

+

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

3521 /
2-80

28/7-80
P10-80-227

А.Я. Астахов, Г.М. Комов

ИНТЕРФЕЙС ТЕЛЕВИЗИОННОЙ КАМЕРЫ
НА МАТРИЦЕ ПРИБОРОВ
С ЗАРЯДОВОЙ СВЯЗЬЮ
ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ
ИЗОБРАЖЕНИЙ ТРЕКОВ ЧАСТИЦ

Направлено в ПТЭ

1980

В настоящей работе описана аппаратура интерфейса для телевизионной камеры на матрице приборов с зарядовой связью /ТК на ПЗС//^{1/}. Данный интерфейс разработан для ввода бинарного изображения в память ЭВМ из ТК на ПЗС.

Основные характеристики телевизионной камеры: чувствительность не хуже 2 лк, размер области проекции изображения $3,89 \times 4,83$ мм², число строк фоточувствительной секции 144, число элементов в строке - 232. Вывод информации из матрицы осуществляется с интервалом в две телевизионные строки на частоте 4,6 МГц. Габаритные размеры камеры $45 \times 140 \times 85$ мм³, она способна работать с любым телевизионным монитором. Напряжение питания +12 В. Функциональный состав интерфейса во многом определяется способом кодирования информации, поступающей из телевизионной камеры.

Определим, в зависимости от метода кодирования, объем памяти, необходимый для запоминания изображения с матрицы из M строк и N столбцов.

1. Кодировается каждый элемент матрицы по двум уровням: 0 - белая точка, 1 - черная. Чтобы запомнить изображение, требуется $M \times N$ бит.

2. На каждой строке кодируется координата перехода от черного изображения к белому, и наоборот. Для записи номера строки нужно $\lg_2 M$ бит, координаты перехода - $\lg_2 N$ бит. Если номера строк без переходов не запоминать, то память для всей матрицы должна иметь

$$M_1 (\lg_2 M + K \lg_2 N) \text{ бит,}$$

где M_1 - количество непустых строк; K - число переходов в строке.

Число переходов, при котором второй способ кодирования имеет преимущества в объеме памяти, можно определить из выражения

$$M_1 (\lg_2 M + K \lg_2 N) < M \times N \quad (M_1 = M),$$

откуда

$$K < \frac{N - \lg_2 M}{\lg_2 N}.$$

Для матрицы с вышеназванными параметрами $K < 28$.

В нашем случае объекты, изображение которых необходимо кодировать, представляют собой набор непрозрачных треков на участке камерной фотографии размером $\sim 1,5 \times 1,5$ мм². Чтобы полу-

читать выигрыш в памяти, на таком участке должно быть не более 14 треков /один трек дает два перехода/, что на практике всегда выполняется.

Определим, как влияет на работу интерфейса скорость обмена информацией с ЭВМ.

При втором способе кодирования с каждой строки матрицы получаем $(1+K)$ кодов: номер строки и координаты переходов. Эти данные за период вывода информации с одной строки матрицы / $T_{\text{ВЫВ}} = 128 \text{ мкс}$ / должны быть переданы в память машины по программному или автономному каналу.

С учетом временных задержек в работе каналов количество координат, передаваемых с одной строки, равно

$$K = \frac{T_{\text{ВЫВ}} - t_1 - t_2}{t_1}$$

где t_1 - время передачи координаты перехода; t_2 - время проверки конца кадра для программного канала или время ожидания запуска автономного канала.

В настоящее время работа ТК на ПЗС исследуется на линии с ЭВМ ТРА-1^{2/}. Для программного канала $t_1 = t_2 = 9 \text{ мкс}$; для автономного - $t_1 = 1,5 \text{ мкс}$, $t_2 = 4,5 \text{ мкс}$. Таким образом, с одной строки матрицы в машину ТРА-1 можно передать по программному каналу координаты 6 треков, по автономному - 41 трек.

Из приведенного расчета следует, что скорость работы программного канала ЭВМ накладывает определенные ограничения на количество треков, выделяемых на одной строке матрицы.

После ввода в ЭВМ данных с матрицы они обрабатываются по программам выделения элементов трека. В этой связи отметим, что второй метод кодирования определяет для каждой строки кандидатов в элементы трека; чтобы данные, полученные по первому способу кодирования, преобразовать программным способом в возможные элементы трека, надо затратить на отдельную ячейку матрицы времени на два порядка больше, чем при аппаратурной реализации алгоритма. Интерфейс ТК на ПЗС разработан с учетом вышесказанного на ТТЛ микросхемах 155 серии в виде блока КАМАК шириной М1. Он позволяет за время одного кадра /20 мс/ записать в память ЭВМ по программному каналу координаты 6 треков на каждой из 144 строк, имитировать программным путем сигналы телевизионной камеры для проверки работоспособности логических блоков интерфейса.

В интерфейс из ТК на ПЗС поступают кадровые /КИ/ и синхросигналы /СИ/, а также сигналы изображения от ячеек матрицы /СМ/.

Блок-схема интерфейса представлена на рис.1. Рассмотрим назначение функциональных элементов схемы. Восьмиразрядные

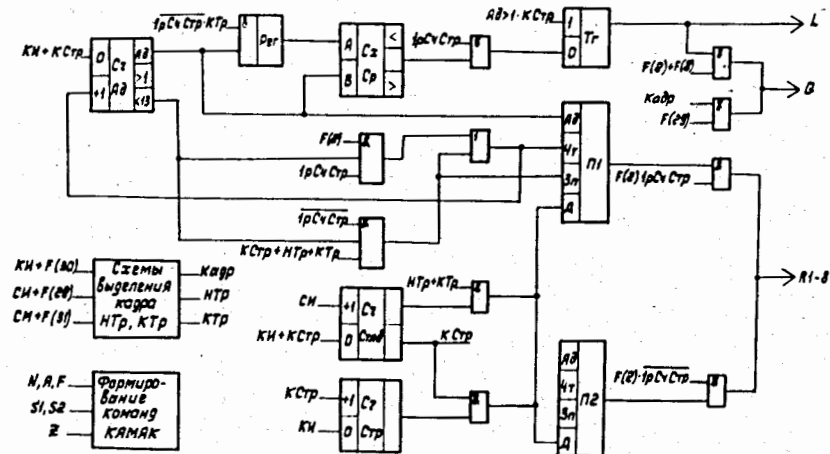


Рис.1

счетчики столбцов /СчСтлб/ и строк /СчСтр/ определяют положение изображения трека на матрице по вертикали и горизонтали.

Две буферные памяти /П1, П2/ по 16 слов x 8 разрядов каждая поочередно накапливают данные со считываемой строки. Четырехразрядные счетчики адресов памяти /СчАд/ задают текущий адрес записи или считывания.

Последний адрес записи хранится в регистре /Рег/. Считывание из буферной памяти прекращается по сигналу схемы сравнения /СхСр/ текущего и запомненного адресов*. Интерфейс имеет также схемы выделения кадра /один кадр - 235x144 синхроимпульса и соответствующие им сигналы изображения/ и формирования сигналов начала и конца трека. Управление аппаратурой интерфейса осуществляется с помощью команд КАМАК.

Интерфейсный блок работает следующим образом. После выполнения команды КАМАК F(13) разрешается поступление из ТК на ПЗС в интерфейс сигналов, соответствующих одному телевизионному кадру.

Кадровый импульс устанавливает все схемы блока в исходное состояние; синхроимпульсы поступают в счетчик столбцов, а сигналы изображения - в схему выделения импульсов трека.

Сигнал от отдельных ячеек матрицы состоит из видеосигнала, амплитуда которого пропорциональна освещенности ячейки, и помехи, вызываемой тактовыми управляющими импульсами матрицы.

*С целью упрощения блок-схемы элементы управления вторым блоком памяти на рис.1 не показаны.

После усиления сигнала изображения видеоимпульс выделяется временным стробом на входе триггера Шмитта и запоминается. Каждый синхроимпульс проверяет состояние триггера. Если он установлен в положение "1", то формируется нормированный по длительности импульс, соответствующий затемненной ячейке на матрице. Появление этого импульса указывает на наличие трека в строке. Специальная схема вырабатывает сигнал начала трека /НТр/ и конца трека /КТр/, по которым код счетчика столбцов записывается в память.

Циклы записей повторяются, пока есть разрешение от счетчика адреса памяти. После занесения в память координат шести треков на одной строке дальнейшая запись блокируется.

Когда на счетчике столбцов устанавливается код 232, схемы управления вырабатывают сигнал конца строки /КСтр/.

Сигнал "КСтр" запрещает выработку импульсов трека. Так формируется конец трека, если он не оканчивается перед последним синхроимпульсом строки. После этого содержимое счетчика строк увеличивается на единицу, счетчик адреса памяти устанавливается в "0", и код счетчика строк записывается во вторую память. Таким образом, в нулевой адрес памяти всегда записывается код номера строки, далее поочередно повторяются коды начала и конца треков.

Если на строке был хотя бы один трек, по сигналу КСтр устанавливается запрос на считывание. Наличие запроса в блоке ЭВМ проверяется командой F(8), а считывание информации производится командой F(2). Пока число считанных кодов не превышает число записанных в ответ на команду F(2), блок посылает в контроллер сигнал Q, по которому в ЭВМ осуществляется пропуск команды. Тем самым сокращается цикл передачи данных из буферной памяти интерфейса в память ЭВМ.

Если была считана не последняя строка, машина ожидает запрос на считывание со второго буферного блока памяти. Запись во второй блок осуществляется параллельно со считыванием из первого блока. Режимом работы блоков памяти /запись или считывание/ управляет первый разряд счетчика строк.

После считывания данных с текущей строки ЭВМ командой F(29) проверяет конец кадра, по которому выполняет переход на программу обработки данных телевизионного кадра.

Работу телевизионной камеры можно имитировать тестовыми программами. Для этого команды КАМАК F(28), F(30) и F(31) вырабатывают, соответственно, кадровый, синхронизирующий и импульс трека.

После изготовления и настройки интерфейса правильность кодирования информации с ТК на ПЗС проверялась путем вывода данных записанного в память ЭВМ телевизионного кадра на теле-тайп или на экран растрового дисплея.

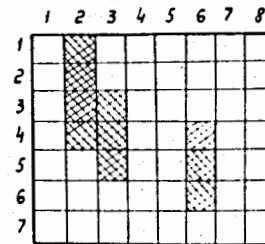


Рис. 2

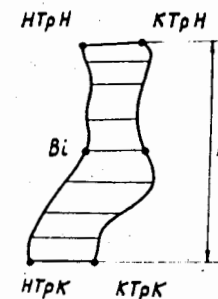


Рис. 3

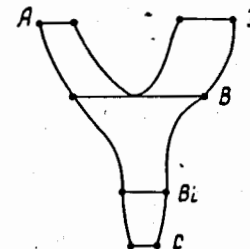


Рис. 4

Для выделения треков из массива данных, записанных в память ЭВМ, служит программа FILTR. В качестве входных данных использован массив чисел в формате:

$N \text{ стр}, НТр1, КТр1, НТр2, \dots, КТр5, N \text{ стр}, \dots, МК /1/$
 где N стр - номер строки, НТр - координата /номер столбца/ начала трека на строке, КТр - координата конца трека, МК - марка конца массива.

При обработке изображения /рис.2/ в матрице размерностью 7×8 в память ЭВМ будет записано:

1,2,3,
 2,2,3

 4,2,4,6,7

 6,6,7,6000

Здесь число 6000 является маркой конца массива. Программа FILTR выделяет связанные объекты и определяет их геометрические характеристики. FILTR определяет координаты начала и конца, длину и площадь треков. После завершения работы программы в памяти ЭВМ сформирован массив:

S, L, NстрН, НТрН, КТрН, NстрК, НТрК, КТрК,

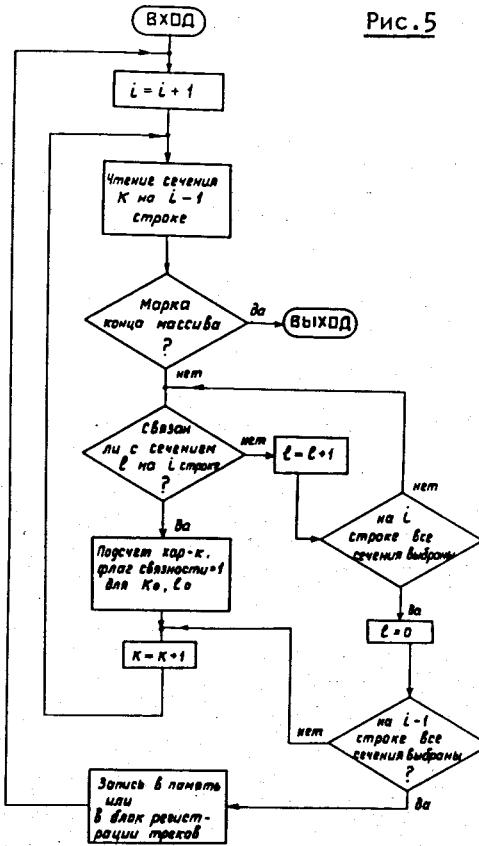
... /2/
 МК

где S - площадь трека, L - его длина.

Рис.3 объясняет значение других переменных из /2/; V_i - ширина сечения трека по строке. Обработав картинку, соответствующую показанной на рис.2, программа FILTR образует массив в соответствии с /2/.

7,5,1,2,3,5,3,4,
 3,3,4,6,7,6,6,7,
 6000

Рис. 5



Картинку типа "вилки" /рис. 4/ FILTR "оцифрует" следующим образом:

A, C,
D, B,
M K

Каждая из A, C, D, B соответствует одной строке из /2/. Программа определит площадь фигур так:

$$S_{AC} = \sum_{B_1} B_{1CAC}; \quad S_{DB} = \sum_{B_1} B_{1CDB}.$$

Обобщенная блок-схема программы приведена на рис. 5.

Программа FILTR работает по такому принципу: берутся две последовательные строки с сечением треков /верхняя и нижняя/ и накладываются друг на друга. Если сечения имеют общую точку, то для данного трека считаются геометрические характеристики, если сечения не совпали, то для верхней строки трек закончен, и его можно записывать в выходной массив, для нижней строки несовпадение означает начало нового трека.

Программа FILTR написана для мини-ЭВМ типа "Электроника-100", занимает 6008 слов памяти. Работа программы проверялась в реальных условиях функционирования интерфейса для телевизионной камеры с матрицей 232x144 элементов для 5 треков на строке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Березин В.Ю. и др. Телевизионная камера на матрице приборов с зарядовой связью. "Техника кино и телевидения", М., 1977, №6.
2. Малая электронная вычислительная машина 1001-ТРА/1. Справочник. КFK1-72-7322, Будапешт, 1972.

Рукопись поступила в издательский отдел
19 марта 1980 года.