Выходной сигнал $Y(ja)$ блока БД можно представить в виде

$$Y(ja) = K_{y1}K_{y2}^{-1}W_1(\omega)X(j\omega)\exp(j\varphi_2). \qquad (15)$$

Из соотношения (15) определим частотную характеристику $W_k(j\omega)$ корректирующего устройства в целом

$$W_k(j\omega) = K_{y1}K_{y2}^{-1}W_1(\omega)\exp(j\varphi_2). \qquad (16)$$

При выполнении условия $K_{y1}=K_{y2}$ из (16) следует

$$W_k(j\omega) = W_1(\omega)\exp(j\varphi_2), \qquad (17)$$

причем

$$|W_k(j\omega)| = W_1(\omega), \arg W_k(j\omega) = \varphi_2(\omega).$$

Таким образом, из (17) следует, что амплитудно-частотная характеристика $W_k(j\omega)$ корректирующего устройства в целом совпадает с амплитудно-частотной характеристикой первого корректирующего фильтра $Ф_1$ (канала модуля), а фазочастотная характеристика $\varphi_k(\omega)$ - с фазочастотной характеристикой $\varphi_2(\omega)$ второго корректирующего фильтра $Ф_2$ (канала фазы).

SUMMARY

It is proposed a structural scheme of a two-channel corrector , making it possible to decrease non-linear distortion of an input signal.

An analytical expression of the amplitude-frequency characteristic has been obtained. It is shown theoretically that the amplitude-frequency characteristic of the corrector coincides on the whole with the amplitude - frequency characteristic of the first correcting filter - channel module, and its phase - frequency characteritic coincides with that of the second correcting filter-channel phase.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нелинейные корректирующие устройства в системах автоматического управления / Под ред. Ю.И. Топчеева -М. : Машиностроение, 1971 , с.73-76, 197-218.
2. А.с. 761980 СССР. Корректирующее устройство / Ю.В. Александров. Опубл. 7.09.80, БИ N33.
3. А.с. 1231482 СССР. Корректирующее устройство / Г.С. Володченко, И.Д. Пузько, Б.Г. Подгорецкий. Опубл. 15.05.86, БИ N 18.

Поступила в редколлегию 20 декабря 1994г.

УДК 681.32

НУМЕРАЦИЯ РАВНОВЕСНЫХ КОДОВ НА ОСНОВЕ БИНОМИАЛЬНЫХ ЧИСЕЛ

Соловей В.А., Бережная О.В.

В настоящей статье предлагаются алгоритмы нумерационного кодирования равновесных кодов на основе биномиальной системы счисления с двоичным алфавитом, а также алгоритмы восстановления исходной информации.

Процедура нумерации кодов на основе биномиальных чисел состоит из этапов перехода от равновесного кода к биномиальному и перехода от биномиального кода к номеру.

Денумерация осуществляется также в два этапа - переход от номера к биномиальному коду и переход от биномиального кода к равновесному.

На первом этапе нумерационного кодирования организуется переход от равновесного кода к биномиальному последующему правилу:

а) из двоичного слова длиной n устраняется младший разряд ;

б) если полученная комбинация содержит k единиц , то последовательно устраняются младшие разряды до появления первой единицы , а в противном случае - до появления первого нуля.

Например, двоичной последовательности 011011 соответствует биномиальное число 0110 .

На втором этапе осуществляется переход от биномиального кода к номеру.

Для получения номера биномиального кода можно использовать кодообразующую функцию двоичной биномиальной системы счисления , которая описывается следующим выражением :

$$A_j = a_{j-1}C_{n-1}^{k-q_j} + \ldots + a_l C_{n-j+1}^{k-q_{l+1}} + \ldots + a_0 C_{n-j}^{k-q_1}, \qquad (1)$$

где n - длина двоичного кодового слова ;

k - число единиц в двоичном кодовом слове ;

a_l - значение цифры l - го разряда (1 или 0) ;

l - j-1, ... , 0 - порядковый номер разряда ;

q_l - сумма всех единиц от (j - 1) - го разряда до l - го включительно ; q_l вычисляется по следующей формуле :

$$q_l = \sum_{\gamma=l}^{j-1} a_\gamma, \qquad (2)$$
$$q_j = a_j = 0.$$

Например , десятичный номер биномиального числа 0110 при n = 6, k = 4 в соответстьии с выражением (1) будет равен

$$A = 0\cdot C_{6-1}^{4-0} + 1\cdot C_{6-2}^{4-0} + 1\cdot C_{6-3}^{4-1} + 0\cdot C_{6-4}^{4-2} = C_4^4 + C_3^3 = 1 + 1 = 2.$$

Таким образом, равновесному коду 011011 соответствует десятичный номер 2 .

Восстановление исходной информации происходит следующим образом.

На первом этапе преобразуется номер в соответствующее число биномиальной системы счисления по следующему правилу :

а) определяется коэффициент a_{j-1} сравнением переводимого числа A_l с весом (j-1) - го разряда $C_{n-1}^{k-q_j}$.

Если $A_i \ge C_{n-1}^{k-q_j}$, то $a_{j-1} = 1, q_{j-1} = q_j + 1 = 1$.

В противном случае $a_{j-1} = 0,\ q_{j-1} = q_j + 0$;

б) определяется остаток $R = A_i - C_{n-1}^{k-q_j}$, если $a_{j-1} = 1$.

При $a_{j-1} = 0$ остаток $R = A_i$;

в) сравнивается остаток R с весом (j-2) -го разряда $C_{n-2}^{k-q_{j-1}}$.

Если $R \ge C_{n-2}^{k-q_{j-1}}$, то $a_{j-2} = 1, q_{j-2} = q_{j-1} + 1$.

В противном случае $a_{j-2} = 0, q_{j-2} = q_{j-1} + 0$;

г) определяются коэффициенты a_{j-3}, a_{j-4} по аналогии с пунктами б,в до тех пор , пока кодовая комбинация не станет удовлетворять одной из систем ограничений :

$$\begin{cases} q_0 = k \\ j < n \end{cases} ; \qquad (3)$$

$$\begin{cases} n-k=j-q_0 \\ q_0<k \end{cases}, \qquad (4)$$

где j - число разрядов биномиальной кодовой комбинации ;

q_0 - число единиц биномиальной кодовой комбинации;

д) коэффициент a_l , при котором для формируемого кодового слова будут выполняться ограничения (3) и (4) , является коэффициентом a_0.

Пример.

Преобразуем десятичное число 2 в биномиальное.

а) $C_{n-1}^{k-q_j}=C_{6-1}^{4-0}=C_5^4=5$;

$2<5 \rightarrow a_{j-1}=0,\ q_{j-1}=q_j+0=0$;

б) $C_{n-2}^{k-q_{j-1}}=C_{6-2}^{4-0}=1$; R=A; $2\geq 1 \rightarrow a_{j-2}=1$; $q_{j-2}=0+1=1$;

$R=2-1=1$;

в) $C_{n-3}^{k-q_{j-2}}=C_{6-3}^{4-1}=1; 1\geq 1 \rightarrow a_{j-3}=1, q_{j-3}=q_{j-2}+1=2$;

г) $R=1-1=0$;

$C_{n-4}^{k-q_{j-3}}=C_{6-4}^{4-2}=1$;

$0<1 \rightarrow a_{j-4}=0, q_{j-4}=q_{j-3}+0=2$.

Выполняется ограничение (4), следовательно, комбинация **0110** соответствует числу **2** .

Второй этап восстановления исходной информации заключается в переходе от биномиального числа к равновесному коду путем приписывания к биномиальному числу единиц , если оно содержит (n-k) нулей или нулей , если в нем содержится k единиц до тех пор , пока длина двоичного кодового слова не станет равной n .

Например , биномиальное число 0110 преобразуется в равновесный код 011011.

Описанные алгоритмы практически реализуются преобразовате- лем равновесного кода в двоичный [1]. Равновесный код преобразуется в биномиальный , затем для каждого разряда вычисляется количество единиц q , расположенных в старших разрядах . Затем вычисляется контрольное число (k-q) для этого разряда и значение соответствующего сочетания . Полученные сочетания суммируются . Сумма представляет собой двоичный эквивалент преобразуемого кода с постоянным весом .

В ряде случаев использование биномиальных чисел для нумера- ции позволяет сжимать исходные равновесные коды .

Так , количество n - разрядных биномиальных чисел C_{n+1}^k всегда меньше количества возможных n - разрядных двоичных чисел 2^n, т. е. $C_{n+1}^k<2^n$. Поэтому n - разрядное двоичное число можно выразить меньшим количеством разрядов , чем n , и соответственно произвести сжатие информации. Например, двоичная равновесная кодовая комбинация 0000000000110000 может рассматриваться как биномиальное число с n =16 и k =2 и может быть выражена количеством разрядов

$$n_1=\log_2 C_{n+1}^k=\log_2 C_{17}^2=\log_2\left(\frac{17!}{2\cdot 15!}\right)=8.$$

Однако кроме n_1 необходимо передавать информацию о количестве единиц в сжимаемом числе , которое определяется количеством разрядов $n_2=<\log_2 n>$ и для рассматриваемого примера равно $n_2=<\log_2 16>=4$.

Таким образом, общая длина числа после сжатия будет равна $n_{об}$=8+4=12, а коэффициент сжатия - $К_{сж}$ =16/12 ≈ 1,33.

Из этого примера следует , что чем больше длина сжимаемого двоичного числа и чем меньше k , тем эффективность сжатия выше .

Таким образом , на основе биномиальных чисел с помощью предлагаемых алгоритмов можно производить нумерацию и денумерацию равновесных кодов , обеспечивая при этом в ряде случаев сжатие информации .

SUMMARY

The procedures of numbering and denumbering for the code with constant weight are proposed in the article. They use binomial numbers and have simple realization. In some cases, the procedures under review enable to compress information .

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А. с. 1444956 СССР . Преобразователь равновесного кода в двоичный код / А . А . Борисенко , Г . В . Куно , В . А . Соловей.- Опубл. 15.12.88, Бюл. № 46 .

Поступила в редколлегию 18 ноября1994 г.

УДК 620.179; 621.81

БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИЙ АЛГОРИТМ МИКРОПРОЦЕССОРНОГО ИЗМЕРИТЕЛЯ СКОРОСТИ ЗВУКА

Дорошков А.В., Полонский А.Д.

Микропроцессорные средства широко используются в информационно-измерительной ультразвуковой технике. Эффективность их применения во многом зависит от выбранного алгоритма работы аппаратной части приборов и алгоритма обработки исходной информации.

Целью настоящей статьи является анализ вопросов выбора оптимальных, с точки зрения достижимой точности и быстродействия, алгоритмов организации вычислительного процесса в наиболее перспективных микропроцессорных рециркуляционных измерителях скорости звука [1].

Выходным сигналом акустического тракта указанных измерителей является последовательность импульсов, период следования $T(t)$ которых функционально связан со скоростью звука $C(t)$ в исследуемом объекте (среде). Микропроцессорный вычислитель в них осуществляет текущее преобразование временного интервала $T(t)$ в цифровой код $N(t)$, а затем и вычисление текущего значения скорости звука $C(t)$.

Преобразование временного интервала в цифровой код [2] заключается в подсчете числа импульсов $N(t)$ высокочастотного сигнала образцовой частоты $F_{\text{оп}}$ за время осреднения $\tau(k,t)$, численно равное периоду (k=1) либо нескольким периодам (k>1) измеряемого сигнала:

$$\tau(k,t) = kT(t) = k[\frac{l}{C(t)} + \tau_{\partial}], \qquad (1)$$

где l - расстояние между излучателем и приемником ультразвука;

C(t) - скорость звука в исследуемой среде;

τ_{∂} - дополнительное запаздывание сигнала в акустическом и электронном трактах.

За время осреднения $\tau(k,t) = kT(t)$ будет зарегистрировано число импульсов

$$N(t) = \tau(k,t) F_{\text{оп}}. \qquad (2)$$

Решая уравнение (2) и (1) относительно $C(t)$, находим

$$C(t) = \frac{A}{N(t)-N_{\partial}}, \qquad (3)$$

где $A=klF_{\text{оп}}$ - константа;

$N_{\partial} = kF_{\text{оп}}\tau_{\partial}$ - число импульсов, поступающих за время дополнительной задержки τ_{∂} сигнала в акустическом и электронном трактах.

Формулу (3) можно непосредственно использовать для процесса вычислений, но в этом случае потребуется быстродействующий микропроцессорный вычислитель с разрядностью магистрали данных