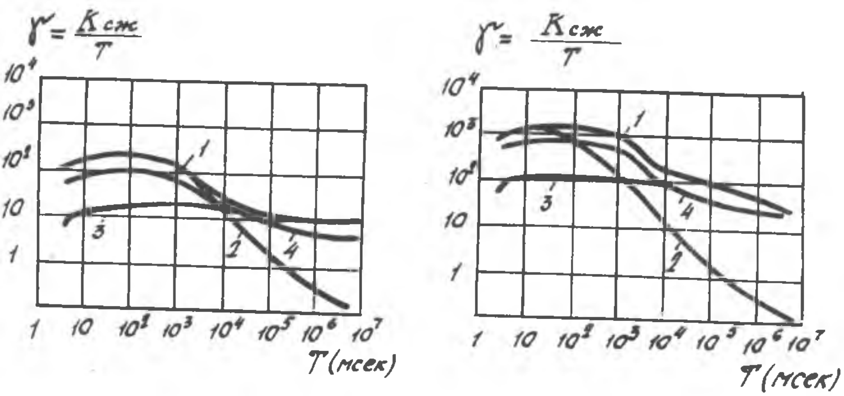

Рис. 6.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Виттих В.А., Якимаха В.П. Применение структурных моделей сигналов для получения оценки погрешности при адаптивной дискретизации . Автометрия, 1972, № 3.

2. Панин В.Р., Сергеев В.В., Якимаха В.П. Реализация интегральных алгоритмов сжатия измерительных данных . Научные труды ВУЗов Поволжья, Куйбышев, 1974, вып. 7.

УДК 62 - 503

Е.Ю.Ларцев, В.П.Сабило, А.Ю.Семеной

ОБ ОДНОМ АЛГОРИТМЕ АДАПТИВНОЙ ДИСКРЕТИЗАЦИИ СИГНАЛОВ

Одним из наиболее эффективных способов сжатия измерительных данных является адаптивная временная дискретизация сигналов. В [1] рассматривается алгоритм адаптивной дискретизации, который, используя в качестве приближающей функции алгебраический полином второго порядка, позволяет осуществить точный контроль погрешности равномерного приближения без запоминания значений сигнала на интервале дискретизации. При обработке сигнала по указанному алгоритму необходимо производить фиксацию трех параметров : величину интервала дискретизации и значения сигнала и его производной в граничных точках интервала.

Рассматриваемые в данной работе алгоритмы адаптивной дискретизации, позволяющие сократить число фиксируемых параметров до двух, также используют в качестве приближающей функции полином второго порядка, но с той особенностью, что его коэффициенты при первом и втором членах в процессе адаптивной дискретизации всегда изменяются в одной и той же пропорции, т.е.

$$q(t-t_0)=a_0+\gamma(t-t_0)+m\gamma(t-t_0)^2, \tag{I}$$

где t_0 – начальная точка интервала дискретизации; a_0 – определяется в точке t_0 ; γ – варьируемый параметр; m – коэффициент пропорциональности, известный априори.

При равномерном приближении измерительного сигнала $\delta(t)$ функцией $q(t-t_0)$ условием выборки существенного отсчета служит нарушение выполнения следующего неравенства :

$$\varepsilon > \sup_{t\in[t_0,t_k]} |\delta(t)-q(t-t_0)|,\ \varepsilon>0, \tag{2}$$

где ε – допустимая погрешность приближения; t_k – конечная точка интервала дискретизации, для которой (2) остается справедливым.

Для приближающей функции (I) неравенство (2) принимает вид

$$\varepsilon > \sup_{t\in[t_0,t_k]} |\delta(t)-a_0-\gamma(t-t_0)[1+m(t-t_0)]|. \tag{3}$$

В практике адаптивной дискретизации к приближающей функции наиболее часто предъявляются следующие требования :

I. Значения приближающей функции в начальной и конечной точках интервала дискретизации должны совпадать со значениями сигнала

$$\left.\begin{array}{l} q(0)=\delta(t_0), \\ q(t_k-t_0)=\delta(t_k) \end{array}\right\} \tag{4}$$

2. Значение приближающей функции в начальной точке данного участка дискретизации должно совпадать со значением приближающей функции в конечной точке предыдущего участка (обозначим последнее через C)

$$q(0)=C \tag{5}$$

при этом требуется также, чтобы модули положительной и отрицательной погрешностей приближения были равными, т.е.

$$\left|\sup_{t\in[t_0,t_\kappa]}[S(t)-q(t-t_0)]\right|=\left|\inf_{t\in[t_0,t_\kappa]}[S(t)-q(t-t_0)]\right|. \tag{6}$$

С учётом (4) неравенство (3) принимает вид

$$\varepsilon>\sup_{t\in[t_0,t_\kappa]}\left|S(t)-S(t_0)-\frac{[S(t_\kappa)-S(t_0)](t-t_0)[1+m(t-t_0)]}{(t_\kappa-t_0)[1+m(t_\kappa-t_0)]}\right|. \tag{7}$$

Применение неравенства (7) в качестве условия адаптивной дискретизации неудобно, т.к. требует запоминания всех значений сигнала на интервале дискретизации.

После несложных преобразований, которые здесь опускаются вследствие своей громоздкости, неравенство (7) приводится к эквивалентной ему системе неравенств, которые определяют алгоритм адаптивной дискретизации

$$\left.\begin{aligned}
0&>\sup_{t\in(t_0,t_\kappa)}\left[\frac{S(t)-S(t_0)-\varepsilon\cdot sign[1+m(t-t_0)]}{(t-t_0)[1+m(t-t_0)]}\right]-\frac{S(t_\kappa)-S(t_0)}{(t_\kappa-t_0)[1+m(t_\kappa-t_0)]}\\
0&<\inf_{t\in(t_0,t_\kappa)}\left[\frac{S(t)-S(t_0)+\varepsilon\cdot sign[1+m(t-t_0)]}{(t-t_0)[1+m(t-t_0)]}\right]-\frac{S(t_\kappa)-S(t_0)}{(t_\kappa-t_0)[1+m(t_\kappa-t_0)]}
\end{aligned}\right\} \tag{8}$$

Неравенство, полученное путём эквивалентных преобразований из (3) с учётом ограничений (5) и (6), является записью еще одного алгоритма адаптивной дискретизации

$$0>\sup_{t\in(t_0,t_\kappa)}\left[\frac{S(t)-C-\varepsilon\cdot sign[1+m(t-t_0)]}{(t-t_0)[1+m(t-t_0)]}\right]-\inf_{t\in(t_0,t_\kappa)}\left[\frac{S(t)-C+\varepsilon\cdot sign[1+m(t-t_0)]}{(t-t_0)[1+m(t-t_0)]}\right] \tag{9}$$

В случае использования ограничения (4) адаптивная дискретизация на данном интервале заканчивается при нарушении выполнения первого или второго неравенства системы (8), что в свою очередь свидетельствует о равенстве положительной максимальной погрешности приближения или модуля максимальной отрицательной допустимой погрешности. Для ограничений (5), (6) признаком окончания адаптивной дискретизации служит нарушение выполнения неравенства (9). Допустимой погрешности при этом равны как максимальная положительная, так и модуль максимальной отрицательной погрешности приближения.

Выборка существенных отсчетов производится в момент времени t_g, где t_g равно значению t_k в момент нарушения любого из неравенств системы (8) или неравенства (9). В качестве существенных отсчетов для ограничения (4) используются значения сигнала, выбираемые в моменты времени t_g. Для ограничений (5), (6) существенными отсчетами служат значения приближающих функций в конечных точках интервала дискретизации, которые равны

$$Q(t_g-t_o)=C+\gamma(t_g-t_o)[1+m(t_g-t_o)],$$

где

$$\gamma=\frac{1}{2}\left\{\sup_{t\in(t_o,t_g]}\left[\frac{S(t)-C-\varepsilon\cdot\operatorname{sign}[1+m(t-t_o)]}{(t-t_o)[1+m(t-t_o)]}\right]+\inf_{t\in(t_o,t_g]}\left[\frac{S(t)-C+\varepsilon\cdot\operatorname{sign}[1+m(t-t_o)]}{(t-t_o)[1+m(t-t_o)]}\right]\right\}.$$

Полученные алгоритмы (8) и (9) позволяют осуществлять точный контроль погрешности приближения без запоминания всех значений сигнала на интервале адаптивной дискретизации.

В работе 2 приводятся результаты обработки электрокардиографических кривых предварительно равномерно дискретизированных с частотой 500 гц алгоритмами, использующими приближающие функции

$$Q(t-t_o)=a_o+a_1(t-t_o)+a_2(t-t_o)^2, \qquad (10)$$

$$Q(t-t_o)=a_o+A(1-e^{\alpha(t-t_o)}), \qquad (11)$$

$$Q(t-t_o)=a_o+a_n(t-t_o)^n \qquad (12)$$

Варьируемыми параметрами в функциях (9), (10) и (11) служили параметры a_1, A и a_n соответственно. Максимальные коэффициенты сжатия $K_{сж}$, функции (9), составляли величины 16, 1; 24, 4; 27,8;

34,5; 38,5 при допустимых погрешностях 0,5 ; 10; 1,5; 2,0; 2,5 процентах от шкалы изменения сигнала.

Для алгоритмов (7) и (8) при тех же значениях допустимой погрешности составляли величины 14,7 ; 18,5; 20,2; 27,2; 25,1; 30,3; 29,9; 37,8; 37,7; 40,8 соответственно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сабило В.П. Способ адаптивной дискретизации сигналов использующий полином второй степени. Изв. ВУЗов СССР. "Приборостроение", 1974, т. ХУП, № 11.
2. Ларцев Е.Ю., Сабило В.П. Сжатие данных при электрофизических исследованиях. В сб. УI конференция по теории кодирования и передачи информации. Ч.Ш. Доклады , М-Томск, 1975.

УДК 621.391

В.И.Орищенко, А.Ю.Семеной

ТОЧНОСТЬ ВОССТАНОВЛЕНИЯ СЖАТЫХ ДАННЫХ ПРИ НАЛИЧИИ НЕПРЕРЫВНЫХ ПОМЕХ ИСТОЧНИКА

Влияние помех источника $\xi(t)$, присутствующих в подвергаемом обработке с целью сжатия сигнала $U(t)=U(S,\xi,t$, проявляется в изменении эффективности сжатия и точности восстановления полезного сигнала $S(t)$. В работе исследуется точность восстановления полезного сигнала по вероятностно-зональному критерию $P\{\varepsilon_H^{(i)}(T)\leq\varepsilon_0\}$, где $\varepsilon_H^{(i)}(T)=\max\limits_n|V^{(i)}(t_n,T)-S(t_n)|, t_n=t_0,t_1,\ldots t_N$ - максимальная ошибка восстановления дискретного по времени сигнала $S^{(i)}(t_n)$ интерполирующей функцией $V^{(i)}(t_n,T)$ на i -ом интервале интерполяции $[t_0^{(i)},t_0^{(i)}+T^{(i)}]$; ε_0 - допустимая погрешность восстановления сигнала $S(t_n)$ при отсутствии шумов; $T^{(i)}$ - длительность i -го интервала интерполяции; $t_n=T_0 n$; T_0 - период равномерной дискретизации сигнала $S\ (t_n)$. В качестве локальных (на i -ом интервале интерполяции) моделей сигнала $S^{(i)}(t_n)$ и аддитивной помехи $\xi^{(i)}(t_n)$ примем соответственно локально-постоянный процесс $S^{(i)}(t_n)=S^{(i)}(t_0)=a^{(i)}$, где $a^{(i)}$ - случайная величина, и дискретный стационарный белый шум, выборки которого распределены по закону $W_{1\xi}(x)$. Выбранные модели