АКАДЕМИЯ НАУК СССР
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
АВТОМЕТРИЯ

№ 3 1971

УДК 681.14

Ю. С. ШАРИН
(Свердловск)

ПОСТРОЕНИЕ КОЛЬЦЕВЫХ КОДИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ III ТИПА

Определение кольцевого кодирующего устройства (ККУ) дано в [1—3], где рассмотрены ККУ IV типа — случай, когда номер слова считывающего кольца (СК) является чисто периодической последовательностью чисел с длиной периода, равной единице: $a — a —...— a$. В настоящей статье рассмотрен более общий случай — ККУ III типа; номер слова СК — чисто периодическая последовательность чисел с длиной периода более единицы: $a — b — a — b —...$ или $a — b — c —$ $— a — b — c$ и т. д. Построение ККУ сводится к нахождению совместных слов СК и однодорожечной кодовой шкалы (ОШ), а для этого необходимо и достаточно убедиться, что p последовательных n-членных кодовых комбинаций не повторяются.

В основе построения лежит разбиение множества комбинаций на классы. В [1] к одному классу мы относили комбинации, полученные друг из друга однократной циклической перестановкой. Можно сказать, что производилось разбиение на классы относительно однократной циклической перестановки. Для построения ККУ III нам придется ввести более общее понятие — разбиение на классы относительно $\frac{n}{d^*}$-кратной циклической перестановки, где n — длина кодовой комбинации, равная весу слова СК; d^* — число периодов номера слова СК. К одному классу мы будем относить неповторяющиеся n-членные комбинации, полученные друг из друга $\frac{n}{d^*}$-кратной циклической перестановкой.

Каждый класс разбиения множества n-членных комбинаций относительно однократной перестановки может быть разбит на

$$\frac{nd'}{dd^*} \tag{1}$$

классов порядка

$$\frac{d^*}{d'} \tag{2}$$

разбиения относительно $\frac{n}{d^*}$-кратной циклической перестановки, где

d — число периодов номера класса относительно однократной перестановки; d' — наибольший общий делитель чисел d и d^*.

По условию длина комбинации n равна числу считывающих элементов ККУ и кратна d^* (d^* — целое положительное число, не равное единице). Если номер класса относительно однократной перестановки имеет d периодов, то соответствующее число периодов имеет любая из комбинаций класса. Если теперь допустить, что числа d и d^* имеют наибольший общий делитель d', то $\frac{n}{d^*}$-кратная циклическая перестановка дает d' групп повторяющихся кодовых комбинаций. Поскольку к одному классу мы относим только неповторяющиеся комбинации, то порядок классов равен (2). Поскольку порядок класса относительно однократной перестановки равен $\frac{n}{d}$, то число классов определяется (1).

Если $d'=1$, то порядок классов относительно $\frac{n}{d^*}$-кратной перестановки равен d^* (полные классы); классы порядка менее d^* — неполные классы.

Разбиение на классы позволяет упростить построение матрицы совпадения, вместо квадратной матрицы порядка p строить $(M_{\text{и}} \times n)$-матрицу. Другими словами, для определения совместимости СК и ОШ не требуется перебирать p комбинаций, а только $M_{\text{и}}=\frac{p}{d^*}$ из них — исходные комбинации классов. При выборе исходных комбинаций должны быть выполнены два правила. Первое правило: при построении $(M_{\text{и}} \times \times n)$-матрицы допускается использовать только полные классы, отсюда

$$p = M_{\text{и}} d^*, \tag{3}$$

где $M_{\text{и}}$ — число используемых полных классов. Второе правило: при построении $(M_{\text{и}} \times n)$-матрицы из каждого полного класса допускается использовать одну и только одну исходную комбинацию.

При построении ККУ IV типа не возникает проблемы выбора СК, поскольку считывающие элементы размещаются вокруг шкалы единственным способом. Для ККУ III типа число СК равно числу полных классов $\frac{p}{d^*}$-членных комбинаций веса $\frac{n}{d^*}$ [3].

П р и м е р: $p=20$, $n=6$, $d^*=2$; определить число слов СК. Один период номера СК содержит 3 части с суммой чисел 10. Определим число полных классов 10-членных комбинаций веса 3 [1]:

$$M_{3(10)} = \frac{1}{10}\binom{10}{3} = 12.$$

Сюда относятся классы: 1—1—8, 1—2—7, 1—3—6, 1—3—5, 1—5—4, 1—6—3, 1—7—2, 2—2—6, 2—3—5, 2—4—4, 2—5—3, 3—3—4. Если добавить к перечисленным номерам второй период, то получим номера СК.

При построении $(M_{\text{и}} \times n)$- матрицы для ККУ IV типа достаточно было исходные комбинации в любой последовательности выписать друг за другом. Здесь мы лишены этой возможности. У $(M_{\text{и}} \times n)$-матрицы для ККУ III типа следует выделить основные столбцы — начальные столбцы каждого периода: $1,\ \frac{n}{d^*}+1,\ \frac{2n}{d^*}+1,\ \ldots$ и неосновные — все остальные. Допускается свобода выбора символов только основных столбцов, остальные определяются символами основных и частями номера СК. Слово ОШ формируется при считывании основных столбцов снизу вверх, слева направо.

Пример: $p=30$, $n=6$, номер СК 1—9—1—9—1—9; найти слово ОШ, совместимое с СК. При $n=6$ имеется 9 полных классов разбиения относительно однократной перестановки: 6, 1—5, 2—4, 1—1—4, 1—2—3, 1—3—2, 1—1—1—3, 1—1—2—2, 1—1—1—1—2. Согласно (1), имеется 18 и еще два (классы 3—3, 1—2—1—2) — всего 20 полных классов разбиения относительно двукратной перестановки. Для решения поставленной задачи требуется лишь 10 из них. Обозначим строки $(M_{и} \times n)$-матрицы 1, 2, ..., 10, а столбцы 1, 2, ..., 6; основными столбцами будут 1, 3, 5. Выбираем исходную комбинацию какого-либо первого класса 100 000.

	1	2	3	4	5	6
1	1	0	0	0	0	0
2	1	1	0	0	0	0
3	1	1	1	0	0	0
4	1	1	1	1	0	0
5	0	1	1	1	1	0
6	1	0	1	1	1	1
7	1	1	0	1	1	1
8	1	1	0	0	1	1
9	1	1	0	0	0	1
10	0	1	0	0	0	0

Поскольку считывающие элементы располагаются вокруг одной кодовой дорожки, то элементарный активный участок (1,1) в следующий тактовый момент будет совпадать со вторым считывающим элементом, поэтому занесем единицу в ячейку (2,2). Остальным основным столбцам (1,3), (1,5) соответствует символ 0, поэтому этот же символ следует записать в ячейки (2,4), (2,6). Далее выбираем вторую исходную комбинацию матрицы уже с учетом имеющихся символов (2,2), (2,4), (2,6)—110 000, снова символы основных столбцов: (2,1), (2,3), (2,5) — разносим по неосновным: (3,2), (3,4), (3,6) и т. д. Так формируются 10 исходных комбинаций матрицы по одной из каждого полного класса; следующие 10 будут получены из исходных двукратной циклической перестановкой: 001000, 001100, 0011110, 001111,...— вторые комбинации из выбранных классов; следующие 10 комбинаций будут получены двукратной циклической перестановкой вторых: 000010, 000011, 100011, 110011,...

Поясним более подробно, как символы основных столбцов разносятся по неосновным. Пусть номер периода СК $a-b-c$. Это значит, что каждому основному столбцу соответствуют два неосновных, расположенных справа от него. Если в i-й строке основного столбца содержится какой-либо символ, то такой же символ содержится в $(i+a)$-й строке первого неосновного и в $(i+a+b)$-й строке второго неосновного столбцов. Суммирование следует вести по модулю p. Таким образом, величина смещения символов неосновных столбцов определяется номером периода СК.

Алгоритм построения $(M_{и} \times n)$-матрицы для ККУ III типа (дано: p, n, номер СК; для построения требуется $\frac{p}{d^*}$ полных классов порядка d^*):

1) проводим $\frac{p}{d^*}$ горизонтальных линий — строк и n вертикальных — столбцов;

2) выделяем каким-либо способом основные столбцы: 1, $\frac{n}{d^*}+1$, $\frac{2n}{d^*}+2, \ldots$;

3) выбираем исходную комбинацию какого-либо первого полного класса, заносим символы комбинации в первую строку матрицы;

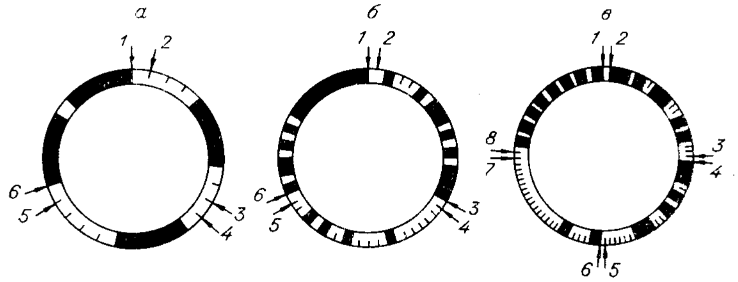
4) разносим символы основных столбцов первой строки по неосновным столбцам в соответствии с номером слова СК;

5) выбираем вторую исходную комбинацию для второй строки с учетом имеющихся символов неосновных столбцов;

6) повторяем операции 4 и 5, пока не будет выбрано $\frac{p}{d^*}$ исходных комбинаций. При построении все исходные комбинации должны принадлежать к разным полным классам;

7) выписываем слово ОШ, считывая основные столбцы матрицы снизу вверх, слева направо.

На рисунке, *а* показано ККУ III типа, построенное по (10,6)-матрице. На рисунке, *б*, *в* даны еще два ККУ III типа для $p=60$ и $p=100$.



Кольцевые кодирующие устройства III типа:
а — $p=30$, $n=6$, $d^*=3$, номер СК 1—9—1—9—1—9; *б* — $p=60$, $n=6$, $d^*=3$, номер СК 1—19—1—19—1—19; *в* — $p=100$, $n=8$, $d^*=4$, номер СК 1—24—1—24—1—24—1—24.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ю. С. Шарин. Способ построения кольцевых кодирующих устройств.— Автометрия, 1970, № 4.
2. Ю. С. Шарин. О конструкции шкал преобразователей угла поворота в код.— ИВУЗ, Приборостроение, 1969, № 5.
3. Ю. С. Шарин. Методика проектирования позиционных кодовых систем числового программного управления. Свердловск, Уральский политехн. ин-т, 1969.

Поступила в редакцию 19 ноября 1970 г., окончательный вариант — 25 мая 1971 г.