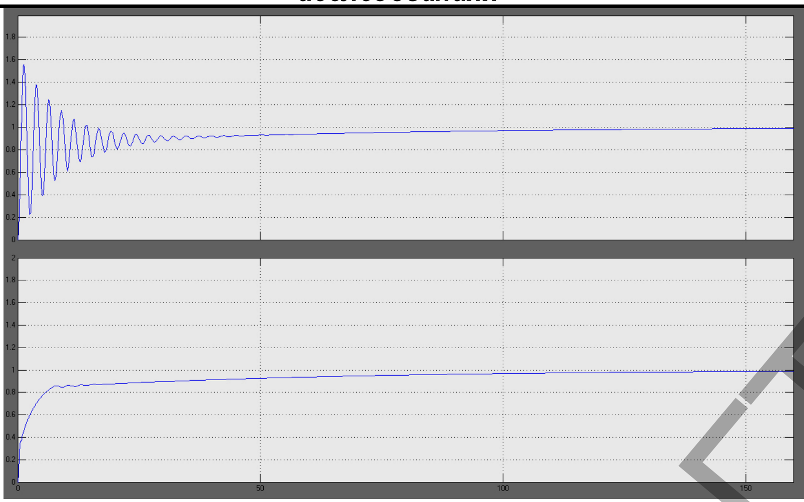

Рисунок 3. - Реакция САР на ступенчатое задающее воздействие

Такие системы целесообразно применять как при регулировании параметров нестационарных объектов, так и при регулировании параметров объектов, на которые поступают возмущения, приводящие к возникновению в САР колебаний регулируемой величины с амплитудой, превышающей допустимую.

Литература

1. Шубладзе А. М. Адаптивные автоматически настраивающиеся ПИД-регуляторы / А.М.Шубладзе, С.В.Гуляев, А.А.Шубладзе // Промышленные АСУ и контроллеры. - М. - 2003. - № 6. - С. 35-39.
2. Штейнберг Ш. Е. Адаптация стандартных регуляторов к условиям эксплуатации в промышленных системах регулирования / Ш. Е. Штейнберг, И. Е. Залуцкий // Промышленные АСУ и контроллеры. - М. - 2003. - № 4.
3. Ерофеев А.А. Интеллектуальные системы управления. - СПб, из-во СПб ГТУ, 1999. 312 с.

УСЛОВНЫЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ БИГРАММ ВЫХОДНЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ ОДНОГО КЛАССА АВТОМАТОВ МУРА

Храмова Е.В., БГУ, Минск

Рассмотрим класс автоматов Мура, определяемый каноническими уравнениями: $S(t+1)=\varphi(S(t),x_{t+n})$, $y(t)=f(S(t))$, $t=0,1,2,\ldots$, где $S(t)=(S_0(t),S_1(t),\ldots,S_{n-1}(t))$ — состояние автомата, x_{t+n} — элемент входной последовательности автомата, $\varphi:\{0,1\}^n\times\{0,1\}\to\{0,1\}^n$ — функция переходов, $f:\{0,1\}^n\to\{0,1\}$ — функция выходов, $y(t)$ — элемент выходной последовательности автомата.

Функция переходов состояний $\varphi(S(t),x_{t+n})$, $t\geq 0$, имеет вид:
$S(t+1)=(S_0(t+1),\ldots,S_{n-1}(t+1))=\varphi(S(t),x_{t+n})=(S_1(t),\ldots,S_{n-1}(t),x_{t+n})$, где $S(0)=(x_0,\ldots,x_{n-1})$.

Функция выходов $f(S(t))$, $t\geq 0$, имеет вид:
$y(t)=f(S(t))=f(S_0(t),\ldots,S_{n-1}(t))=f(x_t,\ldots,x_{t+n-1})$.

В работах [1] и [2] в предположении, что входы x_t — независимые случайные величины с распределением вероятностей $P\{x_t=1\}=p$, $P\{x_t=0\}=1-p$, $t\geq 0$, а выходы $y(t)$ имеют распределение $p_y^t=P\{y(t)=f(x(t))=y\}$, $y\in\{0,1\}$, были рассмотрены задачи нахождения условных вероятностей $p_y^t(k) = P\{y(t) = f(x(t)) = y \mid \omega(x(t)) = k\}$, $p_{y^0,\,y^1}^{t,\,t+1}(k) = P\{(y(t), y(t+1)) = (y^0, y^1) \mid \omega(x'(t)) = k\}$, где $\omega(x(t))$, $\omega(x'(t))$ — число единиц в векторах $x(t) = (x_t, \ldots, x_{t+n-1})$ и $x'(t) = (x_t, \ldots, x_{t+n})$, соответственно.

Отметим, что данные задачи были решены для вектора $x(t)$ произвольной длины.

В данной статье найдены условные распределения биграмм выходной последовательности рассматриваемого автомата в предположении, что входы x_t, $t \ge 0$, независимые в совокупности случайные величины со следующими распределениями вероятностей: $P\{x_t = 1\} = p_t$, $P\{x_t = 0\} = 1 - p_t$, $0 < p_t < 1$.

Полученные соотношения для условных распределений биграмм имеют экспоненциальную вычислительную сложность относительно длины n вектора $x(t)$ и применимы на практике для небольших значений n.

Найдем значения условных вероятностей $p_{y^0,\,y^1}^{t,\,t+1}(k)$:

$$p_{y^0,\,y^1}^{t,\,t+1}(k) = P\{(y(t), y(t+1)) = (y^0, y^1) \mid \omega(x'(t)) = k\},$$
$$x'(t) = (x_t, \ldots, x_{t+n}), \quad y(t+j) = f(x_{t+j}, \ldots, x_{t+n+j-1}), \quad j = \overline{0,1}. \tag{1}$$

Вычислим сначала значения вспомогательных условных вероятностей $p_{1,1}^{t,\,t+1}(k)$, $p_1^t(k)$, $p_1^{t+1}(k)$.

Пусть функция $f(x)$ задана таблично, т.е. для $\forall x(t) = (x_t, \ldots, x_{t+n-1})$ $f(x_t, \ldots, x_{t+n-1}) = s_{2^{n-1}x_t + 2^{n-2}x_{t+1} + \ldots + 2^0 x_{t+n-1}} = s_{\sum_{j=0}^{n-1} 2^{n-j-1} x_{t+j}}$, $s_l \in \{0,1\}$, $l = \overline{0, 2^n - 1}$.

Тогда условная вероятность $p_{1,1}^{t,\,t+1}(k)$ имеет вид:

$$p_{1,1}^{t,\,t+1}(k) = P\{f(x_t, \ldots, x_{t+n-1})\, f(x_{t+1}, \ldots, x_{t+n}) = 1 \mid \omega(x'(t)) = k\} =$$
$$= \frac{\displaystyle\sum_{\substack{i_t, \ldots, i_{t+n} \in \{0,1\} \\ \sum_{l=t}^{t+n} i_l = k}} \left(s_{\sum_{l=0}^{n-1} 2^{n-l-1} x_{t+l}}\; s_{\sum_{l=0}^{n-1} 2^{n-l-1} x_{t+l+1}} \prod_{l=t}^{t+n} p_l(i_l) \right)}{\displaystyle\sum_{\substack{i_t, \ldots, i_{t+n} \in \{0,1\} \\ \sum_{j=t}^{t+n} i_l = k}} \prod_{l=t}^{t+n} p_l(i_l)}. \tag{2}$$

Формулы для условных вероятностей $p_1^t(k)$, $p_1^{t+1}(k)$ можно получить из формулы (2), заменяя произведение $s_{\sum_{l=0}^{n-1} 2^{n-l-1} x_{t+l}}\; s_{\sum_{l=0}^{n-1} 2^{n-l-1} x_{t+l+1}}$ на $s_{\sum_{l=0}^{n-1} 2^{n-l-1} x_{t+l}}$ и $s_{\sum_{l=0}^{n-1} 2^{n-l-1} x_{t+l+1}}$, соответственно.

Чтобы найти значения условных вероятностей $p_{y^0,\,y^1}^{t,\,t+1}(k)$, при условии, что $(y^0, y^1) \ne (1,1)$, воспользуемся следующими равенствами: $p_1^t(k) = p_{1,0}^{t,\,t+1}(k) + p_{1,1}^{t,\,t+1}(k)$, $p_1^{t+1}(k) = p_{0,1}^{t,\,t+1}(k) + p_{1,1}^{t,\,t+1}(k)$.

Таким образом, мы доказали следующую теорему.

Теорема. *Пусть входная последовательность* $\{x_t\}$ *удовлетворяет условиям 1), 2), тогда условные вероятности биграмм* $p^{t,t+1}_{y^0,y^1}(k)$ (1) *определяются следующим образом:*

$$p^{t,t+1}_{1,0}(k) = p^{t}_{1}(k) - p^{t,t+1}_{1,1}(k), \quad p^{t,t+1}_{0,1}(k) = p^{t+1}_{1}(k) - p^{t,t+1}_{1,1}(k),$$
$$p^{t,t+1}_{0,0}(k) = 1 - p^{t}_{1}(k) - p^{t+1}_{1}(k) + p^{t,t+1}_{1,1}(k), \tag{3}$$

где $p^{t,t+1}_{1,1}(k)$, $p^{t}_{1}(k)$, $p^{t+1}_{1}(k)$ *определяются с помощью формулы* (2).

В случае, когда $p_t = p$, $t \geq 1$, из (3) следуют результаты, полученные в работе [**2**].

Литература

1. Севастьянов Б.А. Условное распределение выхода автоматов без памяти при заданных характеристиках входа // Дискрет. матем., 1994, т.6, в.1, с.34-39.
2. Севастьянов Б.А. Исследование вероятностной зависимости выхода автомата от некоторых характеристик входа // В сб.: Труды по дискретной математике, 2002, т.5, с.219-226.

РАЗРЕЗАНИЕ ГРАФА ФОРМИРОВАНИЕМ ЛОКАЛЬНЫХ МАКСИМУМОВ

Шандриков А.С., Витебский государственный политехнический техникум, Витебск

На этапе конструкторского проектирования радиоэлектронных средств (РЭС) решаются вопросы, связанные с компоновкой элементов логической схемы в модули, модулей в ячейки, ячеек в панели и т. д. Эти задачи в общем случае тесно связаны между собой, и их правильное решение позволяет значительно сократить трудоемкость данного этапа в системах автоматизированного проектирования (САПР).

Компоновка принципиальной электрической схемы РЭС на конструктивно законченные части представляет собой распределение элементов низшего конструктивного уровня в высший в соответствии с выбранным критерием. Основным для компоновки является критерий электромагнитотепловой совместимости элементов низшего уровня, что накладывает определённые технологические ограничения на процесс компоновки [1]. На обозначенную таким образом область допустимых разбиений схемы формулируются другие критерии, основным из которых является минимум соединений между устройствами, так как внешние соединения между частями схем являются одним из важнейших факторов, определяющих надежность РЭС. Выполнение этого критерия обеспечивает минимизацию взаимных наводок, упрощение конструкции, повышение надежности и т. д.

Для построения формальной математической модели с целью решения задач компоновки используют граф вида G = (X, U). Множество вершин X графа G интерпретирует радиоэлетронные компоненты (РЭК), а множество рёбер U – связи между ними в соответствии с принципиальной электрической схемой. Это позволяет свести процесс компоновки к разрезанию графа G на требуемое количество кусков с заданным количеством вершин в каждом из них.

Известные алгоритмы разрезания графов можно условно разбить на пять групп [2]:

1) алгоритмы, использующие методы целочисленного программирования;
2) последовательные алгоритмы;
3) итерационные алгоритмы;
4) смешанные алгоритмы.