

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



18/VIII-75

P10 - 8860

Б-245

3036/2-75

Н.В.Барашенкова, А.А.Карлов, Э.Д.Лапчик,
В.А.Сенченко, Л.В.Тутьшкина, В.Н.Шкунденков

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС
УПРАВЛЕНИЯ И ОПОЗНАВАНИЯ
ДЛЯ СКАНИРУЮЩЕГО АВТОМАТА
С МОНИТОРНОЙ СИСТЕМОЙ
ДИАЛОГА ЧЕЛОВЕК - ЭВМ

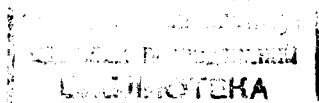
1975

P10 - 8860

Н.В.Барашенкова, А.А.Карлов, Э.Д.Лапчик,
В.А.Сенченко, Л.В.Тутьшкина, В.Н.Шкунденков

**ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС
УПРАВЛЕНИЯ И ОПОЗНАВАНИЯ
ДЛЯ СКАНИРУЮЩЕГО АВТОМАТА
С МОНИТОРНОЙ СИСТЕМОЙ
ДИАЛОГА ЧЕЛОВЕК - ЭВМ**

Направлено на семинар по обработке физической информации, Ереван, 1975.



В работе описан программный комплекс управления измерением и опознавания событий, разработанный для сканирующего автомата АЭЛТ-I /I/, на котором обрабатываются фотоснимки с широкозазорной искровой камеры.

Автомат АЭЛТ-I основан на применении управляемой от ЭВМ БЭСМ-4 электронно-лучевой трубки и предназначен для обработки 35-мм фильмов. Разработанная для автомата мониторинговая система диалога человек - ЭВМ включает в себя монитор, дисплей со световым карандашом и оптический экран, используемые для оказания помощи ЭВМ в затруднительных ситуациях. Новым здесь является организация диалога путем использования монитора в режиме многократного сканирования участка снимка, на котором ЭВМ встретила затруднение в процессе измерения. Дисплей используется на этапе обработки считанной в ЭВМ информации в процессе опознавания событий. Для передачи необходимых приказов в ЭВМ применяется функциональная клавиатура.

Макет обрабатываемых фотоснимков представлен на рис. 1. Снимок состоит из четырех проекций двух широкозазорных искровых камер, треки в которых выглядят в виде наклонных линий. По краям каждой из проекций имеются реперные отметки, используемые для устранения оптических искажений при измерениях на полуавтоматах; для программы опознавания событий на автомате эти отметки являются помехой. Для привязки координат в процессе измерения снимка на автомате используются четыре реперных кре-

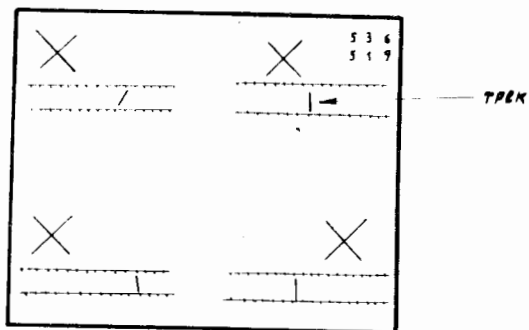


Рис. 1. Макет фотоснимка широкоугольной искровой камеры.

ста. Номер снимка задан арабскими цифрами, отсутствие двоичного номера для автоматической обработки служит причиной одной из ошибок в процессе обработки. На снимках нередко встречаются пробои (выглядят похоже на треки), двойные треки, царапины и просто загрязнения, служащие источниками помех. Но самую большую проблему при автоматической обработке составила низкая контрастность треков, которая встречалась на 40% поступавших на обработку снимков. При этом значительная часть этих снимков имела столь низкую контрастность треков, что сигналы от них тонули в шумах, и поэтому события на таких снимках было практически невозможно измерить и опознать в автоматическом режиме. Отбросить же их полностью было нельзя, т.к. была установлена зависимость ослабления контрастности треков от увеличения угла наклона. Именно эта проблема и стремление создать высокоэффективную систему обработки на базе автомата, без использования большого количества дорогостоящих в эксплуатации (в пересчете на один обработанный снимок) полуавтоматов для повторного измерения оставшихся не обработанными на автомате событий, обусловили применение на этапе измерения монитора как средства диалога.

Применение монитора позволило поднять эффективность этапа измерения с 60%, как это было при сканировании снимков с фиксированным уровнем дискриминации, до 80–85%. При этом 5–7% измеренных снимков имели сигналы от треков ниже уровня шумов, измерить которые без использования монитора было бы крайне трудно. Оставшиеся не измеренными 15–20% снимков (контрастность которых оценивается как равная 1–3% от перепада сигналов при переходе от черного уровня к белому) поступали на повторную обработку на полуавтоматы ПУОС. Причиной того, что эти 15–20% снимков не могли быть измерены на автомате при наличии монитора, является недостаточно качественный оптический экран, не позволявший оператору видеть сверхслабые по контрастности треки. Эта причина может быть устранена, и автомат с мониторной системой диалога может успешно конкурировать по эффективности на этапе измерения с лучшими полуавтоматами.

Измеренные события обрабатываются с помощью программы опознавания. Применение дисплея и оптического экрана на этом этапе позволило достичь эффективности 92–96% (разброс зависит

от оператора). Оставшиеся 4-8% событий содержат ошибки в опознавании и теряются в процессе обработки, однако они не имеют корреляции с каким-либо параметром событий, и их потеря лишь частично снижает статистические показатели. Устранить или уменьшить потерю этих 4-8% событий, как известно, можно путем организации в режиме реального времени геометрической реконструкции событий.

Особенностью программы опознавания событий является отказ от известного метода построения гистограмм при съеме информации с помощью многих строк и применение в качестве метода опознавания поиска и анализа отдельных характерных точек события с помощью одной строки, которая в данном случае для автомата с управляемым сканированием является как бы инструментом для обращения к обрабатываемому снимку как к фотопамяти. Достоинство такого метода заключается в том, что он позволяет многократно повторить поиск той или иной характерной точки трека или другой фигуры на снимке в различных условиях измерения (меняя уровень дискриминации и др.), не затрачивая при этом слишком много времени. Существенно сокращается также объем вычислений в процессе опознавания, поскольку он ведется при съеме информации только с одной строки. Последнее обусловило успешное применение для опознавания сравнительно медленной ЭВМ БЭСМ-4 (16 тысяч операций в секунду), имеющей, однако, достаточно большую оперативную и магнитную (на барабанах) память.

Опознавание по методу анализа характерных точек требует для сложных фигур, какими являются, например, треки при наличии различных случайных помех (царапины и др.), применять статистические методы контроля результатов опознавания. В данном программном комплексе вслед за опознаванием начала и конца трека (характерные точки) следует подсчет количества точек, попадающих в коридор, который образован вокруг прямой между точками начала и конца. Если трек опознан правильно, то в коридор должно попасть достаточно большое количество измеренных точек. Такой контроль, требующий при достаточно сложном событии довольно много вычислений и времени, отнесен в конец обработки каждого события. Это повышает динамизм процесса опознавания, что является весьма важным для работы оператора. (Кроме того, указанный контроль, отнесенный в конец обработки, может быть с целью сокра-

щения времени успешно осуществлен на большой ЭВМ, работающей в мультипрограммном режиме).

На рис. 2 приведена блок-схема программного комплекса автомата АЭЛТ-1. Фильм перед обработкой просматривается, и номера снимков с предполагаемыми полезными событиями (их менее 5%) вводятся в память управляющей автоматом ЭВМ. Осуществив протяжку на необходимое количество кадров и сделав визуальный контроль номера снимка, оператор, ориентируясь по оптическому изображению, решает, какой комплекс программы он будет использовать для обработки в данном случае. Он может организовать полную автоматическую обработку события или только частичную - в зависимости от его качества. Если, например, он видит ослабленный по контрастности трек, то перед сканированием он дает приказ осуществить многократное рабочее сканирование снимка и с помощью монитора подбирает, управляя ручками настройки уровня дискриминации для различных участков снимка, наилучшие условия съема информации. Если контрастность хорошая, но есть непреодолимая помеха для опознавания треков (грязь или царапины), то он дает приказ измерить снимок и опознать кресты, а затем передать управление на программу дисплея для ручного опознавания треков. И так далее. Различные комбинации комплекса программ, участвующих в обработке данного события, оператор набирает с помощью функциональной клавиатуры. Такой подход позволяет оптимизировать процесс обработки и повышает производительность, а также благоприятно действует на оператора, внося элемент творчества в его работу.

В начале обработки снимок сканируется строками, идущими через 100 мкм, и считанная при этом информация запоминается в памяти ЭВМ. Затем осуществляется повторное сканирование с целью опознавания.

Опознавание крестов и треков методом анализа характерных точек, как об этом говорилось выше, ведется путем сканирования строкой в зоне, где предполагается нахождение той или иной искомым точки опознаваемой фигуры. Для крестов это четыре его конца, которые ищутся в виде четырех единичных отсчетов в заданных зонах концов с контролем их взаимного расположения. Для треков сначала ищутся несколько точек в середине искрового промежутка (где нет помех от реперных отметок), а затем происходит поиск

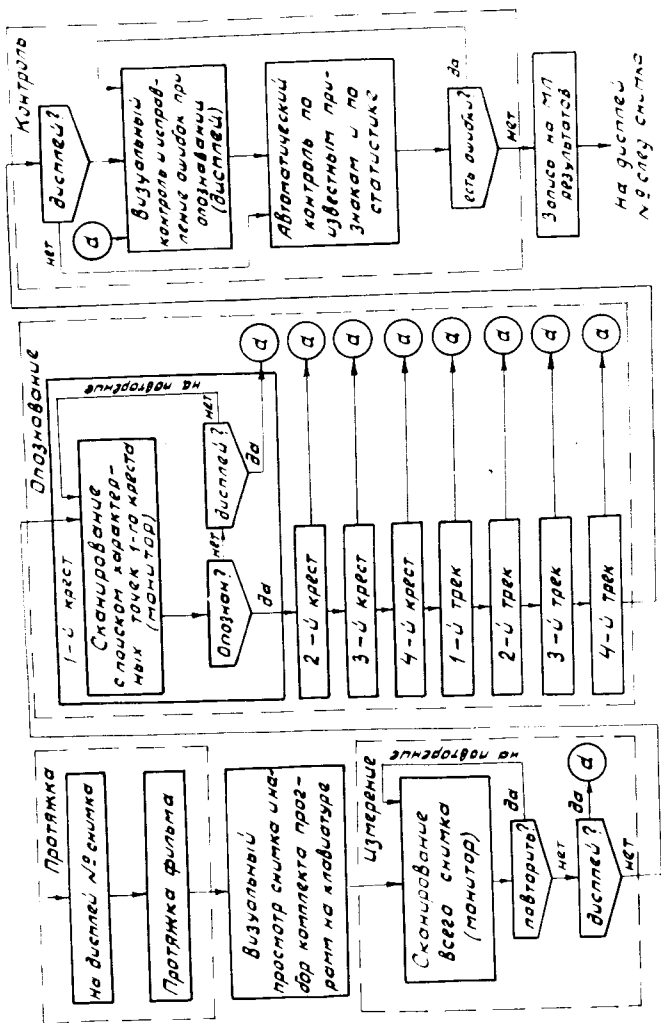


Рис. 2. Блок-схема программного комплекса сканирующего автомата АЭЛТ-1.

максимально удаленных от центра точек начала и конца, лежащих на образованной опознанными точками прямой линии. В процессе опознавания треков ЭВМ управляет уровнем дискриминации.

По окончании опознавания оператор проводит визуальный контроль результатов и исправляет с помощью светового карандаша обнаруженные ошибки. Затем проводится программный контроль, в процессе которого делается проверка результатов опознавания по известным признакам (расстояние между центрами крестов и др.), а также на основании результатов опознавания и предшествовавшего ему измерения всего снимка осуществляется проверка количества принадлежавших каждому треку точек. Если контроль обнаруживает ошибку, то на экране дисплея появляется соответствующая надпись (например, "неправильно опознан I-й крест") и оператор исправляет обнаруженную ошибку с помощью светового карандаша. Если ошибок нет, то результаты измерения и опознавания записываются на магнитную ленту (МЛ) и вызывается для обработки следующий снимок. Записанные на МЛ результаты в дальнейшем обрабатываются по физическим программам ^{2,3/}.

Система, включающая сканирующий автомат АЭЛТ-1 с описанным программным комплексом и два полуавтомата типа ПУОС, обеспечила в течение двух лет эксплуатации (начиная с июня 1973 года) в эксперименте по изучению вторичного электророжения пионов обработку 130 тысяч событий с общей эффективностью 92%. Производительность автомата при этом составляла 40 событий в час.

ЛИТЕРАТУРА

1. A.S.Burov, A.I.Filippov, A.A.Karlov, E.D.Lapchik, M.G.Mescheryakov, E.V.Sharapova, V.N.Shigaev, V.N.Shkunderkov, I.I.Skryl, L.V.Tutyshkina and A.D.Zlobin. AELT-1 and AELT-2 CRT Scanning Devices. Oxford Conference on Computer Scanning. 2-5 April, 1974, England.
2. А.А.Корнейчук, Э.В.Шарапова. ОИЯИ IO-7506, Дубна, 1973.
3. А.В.Куликов, Г.И.Смирнов. ОИЯИ IO-5386, Дубна, 1970.

Рукопись поступила в издательский отдел
11 мая 1975 г.