

Н.С.Будников, А.И.Кудряшов,
М.Н.Федотовский, В.Р.Фидельман

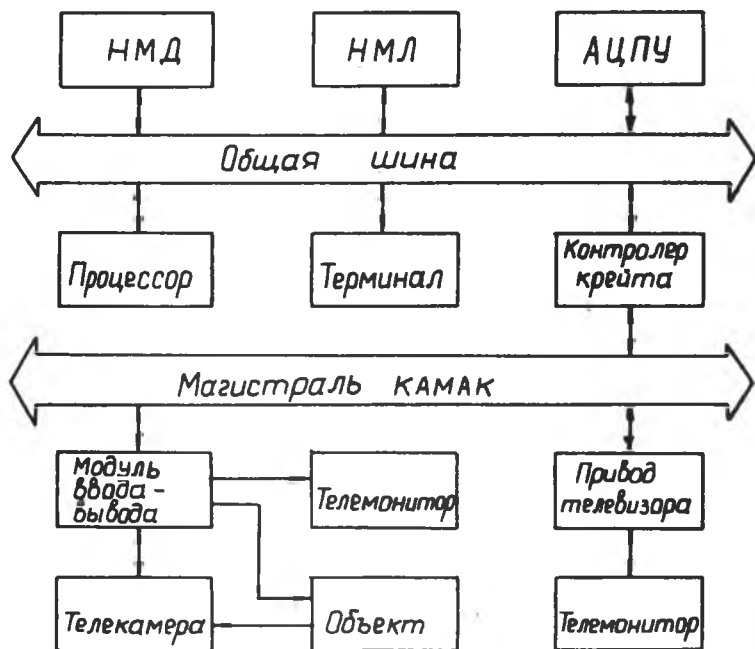
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ОПТИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

(г. Горький)

В настоящее время применение электронно-вычислительных машин стало жизненно необходимым практически во всех областях оптических исследований. Компьютеры используются для автоматизации оптических экспериментов, управления оптическими системами, цифровой обработки изображений, математической обработки экспериментальных результатов, численного моделирования оптических процессов, проектирования оптических систем [1].

Одной из основных проблем, возникающих при использовании ЭВМ в системах автоматизации оптических исследований, является разработка средств для цифрового представления исследуемого светового поля с высокой степенью его пространственно-энергетической дискретизации. Особенно жесткие требования к аппаратуре цифрового преобразования изображений выдвигаются при исследованиях нестационарных и импульсных световых полей, где необходима цифровая регистрация изображений в реальном масштабе времени. Решение этой проблемы в сочетании с применением эффективных алгоритмов цифровой обработки данных [1-7] дает возможность проведения уникальных оптических исследований, связанных с анализом тонкой структуры лазерных пучков и спекловых изображений, позволяет решать различные задачи оптической астрономии, томографии и т.п. [1].

Структурная схема созданной в Горьковском исследовательском физико-техническом институте автоматизированной системы цифровой обработки данных оптических экспериментов приведена на рис.1. Изображение, формируемое импульсным источником света, регистрируется с помощью телевизионной камеры, выполненной на приборе с зарядовой связью. Сформированный камерой стандартный телевизионный сигнал поступает на вход модуля ввода-вывода телевизионных изображений [8], выполненного в стандарте аппаратуры КАМАК. Модуль осуществляет цифровой ввод изображения в ЭВМ и отображает его на экране цветного телемонитора. В качестве управляющего и вычислительного ядра системы используется мини-ЭВМ СМ-4. Периферийное оборудование

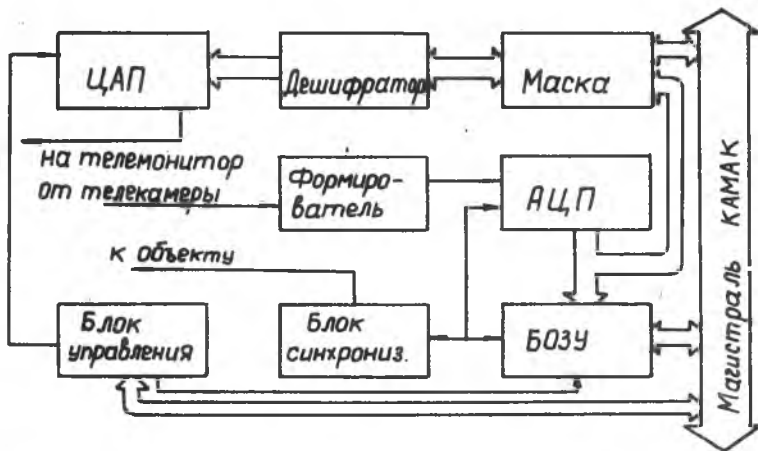


Р и с. 1. Структурная схема автоматизированной системы

вычислительного комплекса включает дисковые накопители СМ5400, накопители на магнитных лентах СМ5300 и накопители с высокой плотностью записи СМ5305, используемые для долговременного хранения цифровых изображений, получаемых в эксперименте и в результате математической обработки. Стображение данных цифровой обработки экспериментальной информации и результатов математического моделирования осуществляется на экранах двух цветных телемониторов. Полутонные изображения поступают на телемонитор через модуль ввода-вывода, графическая, тестовая информация - через стандартный привод телевизора ЦДР-2. В состав измерительно-вычислительного комплекса включен также спецпроцессор СЛФ СМ, предназначенный для существенного повышения производительности универсальной ЭВМ СМ-4 при математических операциях, связанных с выполнением дискретных преобразований Фурье. Эффективная скорость счета при выполнении

быстрого преобразования Фурье по алгоритму Кули-Тьюки [9] достигает с использованием СПФ СМ 40 млн. операций в секунду.

Модуль ввода-вывода обеспечивает цифровую регистрацию изображения в реальном масштабе времени с высокой частотой пространственной дискретизации изображения и достаточным для цифровой обработки числом уровней квантования яркости. Функциональная схема модуля приведена на рис.2. Восемьразрядный аналого-цифровой преобразователь (АЦП), выполненный на микросхеме К1107ПВ2, обеспечивает цифровое преобразование телевизионного сигнала с частотой дискретизации до 10 Мгц. Оцифрованное изображение запоминается в буферной памяти модуля (БОЗУ) объемом 256 Кбайт (512x512 элементов), собранной на микросхемах К565РУ5. Содержимое буферной памяти непрерывно отображается через цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП) К1118ПА1 на телемониторе. Маскирующее устройство ставит в соответствие уровни яркости цифрового изображения определенную цветность точек на телевизоре. Содержимое маскирующего регистра может быть изменено программно. Блок управления модулем осуществляет расшифровку команд КАМАК, выработку КАМАК-сигналов, обеспечивает реализацию различных функциональных возможностей модуля. Буферная память модуля доступна для чтения и записи. Наличие в блоке управления программно доступного адресного регистра позволяет осуществлять операции чтение/запись с любой ячейки буферной памяти, что позволяет рационально использовать весь объем БОЗУ. Для проведения оптических экспериментов с импульсными источниками света в модуле имеется схема синхронизации запусков АЦП и источника света.



Р и с . 2. Функциональная схема модуля

Управление автоматизированной системой осуществляется оператором в интерактивном режиме. Функциональное меню определяется на стадии генерации программных средств в зависимости от конфигурации экспериментальной установки, характера оптических исследований и требуемых для этого алгоритмов обработки данных.

В качестве операционной системы используется РАФОС-2. Программы разрабатывались на языках программирования ПАСКАЛЬ, Фортран-IV и МАКРОАССЕМБЛЕР. Прикладное программное обеспечение сгруппировано в проблемно-ориентированный пакет и пакет сервисных программ.

Сервисные программы поддерживают работу модуля ввода-вывода телевизионных изображений, обеспечивают обмен данными между буферной памятью модуля и ЭВМ, реализуют различные режимы работы модуля при отображении световых полей и других многомерных сигналов на цветном телемониторе. Пакет содержит программы для формирования и представления графической и табличной информации на АЦПУ и телемониторе через привод телевизора ЦДР-2.

Программы пакета, поддерживающие работу специпроцессора СПУСМ, обеспечивают аппаратное выполнение прямого и обратного дискретных преобразований Фурье, преобразование Фурье со взвешиванием, свертку массивов, вычисление спектров мощности. Пакет также включает в себя подпрограммы, учитывающие искажения, вносимые в информацию каналом ввода изображения. При этом компенсируется неравномерность элементов матрицы прибора с зарядовой связью и нелинейность их характеристик. Для "настройки" этих подпрограмм используются данные, полученные в тестовых экспериментах.

Программы проблемно-ориентированного пакета обеспечивают цифровую обработку экспериментальной информации и математическое моделирование оптических процессов. Пакет содержит программы, реализующие такие широко известные методы цифровой обработки изображений, как свертка с маскирующим массивом в скользящем окне, частотная фильтрация, преобразование контраста, оконтуривание, выделение яркостных перепадов, гистограммирование изображений, разнообразные алгоритмы преобразования гистограмм, медианная фильтрация и другие линейные и нелинейные методы обработки [1,2]. Значительное внимание при разработке программного обеспечения было уделено цифровой обработке и математическому моделированию изображений со спектральной структурой и дифракционных данных [1]. Пакет включает программы спекл-интерферометрии, цифрового восстановления световых полей, прошедших через нестационарные среды, спектрального оценивания многомерных сигналов и анализа изображений, основанного на

статистических моделях [1,3,4]. Для решения возникающих при этом некорректных обратных задач использовали статистическую регуляризацию [5] и методы максимума энтропии [6,7].

Библиографический список

1. Баракат Р., Даллас У., Фриден Б. и др. Компьютеры в оптических исследованиях.-М.:Мир, 1983. 488 с.
2. Прэтт У. Цифровая обработка изображений.-М.:Мир, 1982. Ч.1,2.
3. Террайен Ч.У., Куатьери Т.Ф., Даджон Д.Е. Алгоритм анализ изображений, основанные на статистических моделях //ТМИЭР. 1986. Т.74. № 4. С.4-25.
4. Макклелан Дж.Х. Многомерный спектральный анализ //ТМИЭР. 1982. Т.70. № 9. С.139-152.
5. Грачев И.Д., Салахов М.Х., Фишман И.С. Статистическая регуляризация при обработке эксперимента в прикладной спектроскопии; Изд-во Казанского ун-та, Казань, 1986.-187 с.
6. Джейнс Э.Т. О логическом обосновании методов максимальной энтропии//ТМИЭР. 1982. Т.70. № 9. С.33-51.
7. Солдатов Е.А., Фидельман В.Р. О вычислительных аспектах метода максимальной энтропии; Горьк.ун-т. Горький, 1987.-II с. Деп. в ВИНТИ Ю.03.87 № 1751-1387.
8. Будников Н.С., Кудряшов А.И., Федотовский М.Н., Фидельман В.Р. Быстродействующая система у цифрового ввода и регистрации изображений//Тез.докл. 13-й Всесоюзной научно-технической конференции "Высокоскоростная фотография, фотоника и метрология быстропротекающих процессов".-М.:ВНИИОИ, 1987. С.107.
9. Нуссбаумер Г. Быстрое преобразование Фурье и алгоритмы вычисления сверток.-М.:Радио и связь, 1985.-247 с.

УДК 621.94:658.512.011.56

А.П.Галкин, Д.И.Городецкий, А.И.Крючков, В.Я.Продиус
АВТОМАТИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ДИНАМИКИ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ
В СВЯЗИ С РЕШЕНИЕМ ЗАДАЧ ОПТИМАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ
МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ

(г.Горький)

Статья посвящена результатам работ по созданию системы авто-