

МЕТОД АНАЛИЗА АДАПТИВНОГО МАГНИТНОГО НАКОПИТЕЛЯ

(Л е н и н г р а д)

Повышение требований, предъявляемых к современным информационно-измерительным системам, приводит к необходимости использования наиболее эффективных методов обработки и регистрации измерительной информации. В частности, при записи информации на магнитный накопитель перспективным представляется применение адаптивного магнитного накопителя, позволяющего существенно уменьшить (сжать) объем самого носителя.

В общем случае многоканальный адаптивный магнитный накопитель состоит из адаптивного коммутатора, устройств, осуществляющих разностно-дискретную запись информации, и непосредственно лентопротяжного механизма со старт-стопным режимом работы [1]. Сжатие носителя осуществляется за счет 2-х составляющих: адаптивной коммутации и разностно-дискретного способа записи информации при старт-стопном режиме работы лентопротяжного механизма.

Оценим сжатие за счет адаптивной коммутации. Пусть f_a - частота адаптивной коммутации. Рассмотрим случай максимальной загрузки магнитного накопителя. Будем считать, что на вход накопителя подан ансамбль входных сигналов $\{X_i\}$ с максимальной дисперсией и одинаковыми статистическими характеристиками (последнее предложение необходимо для упрощения математических выкладок, в общем случае оно не обязательно). Оценивать сжатие будем коэффициентом K_f :

$$K_f = \frac{f_p}{f_a} \text{ при } \varepsilon_a = \varepsilon_p.$$

Здесь f_p - частота регулярной коммутации ансамбля $\{X_i\}$, $\varepsilon_a, \varepsilon_p$ - погрешности (в принятой метрике) аппроксимации, соответственно, при адаптивной и регулярной коммутации.

Для адаптивного коммутатора можно записать

$$f_a = \sum_i^N m_i[f],$$

где $m_i[f]$ - математическое ожидание частоты опроса в i -том канале;

N - число каналов магнитного накопителя.

При равномерной нагрузке $t'_a = N m[f]$. Для равномерной метрики при полиномиальной аппроксимации мгновенное значение частоты опроса адаптивного коммутатора в некотором канале равно :

$$f = \sqrt{\frac{M_{(n+1)j}}{\varepsilon_{aj} K}}$$

Здесь $M_{(n+1)j}$ - модуль $(n+1)$ -й производной сигнала на j -том интервале дискретизации;
 ε_{aj} - текущее значение погрешности аппроксимации;
 n - степень аппроксимирующего полинома;
 K - коэффициент, зависящий от вида и степени аппроксимирующего полинома.

Тогда математическое ожидание частоты опроса

$$m[f] = \int_{\min M_{n+1}}^{\max M_{n+1}} \int_{\min \varepsilon_a}^{\max \varepsilon_a} \sqrt{\frac{M_{n+1}}{\varepsilon_a K}} W(M_{n+1}) W(\varepsilon_a) dM_{n+1} d\varepsilon_a,$$

где $W(M_{n+1})$ - плотность распределения модуля $(n+1)$ -й производной сигнала;
 $W(\varepsilon_a)$ - плотность распределения погрешности аппроксимации при адаптивной коммутации.

Для адаптивного коммутатора случайные величины M_{n+1} и ε_a можно считать некоррелированными

$$m[f] = m\left[\frac{1}{\sqrt{\varepsilon_a K}}\right] m^{n+1} \sqrt{M_{n+1}}$$

В свою очередь, частота РВД при заданной максимальной погрешности аппроксимации ($\max \varepsilon_p$) равна :

$$f_{\text{РВД}} = \sqrt{\frac{n+1 \max M_{n+1}}{\max \varepsilon_p K}}$$

оценим предельно возможное значение K_p . В пределе при $N \rightarrow \infty$ $W(\varepsilon_a) \rightarrow \delta[m(\varepsilon_a)]$, где δ - дельта-функция в точке математического ожидания ε_a . В этом случае равенство погрешностей аппроксимации определяется следующим равенством: $m[\varepsilon_a] = \max \varepsilon_p$. Тогда, учитывая, что для δ -функции

$$m\left[\frac{1}{\sqrt{\varepsilon_a}}\right] = \frac{1}{\sqrt{m[\varepsilon_a]}}$$

получим :

$$K_p = \frac{F_p}{F_a} = \frac{f_{pвд} N}{m[f] N} = \frac{\sqrt[n+1]{\text{макс } M_{n+1}}}{m \sqrt[n+1]{M_{n+1}}}$$

Выведенное выражение для K_p определяет предельно возможное значение при максимальной загрузке накопителя. Для конечного числа каналов N дисперсия $\sigma^2(\varepsilon_a)$ не равна нулю. В связи с этим для сохранения величины погрешности аппроксимации ($\text{макс } \varepsilon_a = \text{макс } \varepsilon_p$) необходимо увеличение частоты F_a , что, очевидно, приводит к уменьшению K_p . По законам распределения $W(\varepsilon_a)$ [2] можно оценить это уменьшение. В зависимости от числа каналов и допустимой величины погрешности ε_a величина этого уменьшения лежит в пределах 1,2 - 3.

Для стационарных входных сигналов при максимальной дисперсии коэффициент K_p обычно лежит в диапазоне 1,5 - 7. Для реальных нестационарных сигналов этот коэффициент может достигать десятков и сотен.

Разностно-дискретное представление информации позволяет записывать не сами отсчеты, а разность между двумя соседними существенными отсчетами по каждому каналу. Наибольший эффект при этом получается при нулевой экстраполяции (интерполяции) входных сигналов. В этом случае магнитный накопитель записывает величину, пропорциональную погрешности аппроксимации. При этом эффект сжатия может быть оценен коэффициентом K_u :

$$K_u = \frac{n_u}{\text{entiez} \left[\log_2 \frac{m(\varepsilon_a)}{\Delta} \right] + 1}$$

Здесь n_u - число разрядов кода информации;
 Δ - шаг квантования сигнала.

При линейной аппроксимации коэффициент K_u можно определить по вышеприведенной формуле. Однако $m(\varepsilon_a)$ необходимо определять как погрешность нулевой аппроксимации при законах распределения интервалов дискретизации линейной экстраполяции.

Дополнительное сжатие можно получить за счет разностно-дискретного представления кодов адресов. Это сжатие характеризуется коэффициентом K_a .

Общее сжатие носителя может быть определено обобщенным коэффициентом K :

$$K = K_p K_a K_u \frac{1}{K_a + K_u n_a / n_u}$$

Здесь n_a - число разрядов кода адреса.

Таким образом, сжатие носителя может быть определено коэффициентом K . Здесь следует отметить, что коэффициент K не учитывает необходимость служебной информации, что несколько снижает эффект сжатия. Для стационарных входных сигналов K лежит в диапазоне единиц; для реальных же, чаще всего нестационарных сигналов величина K может быть значительно больше.

Л и т е р а т у р а

1. А в д е е в Б.Я., А н т о н ю к Е.М., Ж у р а в и н Л.Г., М и н а е в А.В., С е м е н о в Е.И. Устройство для магнитной записи информации. Авт.св. № 558298 с приоритетом от 12 января 1976 г.

2. А в д е е в Б.Я. Метод практической оценки погрешности аппроксимации одного класса адаптивного коммутатора. Изв. ЛЭТИ, вып. 200, 1976 г.