

А. Г. ОВАНИСЯН

ФОРМИРОВАНИЕ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ АДРЕСОВ ЯЧЕЕК ЗАПОМИНАЮЩИХ УСТРОЙСТВ

В машине «Гарни» используются запоминающие устройства с адресным обращением следующих двух типов: пассивное запоминающее устройство (ПЗУ) и двумерное оперативное запоминающее устройство (ДОЗУ).

Объем памяти ПЗУ составляет 16 384 36-ти разрядных ячеек, пронумерованных с помощью натурального ряда восьмеричных чисел. Такой способ адресации вполне удовлетворяет требованиям, предъявляемым к ПЗУ, предназначенному для хранения программ, алгоритма, констант и т. д. Адрес ячейки ПЗУ (обозначим через a) представляется 14-разрядным бинарным числом.

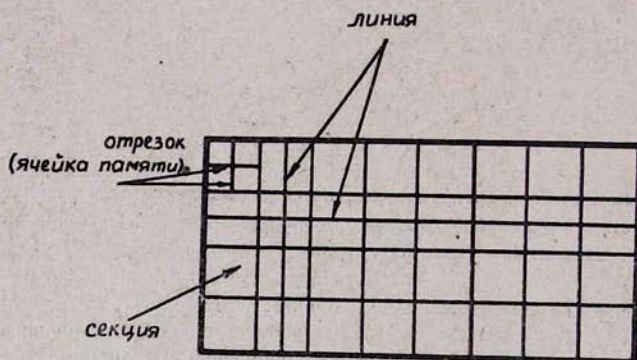


Рис. 1.

Объем ДОЗУ равен 32 768 бит. Для того чтобы лучше представить принцип двумерности, а также адресную систему ДОЗУ, в котором учтены особенности обработки хранимой в нем информации алгоритмом машинного перевода, изобразим ДОЗУ в виде некоторой матрицы, разделенной на квадратные части-секции по 32×32 запоминающих элемента в каждой (рис. 1). Запоминающие элементы внутри каждой секции объединяются в числовые линейки—отрезки памяти как в горизонтальном, так и в вертикальном направлении. Количество отрезков в любой из указанных ориентаций равно 1024. Отсюда, общее количе-

ство отрезков равно 2048, т. е. вдвое больше, чем можно получить из 32 768 бит, взятых по 32 для каждой ячейки, что достигается за счет рассмотрения каждого запоминающего элемента как элемента отрезков, имеющих различные ориентации [1]. Условия, которым должно удовлетворять ДОЗУ, следующие.

Наряду с возможностью обращения (чтение или запись) по двум направлениям, необходимо при выполнении одной и той же команды иметь возможность производить выборку нескольких слов (до трех), каждое из которых занимает в памяти любое количество последовательно расположенных ячеек. Кроме того, необходимо осуществлять переедресацию номеров ячеек при фиксированной ориентации по каждому из двух направлений.

Адрес любого отрезка ДОЗУ может быть представлен набором двоичных чисел a_1, a_2, a_3, a_4 , состоящих соответственно из одного, двух, трех и пяти разрядов, где a_1 — направление ячейки (пусть при $a_1 = 1$ выбирается отрезок в горизонтальном направлении, а при $a_1 = 0$ — в вертикальном направлении), a_2 — вертикальная и a_3 — горизонтальная координаты секции, в которой находится отрезок, и a_4 — номер отрезка внутри секции. Отсчет отрезков ведется сверху вниз и слева направо.

Введя двоичную переменную i , указывающую на тип памяти и принимающую значения

$$i = \begin{cases} 0 & \text{— адрес ДОЗУ} \\ 1 & \text{— адрес ПЗУ} \end{cases}$$

для адресов ячеек ПЗУ и отрезков ДОЗУ, будем иметь соответственно:

$$A_1 = (1, a), \quad (1)$$

$$A_0 = (0, a_1, a_2, a_3, a_4) \quad (2)$$

с приведенными выше значениями a, a_1, a_2, a_3, a_4 .

Так как в адресной части регистра команд младшие 11 разрядов числа a занимают те же разряды, что и числа a_1, a_2, a_3, a_4 , выражения (1) и (2) перепишем в виде:

$$A_1 = (1, a_0, a_1, a_2, a_3, a_4), \quad (3)$$

$$A_0 = (0, a_0, a_1, a_2, a_3, a_4), \quad (4)$$

При такой записи в (4) a_0 об исполнительном адресе не несет какой-либо информации. В (3) набор $a_0, \dots, a_4$ рассматривается как одно позиционное число, представляющее собой адрес ПЗУ, а в (4) $a_1, \dots, a_4$ — суть отдельные числа, являющиеся параметрами адреса ДОЗУ.

Рассмотрим работу регистра адресов, в результате чего определим входные уравнения и уравнения передачи единицы переноса из одного разряда в другой. В зависимости от способа классификации адресов ЗУ

требования к регистру адресов, с точки зрения последовательности получения номеров, могут быть различными. В нашем случае, учитывая особенности реализации автоматического перевода на машине «Гарни» (наличие двух типов запоминающих устройств с различной классификацией адресов ячеек, специфика обработки информации алгоритмом), были приняты следующие счетные режимы работы R_a .

1. Значения R_a рассматриваются как позиционные числа, изменяющиеся в естественном порядке возрастания (или убывания), когда каждое последующее значение регистра отличается от предыдущего на единицу. В этом случае содержимое регистра адресов может одновременно представлять как адрес ПЗУ, так и адрес ДОЗУ.

2. Значения R_a — непозиционные числа (адрес ДОЗУ); переадресация происходит в направлении, перпендикулярном направлению отрезка (перебор параллельно расположенных ячеек внутри секции).

3. Значения R_a — непозиционные числа (адрес ДОЗУ); переадресация производится в направлении, совпадающем с направлением отрезка (перебор последовательных отрезков вдоль длинной линии).

Рассмотрим ниже случаи, приведенные в следующей таблице.

Таблица 1

$k=i \vee j$	C	случай
1		1
0	1	2
	0	3

В этой таблице параметры i , j и c принимают значения:

$$i = \begin{cases} 0, & \text{если содержимое } R_a \text{ — адрес ДОЗУ,} \\ 1, & \text{если содержимое } R_a \text{ — адрес ПЗУ;} \end{cases}$$

$$j = \begin{cases} 0, & \text{если } a_1, \dots, a_4 \text{ набор отдельных чисел,} \\ 1, & \text{если } a_2, \dots, a_4 \text{ одно число;} \end{cases}$$

$$c = \begin{cases} 0, & \text{если направление переадресации совпадает} \\ & \text{с направлением выборки,} \\ 1, & \text{если направление переадресации перпенди-} \\ & \text{кулярно направлению выборки.} \end{cases}$$

При $k=1$ значения c не учитываются.

Входные уравнения. Введем обозначения.

1. Участки регистра адреса R_a , в которых содержатся числа $a_1, \dots, a_4$, обозначим через $R_{a_1}, \dots, R_{a_4}$ соответственно.

2. Через x_{a_s} обозначим условие, при котором сигнал переадресации должен поступить на вход младшего разряда участка R_{a_s} .

Входные уравнения могут быть получены непосредственно из табл. 1. Действительно, согласно табл. 1 случаи 1 и 2 будут иметь место при условии $k \vee c$. Сигнал, производящий переадресацию (согласно 1 и 2), должен быть подан на вход a_4 . Входное уравнение для этого случая будет иметь вид:

$$x_{a_4} = k \vee c. \quad (5)$$

При наличии случая 3:

а) если $a_1 = 0$, сигнал переадресации должен быть подан на вход младшего разряда участка R_{a_2} .

б) если $a_1 = 1$ — на вход участка R_{a_3} .

Будем иметь:

$$x_{a_2} = \bar{k} \bar{c} a_1 \quad (6)$$

$$x_{a_3} = \bar{k} \bar{c} \bar{a}_1 \quad (7)$$

Уравнения передачи единицы переноса. Следует отметить, что ни один из участков R_{a_i} не обладает избыточностью состояний, т. е. каждое значение любого из a_i является составной частью адреса определенной ячейки памяти. Исходя из этого, а также учитывая, что содержимое каждого из участков $R_{a_0} - R_{a_4}$ является позиционным числом, единица переноса внутри каждого из этих участков должна быть передана из младшего разряда в старший без какого-либо условия. Поэтому рассмотрим только передачу единицы переноса между граничными разрядами этих участков.

Определим булевые функции для каждого из приведенных случаев. Случай 1 — ($k = 1$). Сочетание $a_0 - a_4$ представляет собой одно позиционное число и, следовательно, единица переноса должна быть пропущена через все участки без каких-либо дополнительных условий, т. е.

$$h'_s = k h_{s+1} \quad (s = 0, \dots, 4), \quad (8)$$

где h_s — единица переноса, возникающая на выходе старшего разряда участка R_{a_s} , и h'_s — единица переноса, поступающая на вход младшего разряда участка R_{a_s} . Через h_5 обозначен сигнал, поступающий извне.

Для случая 2 ($k = 0, c = 1$):

$$\begin{aligned} h'_1 &= \bar{k} \bar{a}_1 c h_2 \vee \bar{k} a_1 c h_3; \\ h'_2 &= \bar{k} \bar{a}_1 c h_3 \vee \bar{k} a_1 c h_4; \\ h'_3 &= \bar{k} \bar{a}_1 c h_4 \vee \bar{k} a_1 c h_5; \\ h'_4 &= \bar{k} c h_5. \end{aligned} \quad (9)$$

Для случая 3 ($k = 0, c = 0$) булевыми функциями будут:

$$\begin{aligned} h'_1 &= \bar{k} \bar{a}_1 \bar{c} h_3 \vee \bar{k} a_1 \bar{c} h_2; \\ h'_2 &= \bar{k} \bar{a}_1 \bar{c} h_5 \vee \bar{k} a_1 \bar{c} h_4; \\ h'_3 &= \bar{k} \bar{a}_1 \bar{c} h_4 \vee \bar{k} a_1 \bar{c} h_5; \\ h'_4 &= \bar{k} \bar{a}_1 \bar{c} h_2 \vee \bar{k} a_1 \bar{c} h_3. \end{aligned} \quad (10)$$

Обозначив дизъюнкцию всех h' с одинаковыми индексами через H и произведя минимизацию в правой части, из выражений (8)–(10) получим

$$\begin{aligned} H_0 &= k h_1; \\ H_1 &= (k \vee \bar{a}_1 c \vee a_1 \bar{c}) h_2 \vee \bar{k} (a_1 c \vee \bar{a}_1 \bar{c}) h_3; \\ H_2 &= (k \vee \bar{a}_1 \bar{c}) h_3 \vee \bar{k} a_1 h_4 \vee \bar{k} \bar{a}_1 c h_5; \\ H_3 &= \bar{k} a_1 \bar{c} h_2 \vee (k \vee \bar{a}_1) h_4 \vee \bar{k} a_1 c h_5; \\ H_4 &= \bar{k} \bar{a}_1 \bar{c} h_2 \vee \bar{k} a_1 \bar{c} h_3 \vee (k \vee c) h_5. \end{aligned} \quad (11)$$

На рис. 2 дана функциональная схема работы адресной части регистра РК в режиме счетчика, построенная с помощью выражений (5), (6), (7), (11).

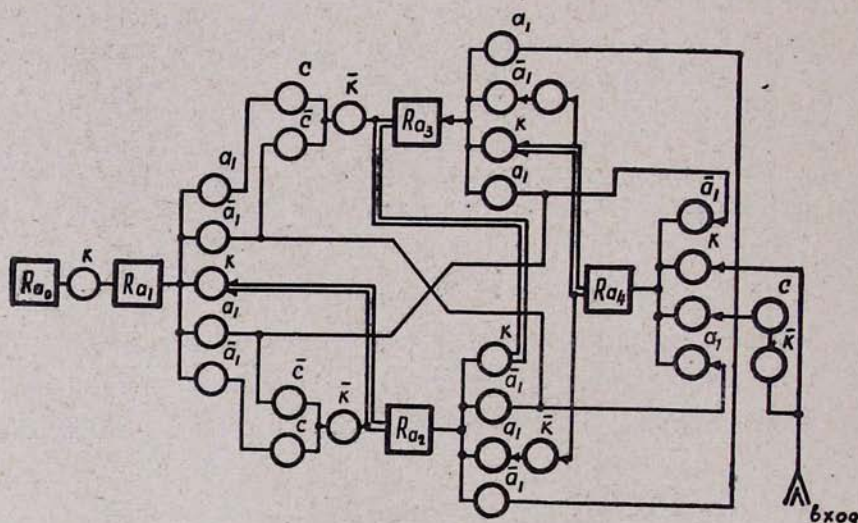


Рис. 2. Схема передачи единицы переноса между отдельными частями.

Перейдем к рассмотрению формирования исполнительного адреса с помощью модификационных регистров. Все регистры, принимающие участие в формировании исполнительного адреса, обозначим одним общим символом R_b . Разобьем эти регистры на части, аналогично R_a , и обозначим через $R_{b_0}, \dots, R_{b_4}$, согласно табл. 2. Содержимое участков $R_{b_0}, \dots, R_{b_4}$ обозначим соответственно через $b_0, \dots, b_4$.

Таблица 2

Регистры	Rb_0	Rb_1	Rb_2	Rb_3	Rb_4	количество разрядов
$R_{a_{ст}}$	22-24	25	26-27	30-32	33-37	14
RI_4	0-2	3	4-5	6-10	11-15	14
RI_1				6-10	11-15	8
RI_2				6-10	11-15	8
RI_3				6-10	11-15	8
RM					33-37	5
C_4MC				30-32		3

Определим условия сложения содержимого R_b с содержимым R_a . В случае $i=1$ содержимое R_a представляет собой адрес ПЗУ и рассматривается как одно позиционное число. Поэтому происходит сложение всех b со всеми a с пробегом единицы переноса через все участки регистра R_a от R_{a_i} до R_{a_0} :

$$A_1 = (1, a_0 + b_0, a_1 + b_1, a_2 + b_2, a_3 + b_3, a_4 + b_4). \quad (12)$$

В случае же $i=0$, т. е. когда содержимое R_a — адрес ДОЗУ, возникают два случая.

1. В случае выполнения команд ПК происходит определение адреса линии*, т. е. при известном значении a_1 определяется одна из координат секции и номер длинной линии. При этом если определена горизонтальная координата секции, то линия имеет вертикальное направление ($a_1=0$), и, наоборот, если определена вертикальная координата секции, то линия имеет горизонтальное направление ($a_1=1$) [3].

Координаты секции получаются в разрядах R_{b_i} регистра R_b . Отсюда следует, что при модификации содержимое в одном случае (когда в нем имеется число b_2) необходимо передать в разряды R_{a_2} , а в другом случае (когда в R_{b_2} содержится b_3) — в разряды R_{a_3} . Учитывая, что в первом случае $a_1=1$, а во втором — $a_1=0$, естественно, управление этими двумя передачами производить с помощью значений a_1 . Недостающая часть информации, в первом случае b_3 и во втором случае b_2 , задается в команде или же вырабатывается во время модификации.

2. Хотя содержимое R_a является адресом ДОЗУ, оно рассматривается как одно позиционное число, поэтому, аналогично случаю $i=1$, необходимо произвести сложение $b_1 - b_4$ с соответствующими разрядами $a_1 - a_4$.

* Под линией следует понимать совокупность максимального количества последовательно расположенных отрезков ДОЗУ—случай, когда одна из координат секции отсутствует.

$$A_{b_0} = (0, a_0, a_1 + b_1, a_2 + b_2, a_3 + b_3, a_4 + b_4) \quad (13)$$

с передачей единицы переноса через участки $R_{a_i} - R_{a_i}$.

Описанный способ модификации можно использовать, например, в случае, когда весь адрес ДОЗУ или часть адреса ДОЗУ, но обязательно включающая указатель направления, заданы на регистре R_b и необходимо произвести сложение содержимого R_b с содержимым R_a , без учета a_1 . Отсюда условие сложения $b_0, \dots, b_4$ с $a_0, \dots, a_4$ в булевых функциях примет вид:

$$b_0 + a_0 \approx (i \vee j) \mu. \quad (14)$$

Здесь знак равенства означает, что сложение выполняется тогда, когда выражение, стоящее справа, принимает значение μ (т. е. когда $i \vee j$ становится равным 1), где μ — сигнал центрального управления о необходимости проведения модификации.

Учитывая, что $k = i \vee j$, будем иметь:

$$b_0 + a_0 = k\mu \quad (15)$$

и далее

$$\begin{aligned} b_1 + a_1 &= k\mu; \\ b_2 + a_2 &= k\mu; \\ b_3 + a_2 &= \bar{k}a_1c\mu; \\ b_3 + a_3 &= (k \vee \bar{a}_1c)\mu; \\ b_4 + a_4 &= \mu. \end{aligned} \quad (16)$$

Сомножитель c указывает, что переадресация происходит в направлении, противоположном направлению выборки ячейки (см. выше).

При выполнении некоторых команд, как, например, команды ПК, приходится иметь дело с числами, разрядность которых больше и кратна тридцати двум. Такие числа располагаются в нескольких ячейках двумерной памяти, адреса которых отличаются друг от друга при $a_1=0$ вертикальными и при $a_1=1$ — горизонтальными координатами секций. Следовательно, в этом случае переадресация должна проводиться в направлении, совпадающем с направлением выборки, т. е. $c=0$. Условиями сложения содержимого для этого случая будут:

$$\begin{aligned} b_3 + a_2 &= \bar{k}\bar{a}_1\bar{c}\mu; \\ b_3 + a_3 &= \bar{k}a_1\bar{c}\mu. \end{aligned} \quad (17)$$

Переадресация при $c=0$ реализуется следующим образом. В разрядах 40—42 указанных выше команд записывается число, показывающее, сколько отрезков дополнительно к первой следует считать. Адрес первого отрезка указывается в 25—37 разрядах команды. Переадреса-

сация производится по следующей схеме. Во время работы центрального управления содержимое СчМС прибавляется к R_a (перед началом выполнения команды всегда СчМС устанавливается в нулевое состояние). По окончании выполнения одного цикла операции данной команды, т. е. когда операция над содержимым первого отрезка полностью закончена, выдается сигнал анализа на равенство содержимого СчМС с 40—42 разрядами регистра команд, вслед за чем—с некоторой небольшой задержкой (достаточной для того, чтобы произвести анализ)—в СчМС посылается единица. В случае СчМС=40—42 РК содержимое регистра РАК не изменяется, и при следующей выборке на РК поступает предыдущая команда. При этом формирование адреса, т. е. при прибавлении к R_a содержимого СчМС ввиду того, что в последнем числе на единицу больше, чем в предыдущем случае, адрес в R_a изменится, и на этот раз из ДОЗУ будет выбрана ячейка из соседнего столбца или строки. Описанная процедура повторяется до тех пор, пока СчМС не станет равным 40—42 РК. С возникновением сигнала СчМС=40—42 РК, который будет означать, что выполнение данной команды над содержимым всех коротких отрезков, предусмотренных в команде, закончено, в РАК будет послана единица, и при следующей выборке в РК поступит очередная команда.

Связь РМ с адресной частью РК по сравнению с другими вспомогательными регистрами отличается тем, что наряду со сложением можно произвести также и вычитание из содержимого адресной части РК содержимого РМ. Управление этими операциями производится с помощью 16—17 и с учетом 0—2 разрядов команды [2].

Описанная система переадресации, а также наличие в машине большого количества модификационных регистров дают возможность получить гибкую систему переадресации как по типам памяти, так и внутри каждого запоминающего устройства.

Ա. Գ. ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ

ՀԻՇՈՂ ՍԱՐՔԵՐԻ ՀԱՍՑԵՆԵՐԻ ՁԵՎԱՎՈՐՈՒՄ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Երկշափանի հիշողության առկայությունը ստեղծում է որոշակի բարդություններ որևէ բնիշում բառը գրանցելու կամ կարդալու ուղղությամբ: Այդ պայմանավորված է այդ հիշողության տեխնիկական իրականացմամբ. այն է՝ հիշողական մատրիցան բաժանված է ենթամատրիցանների և հաղորդակցությունը կատարվում է ենթամատրիցանների առանձին բնիշների հետ:

Հոգվածում ուսումնասիրվում են ենթամատրիցանների բնիշների համարների ձևավորման հարցերը:

Ստացված արդյունքները ցույց են տալիս, որ կախված հաղորդակցության ուղղութիւնից փոխվում են հասցեների ռեգիստրի աշխատանքային ռեժիմները:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. А. М. Амбарцумян. Двумерное оперативное запоминающее устройство. Настоящий сборник
2. Р. Л. Урутян. Устройство центрального управления. Настоящий сборник.
3. А. Г. Ованисян, Р. Л. Урутян. Определитель конструкции. Настоящий сборник.