

Ц846
ИС-543

2243 / 2-76

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

ДУБНА

14 / VI-76



P10 - 9459

М.Женеи, З.Замори, И.Манно

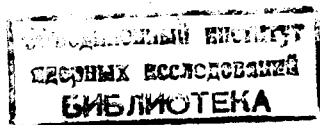
ФИЛЬТРАЦИЯ ДАННЫХ
СКАНИРУЮЩИХ АВТОМАТОВ
НА МАЛОЙ ЭВМ

1976

P10 - 9459

М.Женеи, З.Замори, И.Манно

ФИЛЬТРАЦИЯ ДАННЫХ
СКАНИРУЮЩИХ АВТОМАТОВ
НА МАЛОЙ ЭВМ



Описание системы

Для фильтрации и изображения точек координат следов, измеренных сканирующими автоматами, мы использовали малую ЭВМ типа ТПА/И и растровый дисплей типа Е-601. (Эта система серийно выпускается в ВНР). Подобные работы уже были ранее проведены в ЦЕРНе на основе РДР-9/1/.

В процессе работы нам удалось создать такую программу, которая требует всего 1,5 сек для того, чтобы отфильтровать точки, принадлежащие настоящим трекам среди ИК(1024)-точек, измеренных спиральным измерителем (СИ-1) для того, чтобы выделить по несколько мастер-точек на каждом из треков и, наконец, для того, чтобы вывести результат этих операций в цифровом и графическом виде на экран дисплея, обеспечивая таким образом оператору возможность проверки и одобрения правильности опознавания событий, проводимого машиной.

На фотографиях показаны соответственно: общий вид системы и изображение отфильтрованных точек в полярной и декартовой системах координат.

ЭВМ ТПА/И имеет объем памяти 16 12-разрядных килослов с циклом 1,5 мксек, что дает возможность обрабатывать до 3К пар

измеренных координат (большее количество координат спиральный измеритель обычно не накапливает).



В данном варианте программы значения координат R и θ , предварительно перфорированные на бумажную ленту, записываются в оперативную память ЭВМ ТПА/И в цепочки по три ячейки в три массива, с названиями T , R , и TAR . Старшие разряды элементов массивов T и R служат для признаков, остальные 11 разрядов — для хранения старших разрядов положительных значений координат θ и R . Младшие разряды этих значений располагаются в массиве TAR вместе с тремя разрядами $A(A(I+3) \rightarrow TAR(9+II))$, которые резервированы для нумерации найденных треков. Все эти массивы располагаются в оперативной памяти, как показано на рис.1.

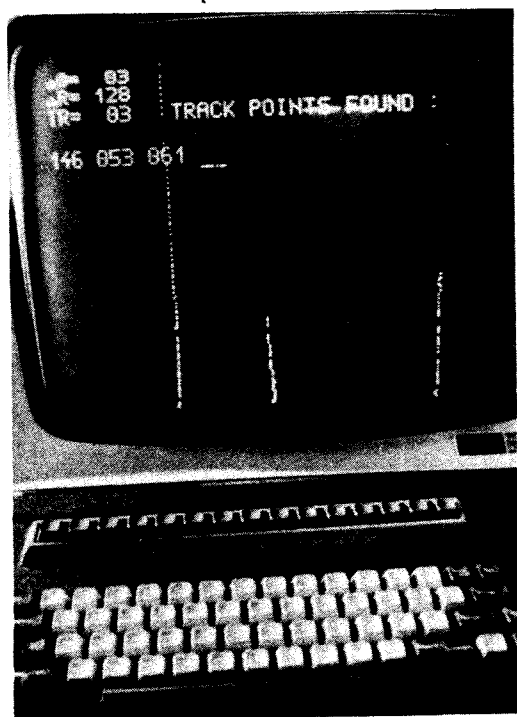
Перед фильтрацией значения $T \langle 0 \rangle$ и $R \langle 0 \rangle$ равны 0, за исключением тех точек, которые не участвуют в процессе фильтрации (например, калибровочные точки). У них $R \langle 0 \rangle = 1$.



В течение всех операций, то есть во время фильтрации, выделения мастер-точек и изображения данных на экране, все значения этих массивов, кроме значений $T \langle 0 \rangle$, $R \langle 0 \rangle$, сохраняются.

Программа вначале "чистит" поле данных, читает новые координаты θ и R ($DATAIN$) и распаковывает их в массивы T, R и TAR ($UNPACK$), затем для проведения фильтрации вызывается подпрограмма $FILTR$. После её выполнения в выделенном участке памяти SIA ($= SCREEN IMAGE AREA$) по координатам точек отфильтрованных треков создается требуемое изображение — копия экрана. В этот же участок памяти записывается цифровая информация о параметрах фильтрации и количестве найденных точек в каждом отдельном треке. Затем на телевизионный

экран запускается автономная передача данных с участка памяти "копия экрана" `STA`. После получения результатов вызывается подпрограмма `ZSMOOTH` для выделения нескольких мастер-точек по каждому треку. Для дальнейшей обработки треков мы выбрали из каждых 4-10 отфильтрованных точек одну мастер-точку, как наиболее близкую к математической середине этих точек.



Мастер-точки выбраны путем процедуры "выравнивания" отфильтрованных точек. Вначале в алгоритме мы использовали представление чисел с плавающей запятой, но в этом случае расчеты проходили слишком медленно (15 сек/тр). Подпрограмма `FITIN` переписывает координаты этих мастер-точек в концы массивов `T`, `R` и `TAR` с

признаками $T\langle o \rangle = I$ и $R\langle o \rangle = I$. С помощью `DISPLAY PACKAGE` снова создается "копия экрана" и крестами на экране изображаются немедленно все те точки, координаты которых обладают признаками мастер-точек.

Затем программа ожидает прерывания, идущего от клавиатуры для выполнения различных команд (например, для повторения фильтрации с измененными параметрами, преобразования координатной системы дисплея, перемещения и увеличения изображения и сравнения отфильтрованных и со следами, не прошедшими фильтрацию.)

Блок-диаграмма всей программы показана на рис.2.

Из целой программы стратегия фильтрации и дисплейный пакет заслуживают наибольшего внимания.

Для фильтрации данных, то есть для отбора из всей измеренной информации тех отсчетов, которые принадлежат трекам, исходящим из заданной вершины, используется методика локального поиска трека или так называемая методика слежения за треком.

Спиральная развертка сканирующего устройства исходит из вершины, следовательно, накапливаемые в массивах координаты пересечений сканирующего луча с треками расположены в соответствии с возрастающим радиусом развертки.

В процессе фильтрации мы предполагаем, что первая пара координат соответствует первой точке одного из искомым треков, и поэтому отмечаем слово `T [o]` признаком попадания, а слово `TAR [o]` - порядковым номером трека и переписываем значения ячеек `T [o]` и `R [o]` соответственно в ячейки `TK` и `EK`, которые выделены для хранения последних найденных координат. После этого при возрастающем индексе `I` мы сравниваем `TK` с `T[I]` и `EK` с `R[I]` и, если разница между ними меньше заданных значений, то мы от-

мечаем признаком эту пару координат и продолжаем процесс сравнения всегда относительно значения последней найденной пары координат.

Блок-диаграмма этого поиска показана на рис.3. При возрастающем радиусе развертки значение порога изменяется по заданной функции. При этих сравнениях мы используем только II старших разрядов координат R и θ . Слежение за треком, таким образом, происходит быстро, хотя не является очень надежным, т.к.пересекающиеся треки легко могут вызвать отклонение от настоящего направления искомого трека. Поэтому мы предусмотрели возможность вторичной, более тщательной проверки направления с помощью отдельной подпрограммы, вызов которой происходит только в случае, когда координаты соседних точек приблизительно совпадают. Скорость поиска из-за этого несколько уменьшилась. Наконец, в том случае, когда эти методы не приводят к успеху, оператор может вмешаться в процесс поиска на основе визуального анализа детального изображения.

В дальнейшем возможно усовершенствование программы поиска. Основным преимуществом настоящего варианта является то, что для слежения за треком требуются всего лишь десятые доли секунды, так что и малая машина может осуществлять фильтрацию на линии со сканированием.

В созданном пакете дисплея мы реализовали несколько функций для оценки потерь времени в тех случаях, когда оператор вмешивается в процесс фильтрации.

DISPLAY PACKAGE служит для изображения данных на дисплее, определенных режимом работы дисплея. Режим работы дисплея определяется заданием следующей информации:

I. В какой системе координат дается изображение (полярной или декартовой).

2. Величина перемещения изображения.
3. Изображение отфильтрованное или не прошедшее фильтрацию.
4. Масштаб увеличения.

Сведения о том, как задавать и изменять режим работы дисплея, приведены далее.

Данная программа написана для растрового дисплея типа NE-60I/и с разрешением по экрану 180 x 240 точек. Подсвет каждой такой точки определяется одним разрядом слов определенного поля оперативной памяти ЭВМ ТПА/И. При значении разряда, равного I, точка светится, если же значение равно 0 - точка темная. Часть памяти, которая определяет состояние экрана, называется SCREEN IMAGE AREA (S I A). В настоящей программе она занимает слова 760-7777 в кубе I.

DISPLAY PACKAGE работает на основе подпрограмм POLAR и DECARTE, а также на основе подпрограмм, которые манипулируют SCREEN IMAGE AREA. Эти подпрограммы имеют следующие функции.

- CLEAR: Стирает SCREEN IMAGE AREA - это означает, что во всей ячейке стоят нули.
- POINT: Подпрограмма пишет I в разряде, соответствующем X,Y -координатам данной точки на экране. Координаты X,Y должны быть в словах CX, CY.
- CROSS: Около точки с координатами X,Y записывает крест. Координаты X,Y должны находиться в словах CX,CY.
- POLAR: Подпрограмма вычисляет выражение $(TND-DISPLA) \cdot 2^{counte}$, где содержание слова DISPLA является мерой передвижения картины, а содержание COUNTЕ озна-

чает, сколько раз необходимо вдвое увеличить X-координаты. Подпрограмма проверяет, не находятся ли эти координаты вне экрана.

DECART: Подпрограмма вычисляет выражение $RD \cdot \sin(\text{THD}) + DX$ и записывает в слово CX, затем выражение $RD \cdot \cos(\text{THD}) + DY$ заносит в слово CY, где DX и DY — координаты центра экрана. Функции $\sin(\text{THD})$ и $\cos(\text{THD})$ вычисляются с помощью таблицы, которая состоит из 127 слов.

Таким образом, принцип работы DISPLAY PACKAGE заключается в следующем.

Программа задает очередные данные в словах THD, RD и TARD. Если картина неотфильтрованная, все данные будут вычислены и соответствующие координаты будут записаны в SCREEN IMAGE AREA. В случае отфильтрованной картины программа вычисляет только помеченные данные, т.е. данные, у которых $\text{THD} < 0$. Вычисление происходит с помощью одной из двух подпрограмм: POLAR или DECART. Затем подпрограмма POINT заносит в соответствующий разряд слов поля SIA единицу.

Программа работает до тех пор, пока поступают данные.

Режим работы дисплея мы задаем с помощью контрольных клавиш I-6.

I	2	3	4	5	6	
---	---	---	---	---	---	--

Функции клавиш следующие:

1-ая клавиша — стирание информации, изображенной на экране.

2-ая клавиша — производит переключение на полярную систему

координат (система переписывает адрес вызова подпрограммы на POLAR).

3-я клавиша — переключает на декартовую систему координат (система переписывает адрес вызова подпрограммы на DECART).

4-ая клавиша — служит для перемещения изображения по экрану влево. Это делается следующим образом: с помощью шара перемещения контрольная точка передвигается на такую точку X-координат, которую требуется сместить влево. Затем нажимается 4-ая клавиша, в результате чего X-координата контрольной точки заносится в слово DISPLA, которым и воспользуется подпрограмма POLAR.

5-ая клавиша — используется для увеличения содержания слова COUNTS на единицу от нуля до девяти, после девяти COUNTS снова начинается с нуля. Для подпрограммы POLAR слово COUNTS покажет меру увеличения по X-координате, максимальная величина которого 2^9 .

6-ая клавиша — служит для перехода от отфильтрованной картины в неотфильтрованную и наоборот. Технически это происходит при изменении слова FLAG с 7700 на 77 (и наоборот).

Остальные клавиши не используются в описанном режиме работы.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

θ_7	θ_6	θ_5	θ_4	θ_3	θ_2	θ_1	θ_0	0	A_2	A_1	A_0
R_3	R_2	R_1	R_0	θ_{15}	θ_{14}	θ_{13}	θ_{12}	θ_{11}	θ_{10}	θ_9	θ_8
C	R_{14}	R_{13}	R_{12}	R_{11}	R_{10}	R_9	R_8	R_7	R_6	R_5	R_4

Входная информация

РАСПАКОВКА

Массивы T, R, и TAR в МДЗУ

F	θ_{15}	θ_{14}	θ_{13}	θ_{12}	θ_{11}	θ_{10}	θ_9	θ_8	θ_7	θ_6	θ_5	T[0]
C	R_{14}	R_{13}	R_{12}	R_{11}	R_{10}	R_9	R_8	R_7	R_6	R_5	R_4	R[0]
θ_4	θ_3	θ_2	θ_1	θ_0	R_3	R_2	R_1	R_0	A_2	A_1	A_0	TAR[0]

Рис. 1

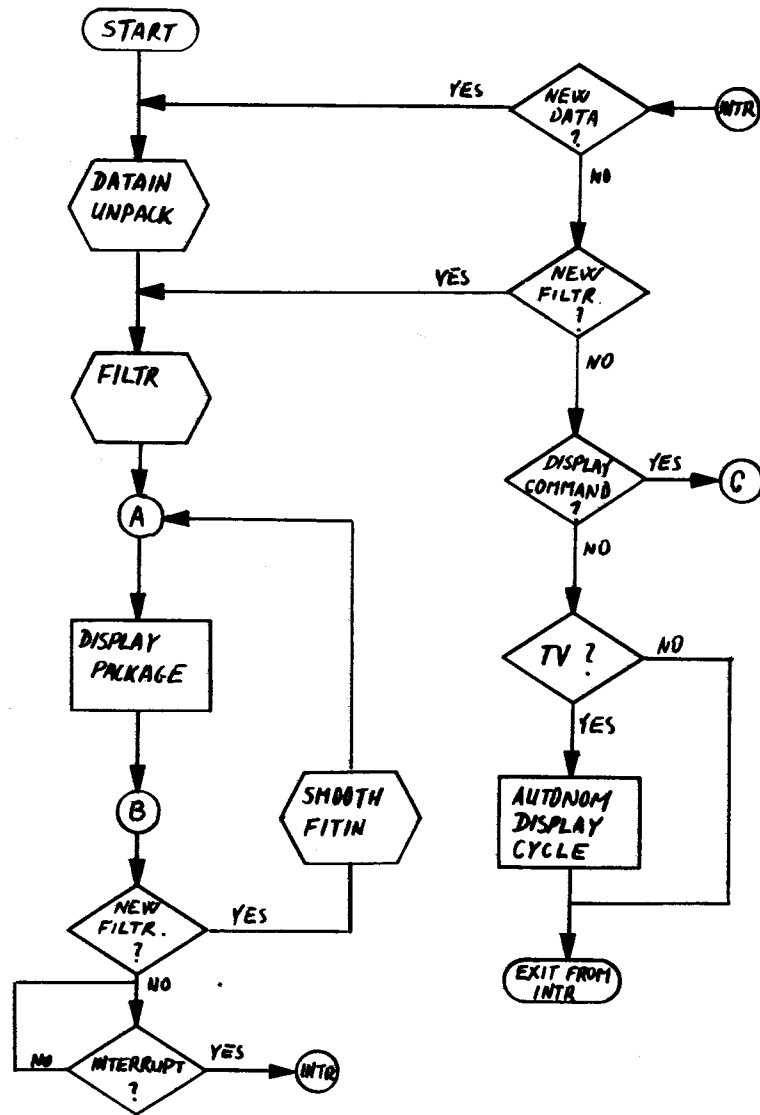


Рис. 2А

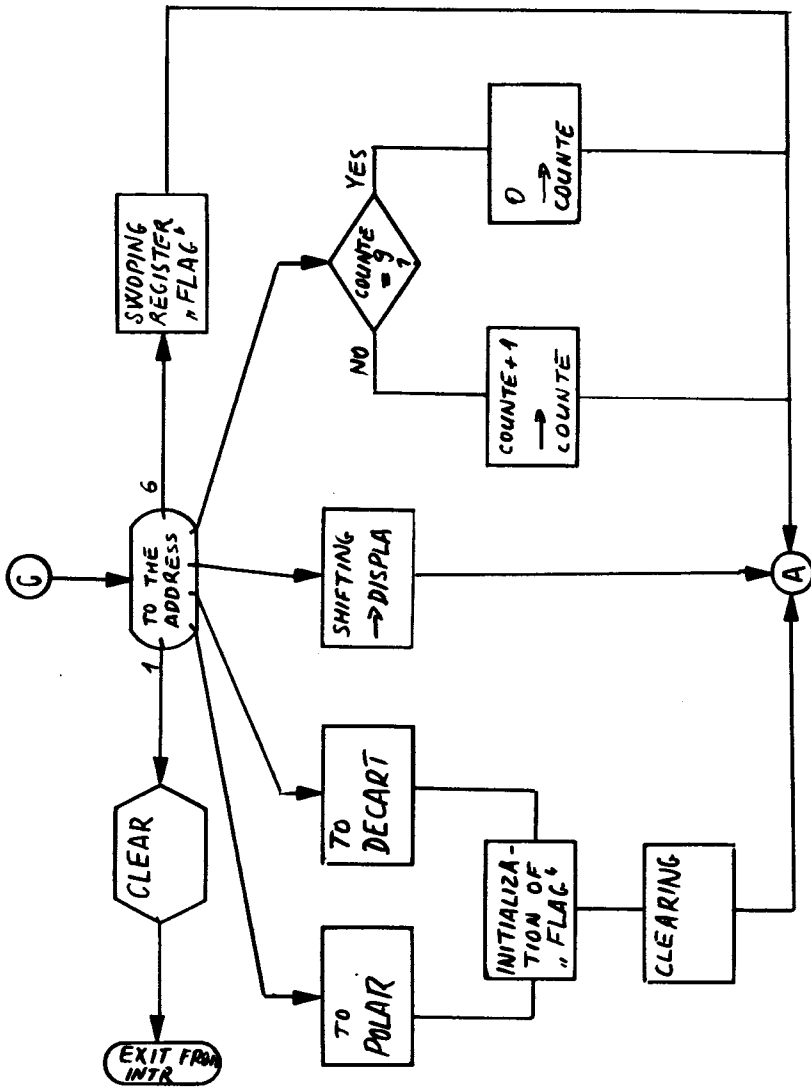


FIG. 2B

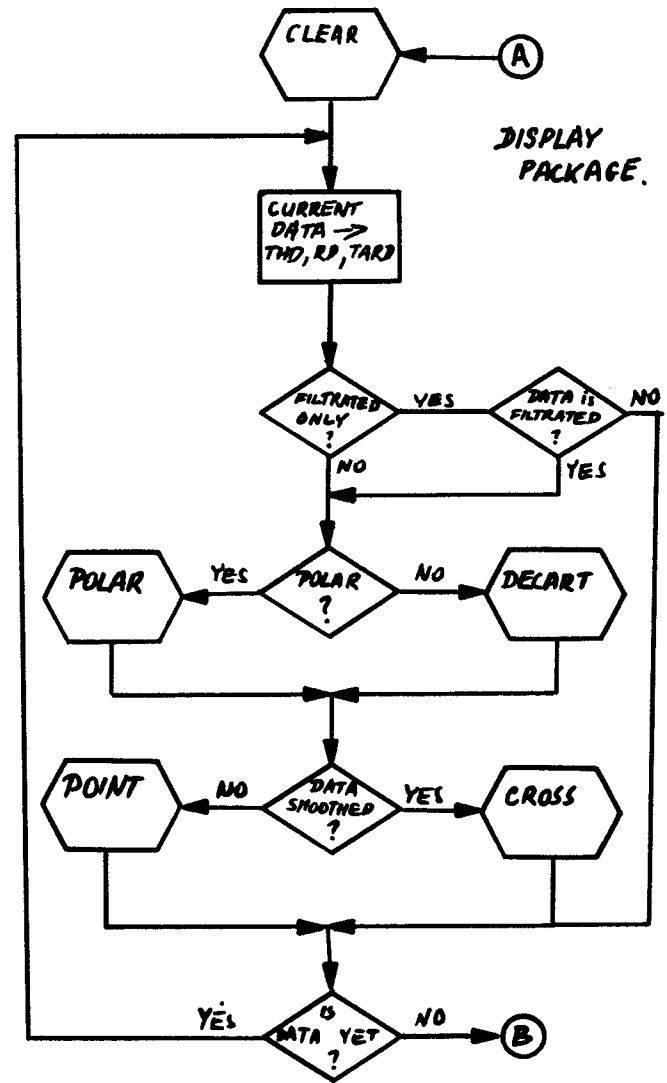


FIG. 2C

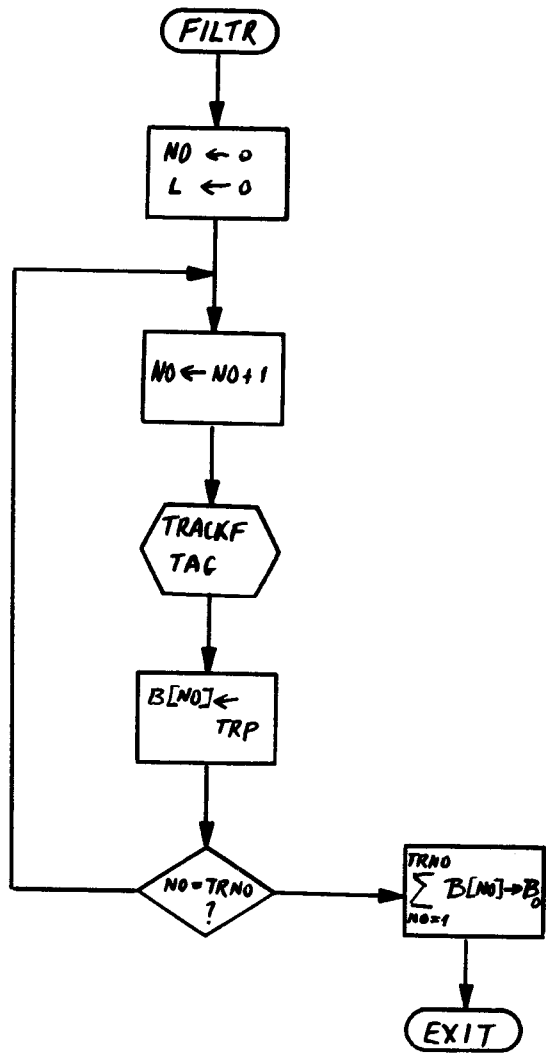


FIG. 3A

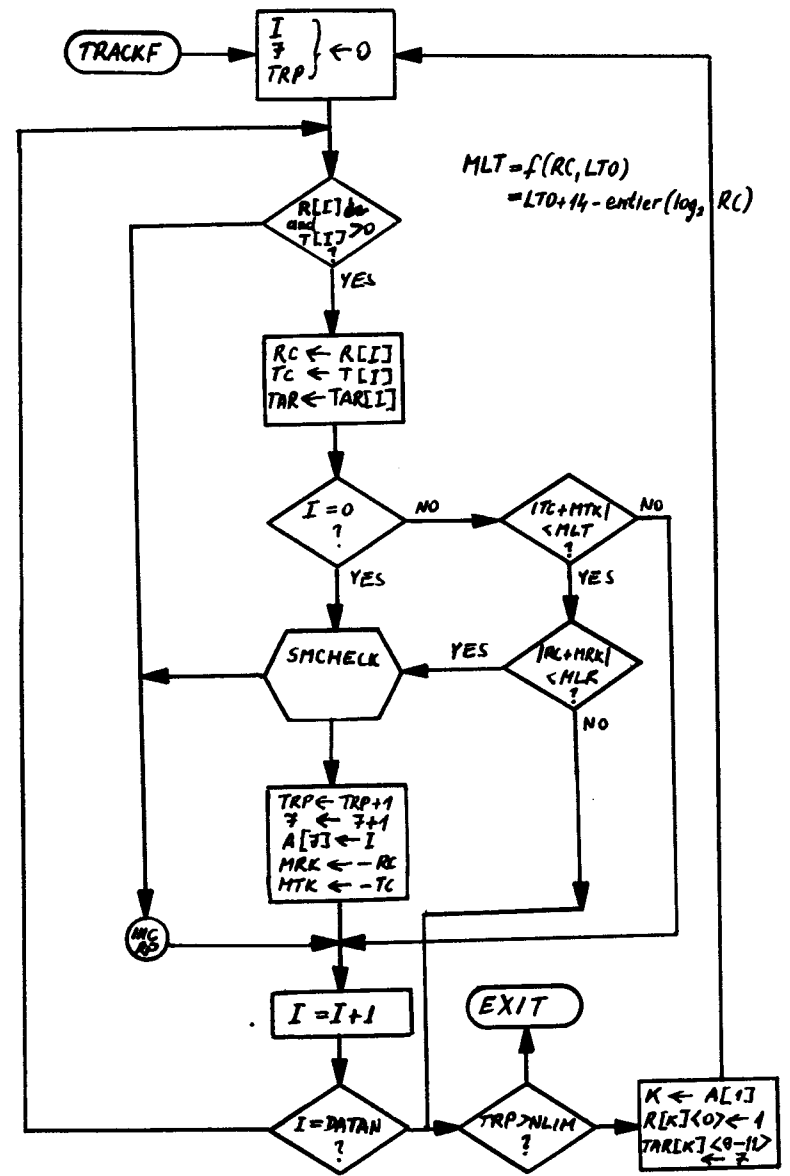


FIG. 3B

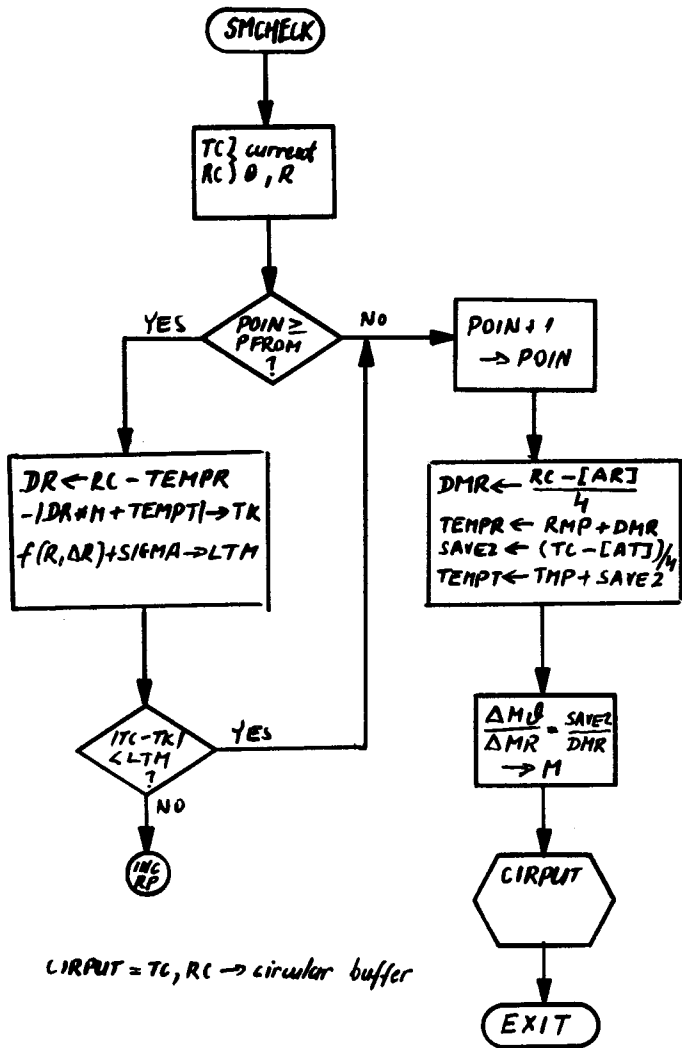


FIG. 3C

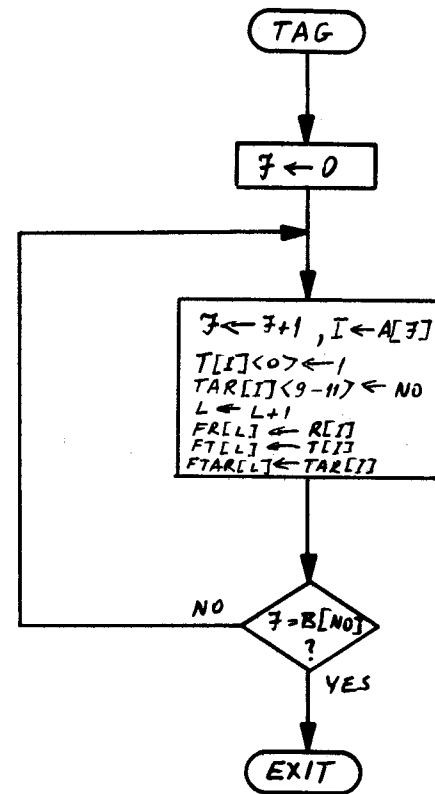


FIG. 3D

В заключение мы хотим выразить благодарность В.М.Котову, который сформулировал необходимость и изложил преимущество "on-line" фильтрации, Г.А.Ососкову, познакомившему нас с различными возможными стратегиями фильтрации, В.И.Морозу и Ю.И.Сусову, которые оценили значение диалогового вмешательства в процессе опознавания событий в оптико-механических сканирующих автоматах.

ЛИТЕРАТУРА

I. L.Zanello. On Line Software for the CERN Spiral Readers
(European Spiral Reader Symposium -1972).

Рукопись поступила в издательский отдел
25 марта 1976 года.