

Красильникова Екатерина Павловна, магистрант Кафедры экономических и информационных систем (ЭИС) Поволжского государственного университета телекоммуникаций информатики (ПГУТИ). Тел. 8-927-651-41-96. E-mail: racov-as@psuti.ru

Маслов Олег Николаевич, д.т.н., профессор, заведующий Кафедрой ЭИС ПГУТИ. Тел. 8-846-228-00-36; 8-902-371-06-24. E-mail: maslov@psati.ru

Раков Александр Сергеевич, к.т.н., докторант Кафедры ЭИС ПГУТИ. Тел. 8-927-651-41-96. E-mail: racov-as@psuti.ru

УДК 621.391.83.004: 621.395.374

КОНТРОЛЬ ОДНОПАРАМЕТРИЧЕСКОГО ДИНАМИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА С ПАМЯТЬЮ

Овсянников А.С., Бурова М.А.

Статья посвящена учету памяти при расчете контрольных допусков на контролируемые параметры для автоматического контроля состояния динамического объекта.

Ключевые слова: автоматический контроль, динамический объект, информационная зависимость (память), информационная избыточность, нормированная автокорреляционная функция, интервал корреляции.

Введение

В [1-2] рассмотрены алгоритмы контроля динамических объектов по одному и нескольким параметрам без учета изменения характеристик параметров процесса контроля во времени (памяти результатов контроля в предыдущие моменты времени). В ряде случаев при автоматическом контроле динамических объектов память необходимо учитывать, особенно тогда, когда интервал измерения параметра (при контроле по одному параметру) T_k меньше интервала автокорреляции τ_u и процесса изменения значений параметра во времени.

Модель с конечной памятью и постоянным интервалом T_k

Представим последовательность оценок значений параметра контролируемого объекта сообщениями $x_j^{(k)}$, k – целочисленные моменты времени, моделью бесконечного эквидистантного ряда [3]

$$\{x_j^{(1)}, x_j^{(2)} \dots x_j^{(k)}, \dots x_j^{(\infty)}\} \in X^k. \quad (1)$$

Каждый элемент ряда X^k может содержать одно из N значений $x_j^{(k)} \in X^k$, $j = 1; 2 \dots N$. Такая последовательность может быть описана условной вероятностью вида

$$P(x_j^{(k)} / x_j^{(k-1)} x_j^{(k-2)} \dots x_j^{(k-\infty)}). \quad (2)$$

При этом существуют два определения [4]. Последовательность X^k обладает памятью порядка $l < \infty$, если имеет место следующее равенство

$$\begin{aligned} P(x_j^{(k)} / x_j^{(k-1)} x_j^{(k-2)} \dots x_j^{(k-l)} \dots x_j^{(k-\infty)}) &= \\ P(x_j^{(k)} / x_j^{(k-1)} x_j^{(k-2)} \dots x_j^{(k-l)}) &= \\ = P(x_j^{(k)} / x_j^{(k-l)}) = P(x_j^{(k)} / x_j^{(k-l)}) &= \\ P(x_j / x_j^l). \end{aligned} \quad (3)$$

Последовательность X^k является стационарной, если

$$\begin{aligned} P(x_j^{(k)} / x_j^{(k-1)} x_j^{(k-2)} \dots x_j^{(k-l)} \dots x_j^{(k-\infty)}) &= \\ = P(x_j^{(k+M)} / x_j^{(k+M-1)} x_j^{(k+M-2)} \dots x_j^{(k+M-l)} \dots x_j^{(k+M-\infty)}) & \end{aligned} \quad (4)$$

для любого $M \in (-\infty, \infty)$.

Собственное количество информации, содержащееся в оценке $x_j^{(i)}$ стационарной последовательности X^k с памятью l -го порядка, определяется величиной

$$I(x_j / x_j^l) = -\log P(x_j / x_j^l). \quad (5)$$

Величина среднего количества информации, содержащейся в одном сообщении, будет определяться энтропией $(l+1)$ -го порядка

$$\begin{aligned} H_{l+1}(X^l) = H(X / X^l) = M[I(x_j / x_j^l)] &= \\ - \sum_{x_j^{(1)}} \dots \sum_{x_j^{(l+1)}} P(x_j^{(1)} x_j^{(2)} \dots x_j^{(l+1)}) \log P(x_j^{(1)} / x_j^{(2)} x_j^{(3)} \dots x_j^{(l+1)}) & \end{aligned} \quad (6)$$

Справедливы следующие свойства меры (6). Если оценки являются статистически независимыми (отсутствует память), то

$$H_1(X) = H(X).$$

При возрастании порядка памяти функция (6) является невозрастающей функцией его памяти

$$\log N = H_0(X) \geq H_1(X) \geq \dots \geq H_l(X) \geq \dots,$$

где N – имеет тот же смысл, что и в пояснениях к (1).

Отсюда следует, что элементы последовательности X^k обладают информационной избыточностью вследствие наличия связи (памяти) или неравномерности распределения вероятностей оценок последовательности X^k .

Для определения количественной меры информационной избыточности применяется коэффициент избыточности [4]

$$\begin{cases} R(X) = 1 - \frac{H_\ell(X)}{H_0(X)} = 1 - \frac{H_\ell(X)}{H_{\max}(X)}; \\ R(X) \in [0,1]. \end{cases} \quad (7)$$

Величина $R(X)$ отлична от нуля, если:

- элементы последовательности X^k обладают памятью ($l > 0$);
- статистика оценок последовательности X^k носит неравномерный характер – распределение разностей $x_j^{(k)}$ отлично от равномерного распределения.

При автоматическом контроле динамических объектов по значениям оценок измеренных параметров объекта статистика оценок постоянна. Следовательно, коэффициент информационной избыточности $R(X)$ зависит только от памяти последовательности X^k , которая зависит от $T_k \geq \tau_u$.

В силу отмеченного в первом приближении за величину информационной избыточности оценки параметра в k момент времени, если известна оценка этого параметра в $(k-1)$ -ый момент времени, предлагается принять значение нормированной функции автокорреляции $R_1(\tau)$ в момент времени $k = \tau < \tau_0$, где τ_0 – интервал некоррелированности оценок контролируемого параметра в k -ый и в $(k-1)$ -ый моменты времени.

Учет памяти первого порядка

Пусть в $(k-1)$ -ый момент времени известен относительный контрольный допуск [1] на параметр объекта контроля $\bar{\Delta}_{k-1}^*$. В момент времени k , отстоящий от $(k-1)$ на интервал времени $\tau_k < \tau_0$, где τ_0 – интервал некоррелированности оценок контролируемого параметра в k -ый и в $(k-1)$ -ый моменты времени, выполняется контроль объекта по контрольным допускам [2]. При этом контрольный допуск должен рассчитывать-

ся с учетом зависимости контрольного допуска в k -ый момент времени от контрольного, (7) можно записать

$$\bar{\Delta}_k^*(1) = \bar{\Delta}_k + (\bar{\Delta}_{k-1}^* R_1(\tau)), \quad (8)$$

где $\bar{\Delta}_k^*(1)$ – величина относительного контрольного допуска в k -ый момент времени с учетом памяти $l=1$; $\bar{\Delta}_k$ – величина относительного контрольного допуска в k -ый момент времени без учета памяти, рассчитанная по методике [1]; $\bar{\Delta}_{k-1}^*$ – величина известного в $(k-1)$ -ый момент времени относительного контрольного допуска; $R_1(\tau)$ – избыточность величины оценки контрольного допуска при получении ее в момент времени $k < \tau = \{(k-1) - k\}$.

Учет памяти l -го порядка

Пусть в моменты времени $k-1$; $k-2 \dots k-1$ известны относительные контрольные допуски на параметр объекта контроля $\bar{\Delta}_{k-1}^*$; $\bar{\Delta}_{k-2}^*$; $\dots$ $\bar{\Delta}_{k-l}^*$. При этом также известно, что указанные контрольные допуски были рассчитаны по выражению (8) при известных значениях $R_1(\tau), R_2(\tau) \dots R_\ell(\tau)$. Известно также, что интервалы времени $\tau_k, k=1; 2 \dots l$, определения оценок контролируемого параметра $x_j^{(k)} \in X^k, j=1; 2 \dots N$ разные и выполняется условие $\tau_1 - \tau_1 < \tau_0$. В этих условиях при расчете контрольного допуска на параметр объекта контроля необходимо учитывать память l -го порядка и в формуле (8) значение $\bar{\Delta}_{k-1}^*$ необходимо рассчитывать с учетом следующих выражений

$$\bar{\Delta}_{k-1} = \bar{\Delta}_k + (\bar{\Delta}_{k-2}^* R_2(\tau)); \quad (9)$$

$$\bar{\Delta}_{k-2} = \bar{\Delta}_k + (\bar{\Delta}_{k-3}^* R_3(\tau)); \quad (10)$$

$$\dots$$

$$\bar{\Delta}_{k-\ell} = \bar{\Delta}_k + (\bar{\Delta}_{k-\ell-1}^* R_{\ell-1}(\tau)), \quad (11)$$

где $R_1(\tau), R_2(\tau) \dots R_\ell(\tau)$ – избыточности величин оценок контрольных допусков в моменты времени $k-1, k-2 \dots k-l$.

Выводы

При автоматическом контроле динамических объектов необходимо учитывать память при определении контрольных допусков на параметры контролируемого объекта. Для модели процесса автоматического контроля с конечной памятью и постоянным интервалом T_k моментов измерения параметра объекта рассмотрена

последовательность X^k оценок значений параметра контролируемого объекта сообщениями $x_j^{(k)}$. При этом элементы последовательности обладают информационной избыточностью, которая оценивается коэффициентом избыточности $R(X)$.

Для автоматического контроля динамических объектов в качестве меры оценки информационной избыточности при принятии решений о состоянии динамического объекта предложено значение нормированной функции автокорреляции $R_1(\tau)$ в момент времени $k = \tau < \tau_0$, где τ_0 – интервал некоррелированности оценок контролируемого параметра в k -ый и в $(k - 1)$ -ый моменты времени. Предложены формулы для расчета контрольных допусков на параметр с памятью l -го и l -го порядков.

Литература

1. Бурова М.А., Косолапов А.М., Овсянников А.С., Тимофеев А.В. Мониторинг динамических объектов по контрольным допускам // Материалы XVIII РНТК ПГУТИ. Самара, 2011.
2. Бурова М.А., Косолапов А.М., Овсянников А.С. Схема принятия решения для контроля многопараметрического динамического объекта // Материалы XIX РНТК ПГУТИ. Самара, 2012.
3. Прохоров С.А. Прикладной анализ неэквидистантных временных рядов. Изд-во СГАУ им. С.П. Королева, 2001. – 375 с.
4. Овсянников А.С. Теория информационных процессов и систем. Ч.1. Теоретические основы информационных процессов. Самара: Изд-во СГАУ, 2005. – 100 с.

CONTROL OF ONE-PARAMETER DYNAMIC OBJECT WITH MEMORY

Ovsyannikov A.C., Burova M. A.

The article is about considering memory while calculating acceptance tolerance of controlled parameters for automated control of dynamic object condition.

Keywords: *automated control, dynamic object, information storage, information redundancy, normalized autocorrelation function, correlation interval.*

Овсянников Александр Сергеевич, к.т.н., доцент Кафедры информационных систем и технологий (ИСТ) Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики (ПГУТИ). Тел 8-917-817-48-07. E-mail: oats23@mail.ru

Бурова Мария Александровна, аспирант Кафедры ИСТ Самарского государственного университета путей сообщения. Тел. 8-917-109-40-26. E-mail: mb612@rambler.ru

УПРАВЛЕНИЕ И ПОДГОТОВКА КАДРОВ ДЛЯ ОТРАСЛИ ИНФОКОММУНИКАЦИЙ

УДК 621.397

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРЕПОДАВАНИЯ НОВОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «ТЕЛЕВИЗИОННОЕ ВЕЩАНИЕ»

Балобанов В.Г., Галочкин В.А., Нагорная М.Ю.

В статье рассматриваются актуальные вопросы цифрового телевизионного вещания в России, которые предполагается вынести в рабочую программу по вновь вводимой дисциплине. Дана краткая характеристика и анализ существующих систем ТВ вещания и рекомендации по выбору сети вещания.

Ключевые слова: интерактивное телевидение, IP-телевидение, DVB-T/T2/H, мобильное телевидение (ТВ).

Постановка задачи

Человечество движется по пути создания глобального информационного общества, основой которого является глобальная информационная структура, а одной из важнейших составляющих – мощные цифровые транспортные сети доступа DVB-T/C/S, предоставляющие информацию пользователям. Глобализация связи и ее персонализация (доведение услуг связи до каждого