

Секция радиотехнических и телекоммуникационных систем

УДК 681.518.3

А.П. Самойленко, Н.В. Колыхан

СИНТЕЗ АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЫ ПРЕРЫВАНИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ КОМПЛЕКСОВ

Система внешних прерываний является обязательным функциональным атрибутом архитектуры современного информационно-вычислительного телекоммуникационного комплекса (ИВТК). С ее помощью осуществляется реальный масштаб обмена данными контроля и управления малоинерционными подвижными объектами, технологическими процессами. Моделирование внешней среды в таких комплексах должно осуществляться с более высокой скоростью, чем реально протекающие процессы, поскольку необходим определенный запас времени:

- ◆ для формирования информационного образа, соответствующего динамическому состоянию управляемого объекта (ОУ) на данный момент времени;
- ◆ для выбора оптимального варианта управления;
- ◆ для передачи управляющих воздействий на объект [1].

Постановка задачи: на основе анализа традиционных методов определения приоритетов обслуживания информационных потоков о состоянии ОУ, алгоритмов аппаратного и программного прерывания, упорядочивания данных необходимо представить оптимальный по времени метод динамического управления потоками информации и упорядочивание данных в них и осуществить синтез контроллера внешних прерываний с указанными функциями [2].

Одна из основных задач обработки входных потоков заявок ИВТК – определение приоритета в расстановке заявок в очереди на обслуживание. Очевидно, что применение в составе ИВТК систем прерывания с динамически изменяемыми переменными приоритетами обеспечит необходимое качество управления, оперативную реакцию на малоинерционные ситуации при управлении в реальном масштабе времени.

Статический приоритет p поступившей в систему заявки, оценивают с учетом значений коэффициентов штрафа за задержку в обслуживании в единицу времени (или за потерю) α_p и длительности ее обслуживания v_p :

$$\frac{\alpha_{p-1}}{v_{p-1}} > \frac{\alpha_p}{v_p} > \frac{\alpha_{p+1}}{v_{p+1}}. \quad (1)$$

Динамический приоритет определяется путем пересмотра очереди заявок в ИВТК с учетом времени прерывания каждой из них и функции изменения приоритета заявки во времени. Время пребывания j -й заявки в ИВТК может быть оценено выражением

$$V_j = \omega_j + v_j, \quad (2)$$

где ω_j – время ожидания обслуживания (сумма времени пребывания заявки в очереди до начала обслуживания в ИВТК и времени ожидания в очереди в прерывном состоянии);

v_j – длительность обслуживания j -й заявки, $j = \overline{1, n}$ – номер заявки.

Если v_j^* – предельно допустимое время пребывания j -й заявки в системе, то необходимо выполнить условие:

$$v_j \leq v_j^*, \quad (3)$$

которое соблюдается только за счет изменения времени ω_j ожидания обслуживания. Причем при уменьшении длительности ожидания обслуживания приоритет заявки может повышаться, так как со временем вероятность превышения допустимого времени ожидания увеличивается.

С другой стороны, при длительном пребывании заявки в системе информация, содержащаяся в заявке, «стареет», поэтому приоритет для заявок может со временем уменьшаться. Очевидна идея по перестройке очереди с целью исключения потери «стареющих» заявок [1].

Если допустить, что $y_j = f(t_j)$ – функция изменения приоритета j -й заявки

от времени t_j , то приоритет j -й заявки пропорционален $\frac{df(t_j)}{dt} = f'(t_j)$ – первой

производной этой функции, dt – может быть расценен как интервал между соседними значениями времени, в которых пересматриваются приоритеты заявок, находящихся в очереди ИВТК.

Приоритет находящихся в очереди заявок одного типа, для которых одинаковы отношения $\frac{\alpha}{v}$, целесообразно распределять пропорционально первым производным функций изменения приоритетов:

$$f'(t) > f'_{p+1}(t) > \dots \quad (4)$$

С учетом (1) и (4) динамический приоритет заявок, находящихся в очереди к ИВТК, распределяют в соответствии с

$$\left[\frac{\alpha_j}{v_j} f'_j(t) \right]_p > \left[\frac{\alpha_k}{v_k} f'_k(t) \right]_{p+1}, \quad (5)$$

то есть из двух заявок (j, k), находящихся на обслуживании к ИВТК, высший приоритет присваивается той заявке, для которой больше значение $\frac{\alpha}{v} f'(t)$.

В зависимости от (5) заявка типа j имеет высший приоритет.

Таким образом, для управления очередью заявок в ИВТК каждая (для примера j -я) поступающая в систему заявка должна характеризоваться следующими параметрами:

$$\alpha_j, v_j^*, f_j^*(t), v_j, T_j,$$

где T_j - машинное (технологическое) время поступления заявки в информационно-вычислительный телекоммуникационный комплекс. После вычисления приоритетов по зависимости (5) проверяют условие (3). При этом время ожидания заявки j -го типа, который присвоен в масштабе реального времени, p -й приоритет, определяется как

$$\omega_p = \sum_{j=0}^{p-1} v_j \quad (6)$$

Для i -й заявки должно выполняться условие:

$$v_i^* \geq \sum_{j=0}^{p-1} v_j + v_i = \sum_{j=0}^p v_j. \quad (7)$$

При невыполнении (7) система снимает i -ю заявку (как исключительный случай) с обслуживания и в информационной модели объекта заменяет $i(t-1)$ значением ее предыстории.

Применение динамической дисциплины обслуживания целесообразно, когда параметры входных информационных потоков резко меняются во времени, поскольку дисциплина обслуживания с фиксированными приоритетами приводит к увеличению вероятности «старения» заявок в системе, то есть к их потере.

Для реализации дисциплин обслуживания очереди заявок с динамически изменяемыми приоритетами необходимы системы прерывания, построенные на перепрограммируемом элементном базисе. В основу синтеза положен математический аппарат порядковой логики [3], посредством которого был разработан новый класс систем прерывания «дейзи - кольцо» с динамически изменяемыми приоритетами в соответствии с информационной моделью объекта управления [4,5].

Математическая модель системы прерывания может быть описана с помощью элементов порядковой логики (логического определителя A^p , квазиматрицы)

$$\lambda^{(p)} = A^p \begin{pmatrix} \lambda_1 \\ \lambda_2 \\ \dots \\ \lambda_n \end{pmatrix}, \quad (8)$$

где $p = \overline{1, n}$ - приоритет; $\lambda_1, \dots, \lambda_n$ - элементы квазиматрицы-столбца, соответствующие заявкам $i = \overline{1, n}$; A^p - логический определитель (л.о.) квазиматрицы $\|\lambda_i\|$, который может быть задан конъюнктивно-нормальной или дизъюнктивно-нормальной формами. При раскрытии л.о.:

$$A^p \|\lambda_i\|^p = \bigwedge_{i_1 \neq \dots \neq i_n} (\lambda_{i_1} \vee \dots \vee \lambda_{i_p}), \quad A^p \|\lambda_i\|^p = \bigvee_{i_1 \neq \dots \neq i_n} (\lambda_{i_1} \& \dots \& \lambda_{i_p}) \quad (9)$$

получают соответственно упорядоченные ряды (очереди):

$$\lambda_{\text{Addr}_i}^{(1)} \leq \lambda_{\text{Addr}_{ki}}^{(2)} \leq \dots \leq \lambda_{\text{Addr}_n}^{(p)}, \lambda_{\text{Addr}_i}^{(1)} \geq \lambda_{\text{Addr}_{ki}}^{(2)} \geq \dots \geq \lambda_{\text{Addr}_n}^{(p)} \quad (10)$$

в соответствии с назначенными приоритетами $p = \overline{1, p}$ согласно оценкам $(\lambda_{\text{Addr}_i}^{(p)})$ - i-я заявка с p-приоритетом).

Логическая модель системы внешних прерываний для n информационных заявок в результате порядково-логического синтеза может быть описана системой n логических уравнений, где $X_i \in P\{0,1\}$ - i-й входной порт i-й заявки; Y_i - выходной порт; $|u_1, u_2, \dots, u_n|$ - матрица управляющих сигналов, формирующих упорядоченный ряд, $u_i \in \{1,0\}$ и задающих наиболее приоритетный вход; $|S|$ - матрица управляющих сигналов, задающих направление очереди $[(1 \rightarrow n) \text{ или } (n \rightarrow 1)]$.

$$\begin{cases} y_1 = [(\bar{u}_1 \& z_n) \vee (u_1 \& (\bigvee_{j=1}^n x_j))] \& (x_1 \& s_i); \\ y_2 = [(\bar{u}_2 \& z_1) \vee (u_2 \& (\bigvee_{j=1}^n x_j))] \& (x_2 \& s_i); \\ \dots \\ y_n = [(\bar{u}_n \& z_{(n-1)}) \vee (u_n \& (\bigvee_{j=1}^n x_j))] \& (x_n \& s_i), \end{cases}$$

$$\text{где } \begin{cases} z_1 = [(\bar{u}_1 \& z_n) \vee (u_1 \& (\bigvee_{j=1}^n x_j))] \& (\bar{x}_1 \& s_i); \\ z_2 = [(\bar{u}_2 \& z_1) \vee (u_2 \& (\bigvee_{j=1}^n x_j))] \& (\bar{x}_2 \& s_i); \\ \dots \\ z_n = [(\bar{u}_n \& z_{n-1}) \vee (u_n \& (\bigvee_{j=1}^n x_j))] \& (\bar{x}_n \& s_i), \end{cases}$$

$$\text{при } \bigwedge_{\substack{j=1, n \\ i=1, 2}} x_j s_i = \begin{cases} \text{при } i = 1 \quad |X_j| = \begin{vmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_n \end{vmatrix}, \text{ а при } i = 2 \quad |X_j| = \begin{vmatrix} x_n \\ x_{n-1} \\ \dots \\ x_1 \end{vmatrix} \end{cases}$$

В матричной форме логическая модель системы может быть отображена

$$|Y_j| = \left[\bigwedge_{\substack{j=1, n \\ i=n, 1, 2, \dots, (n-1)}} \bar{u}_j z_i \right] \bigvee_{j=1, n} |u_j| \cdot \bigvee_{j=1}^n X_j \cdot \bigwedge_{\substack{j=1, n \\ i=1, 2}} X_j s_i,$$

$$\text{где } |z_i| = \left[\bigwedge_{j=1, n} \bar{u}_j z_i \bigvee_{j=1, n} u_j \cdot \bigvee_{j=1}^n X_j \right] \cdot \bigwedge_{j=1, n} X_j s_i,$$

$$\bigwedge_{j=1, n} x_j s_i = \begin{cases} \text{при } i = 1 \quad |X_j| = \begin{vmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_n \end{vmatrix} \\ \text{при } i = 2 \quad |X_j| = \begin{vmatrix} x_n \\ x_{n-1} \\ \dots \\ x_1 \end{vmatrix} \end{cases}$$

Обобщенная структурная схема системы прерывания представлена на рис. 1, а различные варианты функциональных реализаций и их функционирование в динамике представлены в [4,5].

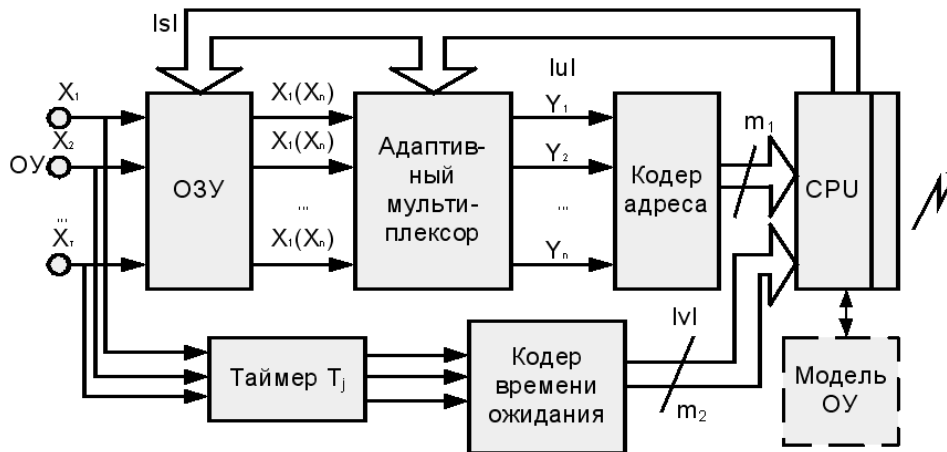


Рис.1. Структурная схема адаптивной системы прерывания

Реализация такой структуры позволяет:

- ◆ получить число упорядоченных рядов (очереди) $n!$, где n – число информационных входов прерывания;
- ◆ адаптивную настройку структуры системы на соответствующую динамику очередности заявок в соответствии с (5)-(7);
- ◆ значительно сократить аппаратные затраты за счет перестраиваемости структуры в $(n!-2)$ раза;
- ◆ исключить потери заявок путем устранения инерционности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Самойленко А.П., Усенко О.А.* Задача оптимизации приоритетных систем// Системный анализ в проектировании и управлении. Труды VIII Международной научно-практической конференции. – СПб, 2004. С.130-132.
2. *Самойленко А.П., Колыхан Н.В.* Телекоммуникационная беспроводная система передачи и обработки данных // Материалы 14 Международной научно-технической конференции. – Рязань: РГРА, 2005. – С.104-106.
3. *Самойленко А.П.* Программный процессор для телекоммуникационных потоков./ Свидетельство официальной регистрации программ для ЭВМ №2006611217 от 7.04.2006.
4. Патент РФ 2087939. Устройство переменного приоритета / Самойленко А.П. Оpubл. в Б.И.,1997, №23.
5. Патент РФ 2152072. Устройство переменного приоритета / Самойленко А.П. и др. Оpubл. в Б.И.,2000, №18

УДК 621.396.662

Ю.А. Геложе, П.П. Клименко, М.А. Марченко**УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССАМИ В ФАЗОВЫХ АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ ФОРМИРОВАНИЯ И ОБРАБОТКИ РАДИОСИГНАЛОВ**

В современных телекоммуникационных системах для формирования и обработки сигналов широко используются системы фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ). Например, диапазонно-кварцевая стабилизация частоты осуществляется цифровыми синтезаторами частоты (ЦСЧ), построенными на основе систем ФАПЧ с программируемыми делителями частоты, на основе этих систем с цифровыми делителями частоты, обеспечивающими высокую точность необходимых сдвигов фаз, строят устройства восстановления несущей (УВН) для осуществления когерентной обработки сигналов и высокоэффективные устройства тактовой синхронизации (УТС) демодуляторов. Все эти устройства работают в режиме дискретного действия.

Общим для ФАПЧ в упомянутых устройствах является применение инерционных ФНЧ. В ЦСЧ эти фильтры подавляют пульсации выходного напряжения ИФД и имеют полосу пропускания в несколько десятков раз меньше частоты дискретизации. При этом обеспечивается обычно требуемый уровень негармонических составляющих синтезируемого сигнала (минус) 120-130 дБ. Для систем ФАПЧ при столь инерционных ФНЧ полоса захвата становится значительно меньше полосы удержания. Это затрудняет функционирование систем в условиях больших дестабилизирующих воздействий, вызванных значительными изменениями параметров окружающей среды, и приводит к повышению вероятности выхода начальных расстройек за пределы полосы захвата. При этом система стохастически реагирует на переключение ее режимов и на кратковременные большие помехи, прерывающие синхронизацию. В результате захват частоты (фазы) и возвращение в равновесное состояние становится случайным событием, а система - статистически устойчивой.

Цель настоящей работы – показать, что применение сравнительно простой стратегии дополнительного управления переходными процессами обеспечивает с вероятностью, равной единице, установление режима синхронизма при начальных расстройках, близких к полосе удержания, в синтезаторах частоты с ИФД типа