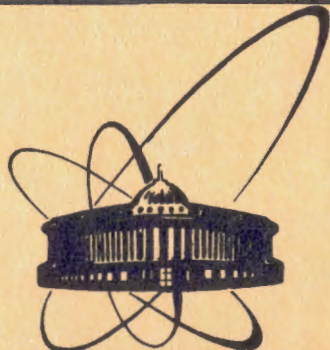


85-783



СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

P10-85-783

А.Я.Астахов

РЕАЛИЗАЦИЯ ОДНОГО АЛГОРИТМА
ВЫДЕЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ТРЕКОВ
ПРИ АНАЛИЗЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ
ЯДЕРНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ

1985

Процесс выделения треков при обработке данных эксперимента в ядерной физике состоит из нескольких этапов.

Вначале штриховая картина ядерного взаимодействия преобразуется в точечную. Результат этого этапа: координаты точек – запоминаются в промежуточной памяти. Затем совокупности точек преобразуются в набор линейных элементов и, наконец, программными средствами производится "сшивка" элементов.

Кроме многоэтапности существующий метод определения координат треков обладает тем недостатком, что во время считывания исследуемой картины (на стадии преобразования штриховой картины в точечную) не производится анализа на принадлежность точки треку или фону. Это приводит к тому, что приходится запоминать и затем заново перерабатывать большой объем фоновых данных.

Каким образом процесс выделения элементов треков сделать одно-этапным и выполнять фильтрацию фона во время считывания исследуемой картины? Если во время считывания определять геометрические характеристики трека и фона, сравнивать их с заданными, то по результатам сравнения в память можно записывать только координаты треков, а фон отфильтровать.

Как правило, трек имеет наперед известные и постоянные в некоторых пределах геометрические характеристики. Сравнивая, например, величину сечения трека на строке (ширину видеоимпульса) с заданным значением, можно на стадии считывания отфильтровать фон, имеющий отличные от треков геометрические характеристики, и таким образом уменьшить объем памяти, требуемой для запоминания информации с одной строки.

Геометрические характеристики треков и фона на последовательных строках – это длина, угол наклона, площадь и другие величины. Сравнивая их с заданными, можно устранить фон, который не был отфильтрован на отдельных строках.

Если учесть, что положение линейного трека в матрице полностью определяется координатами начального и конечного элементов (сечений) трека, то объем данных в таком треке может быть значительно уменьшен за счет записи в память только координат начального и конечного элементов.

Таким образом, применение данного метода выделения и оцифровки треков дает принципиальную возможность в несколько десятков раз уменьшить объем информации, передаваемой в память для хранения и последующего анализа на ЭВМ. Геометрические характеристики штриховых ядерных изображений сравнительно легко определяются с помощью твердотельных светочувствительных приборов с зарядовой связью (матриц или линеек). Особенности схемотехнических решений электронной аппаратуры для анализа изображений с помощью приборов с зарядовой связью связаны с разложением исследуемой картины на элементарные ячейки по строкам и столбцам. Допустим, что анализируется черно-белая картина, состоящая из помех и штриховых изображений треков. При разбиении такой картины на отдельные ячейки белая точка, например, будет указывать на отсутствие изображения, а черная - на наличие трека или фона. На строке отдельное изображение может занимать несколько последовательных ячеек. Поэтому для определения величины темных и светлых участков необходимо выделять границы переходов от светлого изображения к темному, и наоборот.

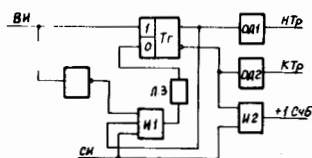


Рис. 1

Схема, показанная на рис. 1, вырабатывает все сигналы, необходимые для вычисления величин темных и светлых участков на строке. Она работает следующим образом. Видеоимпульс (в нашем случае сигнал, соответствующий затемненной ячейке) устанавливает триггер в единичное состояние. В момент переключения триггера в единицу одновибратор ОД1 формирует импульс начала трека (НТр).

Если изображение занимает несколько последовательных ячеек на строке, триггер все это время удерживается в единичном состоянии. По окончании видеосигнала синхроимпульс (СИ) через вентиль И1 и элемент задержки сбрасывает триггер. В момент перехода триггера в нулевое состояние одновибратор ОД2 формирует импульс конца трека (КТр).

Величины темных участков на строке могут быть определены путем подсчета видеоимпульсов между сигналами конца трека, а светлых участков - подсчетом синхронизирующих импульсов между сигналами начала треков (импульсы на выходе вентиля И2 на рис. 1).

Если величины темных и светлых участков на строке определены, то задача фильтрации фона сводится к сравнению полученных значений с заданными и выработке по результатам сравнения на основе принятых критериев сигналов записи координат сечений, удовлетворяющих условиям искомым трекам, или стирания координат фона.

Рассмотрим пример фильтрации помех на отдельных строках при анализе картины рис. 2.

Условимся, что будем выделять такие изображения, величина сечения которых на строке и расстояния между отдельными сечениями больше одной ячейки. При выполнении этих условий координаты начала и конца сечения запоминаются в памяти.

На рис. 2 показан участок трека с характерными помехами. Рассмотрим работу блока фильтрации, функциональная схема которого показана на рис. 3.

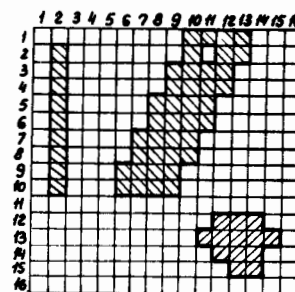


Рис. 2

Блок имеет регистры, в которые перед началом работы заносится код ширины трека (в регистр черного - РгЧ) и код минимально допустимого расстояния между треками (в регистр белого - РгБ).

Счетчик черного (СчЧ) определяет величину сечения трека или фона в строке, а счетчик белого (СчБ) - расстояние между черными участками. Схемы сравнения (СхСр) постоянно сравнивают коды счетчиков и соответствующих регистров. В зависимости от результатов сравнения логические схемы вырабатывают два сигнала: разрешение

записи координат в память (Зп) или стирания в памяти ранее записанного кода помех (-I Сч Ад). Блок работает следующим образом. Если помех нет: величина темного участка и расстояние между ними больше заданных, то вентили И1, И2 открыты для сигналов начала и конца треков (НТр, КТр), по которым выполняется запись координат в память. Этому случаю соответствует первая строка рис. 2.

Если величина темного участка меньше заданной, а расстояние между темными участками больше, то сначала срабатывает вентиль И2, по сигналу которого в память записывается координата начала помехи, а затем - вентиль И4, по сигналу которого в памяти стирается код начала помехи. Этому случаю соответствуют столбцы 2-4 второй строки.

Если величина темного участка и расстояния между темными участками меньше заданных (вторая строка, столбцы 10, 11), то по сигналу НТр, соответствующему первому темному участку, срабатывает вентиль И2, а по сигналу КТр, соответствующему концу второго темного участка, вентиль И1. В результате помеха в виде светлой ячейки на темном фоне отфильтровывается, и в памяти останутся координаты начала и конца сечения трека. На одной строке могут быть любые другие чередования темных и светлых участков.

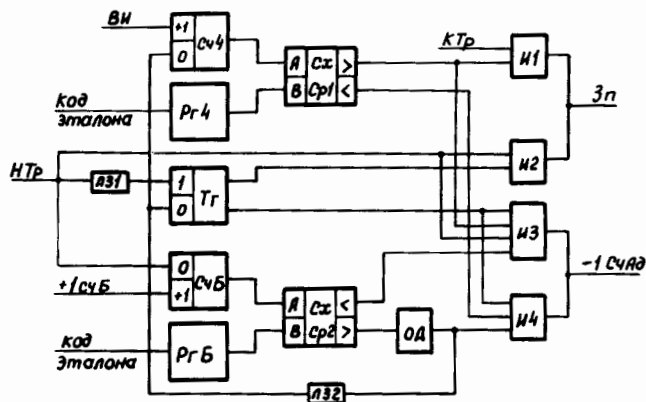


Рис. 3.

Устройство для фильтрации фона на текущей строке разложения изображения реализовано на основе телевизионной камеры на матрице приборов с зарядовой связью^{1/1}. Основные характеристики камеры: размер области проекции изображения 3,89 x 4,84 мм², число строк фоточувствительной секции I44, число элементов в строке 232. Вывод информации из матрицы осуществляется с интервалом в две телевизионные строки на частоте 4,6 МГц.

Функции кодирования координат изображения и фильтрации фона выполняет интерфейс, который разработан в стандарте КАМАК. Схемы интерфейса размещены на одной плате КАМАК и содержат около 70 микросхем I55 серии. За время одного кадра (20 мс) интерфейс записывает в память ЭВМ по программному каналу координаты 6 треков на каждой из I44 строк. Разработанная аппаратура используется в настоящее время в опытно образце прибора для автоматизированной обработки ядерных фотоэмульсий^{2/1}.

Трек и помеха могут не отличаться по параметру **"Ширина на строке"**. Чтобы отделить фон и в этом случае, нужно проследить трек на последовательных строках, т.е. найти другой параметр, например, **длину** трека или фона и **сравнить** его с заданным.

Поставленную задачу решает устройство, блок-схема которого показана на рис.4^{3/1}. Принцип работы устройства рассмотрим для случая, когда на каждой строке имеется одно сечение трека или фона (столбцы 6-16 на рис.2).

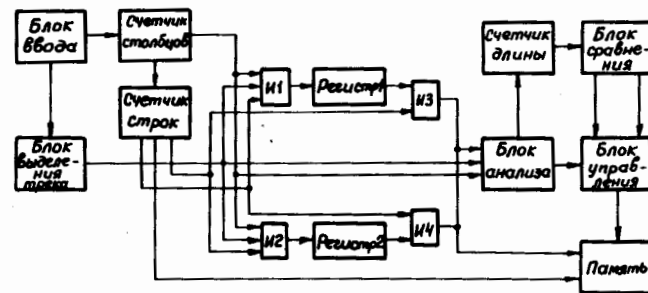


Рис. 4.

Блок ввода, в качестве которого используется телевизионная камера на приборах с зарядовой связью, осуществляет разложение исследуемой картины по строкам и столбцам. Счетчики столбцов и строк формируют координаты сечений треков и фона в матрице.

Блок выделения треков вырабатывает на строках сигналы начала и конца сечений, по которым текущее значение счетчика столбцов в зависимости от четности строки записывается в регистр I или 2.

Блок анализа проверяет связность сечений на последовательных строках, т.е. проверяет, имеют ли сечения на текущей и предыдущей строках общую точку. Счетчик длины трека или фона по сигналам блока анализа вычисляет длину связанных сечений, а блок сравнения сравнивает ее с заданной. Если на строке есть элемент трека или фона, то текущее значение счетчика строк запоминается в памяти. Координаты сечений с выходных ключей регистров записываются в память при наличии сигнала связности в блоке анализа или при его отсутствии, если длина связанных сечений больше заданной.

Адреса записи формируются по следующим логическим правилам:

- если есть сигнал связности в блоке анализа, а код в счетчике длины трека равен нулю, то адрес памяти увеличивается на единицу;
- если есть сигнал в блоке анализа, а код в счетчике длины трека не равен нулю, то адрес памяти не изменяется;
- если нет сигнала в блоке анализа, а длина связанных сечений больше заданной, то адрес памяти увеличивается на единицу;
- если нет сигнала в блоке анализа, а длина связанных сечений не больше заданной, то адрес памяти уменьшается на два. Таким образом отфильтровываются треки от фона.

Возвращаясь к примеру на рис.2, к концу считывания матрицы в памяти устройства будут храниться числа: в первой ячейке - I, IO, I4, во второй - IO,6, IO, т.е. коды, определяющие положение в матрице начального и конечного сечений трека. В данном устройстве на каждый отфильтрованный трек затрачивается шесть координат, это число не зависит от количества строк (N) разложения изображения. Выигрыш в объеме памяти при работе устройства по сравнению с традиционным способом можно оценить по формуле:

$$\frac{1}{6T} \sum_{i=1}^N (1 + n_T^i + n_\Phi^i), \quad \text{где}$$

T - число отфильтрованных треков,

n_T - число сечений на строке, удовлетворяющих условиям искомым треков,

n_Φ - число фоновых сечений на строке.

Литература

1. Астахов А.Я., Комов Г.М. Интерфейс телевизионной камеры на приборах с зарядовой связью для автоматической обработки изображений треков частиц. ПТЭ, № 3, 1982, стр.64-68.
2. Астахов А.Я. и др. Исследование метрических характеристик мезо-оптического фурье-микроскопа для ядерной фотоэмюльсии. ОИЯИ, Р13 84-277, Дубна, 1984.
3. Астахов А.Я., Комов Г.М. Устройство для определения координат треков. в.с. СССР № 854164, от 28.III.1980 г., ОИПОТЗ, 1982, №4, стр.324.

Рукопись поступила в издательский отдел
I ноября 1985 года.

Вниманию организаций и лиц, заинтересованных в получении публикаций Объединенного института ядерных исследований

Принимается подписка на препринты и сообщения Объединенного института ядерных исследований.

Установлена следующая стоимость подписки на 12 месяцев на издания ОИЯИ, включая пересылку, по отдельным тематическим категориям:

| ИНДЕКС | ТЕМАТИКА | Цена подписки на год |
|--------|--|----------------------|
| 1. | Экспериментальная физика высоких энергий | 10 р. 80 коп. |
| 2. | Теоретическая физика высоких энергий | 17 р. 80 коп. |
| 3. | Экспериментальная нейтронная физика | 4 р. 80 коп. |
| 4. | Теоретическая физика низких энергий | 8 р. 80 коп. |
| 5. | Математика | 4 р. 80 коп. |
| 6. | Ядерная спектроскопия и радиохимия | 4 р. 80 коп. |
| 7. | Физика тяжелых ионов | 2 р. 85 коп. |
| 8. | Криогеника | 2 р. 85 коп. |
| 9. | Ускорители | 7 р. 80 коп. |
| 10. | Автоматизация обработки экспериментальных данных | 7 р. 80 коп. |
| 11. | Вычислительная математика и техника | 6 р. 80 коп. |
| 12. | Химия | 1 р. 70 коп. |
| 13. | Техника физического эксперимента | 8 р. 80 коп. |
| 14. | Исследования твердых тел и жидкостей ядерными методами | 1 р. 70 коп. |
| 15. | Экспериментальная физика ядерных реакций при низких энергиях | 1 р. 50 коп. |
| 16. | Дозиметрия и физика защиты | 1 р. 90 коп. |
| 17. | Теория конденсированного состояния | 6 р. 80 коп. |
| 18. | Использование результатов и методов фундаментальных физических исследований в смежных областях науки и техники | 2 р. 35 коп. |
| 19. | Биофизика | 1 р. 20 коп. |

Подписка может быть оформлена с любого месяца текущего года.

По всем вопросам оформления подписки следует обращаться в издательский отдел ОИЯИ по адресу: 101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79.

НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги, если они не были заказаны ранее.

| | | |
|---------------|--|-------------|
| Д17-81-758 | Труды УШ Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Протвино, 1982 /2 тома/ | 11 р. 40 к. |
| Р18-82-117 | Труды II Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1981. | 5 р. 40 к. |
| Д2-82-568 | Труды IV совещания по использованию новых ядерно-физических методов для решения научно-технических и народнохозяйственных задач. Дубна, 1981. | 3 р. 80 к. |
| Д9-82-664 | Труды совещания по исследованиям в области релятивистской ядерной физики. Дубна, 1982. | 1 р. 75 к. |
| Д3,4-82-704 | Труды совещания по коллективным методам ускорения. Дубна, 1982. | 3 р. 30 к. |
| Д11-83-511 | Труды IV Международной школы по нейтронной физике. Дубна, 1982. | 5 р. 00 к. |
| Д7-83-644 | Труды совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике. Дубна, 1982. | 2 р. 50 к. |
| Д2,13-83-689 | Труды Международной школы-семинара по физике тяжелых ионов. Алушта, 1983. | 6 р. 55 к. |
| Д13-84-63 | Труды рабочего совещания по проблемам излучения и детектирования гравитационных волн. Дубна, 1983. | 2 р. 00 к. |
| Д2-84-366 | Труды XI Международного симпозиума по ядерной электронике. Братислава, Чехословакия, 1983. | 4 р. 50 к. |
| Д1,2-84-599 | Труды 7 Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1984. | 4 р. 30 к. |
| Д17-84-850 | Труды VII Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1984. | 5 р. 50 к. |
| Д10,11-84-818 | Труды III Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1984. /2 тома/ | 7 р. 75 к. |
| | Труды V Международного совещания по проблемам математического моделирования, программированию и математическим методам решения физических задач. Дубна, 1983 | 3 р. 50 к. |
| | Труды IX Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1984 /2 тома/ | 13 р. 50 к. |

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу:
101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79
Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований

Астахов А.Я. P10-85-783
Реализация одного алгоритма выделения элементов треков при анализе изображений ядерных взаимодействий

Описывается алгоритм выделения элементов треков, основанный на анализе геометрических характеристик штриховых изображений. Для анализа исследуемая картина разлагается на элементарные ячейки по строкам и столбцам. Приводятся особенности схемотехнических решений электронной аппаратуры, предназначенной для фильтрации треков и фона на одной и на последующих строках.

Работа выполнена в Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1985

Перевод О.С.Виноградовой

Astakhov A.Ya. P10-85-783
The Realization of One Algorithm for Track Elements Isolation in Analyzing the Images of Nuclear Interactions

The algorithm for isolation of track elements, based on the analysis of geometrical characteristics of dashed images is described. For the analysis, the pattern under investigation is expanded into elementary cells in terms of strings and columns. The peculiarities of scheme-technical solutions of electronic equipment for the track and noise filtering on one string and on the successive strings are listed.

The investigation has been performed at the Laboratory of Computing Techniques and Automation, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1985