

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СЖАТИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ОБРАБОТКЕ ДАННЫХ НА ЭВМ

В работе определяется эффективность применения алгоритмов сжатия данных на различных стадиях обработки информации с помощью ЭВМ.

Пусть функционирование некоторого объекта характеризуется набором параметров

$$\{\vartheta_q\}_{q=1}^{M_1}, \quad \{\vartheta_q\}_{q=1, \dots}^{M_2}, \quad \dots, \quad \{\vartheta_q\}_{q=1, \dots}^{M_N}, \quad \{\vartheta_q\}_{q=1}^{M_N},$$

где  $M_i$  — число дискретных отсчетов реализации отдельного параметра в  $i$ -ом канале  $i=1, 2, \dots, N$ .

На предварительную обработку одного отсчета в среднем требуется  $T_{пр}$  относительных единиц времени работы ЭВМ. Условимся, все временные отрезки представлять в относительных единицах.

На обработку одного отсчета по алгоритму сжатия требуется временной интервал длительностью  $T_c$ . Коэффициент сжатия всего набора данных при обработке каждого параметра независимым алгоритмом аналогично определенному в работе [1] выразим равенством

$$k = \frac{\sum_i M_i}{\sum_i \frac{M_i}{k_i}}, \quad (1)$$

где  $k_i$  — коэффициент сжатия в  $i$ -ом канале.

Дальнейшая обработка сводится к вычислению обобщенных характеристик исследуемого объекта по отдельным временным сечениям всего набора параметров. При этом на каждое сечение тратится временной интервал  $T_{job}$ , где  $j$  — номер отдельной характеристики. Количество подлежащих определению характеристик обозначим  $P$ . В данной работе ограничимся классом задач, в которых априори задается количество  $m$ , подлежащих обработке информационных сечений.

Часто возможности ЭВМ не позволяют производить всю обработку в реальном масштабе времени, поэтому приходится разделять ее на отдельные части. В этих случаях в режиме непрерывного поступления данных производится только те вычисления, при которых выполнимо условие

$$T_{обр} + T_{ож} \leq T_n, \quad (2)$$

где  $T_{обр}$  — длительность обработки;  $T_{ож}$  — время ожидания;  $T_n$  — время между очередными посылками данных, а резуль-

таты этой части помещаются во внешнее запоминающее устройство (ВЗУ). Допустим возможности ЭВМ таковы, что приходится делать лишь следующие пересылки данных:

передача на хранение предварительно обработанной информации из оперативной памяти в ВЗУ;

передача данных из ВЗУ в оперативную память для продолжения обработки (вычисление обобщенных характеристик);

передача вычисленных результатов из оперативной памяти на регистрацию.

Для простоты предположим, что среднее время прямого и обратного обмена между запоминающими устройствами одинаково, и для каждого отсчета равно  $T_{обм}$ .

Для определения нужных сечений необходимо восстановление сжатых данных, то есть вычисление значений параметров в заданные моменты времени, при котором на каждую восстанавливаемую точку тратится временной интервал длительностью  $T_в$ .

Принятые допущения позволяют сформулировать задачу так: определить наиболее рациональный, с точки зрения затрат времени на предварительную и полную обработку, вариант программного обеспечения ЭВМ.

Проведем сравнительный анализ трех вариантов.

1. Обработка данных без сжатия. Время полной обработки в этом случае выразится формулой:

$$T_1 = T_{пр} \sum_i M_i + T_{обм} \sum_i M_i + T_{обм} \sum_i M_i + \sum_j T_{job} m_j + T_{обм} \sum_j m_j, \quad (3)$$

где первые два слагаемых определяют длительность обработки в режиме реального времени.

2. Сжатие данных производится после предварительной обработки. В этом случае время полной обработки определится выражением:

$$T_2(k) = T_{пр} \sum_i M_i + T_c \sum_i M_i + T_{обм} \sum_i \frac{M_i}{k_i} + T_{обм} \sum_i \frac{M_i}{k_i} + T_в \sum_i m_i + \sum_j T_{job} m_j + T_{обм} \sum_j m_j, \quad (4)$$

в котором обработка в режиме реального времени  $T_{2обр}(k)$  определяется тремя первыми членами формулы.

3. Сжатие данных производится до предварительной обработки. Время полной обработки определяется равенством:

$$T_3(k) = T_c \sum_i M_i + T_{пр} \sum_i \frac{M_i}{k_i} + T_{обм} \sum_i \frac{M_i}{k_i} + T_{обм} \sum_i \frac{M_i}{k_i} + T_в \sum_i m_i + \sum_j T_{job} m_j + T_{обм} \sum_j m_j, \quad (5)$$

где первые три слагаемых определяют объем вычислений в режиме реального времени  $T_{3\text{обр}}(k)$ .

Выигрыш от применения того или иного варианта может быть определен увеличением объема данных, обрабатываемого в реальном масштабе времени, или снижением требований к пропускной способности ЭВМ, а также сокращением времени полной обработки. Сравнение проведем относительно первого варианта обработки. Определим такое значение  $k$ , при котором наряду с условием (2) выполнялись бы соотношения

$$T_{1\text{обр}} \geq T_{2\text{обр}}(k); \quad (6)$$

$$T_1 \geq T_2(k) \quad (7)$$

для вычислений в режиме реального времени и полной обработки соответственно. После преобразований выражений (3) и (4) для режима реального времени получим

$$k \geq \frac{T_{\text{обм}}}{T_{\text{обм}} - T_c}, \quad (8)$$

а для полной обработки

$$k \geq \frac{2T_{\text{обм}} \sum_i M_i}{(2T_{\text{обм}} - T_c) \sum_i M_i - T_B \sum_i m_i}. \quad (9)$$

Выражения, аналогичные (6) и (7) для варианта 3,

$$T_{1\text{обр}} \geq T_{3\text{обр}}(k); \quad (10)$$

$$T_1 \geq T_3(k). \quad (11)$$

Анализируя равенства (3) и (5) нетрудно получить для режима реального времени

$$k \geq \frac{T_{\text{пр}} + T_{\text{обм}}}{T_{\text{пр}} + T_{\text{обм}} - T_c}, \quad (12)$$

а для полной обработки

$$k \geq \frac{(T_{\text{пр}} + 2T_{\text{обм}}) \sum_i M_i}{(T_{\text{пр}} + 2T_{\text{обм}} - T_c) \sum_i M_i - T_B \sum_i m_i}. \quad (13)$$

Сравнение выражений (10), (12) и (11), (13) показало, что выигрыш третьего варианта относительно второго достигается при меньших значениях  $k$  для любых разумных  $M$  и  $N$ . Преобразование формул (4) и (5) для режима реального времени

$$T_{2\text{обр}}(k) = A_{2\text{обр}} + \frac{T_{\text{обм}} \sum_i M_i}{k}; \quad (14)$$

$$T_{3 \text{ обр}}(k) = A_{3 \text{ обр}} + \frac{(T_{\text{пр}} + T_{\text{обм}}) \sum_i M_i}{k}, \quad (15)$$

а для полной обработки

$$T_2(k) = A_2 + \frac{2T_{\text{обм}}}{k} \sum_i M_i; \quad (16)$$

$$T_3(k) = A_3 + \frac{T_{\text{пр}} + 2T_{\text{обм}}}{k} \sum_i M_i, \quad (17)$$

где

$$A_{2 \text{ обр}} = (T_{\text{пр}} + T_{\text{с}}) \sum_i M_i;$$

$$A_{3 \text{ обр}} = T_{\text{с}} \sum_i M_i;$$

$$A_2 = A_{2 \text{ обр}} + T_{\text{в}} \sum_i M_i + \sum_j T_{j \text{ об}} m_j + T_{\text{обм}} \sum_j m_j;$$

$$A_3 = A_{3 \text{ обр}} + T_{\text{в}} \sum_i M_i + \sum_j T_{j \text{ об}} m_j + T_{\text{обм}} \sum_j m_j$$

позволяет установить, что зависимости  $T_{2 \text{ обр}}(k)$ ,  $T_{3 \text{ обр}}(k)$ ,  $T_2(k)$  и  $T_3(k)$  — гиперболические, но с различными коэффициентами и асимптотами. Следует отметить, что  $T_{2 \text{ обр}}(k) = T_{3 \text{ обр}}(k)$ , а  $T_2(k) = T_3(k)$  при  $k=1$ . При  $k \rightarrow \infty$  предельный выигрыш вариантов 2 и 3 для режима реального времени составит  $T_{1 \text{ обр}} - A_{2 \text{ обр}}$  и  $T_{1 \text{ обр}} - A_{3 \text{ обр}}$ , а для полной обработки  $T_1 - A_2$  и  $T_1 - A_3$  соответственно.

На рис. 1 представлены зависимости  $T_{2 \text{ обр}}(k)$  и  $T_{3 \text{ обр}}(k)$  в сравнении с величиной  $T_{1 \text{ обр}}$  при фиксированных  $M$  и  $N$ .

Количественная оценка численных значений, полученных при  $M \geq 10$  и  $N \geq 1$  показала, что для вычислительной машины клас-

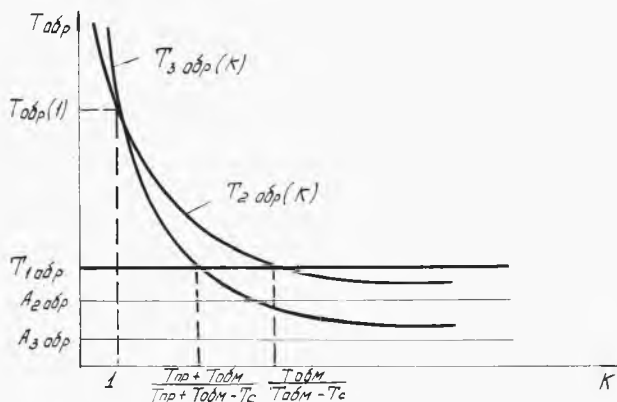


Рис. 1

са «М-220» применение второго варианта дает выигрыш по сравнению с первым лишь при очень больших значениях коэффициента сжатия ( $k \geq 1000$ ), которые к тому же должны достигаться простейшими алгоритмами (требующими минимального числа операций ЭВМ). В данном случае выполнение этих двух условий практически невозможно. Целесообразность применения третьего варианта не вызывает сомнения, так как его выигрыш достигается уже при незначительных величинах коэффициента сжатия ( $k \geq 1,4$ ), которые к тому же мало зависят от типа применяемых внешних запоминающих устройств.

3. Полученные в данной работе результаты позволяют сделать следующие выводы:

при  $k > 1$ , как в режиме реального времени, так и при полной обработке применение сжатия до предварительной обработки более эффективно, чем на более поздних стадиях, а при  $k < 1$  наблюдается обратное явление;

введение сжатия до предварительной обработки значительно снижает требования как к самим алгоритмам, так и к ЭВМ.

При проведении дальнейших исследований представляется целесообразным получение оценок допустимых погрешностей в каждом канале при возможных ограничениях на точность определяемых характеристик объекта контроля.

#### ЛИТЕРАТУРА

Ю. Б. Ольховский, О. Н. Новоселов, А. П. Мановцев. Сжатие данных при телеизмерениях, М., изд. «Советское радио», 1971.

Ю. А. Колесников, Ю. А. Шевцов

#### АНАЛИЗ КОНТРОЛЕПРИГОДНОСТИ СЛОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ

При проектировании сложных объектов и системы их эксплуатации в большинстве случаев не учитывается возможность автоматизации контроля. В связи с этим, приходится идти или на ухудшение эксплуатационных характеристик систем контроля (например, увеличение времени контроля), или на их неоправданное усложнение.

Постоянно растущие требования к эффективности функционирования систем, предназначенных для самых различных целей, требуют использования все более совершенных автоматизированных систем контроля (АСК). Подобные АСК являются сложными и дорогостоящими. Поэтому учет требований по контролепригодности (КП) на этапе проектирования становится насущной необходимостью, особенно при мелкосерийном и единичном производстве.