

А.А. СУКОНЩИКОВ,
К.А.СУКОНЩИКОВ, Е.Н ЖУКОВ

Разработка генератора нечетко заданной информации на базе модифицированных сетей Петри

Вологодский государственный технический университет, г.Вологда

Одной из важнейших задач на современном промышленном предприятии все чаще становится интеграция между автоматизированными системами управления производством (АСУП) и автоматизированными системами управления технологическими процессами (АСУ ТП).

Потоки информации в современной СОИ могут иметь различные требования к задержкам, скорости, надёжности передачи. В то время как требования одних приложений могут быть невысоки, требования других, функционирующих режиме реального времени, могут быть критичны к скорости передачи и времени отклика. Развитие сетей обработки информации (СОИ) АСУП заставляет администраторов использовать более сложные способы управления информационно-управляющими потоками, наиболее перспективными из которых является система стандартов называемая качеством обслуживания (QoS).

Качество обслуживания (QoS) - это сетевая архитектура, позволяющая администраторам контролировать такие параметры передачи трафика, как задержка, колебания задержки и потери пакетов в сети. Создание СОИ АСУП с эффективным управлением качеством обслуживания должно учесть все эти требования и обеспечить необходимые параметры передачи для всех потоков сети. Постольку, механизмы качества обслуживания для сетей Ethernet приобрели широкое распространение совсем недавно, то необходимо иметь аппарат, позволяющий про моделировать работу сетей оснащённых таким оборудованием.

Для нахождения характеристик СОИ АСУП применяются два подхода: экспериментальный и аналитический. При использовании экспериментального подхода нужные характеристики системы полу-

чаются из результатов опыта (этот метод более дорог, т.к. требует проведения экспериментов с использованием реального оборудования). Аналитический метод менее дорогостоящий, но для него необходимо иметь соответствующее программное обеспечение. Такое программное обеспечение создать довольно сложно, так как многие параметры системы задаются в нечёткой форме.

В качестве аппарата спецификации, применяемого построения моделей механизмов обработки информационно-управляющих потоков в СОИ АСУП с требованиями к качеству обслуживания разработан аппарат модифицированных атрибутных сетей Петри (МАСП), с добавлением свойств временных и ингибиторных сетей, который определяется как $C = (N, \tau_0, z_v, \varepsilon_v, g_v)$ где:

- $\tau_0 = (\tau_1^0, \tau_2^0, \dots, \tau_j^0)$ — начальной вектор параметров временных распределений маркеров, каждый компонент τ_i^0 , которого представляет собой некоторую неотрицательную нечеткую величину;

- $z_v = (z_1^v, z_2^v, \dots, z_n^v)$ — вектор параметров временных задержек маркеров в позициях МАСП C_{ST}^v , каждый компонент z_i^v , которого представляет собой некоторую неотрицательную нечеткую величину;

- $\varepsilon_v = (\varepsilon_1^v, \varepsilon_2^v, \dots, \varepsilon_n^v)$ — вектор параметров времен срабатывания разрешенных переходов МАСП C , каждый компонент ε_i^v которого также представляет собой некоторую неотрицательную нечеткую величину.

- $g_v = (g_1^v, g_2^v, \dots, g_n^v)$ — вектор параметров изменения корректности потока разрешенных переходов МАСП C , каждый компонент g_i^v которого также представляет собой некоторую неотрицательную нечеткую величину.

- N включает элементы:

$$N = (S, T, L, G, F, n, r, K, Z, Mo),$$

где S — множество позиций, T — множество переходов, F — множество дуг сети, Mo — начальная маркировка предикатов, G — функция приписывающая переходам сети условия срабатывания, L — функция приписывающая переходам сети формулу их срабатывания, K — ёмкость предиката, Z — временная база,

$$F \subseteq F_3 \cup F_i; F_i \subseteq F_{i1} \cup F_{i2}$$

где: F_o - множество обычных дуг сети, F_i - множество ингибиторных дуг сети, F_{i1} - множество разрешающих ингибиторных дуг сети, F_{i2} - множество запрещающих ингибиторных дуг сети,

$T \subseteq T_o \cup T_{\text{МАСП}}$, где: T_o - множество обычных переходов сети, $T_{\text{МАСП}}$ - множество модифицированных переходов МАСП,

Сеть Петри состоит из графической части GT , дающей структурное описание исходной системы, и описательной части BT , относящейся главным образом к описанию поведения отдельных подсистем или элементов, являющихся элементами сети Петри. GT состоит из позиций, которые могут быть маркированными, переходов и направленных дуг, при помощи которых реализуется связь между позициями и переходами, или между переходами и позициями.

Рассмотрим *модель генератора нечетко заданной информации*. Для лучшего понимания поясним некоторые термины:

Модельное время (T_N) будем понимать как пошаговое время, т.е. с каждым очередным шагом происходит изменение сетевого трафика на всех узлах сети. Частота появления каждой из единиц трафика зависит от интенсивности, заданной для каждой из единиц в виде нечеткой случайной величины (см. Рис. 1.б). Поток (flow) – последовательность пакетов, движущихся от источника А в пункт назначения В (С), каждый из которых может быть однозначно идентифицирован по 16-байтной комбинации из первых 64 байт IP-заголовка и/или заголовка TCP/UDP (номер порта приложения).

Классификация трафика - выделение из общего потока пакетов с одинаковыми требованиями к КО. Классификация выполняется на основе различных принципов: адресов, приоритетов, специальных меток и т.п.

После разбиения потоков на классы и определения ожидаемых их оценок можно приступить к получению общей картины потоков в сети.

Здесь производится объединение потоков принадлежащих к одному классу обслуживания, упрощения структуры сети путём исключения незначимых для расчёта элементов методами структурной композиции.

Матрица требований в передаче информации для конкретного процесса в конкретный интервал КО (T_N) – H_k приводится ниже.

$i \setminus j$	1	2	3	...	n
1	x	$h_{k_{12}}$	$h_{k_{13}}$	...	$h_{k_{1n}}$
2	$h_{k_{21}}$	x	$h_{k_{23}}$	...	$h_{k_{2n}}$
3	$h_{k_{31}}$	$h_{k_{32}}$	x	...	$h_{k_{3n}}$
...	...	...	...	x	...
m	$h_{k_{m1}}$	$h_{k_{m2}}$	$h_{k_{m3}}$	...	x

,где $h_{k_{ij}}$ - требование передачи трафика от узла i узлу j для k -го процесса.

a) $i \setminus j$	1	2	3	4	5
1	x	$2b+11d$	0	$3c+2d+2e$	$2a+7b$
2	$2a+4b$	x	0	$4b$	0
3	0	0	x	0	$3a+4b$
4	$1a+5c$	$4b$	0	x	0
5	$1a$	0	$1b+2d$	0	x

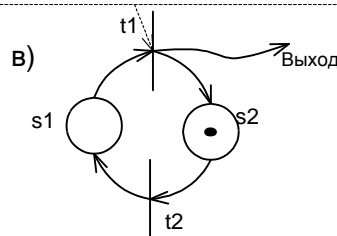
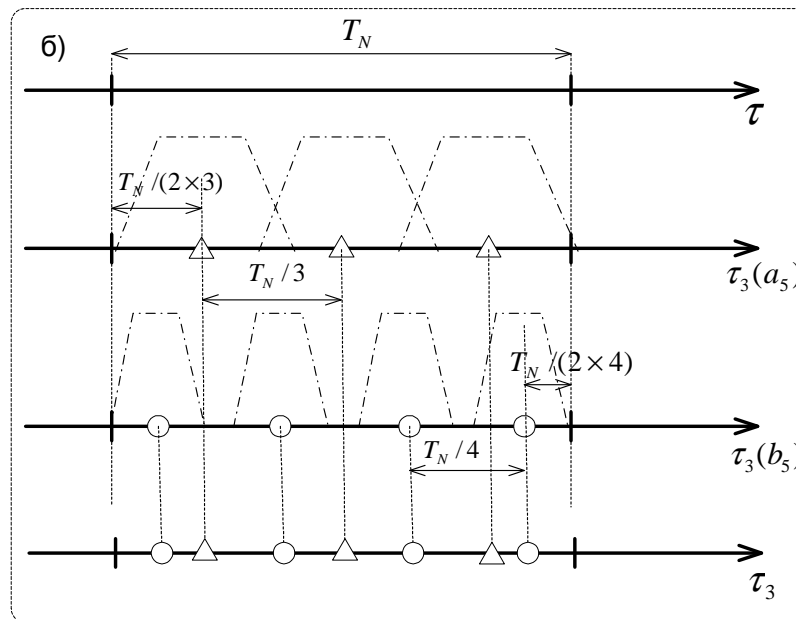


Рис. 1. Задание функции перехода при генерации потоков в генераторе: а) матрица требований к передаче; б) положение пакетов на временной оси; в) генератор трафика на аппарате сетей Петри

При учёте предоставления ресурсов сети с учетом классификации трафика матрица требований принимает вид, рассмотренный на рис1.а., где {a,b,c,d,e,f,g,...}- множество классов обслуживания.

Матрица требований в передаче информации для всех процессов в конкретный интервал КО (T_N) - H находится как суммарная матрица всех матриц требований генерирующих в сети трафик процессов.

$$H = \sum_{k=1}^n H_k$$
, где n – количество в сети генерирующих трафик процессов.

Механизм переноса данных матрицы требований к передаче трафика на элементы функционирования сетей Петри показан на рис 1.в.

Для каждого класса обслуживания временной интервал качества обслуживания делится на равное число частей, равный количеству генерируемых пакетов данного класса. Генерируемые пакеты располагаются на временной оси, вместе с полученными тем же образом пакетами других классов. Для каждого класса задаётся своя нечёткая функция распределения по времени, которая призвана учесть неравномерность трафика. Полученный временной отрезок с расположенными на нём пакетами разных классов обслуживания и является функцией срабатывания перехода t_1 генератора трафика на сетях Петри.