

Н.В. Бакулин

Тулльский государственный университет

СЕТЕВАЯ МОДЕЛЬ ДИСКРЕТНОГО ПРОЦЕССА КОНТРОЛЯ ДЕФЕКТОВ ПОВЕРХНОСТИ ИЗДЕЛИЙ

Предлагается математическая модель, реализующая дискретный процесс контроля качества поверхности однородных изделий. Используется аппарат сетей Петри. Обосновывается вывод о соответствии выбранной технологии контроля внутренним причинно-следственным связям алгоритмов, заложенным в устройстве контроля.

Рассмотрим задачу определения корректности математической операции контроля дефектов поверхности изделий, которая протекает в автомате заданного типа, и дадим решение этой задачи с помощью математического аппарата сетей Петри [1,2].

Будем понимать под операцией, реализуемой в технологическом объекте, развернутое во времени целенаправленное действие, которое характеризуется своей целью и способом достижения этой цели. На множестве операций вводятся бинарные отношения следования и параллелизма, отражающие временные связи между операциями. Дискретным процессом, реализуемым в технологическом объекте, назовем конечное множество операций, на котором заданы указанные бинарные отношения.

Дискретный технологический процесс должен удовлетворять следующим двум условиям:

-любая операция может быть повторно начата только после своего завершения;

- дискретный процесс, начавшись, всегда может быть доведен до конца: в ходе его выполнения не должно возникать “тупиковых” ситуаций, не имеющих продолжения.

Процесс будем называть корректным, если он соответствует двум приведенным выше условиям и согласован с возможностями того технологического объекта, в котором протекает.

Операцию контроля поверхности изделий, которая реализуется с помощью фотоэлектрических преобразователей, будем моделировать с помощью сети Петри. Сеть Петри называют двудольный ориентированный граф

$$N = \langle P, T, * \rangle,$$

где $P = \{p_i\}$, $T = \{t_j\}$ - конечные непустые множества вершин, называемых соответственно позициями и переходами;

* - отношение между вершинами, соответствующее дугам графа.

Позиции изображаются кружочками, а переходы – черточками.

Маркировка сети Петри – это вектор

$$S = \langle S(p_1), S(p_2), \dots, S(p_n) \rangle,$$

где $S(p_i)$ – переменные, принимающие значения из множества неотрицательных целых чисел ($i = 1, 2, \mathbf{K}, n$);

n – число позиций сети Петри.

При графическом изображении маркировке S соответствует размещение точек в позициях сети, причем число точек в позиции p_i равно $S(p_i)$. Маркировка сети Петри характеризует состояние соответствующей ей динамической системы, причем динамика изменений состояний моделируется движением точек по позициям сети. Задача распознавания принадлежности произвольной сети Петри классу правильных решается путем построения для нее дерева достижимых маркировок [3].

Для определения живости сети Петри дерево достижимых маркировок преобразуется в граф с циклами. Сеть является живой, если граф сильносвязный (любые две вершины взаимно достижимы) и на дугах графа указаны обозначения всех переходов.

В контрольном автомате роторного типа изделия периодически подаются в зону контроля, оборудованную фотоэлектрическими преобразователями и связанную с компьютером.

На рис.1 представлена исходная сеть Петри, моделирующая операцию контроля, а на рис.2 - граф с циклами, полученный по дереву достижимых маркировок.

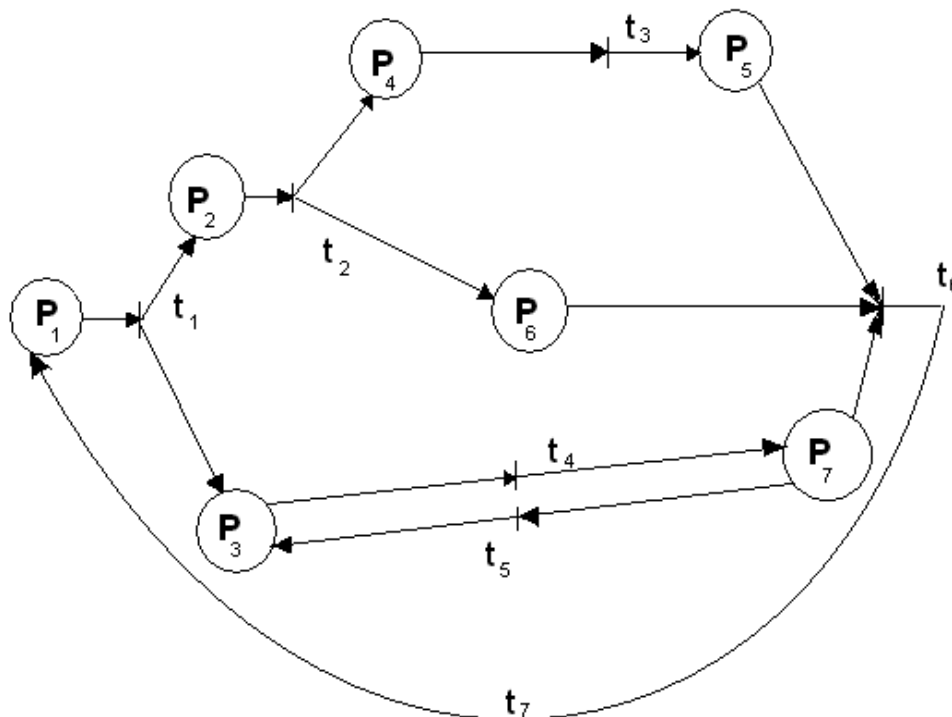


Рис.1. Исходная сеть Петри

Сеть Петри включает следующие операции и переходы:

p_1 - пустая операция предпускового ожидания;

t_1 - условие выбора варианта контроля (0 – контроль без накопления информации; 1 – контроль с накоплением информации);

p_2 - операция настройки на алгоритм контроля, не использующий накопление информации;

p_3 - операция настройки на использование алгоритмов адаптации для контроля;

t_2 - условие выбора алгоритма мгновенного контроля (0 – с использованием корреляционной функции; 1 – без использования корреляционной функции);

p_4 - операция настройки на алгоритм контроля с использованием предварительной информации о корреляционной функции процесса;

t_3 - условие достаточности предварительной информации для использования корреляционной функции в алгоритме контроля;

p_5 - операция контроля с использованием корреляционной функции;

p_6 - операция контроля с помощью алгоритма, не использующего корреляционную функцию;

t_4 - условие настройки на первый алгоритм адаптивного выбора;

t_5 - проверка условия на смену алгоритма адаптивного выбора вариантов;

t_6 - решение о наличии или отсутствия дефекта;

p_7 - операция контроля с помощью алгоритма адаптивного выбора.

Граф с циклами, полученный по дереву достижимых маркировок, представлен на рис.2.

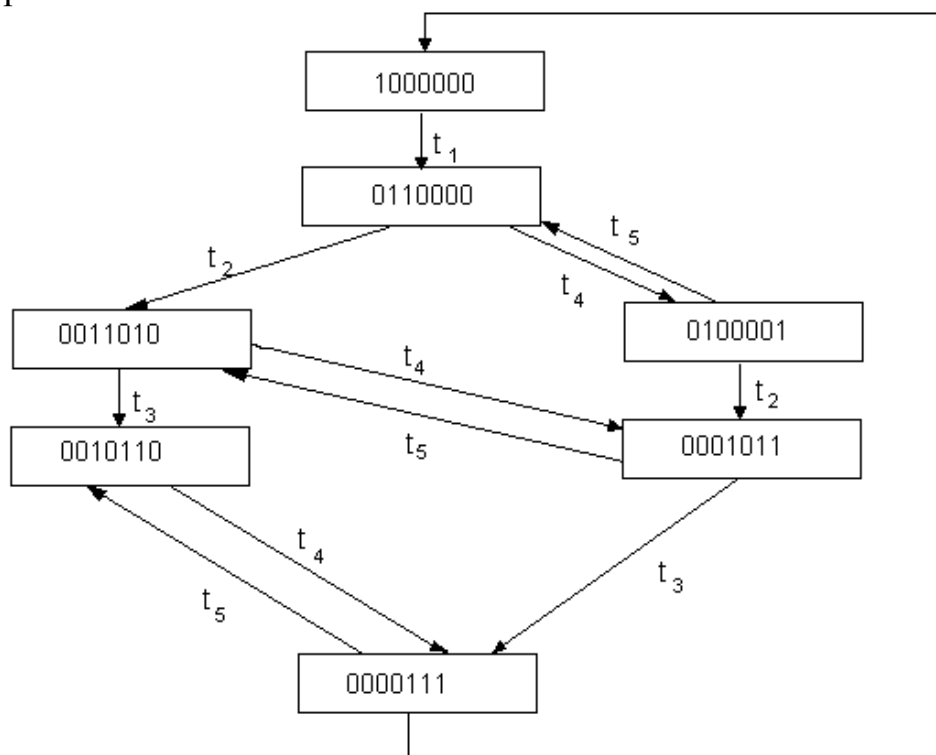


Рис. 2. Граф с циклами, полученный по дереву достижимых маркировок.

Обозначим множества водных и выходных позиций по отношению к переходу t_j соответственно через $*t_j$ и t_j^* а множества входных и выходных переходов относительно p_i через $*p_i$ и p_i^* .

При срабатывании перехода t из каждой его входной позиции снимается одна точка, а в каждую его выходную позицию добавляется одна точка, то есть маркировка S_i сменяется на маркировку S_j в соответствии с правилами:

$$\forall p \notin *t \left[S_j(p) = S_i(p) - 1 \right]$$

$$\forall p \notin t^* \left[S_j(p) = S_i(p) + 1 \right].$$

Из анализа графа (рис.2) следует, что сеть на рис.1 правильная, то есть безопасная и живая.

Таким образом, исследуемый дискретный процесс контроля дефектов поверхности в автомате данного типа является корректным.

Список литературы

- [1.] Котов В.Е. Сети Петри. М.: Наука, 1984. – 160 с.
- [2.] Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем. М. : Мир, 1984. -264с.
- [3.] Юдицкий С.А., Магергут В.З. Логическое управление дискретными процессами. М.: Машиностроение, 1987. -175 с.