с оценкой 0,14 точнее метода Лагранжа).

Из теорем 3.1 – 3.4 следует, что при небольших длинах частично заданных геометрических образах законов функционирования автоматов из класса (4,2,2)-автоматов, следует использовать метод интерполяции Ньютона, а при длинах геометрических образов от 126 до 254 интерполяция методами Ньютона и Лагранжа выравнивается по точности.

4. Анализ эффективности доопределения по узлам интерполяции, расположенным на прямых, параллельных оси абсцисс

Выбор узлов интерполяции характеризуется числом узлов и конфигурациями их расположения. К классическим вариантам расположения узлов относится расположение первых координат узлов интерполяции на одинаковом расстоянии по оси абсцисс.

В предыдущем параграфе выбор узлов интерполяции определялся новым критерием, в котором учитывается интерпретация точек интерполируемого графика: узлами интерполяции полагались вершины геометрических образов автономных подавтоматов

$$A_0=(S, \{0\}, Y, \delta_0, \lambda_0, s_0) \text{ и } A_1=(S, \{1\}, Y, \delta_1, \lambda_1, s_0)$$

автомата $A=(S,\{0,1\},Y,\delta,\lambda,s_0)$.

Координаты таких узлов удобно вычислять, т.к. они соответствуют приложению к исследуемому автомату периодических входных последовательностей с периодом, состоящим из одного входного сигнала – 0 или 1. Такой критерий выбора узлов интерполяции предлагается впервые. Также впервые предлагается следующий критерий выбора узлов интерполяции: узлами интерполяции для доопределения графика, представляющего частично заданные законы функционирования автомата, предлагается использовать узлы, расположенные на прямых, параллельных оси абсцисс. Такие узлы удобно определять экспериментально с помощью простых устройств, выделяющих только один заданный сигнал –0 или 1.

Используемый в данной работе аппарат геометрических образов позволяет рассматривать с автоматной интерпретацией геометрические кривые на плоскости и числовые последовательности. Последовательность элементов из конечного множества, совмещенная с линейным порядком на множестве входных слов, определяет законы функционирования дискретной детерминированной динамической системы (автомата).

Твердохлебовым В.А. предложен новый тип автомата - $R(\alpha, m, d(\alpha))$ – автомат (см. [8]). Законы функционирования данного типа автомата задаются числовой последовательностью α, которая полагается последовательностью вторых координат точек геометрического образа. Рассматривается начальный отрезок длины $d(\alpha)$ последовательности α. Величина m – мощность входного алфавита автомата, количество выходных сигналов определяется спецификой начального отрезка последовательности α длины $d(\alpha)$ (число различных значений элементов в начальном отрезке длины $d(\alpha)$).

Данная часть работы содержит результаты исследования эффективности применения классических методов интерполяции для доопределения законов функционирования автоматов в 10 классах $R(\alpha,m,d(\alpha))$ – автоматов. Для этого из банка фундаментальных математических величин [7] извлечено множество последовательностей H_d, состоящее из 10 последовательностей длины $d=1000$, задающих приближения следующих фундаментальных математических величин : π, e, φ (т.н. золотое сечение), $\sqrt{2}$, $\sqrt[3]{2}$, ln(2), ln(10), константы Каталана, константы Эйлера. Множество последовательностей H_d рассматривается как множество начальных отрезков последовательностей вторых координат точек геометрического образа законов функционирования автоматов. Соответствующие последовательности первых координат точек геометрического образа определялись вариантами выбора числа входных сигналов автомата и линейным порядком ω_1 на множестве входных последовательностей. Рассматриваются множества входных сигналов, содержащие 2, 5, 10, 20, 50 элементов.

В данном параграфе исследован и разработан метод 2 для выбора гипотезы (выбора метода интерполяции Ньютона или метода интерполяции Лагранжа), использование которой дает более точный результат интерполяции.

Для частично заданного геометрического образа длины d автомата A множество правильно восстановленных точек методом Ньютона будем обозначать Z_N, а методом Лагранжа - Z_L. Число элементов во множестве $Z_N \cap Z_L$ будем обозначать t_d^{NL}. Через t_d^N (t_d^L) будем обозначать число правильно восстановленных точек только методом Ньютона (только методом Лагранжа). Для сравнения эффективности интерполяции методами Ньютона и Лагранжа введем функцию

$$F_1(t_d^N, t_d^L, t_d^{NL}) = 1 - \frac{\min(t_d^N, t_d^L) + t_d^{NL}}{\max(t_d^N, t_d^L) + t_d^{NL}}$$

со следующим условием

$$t_d^N + t_d^L + t_d^{NL} \neq 0,$$

где t_d^N (t_d^L) – число правильно восстановленных точек только методом Ньютона (только методом Лагранжа), а t_d^{NL} - число правильно восстановленных точек обоими методами. Результат сравнения методов интерполяции Ньютона и Лагранжа представляется одним из выполняющихся отношений $t_d^N > t_d^L$ или $t_d^N < t_d^L$ и значением функции F_1. Значения функции F_1 характеризуют обоснованность выбора метода интерполяции: значениями функции F, близкими к единице, показывается существенно большая эффективность одного из методов (того, который представлен отношением величин t_d^N и t_d^L); значениями функции F, близкими к нулю, представляется близкая по эффективности интерполяция методами Ньютона и Лагранжа.

Значения функции F, близкие к нулю, возможны как в случае большого числа одинаково восстановленных обоими методами точек, так и в случае, когда оба метода восстанавливают (возможно, с небольшим числом точек) различные множества точек, но близкие по числу элементов в них.

Исследованы классы $(\alpha, m, d(\alpha))$ – автоматов, где $\alpha \in H_d$,

$m \in \{2, 5, 10, 20, 50\}$,

$d \in \{100, 200, 300, 400, 500\}$.

В следующей теореме эффективность интерполяции методами Ньютона и Лагранжа оценивается по числам правильно восстановленных при интерполяции точек не в классе автоматов, как это сделано в предыдущем параграфе, а в одном конкретном $R(\alpha, m, d(\alpha))$ – автомате.

<u>Теорема 4.1.</u> Пусть $A=(S, \{x_1, x_2\}, \{0, 1, \ldots, 9\}, \delta, \lambda, s_0)$ является $R(\pi, 2, 100)$-автоматом и множество узлов интерполяции для частично заданного геометрического образа γ законов функционирования автомата A представлено точками со вторыми координатами из множества $\{1, 2, 5\}$ полного геометрического образа. Тогда для интерполяции методами Ньютона и Лагранжа частично заданного геометрического образа γ выполняется отношение $t_d^N < t_d^L$ и функция F принимает значение

$$F_1(t_{100}^N, t_{100}^L, t_{100}^{NL}) = 1 .$$

Выводы

В статье разработаны методы интерполяции для частично заданных законов функционирования автоматов, представленных геометрическими образами и использующие:

узлы интерполяции, вторые координаты которых получены сечениями геометрических образов прямыми линиями, параллельными оси абсцисс;

узлы интерполяции, выделенные первыми элементами некоторых вершин геометрических образов.

Получены оценки для сравнения по точности интерполяции методами Ньютона и Лагранжа для частично заданных законов функционирования автоматов, последовательности вторых координат вершин геометрических образов которых определены числовыми последовательностями из массива [7].

Получены оценки для автоматов с частично заданными геометрическими образами, представляющими класс (4,2,2)-автоматов, класс линейных (8,2,2)-автоматов, некоторые подклассы класса (16,2,2)-автоматов.

Литература

1. Гилл, А. Введение в теорию конечных автоматов [Текст] / А. Гилл. – М.: Наука, 1966. – 272с.

2. Твердохлебов, В.А. Особенности диагностирования человеко-машинных систем [Текст] / В.А. Твердохлебов // Тр. конференции "Технические и программные средства систем управления, контроля и измерения " (УКИ-10). – М.: Ин-т пробл. упр., 2010. – С. 146 – 156.

3. Johansson, K.H. On the regularization of Zeno hybrid automata [Text] / K.H. Johansson, M. Egerstedt, *J. Lygerosa, S. Sastrya // Systems & Control Letters. – 1999. – Vol. 38. – P. 141 – 150.*

4. Alur, R. Automata for modeling real-time systems [Text] / R. Alur, D.L. Dill // Proceedings of ICALP'90, Lecture Notes in Computer Science. – Vol. 443, Springer, Berlin, 1990. – P. 322-335.

5. Брауэр, В. Введение в теорию конечных автоматов [Текст]: пер. с нем. / В. Брауэр. – М.: Радио и связь, 1987. – 392 с.

6. Твердохлебов, В.А. Методы интерполяции в техническом диагностировании [Текст] / В.А. Твердохлебов // Проблемы управления. – 2007. – № 2. – С. 28 – 34.

7. Твердохлебов, В.А. Геометрические образы законов функционирования автоматов [Текст] / В.А. Твердохлебов. – Саратов: Научная книга, 2008. – 183 с.

Поступила в редакцию 1.03.2012

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.И. Хаханов, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков, Украина.

МЕТОДИ ДОВИЗНАЧЕННЯ ЧАСТКОВО ЗАДАНИХ АВТОМАТІВ

А.С. Епіфанов

У статті проводиться аналіз ефективності застосування класичних методів інтерполяції Ньютона і Лагранжа по відношенню до частково заданих законів функціонування дискретних детермінованих динамічних систем (автоматів), представлених частково заданими геометричними образами у формі числових графіків. Розглянуті геометричні образи автоматів з класів (4,2,2) -автоматів, (8,2,2) -автоматів, (16,2,2) -автоматів довжиною до 254 знаків. Досліджується ефективність довизначення законів функціонування автоматів при різному числі і методах вибору вузлів інтерполяції.

Ключові слова: геометричний образ законів функціонування дискретного детермінованого автомата, довизначення частково заданого закону функціонування, методи інтерполяції.

THE METHODS OF REGULARIZATION OF PARTIALLY SET AUTOMATONS

A.S. Epifanov

In article In clause is spent the analysis of efficiency of application of classical methods of interpolation of Newton and Lagrange in relation to partially set laws of functioning of the discrete determined dynamic systems (automatons), presented in partially set geometrical images in the form of numerical schedules. Geometrical images of automatons from classes (4,2,2)- automatons, (8,2,2)- automatons, (16,2,2)- automatons in length up to 254 signs are considered. Efficiency of regularization of laws of functioning of automatons is investigated at various number and methods of a choice of units of interpolation.

Key words: geometrical image of lows of functioning of discrete determined automaton, regularization of partially set low of functioning, methods of interpolation.

Епифанов Антон Сергеевич – канд. физ.-мат. наук, младший научный сотрудник Института проблем точной механики и управления Российской Академии Наук, Саратов, Россия, e-mail: epifanovas@list.ru.