

ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ ПОСТРОЕНИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

В.В. Петров, А.Н. Чеботарев
(Киев)

Методы построения вычислительных систем из элементарных вычислительных машин, расположенных в узлах многомерной сетки и имеющих функционально полный набор операций, широко применяющиеся в аналоговой технике [1,2], в настоящее время начинают разрабатываться и для построения дискретных вычислительных систем [3,4]. В докладе предлагается метод построения дискретной вычислительной системы, состоящей из идентичных функциональных блоков, построенных по ассоциативному принципу.

Пусть имеется n -мерная сетка [4], в узлах которой расположены элементарные функциональные блоки (рис. 1), выполняющие операции вида

$$\bullet \quad f_k(p, q) = t = ru, \quad (I)$$

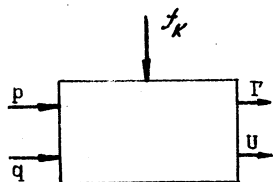


Рис. 1

где f_k — элементарная операция из некоторого функционально полного набора операций, а p, q, r, u — b -разрядные двоичные слова.

Пусть, далее, задано некоторое множество F операций над произвольными двоичными словами P и Q одинаковой разрядности, тогда каждая операция $f \in F$ вида

$$f(P, Q) = T = RU \quad (2)$$

может быть представлена в виде некоторого алгоритма

$$\Phi [p_1, p_2, \dots, p_c, q_1, q_2, \dots, q_c] \rightarrow r_1, r_2, \dots, r_c, u_1, \dots, u_c \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \text{так, что} \quad P &= p_1 p_2 \dots p_c, & Q &= q_1 q_2 \dots q_c, \\ R &= r_1 r_2 \dots r_c, & U &= u_1 u_2 \dots u_c. \end{aligned}$$

Реализация этого алгоритма в системе осуществляется с помощью управляющего автомата, изменяющего настройку функциональных блоков и связи между ними.

Современная технология изготовления микроэлектронных приборов позволяет получать в одном монокристалле или на одной подложке относительно крупные функциональные блоки, содержащие тысячи и десятки тысяч элементов. Это позволяет создавать в одном монокристалле элементарные машины, выполняющие некоторый функционально полный набор операций над словами p, q длиной несколько двоичных разрядов. Однако новая технология предъявляет и новые требования к построению вычислительных устройств, так как при изготовлении вычислительных устройств в виде интегральных блоков возможность их ремонта практически исключена и поэтому наличие одной элементарной неисправности может привести в негодность весь блок или все устройство.

Рассмотрим один метод построения вычислительных систем указанного вида, который допускает наличие определенного количества неисправностей как в самих функциональных блоках, так и в каналах связи.

Обозначим через $C(b)$ множество всех b -разрядных двоичных слов. Пусть задан код $C'(b, d)$, содержащий $2^b - 1$ - разрядных двоичных слов и имеющий минимальное кодовое расстояние d . Задав взаимно однозначное соответствие между множествами $C(b)$ и $C'(b, d)$

$$\Phi(a) = a', \quad (4)$$

где $a \in C(b)$ и $a' \in C'(b, d)$, мы тем самым осуществим кодирование исходных b -разрядных слов.

Каждой функции f_k вида (I) поставим в соответствие функцию f'_k вида

$$f'_k(p', q') = r'u'. \quad (5)$$

Если теперь в алгоритме ϕ по всем входным словам p_i, q_i ($i = 1, 2, \dots, c$) применить преобразование ϕ , функции f_k заменить функциями f'_k , а по всем выходным словам r_i, u_i ($i = 1, 2, \dots, c$) применить преобразование ϕ^{-1} , то получится новый алгоритм ϕ , эквивалентный алгоритму ϕ , но работающий со словами, принадлежащим множеству $C'(b, d)$.

Известно, что корректирующие коды с расстоянием d позволяют обнаруживать $d - 1$ ошибок и исправлять $\frac{d-1}{2}$ ошибок. Функциональный блок, выполняющий операцию (5) с одновременным исправлением $\frac{d-1}{2}$ ошибок и обнаружением $d-1$ ошибок, можно построить на матрице сопротивлений аналогично тому, как построено постоянное ассоциативное запоминающее устройство, описанное в работе [5].

Информация о виде функции f'_k , ее аргументах p', q' и значениях функции r', u' , соответствующие этим аргументам, представляется в таком устройстве множеством записанных в нем двоичных слов. Опрашивающим словом здесь является слово $f'_k p' q'$, а ответом — слово $r'u'$. При таком построении функционального блока любая операция f'_k выполняется за один такт обращением к ассоциативной памяти.

Одновременно со словами r' и u' на выходе каждого функционального блока получается некоторая величина d' (рис.2),

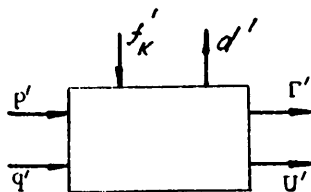


Рис.2

характеризующая количество ошибок во входных словах. Если количество ошибок $d' \leq \frac{d-1}{2}$, то функциональный блок одновременно с выполнением операции (5) исправляет эти ошибки, если же $\frac{d-1}{2} < d' \leq d-1$, то функциональный блок выдает лишь величину d' . Заметим, что в данном случае в качестве ошибок могут рассматриваться неисправности, возникающие как в самих функциональных блоках, так и в каналах связи.

При наличии большого количества функциональных блоков вычислительная система может одновременно выполнять несколько операций.

Во время функционирования вычислительной системы функциональные блоки выдают после каждой операции величины a_i . С помощью такой информации легко выявлять неисправные блоки и каналы связи, а также степень их неисправности. В процессе управления управляющий автомат может учитывать эту информацию и исключать из работы неисправные узлы, что приводит к резкому увеличению надежности работы вычислительной системы.

В случае, если в функциональный блок можно записывать новые операции, то меняя их набор в блоках в зависимости от класса решаемых задач, можно легко организовать самонастройку вычислительной системы.

Л и т е р а т у р а

1. Г.Е. Пухов. Избранные вопросы теории математических машин. Киев, Изд-во АН УССР, 1964.
2. Г.Е. Пухов, Б.А. Борковский. Аналоговые и квазианалоговые вычислительные среды. - Тезисы докладов к симпозиуму "Вычислительные системы", Новосибирск, 1966.
3. Э.В. Евреинов, Ю.Г. Косарев. О возможности построения вычислительных систем высокой производительности. Новосибирск, Изд-во СО АН СССР, 1962.
4. Э.В. Евреинов. Универсальные вычислительные системы с частично переменной структурой. - Вычислительные системы, Новосибирск, Изд-во "Наука", Сибирское отделение, 1965, вып. 17.
5. В.В. Петров. Построение постоянного ассоциативного запоминающего устройства. - Научно-производственный сборник "Механизация и автоматизация управления", Киев, 1966, № 6 (30).