

ОПТИМИЗАЦИЯ ПОРЯДКА ОПРОСА ПАРАМЕТРОВ МЕТОДОМ ДИНАМИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Ю. М. АГЕЕВ, В. И. КОНОВАЛОВ, С. П. РЕВИНА

(Представлена научно-техническим семинаром кафедры автоматики
и телемеханики)

Производится опрос одним устройством n параметров, имеющих попарно различные статические характеристики. Порядок опроса остается неизменным от цикла к циклу. Требуется определить оптимальный в смысле выбранного критерия порядок опроса параметров при условии ограниченного быстрогодействия коммутатора.

Введем некоторые обозначения:

x_i — контролируемые параметры $i = (1, n)$;

h_{i0}, h'_{i0} — допустимые числа интервалов квантования i -го параметра;

$\epsilon_{ij} = \frac{\Delta \tau_j}{\Delta h_{i0}}$ — относительная нестабильность интервала квантования.

Остальные обозначения приведены в работе [1].

Метод нахождения порядка опроса параметров, предложенный в работе [1], является достаточно простым и может быть использован в предварительных расчетах. Однако определенный таким образом порядок опроса не будет оптимальным.

В качестве критерия оптимальности можно выбрать различные показатели. В настоящей работе в качестве такого критерия принята величина

$$C = \sum_i^n \sum_j^{\gamma_i} \epsilon_{ij}^2.$$

Следовательно, задача нахождения оптимального порядка опроса представляет собой задачу нахождения значений x_i , минимизирующих целевую функцию C .

Трудности ее решения как задачи квадратичного программирования заключается в том, что она является многоэкстремальной. Не останавливаясь на анализе возможностей применения методов нелинейного программирования, рассмотрим итерационный метод решения задачи.

Пусть известен любой произвольный порядок опроса параметров. Для этого порядка вычисляется значение критерия

$$C_1 = \sum_i^n \sum_j^{\gamma_i} \epsilon_{ij}^2.$$

Перестановкой некоторых параметров находится другой порядок опроса, для которого $C_2 < C_1$. Затем рассматривается третий порядок опроса параметров и соответствующий ему показатель $C_3 < C_2$ и т. д. Процедура повторяется до тех пор, пока не получится минимальное значение критерия C . Тривиальный способ получения нового порядка опроса — простой перебор всех возможных вариантов — является совершенно неприемлемым, так как уже при $N_0 \gg 10$ задача становится практически неразрешимой.

Определим некоторые понятия, используемые в дальнейшем. Операция сдвига заключается в том, что какой-либо параметр, ранее подключенный к p -й позиции коммутатора, подключается к q -й позиции. Если $p > q$, то все параметры, подключенные к позициям, находящимся между p и q , сдвигаются на одну позицию в сторону увеличения. Если $p < q$, то эти параметры сдвигаются на одну позицию в сторону уменьшения.

Операция перестановки состоит в том, что два различных параметра, подключенные к разным позициям коммутатора, меняются местами. Допустимые числа h_{i0} и h'_{i0} выражают число позиций коммутатора между двумя позициями одного и того же параметра и определяются по формуле

$$h_{i0} = \left[\frac{N_n}{\gamma_i} \right]; \quad h'_{i0} = h_{i0} + 1,$$

где квадратные скобки означают округление до ближайшего целого числа. Допустимые числа характеризуют равномерность интервала квантования. Если $h_{ij} = h_{i0}$ или $h_{ij} = h'_{i0}$ для всех параметров, то $C = \min$, и порядок опроса является оптимальным.

Сущность предлагаемого метода состоит в следующем:

1. Методом, описанным [1], находится исходный порядок опроса.
2. Для каждого параметра определяются h_{ij} ; h_{i0} ; h'_{i0} .
3. Устанавливается приоритет при размещении параметров по позициям коммутатора. Более высоким приоритетом наделяются параметры с большим γ , поскольку одинаковая нестабильность интервала квантования, выраженная числом позиций коммутатора, для параметров с большим γ приводит к увеличению C .
4. Используя операцию сдвига, добиваемся такого расположения параметра $i = n$ с $\gamma = \gamma_{\max}$ по позициям коммутатора, чтобы выполнялось условие

$$\Delta h_{nj} = h_{n0} \quad \text{или} \quad \Delta h_{ni} = h'_{n0}.$$

5. Для параметров с $\gamma = \gamma_k$, где $k = n-1; n-2; \dots, 1$, применяя операцию перестановки, добиваются равенства $\Delta h_{kj} = h_{k0}$ или $\Delta h_{kj} = h'_{k0}$.

Поскольку при сравнении двух любых порядков опроса вычисляются значения показателя C и в дальнейшем рассматривается только порядок с меньшим C , то описанный процесс является сходящимся.

Метод удобен для реализации на ЦВМ. Алгоритм для определения оптимального порядка опроса параметров изображен на рис. 1. Алгоритм разбит на 7 блоков. Блоки 1—4 дополнительных объяснений не требуют. Блок 5 — находятся наибольшие отклонения интервалов Δh_{ij} .

Сравниваются Δh_{ij} ($i = n, j = 1, \gamma_{\max}$) с h_{i0} . Если $\Delta h_{ij} - h_{i0} = 0$, то Δh_{ij} является допустимым числом, переход к следующему Δh_{ij} . Если $\Delta h_{ij} - h_{i0} < 0$, а следовательно, и $\Delta h_{ij} - h_{i0} < 0$, то запоминается меньшая по модулю из этих разностей $\Delta = \Delta h_{ij} - h_{i0}$. Переход к следующему сравнению Δh_{ij} . Если $\Delta h_{ij} - h_{i0} > 0$, то проверяется $\Delta_1 = \Delta h_{ij} - h_{i0} = 0$.

При равенстве очевидно, что Δh_{ij} — допустимое число; следует переход к очередному сравнению. Если $\Delta_1 > 0$, запоминается меньшая по mod разность. Далее находятся и запоминаются максимальные Δ и Δ_1 . Блок 6 производит операцию сдвига. Возможны три случая:

1. $\max |\Delta| = 0$; $\max |\Delta_1| \neq 0$.

Поочередно берется из критического интервала Δh_{nj} один параметр, помещается по левую сторону параметра $i = n$, с максимальным отклонением Δ_1 , вычисляется C и сравнивается с прежним значением C .

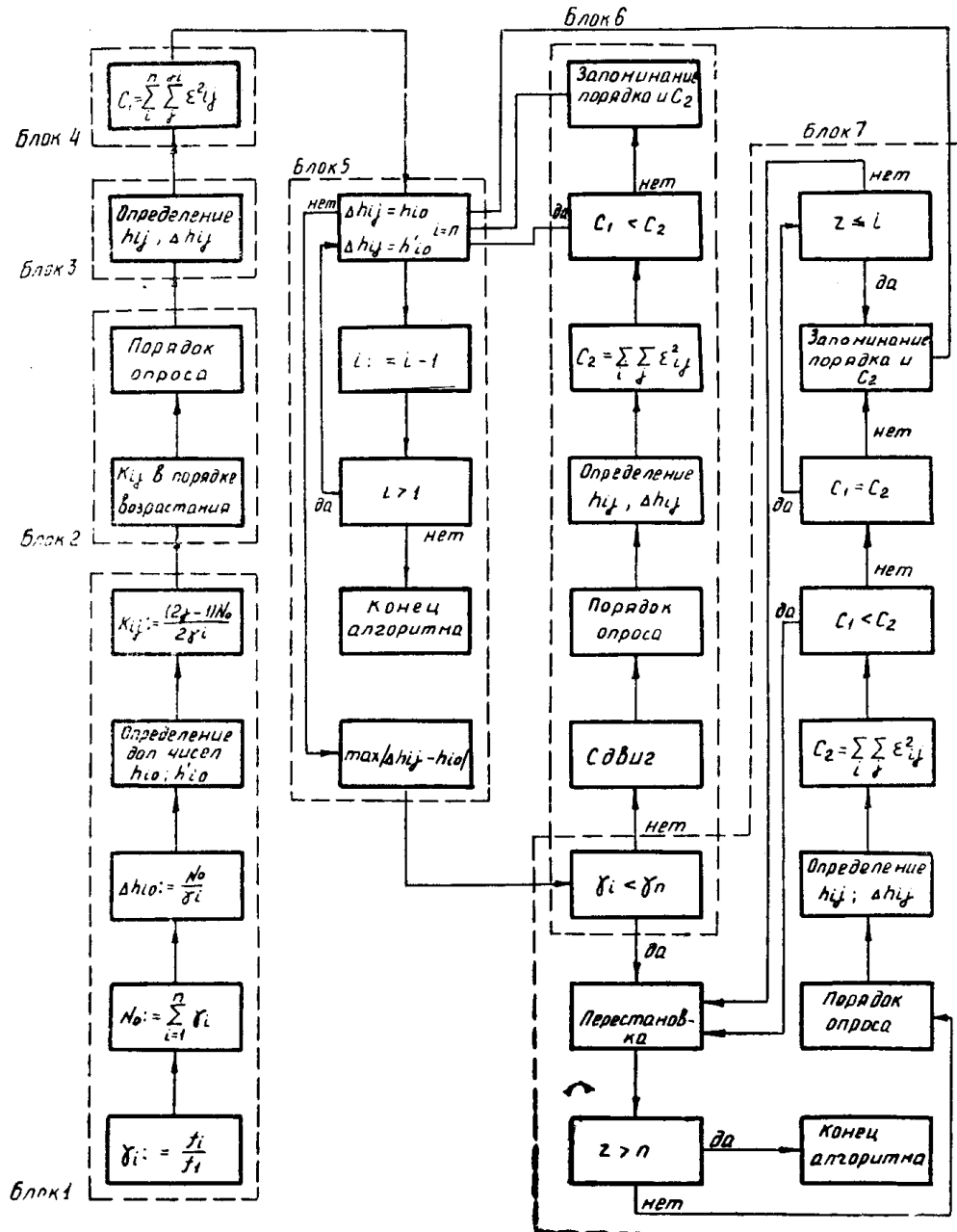


Рис. 1

Для дальнейшего рассмотрения принимается тот порядок опроса, которому соответствует меньший показатель C . Если меньшее C не получено — переход к блоку 7.

2. $\max |\Delta| \neq 0$; $\max |\Delta_1| = 0$.

Параметры поочередно, начиная с меньшего приоритета, включаются в критический интервал с $|\Delta| \neq 0$, тем самым увеличивая его, т. е. приближая к требуемому. Каждый раз вычисляется C до тех пор, пока не будет получено его меньшее значение, для которого запоминается порядок опроса, после чего следует переход к блоку 5, в противном случае — переход к блоку 7.

3. $\max |\Delta| \neq 0$; $\max |\Delta_1| \neq 0$

В этом случае целесообразно, уменьшая Δ_1 , одновременно увеличивать Δ . Выбираются поочередно параметры из большего интервала и помещаются в меньший, каждый раз вычисляется показатель C , который сравнивается с прежним. В дальнейшем рассматривается тот порядок опроса, которому соответствует меньший критерий C и следует переход к блоку 5. При отсутствии меньшего C — переход к блоку 7.

Блок 7 осуществляет операцию перестановки. Выбирается параметр, которому соответствует наибольшее отклонение интервала квантования и помещается поочередно на места тех параметров, которые обладают меньшим приоритетом, начиная с наименьшего из них. Вычисляемый каждый раз показатель C сравнивается с предыдущим значением. Если новое значение C меньше, то принимается соответствующий ему порядок опроса и переход к блоку 5. В противном случае операция перестановки продолжается до тех пор, пока не осуществится перебор всех параметров. Полученное последним значение C будет минимальным, а порядок опроса — оптимальным. По этому алгоритму были найдены программы опроса параметров для всех случаев, когда $\gamma_{\max} \leq 10$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ю. М. Агеев, В. И. Коновалов. О порядке опроса параметров в системах централизованного контроля. Настоящий сборник.