УДК629.7.05.001

Б.-Б. С. ЕСМАГАМБЕТОВ

АНАЛИЗ МЕТОДОВ КВАЗИОБРАТИМОГО СЖАТИЯ ДАННЫХ

При проектировании информационно-измерительных систем, использующих методы квазиобратимого сжатия данных, основными вопросами являются выбор наилучших алгоритмов сжатия в смысле получения наибольшего коэффициента сжатия при оптимальных аппаратурных затратах, а также оптимизация структурного построения микропроцессорных подсистем сжатия.

Для выбора алгоритма сжатия при реализации подсистемы решающую роль играют не столько абсолютные значения коэффициента сжатия и сложности алгоритма, сколько результаты сопоставления относительного выигрыша по коэффициенту сжатия (по сравнению с некоторым эталонным алгоритмом) с относительным увеличением аппаратурных затрат (по сравнению с тем же эталонным алгоритмом). Такое сравнение позволяет оценить, окупаются ли аппаратурные затраты соответствующим полезным эффектом. В данной статье рассмотрены лишь вопросы сравнительного анализа различных алгоритмов сжатия данных без сопоставления аппаратурных затрат на их реализацию.

Рассмотрим группу алгоритмов квазиобратимого сжатия данных с однопараметрической и двухпараметрической адаптацией, обеспечивающих представление исходного случайного процесса выборками при восстановлении интерполяционными полиномами степени не выше первой. Ограничение полиномами низких степеней объясняется требованием простоты технической реализации. Все рассматриваемые алгоритмы используют вычисление максимального уклонения приближающегося полинома $f_п(t_i)$ от измеряемого параметра $f(t_i)$ на участке в k отсчетов:

$$\Delta_k = \max | f(t_i) - f^*_п(t_i) |$$

и сравнение этого показателя с допуском $\Delta_д$. В случае события $\Delta_к > \Delta_д$ интервал аппроксимации обрывается и алгоритм формирует сжатое сообщение, после чего осуществляется переход к новому интервалу аппроксимации.

Среди алгоритмов с однопараметрической адаптацией исследовались предсказатель нулевого порядка (П0) с плавающей апертурой; предсказатель первого порядка (П1) с передачей исправленных значений предшествующих выборок; интерполятор нулевого порядка (И0) с передачей исправленных значений предшествующих выборок; интерполятор первого порядка (И1). Как показали исследования, эти алгоритмы являются наиболее перспективными в своем классе.

Кроме того, сравнивались алгоритмы с двухпараметрической адаптацией: алгоритм, синтезированный на основе предсказателя нулевого порядка и интерполятора первого порядка (П0-И1); алгоритм, составленный из интерполятора нулевого и первого порядков (И0-И1); алгоритм (Н), использующий базисные функции Ньютона. Переход к интерполяции полиномом первого порядка в каждом из двух первых алгоритмов осуществляется начиная с такого интервала, на котором возможности первого составляющего алгоритма полностью исчерпаны. Достоинство любого двухпараметрического алгоритма состоит в том, что при изменении текущих характеристик процесса он позволяет проводить сжатие за счет того из составляющих алгоритма, который оказывается более эффективным. При этом по максимальному коэффициенту сжатия он может и не выигрывать в сравнении с составляющими его алгоритмами, но средний по времени коэффициент сжатия у двухпараметрического алгоритма будет всегда больше.

Оценки коэффициентов сжатия, необходимые для сравнения эффективности алгоритмов, получены методом математического моделирования алгоритмов и нестационарных случайных процессов. Коэффициент сжатия $K^{сж}$ определяется как отношение числа поступающих на вход подсистемы сжатия отсчетов к числу существенных. При этом служебная информация (адресная и временная) в расчет не принималась, так как применение в системе с заданной функциональной структурой выбранных алгоритмов предполагает практически одинаковый объем служебной информации.

Коэффициенты сжатия оценивались при использовании единой системы математических моделей нестационарных относительно математического ожидания случайных процессов аддитивного типа. В качестве регулярной составляющей (тренда) выбраны следующие функции:

$$at,$$

$$a - e^{-at},$$

$$a\,(1 - e^{-at}\sin\beta t),$$

а в качестве случайной составляющей – цифровые модели нормально распределенных случайных процессов с корреляционной функцией

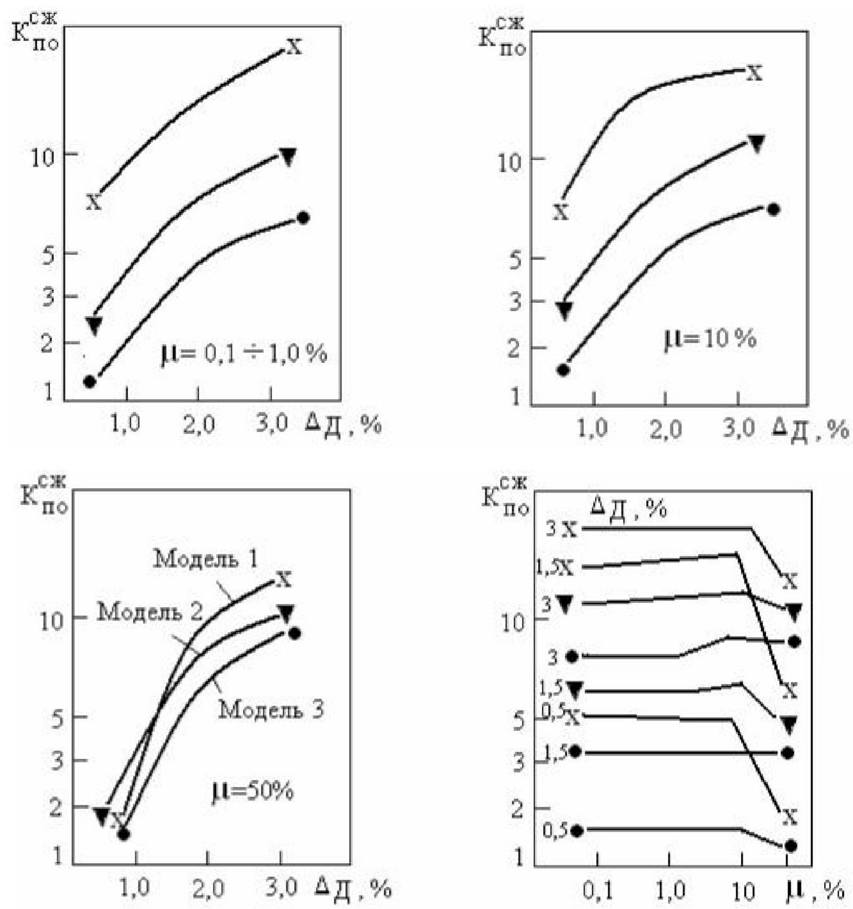
$$p(\tau) = e^{-a/\tau}.$$

Полученные оценки коэффициентов сжатия для алгоритмов сокращения избыточности $K^{сж}_{аси}$ приведены в таблице по отношению к величине соответствующего показателя $K^{сж}_{по}$ для простейшего алгоритма П0. В таблице $\Delta_Д$ – величина апертуры, а μ – отношение размахов стационарной и нестационарной составляющих. Значения коэффициентов сжатия для предсказателя нулевого порядка в зависимости от апертуры и параметра м нестационарности измеряемого процесса приведены на рисунке.

Значения относительных величин

№ модели НП	μ, %	$\Delta_Д$, %	Алгоритм (АСИ)										
			П0	И0	П1	И1	П0-И1	И0-И1	Н	А0	А1	А0-А1	$\Delta_Д$, %
1	0,1	1,5	1	2,1	24	24	12	24	24	1,2	24	24	0,5
	1,0	3,0	1	2,4	12	12	6	12	12	1,2	12	12	1,0
	10	1,5	1	1,9	0,2	1,5	1,9	2,3	2	1,2	1,8	1,9	0,5
		3,0	1	2,4	0,3	8	5	3	3	1,2	2	3	1,0
	50	1,5	1	1,7	0,4	1,4	1,4	1,7	1,4	1	1	1	0,5
		3,0	1	1,8	0,2	1,1	1,2	1,9	1,4	1	1	1,1	1,0
2	0,1	1,5	1	2	0,4	15	12	12	10	1	7	8	0,5
	1,0	3,0	1	2	0,2	17	8	8	10	1,2	7	8	1,0
	10	1,5	1	1,9	0,4	4,3	3,8	6,7	6	1	3,5	4,5	0,5
		3,0	1	1,9	0,5	3,5	3,2	3,3	5	1	4,5	5,5	1,0
	50	1,5	1	1,9	0,5	1,7	1,6	1,5	1,4	0,8	1	1	0,5
		3,0	1	1,9	0,3	1,9	1,1	1,7	1,5	1	1	1	1,0
3	0,1	1,5	1	1,9	0,5	15	13	21	15	1	9	10	0,5
	1,0	3,0	1	2	0,5	14	11	11	10	1	6	7	1,0
	10	1,5	1	1,9	0,7	5,7	5	6,8	6,3	1	5,8	6,5	0,5
		3,0	1	1,9	0,6	6,0	5	9	6	1,1	4	4,3	1,0
	50	1,5	1	1,8	0,5	1,7	2	2,2	1,9	0,8	2	2	0,5
		3,0	1	1,8	0,5	1,8	2,3	2,5	2	1	1	1,4	1,0

Анализ полученных результатов позволяет сделать следующие выводы. Коэффициент сжатия нестационарных процессов определяется ви- [illegible] μ размахов случайной и регулярной составляющих. С увеличением отношения μ от 0,1 до 50% абсолютные значения коэффициентов сжатия для рассматриваемых алгоритмов и процессов могут уменьшаться в 3–100 раз. При этом простейшие алгоритмы наименее критичны к изменению μ. Поэтому при отсутствии априорных сведений о величине μ, а также при сжатии процессов с заведомо большим значением μ предпочтение следует отдать простейшим алгоритмам И0, П0. При сжатии значением процессов с малым значением μ наиболее эффективен среди рассмотренных однопараметрических алгоритмов интерполятор первого порядка И1, обеспечивающих средний выигрыш по коэффициенту сжатия по сравнению с П0 в десятки раз. Рассмотренные двухпараметрические алгоритмы наиболее эффективны для нестационарных процессов с малым отноше-



нием μ. Наилучшие результаты дает использование алгоритма Ньютона и алгоритма И0-И1. Кроме того, адаптивные алгоритмы эффективны при сжатии процессов со значением μ, меняющимся в широких пределах, для управления потоком сжатых данных в сочетании со способом изменения «установок» точности.

В заключение отметим, что оптимальная аппаратурная реализация наиболее эффективных алгоритмов квазиобратимого сжатия данных связана с использованием микросхем различной степени интеграции, в том числе больших и сверхбольших интегральных схем микропроцессорных элементов.

Поступила 08.07.06г.