

тупой труд при обработке результатов эксперимента и представить результаты счета в удобном для визуального анализа виде.

И.А. Вериников, С.С. Попов, В.С. Тарасов

## СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ОБМЕРА ФОТОИЗОБРАЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИНИ-ЭВМ

(Л е н и н г р а д)

В широком классе экспериментов, использующих оптические методы, обработка результатов сводится к обмеру фотоизображений с целью определения взаимного расположения отдельных деталей. Достаточно назвать оптический спектральный анализ, интерферометрию и фотографические способы регистрации положения движущихся тел. Во всех этих случаях результат наблюдения — фотоизображение. Количественная оценка результатов эксперимента по фотоизображениям требует значительных затрат времени. В известных системах автоматизации обработки фотоизображений [1], [2] обычно применяют построчное сканирование всего изображения или большей его части при вводе в ЭВМ. Это приводит к необходимости хранения больших массивов информации, к трудностям поиска нужных для обработки частей изображения и значительным затратам времени даже при использовании быстродействующих вычислительных средств.

Разработанная нами автоматизированная система предназначена для обмера прозрачных фотоизображений. При решении этой задачи используется локальная обработка фрагментов изображений. Основная доля обработки выполняется программными и аппаратными средствами и лишь в малой степени в анализе изображений участвует оператор. Обмеряемые детали выбираются оператором, а сам обмер проходит в диалоговом режиме. Переход к локальной обработке фрагментов изображения допускает использование в системе мини-ЭВМ.

Автоматизированная система обмера фотоизображений включает в себя:

- двухкоординатный обмерный стол с оптической системой для процирования прозрачного фотоизображения в плоскость фотоприемника;
- матричный фотоприемник МФ-6;
- устройство фильтрации изображения в поле фотоприемника;

устройства управления перемещением стола и обмена информацией с ЭВМ;

ЭВМ-15, ВСМ-5.

Макет обмерного стола и оптической части разработан в ГИИ г. Казани Лазаревым В.Д. Стол с закрепленной на нем фотопленкой перемещается относительно неподвижной оптической системы. Привод стола по обеим координатам - от шаговых электродвигателей. Перемещение стола при одном шаге двигателя составляет 5 мкм по одной координате и 3 мкм по другой. Максимальный размер просматриваемого кадра - 360x360 мм. Изображение проецируется в плоскость фотоприемника с 12-кратным увеличением. При таком увеличении фотоматрица с элементами размера 0,1x0,1 мм и с расстоянием между ними 0,25 мм различает детали, расположенные более чем на 0,020 мм друг от друга. Сигналы, снимаемые с элементов фотоматрицы, зависят от интегральной освещенности в окне каждого элемента и времени экспозиции.

Напряжения с выходов элементов фотоматрицы подаются на пороговые устройства, которые разделяют все сигналы на "черное" и "белое". Понятие "черная" и "белая" точка относится к изображению размера окна фотоэлемента. Естественно, что это понятие условно: при одной и той же освещенности оно зависит от уровня сравнения пороговых устройств и времени экспозиции. Изменением этих двух величин добиваются правильного определения положения границы между "черным" и "белым" на изображениях различной плотности.

До введения изображения в ЭВМ оно фильтруется в пределах поля фотоматрицы. Цель фильтрации двоякая: ослабить действие помех и указать положение границы между "черным" и "белым" на поле 16x16 точек. Положение границы на указанном поле находится корреляционным способом. При этом предъявляемое изображение сравнивается с набором эталонов.

Результат определения положения границы вводится в ЭВМ в виде шестизарядного десятичного числа.

Перемещение стола в заданную точку, съём показаний счетчиков, регистрирующих перемещение (величина перемещений измеряется количеством реализованных шагов двигателя), съём показаний анализатора границ выполняются по командам от ЭВМ специальными устройствами.

При распределении функций между элементами автоматизирован-

и системы обмера фотоизображений, включая человека, должны учитываться противоречивые требования к быстродействию, простоте работы оператора, объему оборудования, достоверности результатов. Программное обеспечение разработанной системы состоит из трех функционально различных разделов.

Системный раздел является общим и необходимым при решении любых задач обмера фотоизображений. Он предназначен для организации взаимодействия между специализированной аппаратурой и мини-ЭВМ. При обработке участка фотоизображения используются два типа сканирования: электромеханическое сканирование обмерного стола относительно неподвижной оптической системы и электронное в поле матричного фотоприемника. В связи с этим координаты граничных точек деталей изображения формируются из данных о положении стола и границы в поле фотоприемника. Подпрограммы обмена обеспечивают передачу этих данных в ЭВМ. Управление перемещениями стола выполняется по специальной подпрограмме системного раздела, по которой в блоки управления движением стола засылаются значения приращений координат. Любой обмен информацией ЭВМ со специальной аппаратурой осуществляется программным способом. Особенности диалогового общения "ЭВМ-оператор" зависят от конкретной задачи обработки и учитываются в разделе специального программного обеспечения.

Программное обеспечение общего назначения решает следующие задачи:

- ортогональное преобразование координат, позволяющее производить измерение координат точек границ в осях, связанных со снимком;

- расшифровка информации о положении границы в пределах поля фотоприемника;

- управление позиционированием (установка стола в заданную точку, на заданную линию и т.д.);

- организация движения стола вдоль границы "черное" - "белое" и т.д.

Специальное программное обеспечение включает в себя программы-резиденты, которые вызываются для организации конкретного вида обмера. Каждая программа-резидент имеет несколько разделов, при работе которых вызываются соответствующие головные программы, управляющие процессом обмера. Все конкретные программы обмера предусматривают ручной и полуавтоматический режимы. Процессом обмера

управляет мини-ЭВМ, однако в наиболее ответственных моментах обработки при возможных ошибках системы из-за резкого изменения качества изображения в программах предусмотрены остановки. При остановках результаты осмотра фрагмента высвечиваются на регистрах индикации ЭВМ, и один из возможных вариантов дальнейшей обработки задает оператор с пульта. Наблюдения оператора за общим ходом выполнения измерений по экрану визуального контроля исключают грубые промахи.

Основной эффект применения автоматизированной системы обмера фотоизображений - увеличение скорости и точности обмера в 2-10 раз по сравнению с обмером на универсальном измерительном микроскопе типа УИМ-23, УИМ-24. Скорость и точность обмера в значительной степени определяются качеством обмеряемых изображений.

Система автоматизированного обмера фотоизображений может быть использована также при обработке картин оптического спектрального анализа при обработке результатов кинотеодолитного слежения за летательными аппаратами и т.п.

#### Л и т е р а т у р а

1. Г р и ш и н М.П. Автоматическая обработка фотографических изображений с применением ЭВМ. Минск, 1976, с. 232.
2. Н е с т е р и х и н Ю.Е., П у ш н о й Б.М. О системе автоматической обработки изображений. Автометрия, 1977, № 3, с. 6-12.

А.Н. Г и н з б у р г

#### ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МАГИСТРАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

(Н о в о с и б и р с к)

В ИАиЭ СО АН СССР разработан и успешно эксплуатируется в течение ряда лет многоцелевой магистральный комплекс автоматизации научных исследований (АНИ), базирующийся на унифицированной магистральной системе обмена (УМСО) [1], [2] и включающий: вычисли-