

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



18/viii-75

P10 - 8861

Б-243

3035/2-75

М.К.Баранчук, Н.В.Барашенкова, Ю.А.Гусев,
А.Д.Злобин, А.А.Карлов, А.П.Кретов, Э.Д.Лапчик,
М.Г.Мещеряков, В.А.Сенченко, И.И.Скрыль,
Л.В.Тутышкина, А.И.Филиппов, В.Н.Шкунденков

МОНИТОРНЫЙ СКАНИРУЮЩИЙ

АВТОМАТ АЭЛТ-2/160

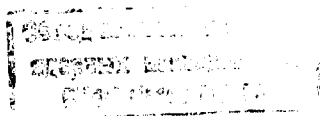
1975

P10 - 8861

М.К.Баранчук, Н.В.Барашенкова, Ю.А.Гусев,
А.Д.Злобин, А.А.Карлов, А.П.Кретов, Э.Д.Лапчик,
М.Г.Мещеряков, В.А.Сенченко, И.И.Скрыль,
Л.В.Тутышкина, А.И.Филиппов, В.Н.Шкунденков

**МОНИТОРНЫЙ СКАНИРУЮЩИЙ
АВТОМАТ АЭЛТ-2/160**

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



Введение

Создание сканирующих автоматов для обработки фотоснимков с трековых камер преследует две цели:

- 1) повышение качества результатов обработки (точность измерений, количество измеряемой информации и др.);
- 2) увеличение количества обрабатываемых в течение года фотоснимков и снижение себестоимости обработки.

При решении задачи достижения высоких технических характеристик и, следовательно, повышения качества результатов обработки значительное внимание в процессе создания автомата АЭЛТ-2/160 было уделено также вопросу снижения себестоимости обрабатываемых снимков и достижению высокой производительности системы обработки, включающей автомат. Последнее определяется производительностью самого автомата, эффективностью ^{ж)} и затратами на этапах создания техники и программного обеспечения. Особенно важным является вопрос сокращения сроков и соответственно затрат на создание программного обеспечения, которое меняется при переходе к новой физической

ж) Эффективность обработки определяется отношением количества успешно обработанных снимков к общему их числу, поступившему на обработку.

задаче. С решением этих вопросов связаны разработанные для автомата АЭЛТ-2/160 мониторная система диалога человек-ЭВМ и электронно-вычислительная система управления, позволяющая, в частности, применить прогрессивный метод анализа характерных точек при опознавании событий.

Описание автомата

Схема автомата АЭЛТ-2/160 приведена на рис. 1. В его составе можно выделить следующие основные части:

- измерительное устройство на ЭЛТ;
- электронно-вычислительную управляющую систему;
- мониторную систему диалога человек-ЭВМ;
- большую ЭВМ СДС -6200.

Измерение фотоснимков осуществляется с помощью управляемой от ЭВМ электронно-лучевой трубки высокого разрешения по методу бегущего луча. На экране ЭЛТ Ferranti 7/75 с фосфором типа А (зеленое свечение) формируется перемещающееся в двух ортогональных направлениях круглое световое пятно. Перемещение осуществляется по строкам, начало, направление и длина которых определяются программой ЭВМ. Размер рабочего поля на экране ЭЛТ 70 x 140 мм (диагональ 160 мм, этот параметр вошел в название автомата), диаметр светового пятна меньше 20 мкм по всему полю, что достигается применением блока динамической коррекции фокусировки и астигматизма ^{1/1}. Световое пятно проецируется объективом *S-Planar*, имеющим разрешение 40 линий на мм и относительное отверстие 2,8, в масштабе 1:1 на измеряемый снимок и просвечивает его. Далее стоит ФЭУ, регистрирующий моменты встречи светового пятна с почернениями на снимке (треки, реперные кресты, царапины и др.). Сигналы с выхода ФЭУ поступают на схему видеосуилителя и трекового детектора ^{1/2}, имеющего управление уровнем дискриминации от ЭВМ и с пульта оператора, что необходимо для организации диалога на этапе измерения при использовании монитора (см. ниже). На выходе этой схемы формируются стандартные по форме сигналы, используемые для занесения в память управляющей ЭВМ кодов координат трека (или другого почернения) и его ширины.

Перемещение светового пятна по экрану ЭЛТ осуществляет электронно-вычислительная управляющая система (ЭВУС), построенная на базе модернизированной ЭВМ БЭСМ-4. С целью сокращения объема аппаратуры автомата для управления работой ЭЛТ используются регистры самой ЭВМ, свободные от выполнения каких-либо функций в процессе управления сканированием. Сорокапятиразрядный регистр РР ЭВМ БЭСМ-4, преобразованный в счетчик, управляет I4-разрядными (с точностью 1/4 младшего разряда) цифро-аналоговыми преобразователями схем разверток луча ЭЛТ вдоль осей X и Y, содержит счетчик ширины и разряд, управляющий направлением сканирования. Другой регистр, РГ-2, используется как буферный при занесении информации в МОЗУ в процессе измерения, что позволяет при скорости перемещения светового пятна 2 мкм/мкс достигнуть разрешения меньше 20 мкм. Логика управления, состоящая всего из 30 ячеек, также смонтирована внутри ЭВМ БЭСМ-4 на свободных местах.

ЭВУС имеет канал связи МКС-I ^{1/3}, передающий в групповом режиме 45-разрядные слова со скоростью, соответствующей 120 кГц, и коммутатор на 4 направления.

Организация управляемого сканирования с помощью ЭВМ среднего класса, имеющей достаточно большую оперативную (12К 45-разрядных слов) и магнитную (64К 45-разрядных слов на магнитных барабанах) память, позволяет проводить обработку считанной со снимка информации с целью опознавания событий непосредственно после каждой строки (не затрачивая значительное в данном случае время на организацию мультипрограммной работы большой ЭВМ в варианте использования для управления мини-ЭВМ или не идя на неоправданно дорогое применение для управления непосредственно большой ЭВМ). Это открывает возможность наряду с известным методом опознавания путем построения гистограмм осуществить поиск отдельных характерных точек события с помощью луча ЭЛТ, обращаясь к снимку как к фотопамети. Поскольку поиск отдельных точек может быть осуществлен в различных режимах (изменение уровня дискриминации и др.) без заметного увеличения времени на обработку в целом, такой метод - метод анализа характерных точек - значительно расширяет возможности программы опознавания. При восстановлении события найденные характерные точки используются

для построения коридора и отыскания попадающего в него множества точек искомого события; это служит также контролем результатов опознавания, повышающим его надежность до уровня опознавания по методу построения гистограмм. Кроме того, во многих случаях искомая характерная точка (например, промежуточная точка на треке, определяющая его кривизну) может быть в процессе поиска программно сдвинута в область, где нет помех. Это упрощает задачу фильтрации, следующую за опознаванием. В результате получаем сокращение сроков и затрат на создание комплекса программ для автомата.

Важнейшей характеристикой любого автомата является его эффективность. Например, при эффективности, равной всего лишь 70%, и производительности автомата, соответствующей обработке 200 тысяч событий в год, оставшиеся по тем или иным причинам не обработанными 30%, т.е. 60 тысяч, событий должны поступить на повторные измерения на полуавтоматы. Это требование объясняется тем, что оставшиеся не обработанными события нередко имеют корреляцию с каким-либо параметром, например, углом наклона треков, поэтому потеря значительного количества событий при этом не допускается. Исследовать наличие подобных зависимостей с тем, чтобы в случае их отсутствия обосновать допустимость потерь, представляет довольно сложную задачу, и более правильным является ориентация на создание высокоэффективных систем обработки. Считая производительность одного полуавтомата соответствующей обработке 4-5 тысяч событий в год, получим требование использовать для обмера оставшихся после обработки на автомате указанных выше 60 тысяч событий 12-15 полуавтоматов. Это в несколько раз удорожает обработку и, как правило, приводит на практике к тому, что нужного количества полуавтоматов просто не находится и автомат значительное время простаивает. Соответственно снижается общее количество обработанных фотоснимков.

Эффективность автомата E_a определяется как произведение эффективности E_1 на этапе измерения на эффективность E_2 на этапе опознавания и фильтрации:

$$E_a = E_1 \cdot E_2.$$

Высокая эффективность в сочетании с требованием быстрого ввода автомата в эксплуатацию достигаются путем включения в

процесс обработки человека. Эта идея впервые была применена в сканирующем автомате POLLY^{14/}, где на этапе опознавания и фильтрации для повышения коэффициента эффективности E_2 были использованы дисплей и оптическое изображение обрабатываемого снимка. В сканирующем автомате АЭЛТ-1^{15/} был применен монитор как средство диалога на этапе измерения для повышения коэффициента эффективности E_1 . Этот опыт был использован при создании автомата АЭЛТ-2/160.

Монитор представляет собой визуальную ЭЛТ, на которую выводятся результаты измерения в процессе передачи их в ЭВМ. Организовав многократное рабочее сканирование участка снимка, на котором встретилось затруднение с измерением информации, оператор, ориентируясь по изображению на экране монитора, подбирает без больших затрат времени оптимальный режим измерения, управляя вручную уровнем дискриминации схемы трекового детектора и другими параметрами. При этом, в частности, удается измерять события столь низкой контрастности, что сигналы от них тонут в шумах и практически уже не могут быть выделены в автоматическом режиме с помощью ЭВМ. Измеренные таким образом события требуют, как правило, затем применения дисплея со световым карандашом для оказания помощи программе опознавания.

Дисплей применяется для оказания помощи программам опознавания, фильтрации и при последующей обработке находящейся в памяти ЭВМ информации. Его визуальная ЭЛТ совмещена с ЭЛТ монитора (дисплей-монитор), размер ЭЛТ по диагонали 430 мм, диаметр светового пятна по всему полю не более 0,2-0,3 мм. Используемые в процессе диалога лаконичные надписи не требуют большого количества символов и формируются из отдельных точек.

Оператор при работе с дисплеем-монитором ориентируется по оптическому изображению обрабатываемого снимка, который с помощью поворотных зеркал проецируется с 10-кратным увеличением на просмотровый стол. Без сравнения с оптическим изображением, используя один только дисплей-монитор, оператор нередко оказывается не в состоянии оказать помощь ЭВМ. Это происходит из-за того, что треки, царапины и другие помехи на дисплее-мониторе отображаются одинаково (стилизованно), а также из-за практической невозможности представить на дисплее изображение достаточно

сложного события в целом. Как следствие, отсутствие оптического изображения делает затруднительным построение высокоэффективной системы обработки на основе одного автомата, без дополнительного использования полуавтоматов.

В процессе диалога оператор использует функциональную клавиатуру. С помощью ее, в частности, он может набирать тот или иной комплект программ, используемых при обработке данного снимка. Это, как показал опыт эксплуатации автомата АЭЛТ-1, делает процесс обработки более гибким и повышает его производительность. При этом оператор также ориентируется по оптическому изображению снимка перед началом обработки.

Описанная система диалога человек-ЭВМ названа мониторной. Она позволяет обрабатывать снимки с очень низкой контрастностью, соответствующей возможности измерения на полуавтоматах, и достигать высокой эффективности обработки. Определенное уменьшение производительности в результате участия человека полностью окупается получаемой при этом высокой эффективностью, которая позволяет использовать автомат на всю мощность, без ограничения из-за необходимости применять в системе обработки большое количество полуавтоматов. По мере совершенствования программного обеспечения роль человека в процессе обработки уменьшается и производительность автомата будет возрастать.

Наличие системы диалога, позволяющей преодолеть неразрешимые с точки зрения программ ЭВМ затруднения, не исключает, однако, появления различных ошибок. Для их устранения с целью достижения эффективности обработки, близкой к 100%, ЭВУС соединена линией связи через специальный контроллер с большой ЭВМ СДС-6200, на которой осуществляется контроль результатов опознавания и фильтрации и геометрическая реконструкция событий. ЭВМ СДС-6200 имеет оперативную память 64К 60-разрядных слов, память на дисках, быстродействие 1 млн операций в секунду. Выявленные при обработке информации на СДС-6200 ошибки устраняются тут же путем использования дисплея.

По своим характеристикам автомат АЭЛТ-2/160 может применяться для обработки наиболее сложных фотоснимков, таких как снимки с больших пузырьковых камер. Однако первоначально планируется использовать его для обработки снимков с магнитного ис-

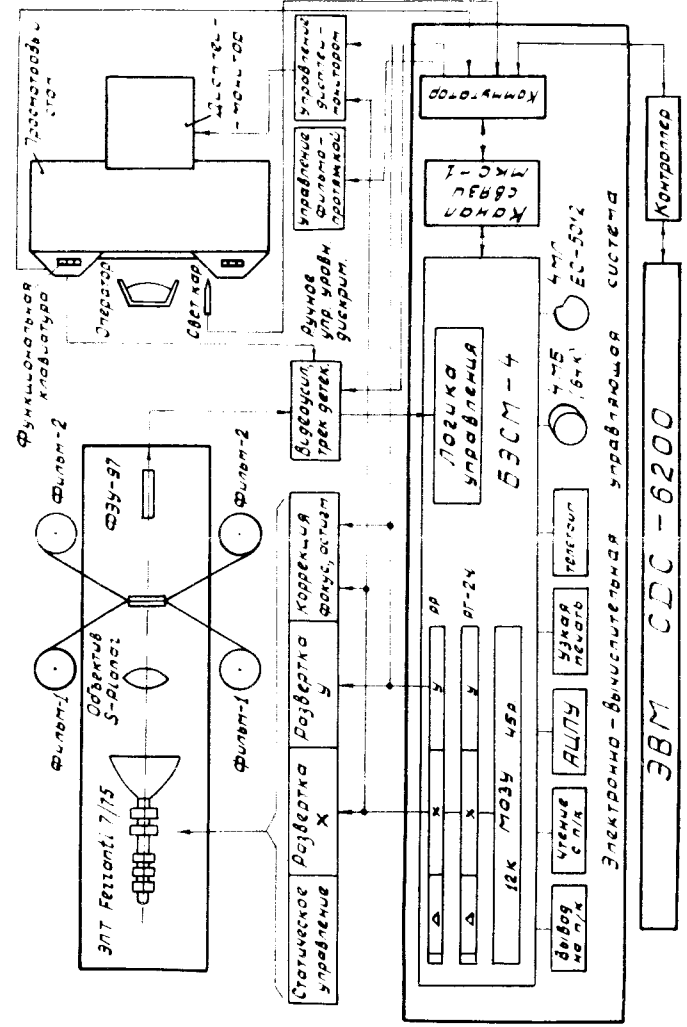


Рис. 1. Блок-схема мониторной сканирующей автомата АЭЛТ-2/160.

крового спектрометра ОИЯИ. В состав системы обработки, расчетная эффективность которой составляет 98%, войдут автомат и I-2 полуавтомата типа ПУОС. Производительность системы не менее 100 тысяч событий в год. Количество обслуживающего персонала 20 человек, стоимость обработки одного события около 2 руб и 0,3 доллара при условии обработки в течение 5 лет 0,5 млн событий. Эти затраты в 3-5 раз ниже, чем при обработке указанного количества с помощью системы, состоящей из одних только ПУОСов.

Авторы благодарят Х.Андерса и других сотрудников группы ERASME в ЦЕРНе (Женева) за оказание технической помощи при создании автомата АЭЛТ-2/160.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. H.Anders, J.Antonsen, V.Shkunderkov, B.Stumpe and D.Wiskott. Dynamic astigmatism and focus correction of the cathode ray tube of ERASME. Oxford Conference on Computer Scanning. 2-5 April, 1974, England.
2. H.Anders, L.Sohet. Video Processing and Track Detection Unit for the flying Spot Digitizer in ERASME. CERN D.Ph.11/INST, 72-4.
3. Е.Д.Городничев, Г.М.Кадыков, А.П.Кретов, О.К.Нефедьев, В.Н.Садовников, В.Н.Шигаев. ОИЯИ 10-3510, Дубна, 1967.
4. R.Barr, R.Clark, D.Hodges, I.Loken, W.Manner, B.Musgrave, P.Pennock, R.Royston, R.Weelman. POLLY I. International Colloquium on PEPR. Nijmegen, 1968, Netherlands.
5. A.S.Burov, A.I.Filippov, A.A.Karlov, E.D.Lapchik, M.G.Mescheriakov, 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.

Рукопись поступила в издательский отдел
II мая 1975 г.