ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ В ТКС

Баранник В.В.[1], Хаханова А.В.[2]
[1]Харьковский университет Воздушных Сил,
[2]Харьковский национальный университет радиоэлектроники
61166, Харьков, пр. Ленина, 14, каф. АПВТ, тел. (057) 702-13-26,
E-mail: anna_hahan@kture.kharkov.ua ; факс (057) 702-13-26

Additional reducing of operations for test sets restoring process has been founded in this work. It is used to increase efficiency of diagnosis processes.

Введение.

Актуальность данного исследования состоит в повышении эффективности функционирования ТКС.

Цель данного исследования заключается в повышении эффективности процессов диагностирования передаваемой информации.

Для достижения поставленной цели в работе решаются следующие *задачи:*

1) дополнительное повышение степени сжатия данных в условиях произвольной двоичной структуры;

2) дополнительное снижение количества операций на организацию процесса восстановления тестовых наборов.

Сущность работы

Рассмотрим первое направление повышения эффективности процессов информационно-технической диагностики.

Для повышения коэффициента сжатия необходимо выявить недостатки одномерного структурного плавающего кодирования. ***Первый недостаток.*** Проанализируем выражение для оценки количества $V_{\nu,\eta}$ допустимых одномерных плавающих структурных чисел (ОПСЧ) длиной ν элементов и числом серий единиц, равным η:

$$V_{\nu,\eta} = \frac{(\nu+1)!}{(2\eta)!\,(\nu+1-2\eta)!}; \tag{1}$$

Допустим, что текущее ОПСЧ образовано на основе слияния двух ОПСЧ, имеющих соответственно длины ν_1 и ν_2, а число серий единиц η_1 и η_2. Причем выполняются следующие условия:

1) для количества ν элементов в объединенном ОПСЧ:

$$\nu = \nu_1 + \nu_2; \tag{2}$$

2) для числа η серий единиц в объединенном ОПСЧ:

- если выполняются равенства $g_{\nu_1,1} = 0$, а $g_{1,2} \in [0;1]$ или $g_{\nu_1,1} \in [0;1]$, а $g_{1,2} = 0$, т.е. на границе двух чисел располагается хотя бы один нулевой элемент, то:

$$\eta = \eta_1 + \eta_2; \tag{3}$$

- в обратном случае, когда выполняется равенство $g_{\nu_1,1} = 1$ и $g_{1,2} = 1$, т.е. через границу двух чисел проходит серия единиц. Тогда:

$$\eta = \eta_1 + \eta_2 - 1. \tag{4}$$

Величина $V_{\nu,\eta}$ для условий (1.2) – (1.4) для варианта, когда известна суммарная величина ν, находится по формуле:

$$V_{\nu,\eta} = V(\nu_1,\nu_2,\eta_1,\eta_2) = \sum_{\theta=1}^{\Theta}\Big(\prod_{\ell=1}^{2} V(\nu_\ell,\eta_\ell^{(\theta)}) + \prod_{\ell=1}^{2} V(g_{1\ell}=1,\eta_\ell^{(\theta)})\Big), \quad (5)$$

где $\eta_\ell^{(\theta)}$ - значение числа серий для ℓ-й допустимой зоны двоичной последовательности;

Θ - количество комбинаций составленных из величин $\eta_1^{(\theta)}$ и $\eta_2^{(\theta)}$; удовлетворяющих ограничениям (1.3), (1.4) и условию

$$0 \le \eta_\ell^{(\theta)} \le \min\{\nu; [\frac{\nu_\ell+1}{2}]\}; \quad (6)$$

$V(\nu_\ell,\eta_\ell^{(\theta)})$ - количество допустимых ОПСЧ длиной ν_ℓ двоичных элементов и числа серий единиц, равного $\eta_\ell^{(\theta)}$:

$$V(\nu_\ell,\eta_\ell^{(\theta)}) = \frac{(\nu_\ell+1)!}{(2\eta_\ell^{(\theta)})!\,(\nu_\ell - 2\eta_\ell^{(\theta)}+1)!}, \ \ell=\overline{1,2}; \quad (7)$$

$V(g_{11}=1,\eta_1^{(\theta)})$, $V(g_{12}=1,\eta_2^{(\theta)})$ - количество двоичных последовательностей с первым элементом равным 1, у которых количество серий единиц соответственно равно $\eta_1^{(\theta)}$ и $\eta_2^{(\theta)}$:

$$V(g_{1\ell}=1,\eta_\ell^{(\theta)}) = \frac{(\nu_\ell)!}{(2\eta_\ell^{(\theta)}-1)!\,(\nu_\ell - 2\eta_\ell^{(\theta)}+1)!}, \ \ell=\overline{1,2}. \quad (8)$$

Доказательство. Количество двоичных последовательностей, составленных из двух ОПСЧ, с количеством серий единиц соответственно $\eta_1^{(\theta)}$ и $\eta_2^{(\theta)}$ равно $\prod_{\ell=1}^{2} V(\nu_\ell,\eta_\ell^{(\theta)})$. В этом случае выполняется условие (1.3). В то же время возможен вариант, когда серия единиц будет проходить через границу двух ОПСЧ (выполняется условие (1.4)). Тогда суммарное количество серий единиц будет меньше, чем η на единицу. Данная ситуация возникнет если последний элемент первого ОПСЧ и первый элемент второго ОПСЧ будут равны единицы, $g_{\nu_1,1}=1$ и $g_{12}=1$. Количество последовательностей $V(g_{12}=1,\eta_2^{(\theta)})$ составленных из ν_2 элементов с числом серий единиц $\eta_2^{(\theta)}$, у которых $g_{12}=1$ находится по формуле:

$$V(g_{12}=1,\eta_2^{(\theta)}) = \frac{(\nu_2)!}{(2\eta_2^{(\theta)}-1)!\,(\nu_2 - 2\eta_2^{(\theta)}+1)!}.$$

В соответствии с комбинаторной теоремой умножения количества комбинаций, у которых серия единиц проходит через границу двух ОПСЧ, равно:

$$\prod_{\ell=1}^{2} V(\nu_\ell, \eta_\ell^{(\theta)}) = \prod_{z=1}^{2} \frac{(\nu_\ell)\,!}{(2\eta_\ell^{(\theta)} - 1)!\;(\nu_\ell - 2\eta_\ell^{(\theta)} + 1)\,!} \qquad (9)$$

Учитывая условие (1.6), получаем выражение (1.5).

В частном случае, когда при объединении двух ОПСЧ известными являются величины $\eta_1^{(\theta)}$ и $\eta_2^{(\theta)}$, то условие (1.6) не выполняется. Значит допустимой является только одна комбинация, составленная из числа серий единиц, т.е. $\Theta = 1$, а величина $V(\nu_1, \nu_2, \eta_1, \eta_2)$ находится по формуле:

$$V(\nu_1, \nu_2, \eta_1, \eta_2) = (\prod_{\ell=1}^{2} V(\nu_\ell, \eta_\ell) + \prod_{\ell=1}^{2} V(g_{1\ell} = 1, \eta_\ell)\,. \qquad (10)$$

Количество двоичных разрядов, затрачиваемых на представление величин $V_{\nu,\eta}$ и $V(\nu_1, \nu_2, \eta_1, \eta_2)$, определяется соответственно по формулам:

$$\ell og_2 V_{\nu,\eta} = \ell og_2 (\sum_{\theta=1}^{\Theta} (\prod_{\ell=1}^{2} V(\nu_\ell, \eta_\ell^{(\theta)}) + \prod_{\ell=1}^{2} V(g_{1\ell} = 1, \eta_\ell^{(\theta)})))\,; \qquad (11)$$

$$\ell og_2 V(\nu_1, \nu_2, \eta_1, \eta_2) = \ell og_2 (\prod_{\ell=1}^{2} V(\nu_\ell, \eta_\ell^{(\theta)}) + \prod_{\ell=1}^{2} V(g_{1\ell} = 1, \eta_\ell^{(\theta)}))\,, \qquad (12)$$

Причем для величин $\ell og_2 V_{\nu,\eta}$ и $\ell og_2 V(\nu_1, \nu_2, \eta_1, \eta_2)$ выполняются неравенства:

$$\sum_{\ell=1}^{2} \ell og_2 (V(\nu_\ell, \eta_\ell^{(\theta)})) < \ell og_2 (\sum_{\theta=1}^{\Theta} (\prod_{\ell=1}^{2} V(\nu_\ell, \eta_\ell^{(\theta)}))) < \ell og_2 V_{\nu,\eta}\,; \qquad (13)$$

$$\sum_{\ell=1}^{2} \ell og_2 (V(\nu_\ell, \eta_\ell^{(\theta)})) < \ell og_2 V(\nu_1, \nu_2, \eta_1, \eta_2)\,. \qquad (14)$$

С другой стороны величина в левой части неравенств (1.13) и (1.14) равна суммарному количеству разрядов, затрачиваемому на представление двух ОПСЧ в отдельности.

Отсюда следует, что суммарное количество разрядов, отводимое на представление двух ОПСЧ по отдельности, будет меньше, чем количество разрядов, затрачиваемое на представление объединенного одномерного плавающего полиадического числа.

По аналогии доказывается выполнение данного неравенства для объединения большего количества ОПС чисел.

Второй недостаток одномерного структурного кодирования связан с тем, что количество M разрядов на представление кода-номера C_ν в соответствии с неравенством (2.33) определяется по формуле:

$$M = [\ell og_2 V_{\nu,\eta}] + 1\,. \qquad (15)$$

С другой стороны для значения кода-номера может выполняться неравенство:

$$C_\nu <<< V_{\nu,\eta}\,. \qquad (16)$$

Тогда:

$$\ell og_2 C_\nu <<< \; [\ell og_2 V_{\nu,\eta}] + 1\,. \qquad (1.17)$$

В этом случае появляется большое количество незначимых разрядов, равное $[\ell og_2 V_{v,\eta}]+1-\ell og_2 C_v$ битам. Это приводит к снижению коэффициента сжатия двоичных матриц.

Рассмотрим *второе направление* повышения эффективности процессов обработки диагностической информации.

Третий недостаток одномерного плавающего структурного представления заключается в том, что в процессе декодирования не смотря на рекуррентные схемы обработки, вычисление первого значения весового коэффициента $\phi_{1,n}$ проводится по формуле:

$$\phi_{1,n}=\frac{(n)!}{(2\eta)!\,(n-2\eta)!}\,. \tag{18}$$

Количество операций $q(\phi_{1,n})$ сложения, умножения и деления, необходимых для вычисления начального значения величины $\phi_{1,n}$ равно:

$$q(\phi_{1,n})=2(n-2\eta)+1\,. \tag{19}$$

Анализ выражения (1.19) показывает, что наибольшее количество операций на вычисление величины $\phi_{1,n}$ для числа серий $\eta=0$ будет прямо пропорционально величине $q(\phi_{1,n})=2n$. Максимальные затраты количества операций для нахождения всех величин $\phi_{\xi n}$ $\xi=\overline{1,n}$ равны:

$$q(\phi_{\xi n})=7n\,. \tag{20}$$

Сравнительный анализ соотношений (1.19) и (1.20) показывает, что количество операций $q(\phi_{1,n})$ на получение начального параметра $\phi_{1,n}$ составляет 30% от общего количества операций, затрачиваемых на декодирование кода-номера одномерного плавающего структурного числа.

Выводы

Для тестовых наборов больших размеров (величина n достигает порядка нескольких сотен Мбит) на декодирование их кодограмм потребуется затратить несколько десятков секунд. *Значит, для повышения эффективности процессов диагностики необходимо в процессе разработки метода восстановления двоичных данных учесть дополнительные возможности для сокращения количества операций на обработку.*

Научная новизна. Разработана методика перераспределения значений числа серий единиц по множествам допустимых ОПСЧ. Это позволяет формировать для двоичных последовательностей, имеющих наиболее часто встречаемые структурные характеристики (число серий единиц), меньшее количество разрядов на служебные данные.