

В.С. Семенов, А.И. Минаков

ОРГАНИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ ОБМЕНА
ПРИ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ
РЕЗУЛЬТАТОВ СТЕНДОВЫХ ИСПЫТАНИЙ

(К у й б ы ш е в)

В практике часто возникает необходимость в статистической обработке многомерных массивов, получаемых в результате стендовых динамических испытаний объектов. В ряде случаев для оперативного вмешательства в программу испытаний статистические характеристики требуется получать в масштабе времени, максимально близком к реальному. Поэтому возникает потребность в рациональных алгоритмах обмена информацией между объектом и вычислительной машиной.

Если сигналы снимаются в аналоговой форме, то эта задача сводится к задаче рационального управления работой коммутаторов системы.

В соответствии с теоремой Котельникова шаг дискретизации сигнала, поступающего по i -ому каналу, должен быть не более

$$\Delta t_i = 1/2 \Delta \lambda_i,$$

где $\Delta \lambda_i$ - диапазон частот i -ого канала, следовательно, минимально допустимый масштаб цифровой обработки

$$N_{t_{\min}} = \frac{\Delta t^{(i)}}{\Delta t_i} = n_i = \frac{2\Delta \lambda_i}{N}. \quad (I)$$

Здесь $\Delta t^{(i)} = \frac{n_i}{N}$ - время расчета характеристик на каждом шаге по i -ому каналу;

n_i - среднее число элементарных операций, выполняемых при расчете характеристик;

N - быстродействие ЦВМ.

Из выражения (I) видно, что, например, при ширине спектра сигнала $\Delta\lambda_i = 5 \text{ кГц}$, $n_i = 10000 \text{ опер}$ ЦВМ, имеющая быстродействие 1 млн. опер/с, не позволяет получать в реальном времени с $M_b = 1$ характеристики даже по одному каналу.

Поэтому алгоритм переработки рационально строить по формуле

$$T_i = K \Delta t_{обн}^{(i)} + \Delta t^{(i)} = T_{обн} + \Delta t^{(i)},$$

т.е. в виде цикла, состоящего из K шагов обмена информацией, определяющих ее "накопление" в памяти ЦВМ, и следующим за этим шагом переработки.

Для многомерных систем необходимо найти оптимальный алгоритм управления коммутатором по мультиплексному или селекторному каналу ЦВМ.

$$T_{обн} = f(K, \Delta t_{обн}, \ell),$$

где ℓ - число каналов.

При использовании селекторного канала циклический опрос информационных каналов неприемлем, так как он приводит к различным временным характеристикам по каждой из входных переменных - X_i .

Для этого случая предлагается формирование массивов для каждой из пар параметров, поступающих по каналам, номера которых имеют взаимный индексный сдвиг на единицу.

Матрица управления для одного цикла имеет вид

$$A = \begin{vmatrix} a_i & \begin{vmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 2 \\ \vdots & \vdots \\ 1 & n \\ 2 & 1 \\ \vdots & \vdots \\ n & n \end{vmatrix} \\ a_{i+1} & \end{vmatrix},$$

где $a_i + a_{i+1}$ - управляющие воздействия, определяющие номера подключаемых каналов и имеющие между собой временной сдвиг.

Информационная матрица для двух соседних каналов

$$X = \begin{vmatrix} 0 & x_{12}, x_{13}, \dots, x_{1\ell} \\ x_{21}, 0 & \dots & \dots & \dots \\ \vdots & & & \\ x_{\ell 1} & & & 0 \end{vmatrix}.$$

Заметим, что элементы главной диагонали можно не вводить (матри-

не подержит нули), так как автокорреляционные характеристики могут быть получены в любом сечении матрицы (2). Число управляющих импульсов $\nu_1 = \ell(\ell-1)$.

Можно показать, что точечные статистики по каждой из входных переменных в данном случае необходимо искать в сечениях, номера которых определяются выражением

$$\nu_i = \begin{cases} 1 & \text{при } i=1 \\ 2(i-1) & \text{при } i \neq 1 \end{cases} \quad i=1, 2, \dots, \ell.$$

Если ЦВМ позволяет вводить информацию по мультиплексному каналу для одновременного заполнения двух взаимно симметричных относительно главной диагонали ячеек массива (2), то длительность периода обращения сокращается вдвое, т.е. $\nu_2 = \ell/2$. Кроме того, будет отсутствовать сдвиг между временами записи этих элементов, а также, возможно использовать коммутаторы с последовательным опросом каналов.

Матрицы сигналов управления имеют вид

$$A_1 = \begin{matrix} \left. \begin{matrix} 1 \\ 1 \\ \vdots \\ 1 \\ 2 \\ 2 \\ \vdots \\ 2 \end{matrix} \right\} \ell-1 \\ \left. \begin{matrix} 2 \\ 2 \\ \vdots \\ 2 \\ 2 \\ 2 \\ \vdots \\ 2 \end{matrix} \right\} \ell-1 \\ \left. \begin{matrix} 2 \\ 2 \\ \vdots \\ 2 \\ 2 \\ 2 \\ \vdots \\ 2 \end{matrix} \right\} \ell-1 \end{matrix} ; \quad A_2 = \begin{matrix} 2 \\ 3 \\ \vdots \\ 1 \\ 1 \\ 3 \\ \vdots \\ \ell \\ \vdots \\ 1 \\ 2 \\ \vdots \\ \ell-1 \end{matrix} \quad (3)$$

где A_1 и A_2 — сигналы управления коммутаторами K_1 и K_2 .

При обработке результатов управляющие матрицы (3) могут использоваться как алгоритмы выборки из матрицы (2). При этом компоненты матрицы A_1 дают сроки выборки, а A_2 — столбцы.

Данный способ требует увеличения объема оборудования и организации более сложного алгоритма работы операционной системы ЦВМ.

Оба описанных приема позволяют рационально организовать циклы обмена, но не исключают последовательное повторение этапов обмена и обработки информации. Наиболее уплотненную временную диаграмму можно получить, если совместить эти процессы во времени.

Для реализации данного алгоритма в памяти ЦВМ необходимо выделить два файла: с перекрестным доступом к ним с канала обмена и с канала обработки, т.е. объем памяти должен быть увеличен вдвое.

Еще большего сокращения расчетного времени можно добиться если учесть, что на определенных временных интервалах статистические характеристики переменных меняются незначительно. Когда это имеет место для двух соседних интервалов времени Δt_j и Δt_{j+1} то при расчете коэффициенты парной корреляции не изменятся, точечные оценки на $j+1$ временном интервале должны быть получены по выборке, содержащей $j+1$ элемент, в которой значения j -ого и $j+1$ -го элементов совпадают.

Этим можно воспользоваться для уменьшения числа вычислительных операций. Назовем такой прием методом поправочных коэффициентов.

Некоторую статистику E на $j+1$ интервале будем искать по формуле

$$E_{j+1,z} = E_j + C_2, \quad (4)$$

где C_2 - поправочный коэффициент;
 z - условный номер статистики.

Функциональную связь (4) можно предположить в любом виде, однако вычислительные принципы ЦВМ делают удобной использование формулы

$$E_{j+1,z} = E_j + C_2.$$

Можно показать, что для математического ожидания поправочный коэффициент

$$C_1 = \frac{1}{j+1} [X_j - M(X_j)].$$

Для дисперсии

$$C_2 = \frac{C_1(C_1 - 2X_j) - D(X_j)}{j+1}.$$

Аналогично могут быть получены поправочные коэффициенты для вычисления других статистик.

Опыт решения некоторых инженерных задач с использованием описанных приемов показал их достаточную эффективность в плане сокращения затрат времени на обработку экспериментальных данных.

Л и т е р а т у р а

1. Б е к и Дж., К а р п л ю с У.Дж. Теория применение гибридных вычислительных систем. М., "Мир", 1970.
2. Х а р р и с о н Ред. Управляющие вычислительные машины в АСУ технологическими процессами. Т.1, 1975, Т.2, 1976, М., "Мир".

М.А. Л е в ч е н к о

КОМПЛЕКС ПРОГРАММ, ОБСЛУЖИВАЮЩИХ ИЗМЕРИТЕЛЬНУЮ
ИНФОРМАЦИОННУЮ СИСТЕМУ,
КАК ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ НАЛАДКИ И
КРИТЕРИЙ ПРОГРАММНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ
МОДИФИКАЦИЙ СИСТЕМЫ

(М о с к в а)

Многоканальные быстродействующие измерительные информационные системы, в состав которых наряду с вычислительными машинами входит множество функционально взаимосвязанных электронных блоков, являются весьма сложными объектами. Разработкой таких систем занимаются, как правило, большие коллективы людей. Руководителем коллективом разработчиков, является одной из наиболее трудных задач, а уровень технической документации, используемой в разработке сложной системы, как правило, достаточно высок.

Каждая новая модификация системы более совершенна, чем ее предшественница. Тем не менее практика показывает, что к началу работ по комплексной наладке и стыковке с математическим обеспечением новая модель имеет достаточное количество таких аппаратурных отличий от более ранних моделей, которые влекут за собой существенные переделки имеющегося математического обеспечения системы. Встречаются иногда и такие отличия, которые нельзя не называть дефектами. Отличия такого сорта особенно трудно обнаружить, и они обычно выявляются в период метрологических испытаний системы или в период опытной эксплуатации.

В результате проведенных исследований определились пути по-