

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СРЕДСТВ СЖАТИЯ ВИДЕОДАННЫХ

Ал. Ю. Стрюк, Ал-р. Ю. Стрюк
(представил проф. А.В. Королёв)

Предложена методика оценки уменьшения времени, необходимого для передачи видеоданных в АСУ, при использовании средств сжатия видеоданных.

Одним из важнейших способов обеспечения своевременности и безошибочности принятия решений в автоматизированных системах управления является предоставление в распоряжение оператора максимально возможного объёма информации в виде, удобном для восприятия. Представление информации в графическом виде наиболее полно удовлетворяет эргономическим требованиям, предъявляемым к человеку - машинным системам. Вместе с тем, значительный объём видеоданных как статических, так и динамических может привести к снижению оперативности управления за счёт значительного времени, необходимого для передачи видеоданных между звеньями системы управления. Разрешить данное противоречие позволяет использование в составе комплекса средств АСУ методов сжатия видеоданных [1, 2].

Основными целями, которые преследуются при включении в состав АСУ средств сжатия видеоданных, являются:

- уменьшение объёма запоминающих устройств (ЗУ), необходимых для хранения видеоданных;
- уменьшение времени, необходимого для передачи изображений по каналам связи [3].

Уменьшение объёма ЗУ при использовании методов сжатия видеоданных равно степени сжатия, обеспечиваемой данным методом. При современном уровне развития микроэлектроники аппаратная реализация метода сжатия с целью уменьшения объёма ЗУ представляется нецелесообразной. Более простым (и соизмеримым по стоимости) решением является увеличение объёма ЗУ. Напротив, включение в состав комплекса средств АСУ программных реализаций метода сжатия, направленных на уменьшение объёма ЗУ, необходимых для хранения изображения, представляется оправданным в большинстве возможных случаев. Справедливость подобного вывода подтверждается наличием программных средств сжатия видеоданных в большинстве современных программных комплексов автоматизации [4].

Оценка уменьшения времени, необходимого для передачи изобра-

жений, при использовании методов сжатия видеоданных затруднена как многообразием возможных протоколов организации передачи данных, так и использованием в составе средств АСУ систем связи, способных работать по различным протоколам. Всё многообразие протоколов связи может быть разделено на протоколы:

- благоприятствующие использованию методов сжатия видеоданных;
- накладывающие на использование методов сжатия частные ограничения;
- ограничивающие использование методов сжатия [5].

Оценим уменьшение времени, необходимого для передачи изображений для каждой группы протоколов.

Для протоколов организации связи, благоприятствующих использованию методов сжатия, время выполнения сжатия и восстановления изображения не является критичными и может быть исключено из общего времени передачи изображения. В качестве примера могут быть указаны протоколы, в которых передача данных осуществляется с их предварительным накоплением и передачей в сеансовом режиме. Именно в таком режиме организована передача данных с ИСЗ. Для данной группы протоколов уменьшение времени, необходимого для передачи изображения, составит

$$\Delta T_6 = T - T' = \frac{V_{исх}}{U} - \frac{V_{сж}}{U} = \frac{V_{исх}}{U} - \frac{V_{исх}}{U \times C} = \frac{V_{исх}(C - 1)}{U \times C},$$

где T – время, необходимое для передачи несжатого изображения, с;

T' – время, необходимое для передачи сжатого изображения, с;

$V_{исх}$ – объём исходного изображения, бит;

$V_{сж}$ – объём сжатого изображения, бит;

U – скорость передачи данных, бит/с;

C – степень сжатия.

Применение метода сжатия видеоданных в системе связи, использующей протокол передачи данных с их предварительным накоплением, возможно в том случае, если выполняется условие

$$T_{ци} > T_{сж}, \quad T_{ци} > \frac{V_{сум}}{U_{сж}},$$

где $T_{ци}$ – длительность цикла накопления данных, с;

$T_{сж}$ – время сжатия данных, с;

$V_{сум}$ – общий объём данных, подвергаемых сжатию, бит;

$U_{сж}$ – скорость сжатия, бит/с.

В протоколах организации связи, накладывающих на использование методов сжатия частичные ограничения, критичным является либо время выполнения сжатия, либо время восстановления изображения. Например, при передаче заблаговременно сжатых видеоданных (выдача изображений из базы данных) критичным является время восстановления. Уменьшение времени, необходимого для передачи видеоданных, в данном случае составит

$$\begin{aligned} \Delta T_{\text{ч}} = T - T' &= \frac{V_{\text{исх}}}{U} - \frac{V_{\text{сж}}}{U} - \frac{V_{\text{исх}}}{U_{\text{вс}}} = \frac{V_{\text{исх}}}{U} - \frac{V_{\text{исх}}}{U \times C} - \frac{V_{\text{исх}}}{U_{\text{вс}}} = \\ &= \frac{V_{\text{исх}}(U_{\text{вс}} C - U_{\text{вс}} - UC)}{U_{\text{вс}} UC}, \end{aligned}$$

где $U_{\text{вс}}$ – скорость восстановления, а для некоторых протоколов, возможно, скорость сжатия, бит/с.

Применение метода сжатия видеоданных в системе связи, использующей протокол, предусматривающий передачу предварительно сжатых данных, целесообразно в том случае, если выполняются условия:

$$\begin{aligned} T > T'; \quad \frac{V_{\text{исх}}}{U} > \frac{V_{\text{сж}}}{U} + \frac{V_{\text{исх}}}{U_{\text{вс}}}; \quad \frac{V_{\text{исх}}}{U} > \frac{V_{\text{исх}}}{U \times C} + \frac{V_{\text{исх}}}{U_{\text{вс}}}; \\ U < \frac{U_{\text{вс}}(C-1)}{C}. \end{aligned}$$

В протоколах организации связи, ограничивающих использование методов сжатия видеоданных, критичным является как время выполнения сжатия, так и время восстановления изображения. К таким протоколам относятся протоколы передачи данных, в которых за каждым источником данных закреплён канал связи, а передача данных и их отображение осуществляется непосредственно в момент возникновения. Уменьшение времени, необходимого для передачи видеоданных в наиболее неблагоприятном случае, составит

$$\begin{aligned} \Delta T_{\text{н}} = T - T' &= \frac{V_{\text{исх}}}{U} - \frac{V_{\text{сж}}}{U} - \frac{V_{\text{исх}}}{U_{\text{сж}}} - \frac{V_{\text{исх}}}{U_{\text{вс}}} = \frac{V_{\text{исх}}}{U} - \frac{V_{\text{исх}}}{U \times C} - \frac{V_{\text{исх}}}{U_{\text{сж}}} - \frac{V_{\text{исх}}}{U_{\text{вс}}} = \\ &= \frac{V_{\text{исх}}(U_{\text{сж}} U_{\text{вс}} C - U_{\text{вс}} U_{\text{сж}} - U U_{\text{вс}} C - U U_{\text{сж}} C)}{U U_{\text{сж}} U_{\text{вс}} C}, \end{aligned}$$

где $U_{сж}$ – скорость сжатия, бит/с;

$U_{вс}$ – скорость восстановления, бит/с.

Применение метода сжатия видеоданных в системе связи, использующей протокол, предусматривающий немедленную передачу и восстановление изображений, целесообразно в том случае, если выполняются условия:

$$T > T'; \quad \frac{V_{исх}}{U} > \frac{V_{сж}}{U} + \frac{V_{исх}}{U_{сж}} + \frac{V_{исх}}{U_{вс}}; \quad \frac{V_{исх}}{U} > \frac{V_{исх}}{U \times C} + \frac{V_{исх}}{U_{сж}} + \frac{V_{исх}}{U_{вс}};$$

$$U < \frac{U_{вс} U_{сж} (C - 1)}{C(U_{сж} + U_{вс})}.$$

Безусловно, включение в состав АСУ средств сжатия видеоданных оказывает влияние на весь комплекс характеристик АСУ. Помимо тех характеристик, влияние на которые было рассмотрено выше, увеличивается сложность АСУ, снижается надёжность, повышается стоимость. Однако, учитывая потенциально высокую сложность современных комплексов средств автоматизированного управления, влиянием на характеристики АСУ, не связанные с функциональным предназначением методов сжатия видеоданных, можно пренебречь.

Разработанные соотношения позволяют определить возможность использования методов сжатия видеоданных в составе средств АСУ различного назначения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Цифровая обработка телевизионных и компьютерных изображений / Под ред. Ю.Б. Зубарева и В.П. Дворковича – М.: МЦНТИ, 1997. – 212 с.
2. Прэтт У. Цифровая обработка изображений. – М.: Мир, 1982. – 736 с.
3. Королёва Н.А., Стрюк А.Ю. Способ сжатия видеоданных, основанный на дискретном волновом преобразовании // Інформаційно – керуючі системи на залізничному транспорті. – 2000. – № 6. – С. 67 - 70.
4. Ватолин Д.С. Алгоритмы сжатия изображений. – Изд. отдел факультета ВМиК МГУ им. Ломоносова, 1999. – 76 с.
5. Трофимов Б.Е., Куликовский О.В. Передача изображений в цифровой форме. – М.: Связь, 1980. – 130 с.

Поступила в редколлегию 17.09.2001
