

535.8(049.3)

ОПТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДАННЫХ (ПРИМЕНЕНИЯ)

Optical Data Processing: Applications/ Ed. D. Casasent.— Berlin; Heidelberg; New York: Springer-Verlag, 1978.—286 p.— (Applied Physical Sciences. V. 23).

Данная книга вышла двадцать третьим томом в серии сборников по важнейшим разделам прикладной физики. Ее публикация отражает актуальность и перспективность нового и быстро развивающегося физико-технического направления — обработки информации оптическими методами.

Основные теоретические аспекты этой проблемы давно и хорошо известны, однако практическая реализация методов, хотя и многообещающая, но на сегодняшний день явно не достаточна. Поэтому в книге основное внимание уделено прикладной стороне проблемы. В ней даны общие методики решения задач и рассмотрены различные аспекты применения новых методов обработки информации в кристаллографии, геодезии и картографии, биомедицинских исследованиях, неразрушающем контроле изделий, при улучшении качества изображений, получаемых в оптических системах, при распознавании образов и обработке радиолокационных сигналов.

Предполагается, что основной читатель книги (инженер, аспирант) работает в указанных областях и знаком с концепциями, на которых основываются оптические методы обработки информации. Тем не менее в книге имеется вводная глава, в которой очень кратко и доходчиво излагаются забытые или ранее неизвестные понятия, необходимые для овладения материалом, как-то: лазеры, когерентность и голография, фурье-преобразование в оптике и его применение для обработки информации, оптические корреляторы. Это помогает читателю и способствует привлечению большего круга специалистов, а следовательно, расширению возможных сфер применения описанных общих методик обработки информации.

Книга содержит следующие основные разделы или статьи, написанные известными специалистами:

1. Б. Дж. Томпсон (B. J. Thompson), «Оптические преобразования и системы когерентной обработки — взгляд со стороны кристаллографии».
2. Ф. С. Консалдин и Р. А. Гонсалвес (P. S. Considine, R. A. Gonsalves), «Улучшение качества и реставрация изображений».
3. Э. Н. Лис (E. N. Leith), «Радар с синтезированной апертурой».
4. Н. Баласубраманиан (N. Balasubramanian), «Оптическая обработка в фотостереографии».
5. Н. Абрамсон (N. Abramson), «Неразрушаемый контроль и метрология».
6. Г. Дж. Колфилд (H. J. Caulfield), «Биомедицинские применения когерентной оптики».
7. Д. Касасент (D. Casasent), «Обработка оптических сигналов».

Каждый из этих разделов имеет самостоятельное значение, так что книга может оказаться весьма полезной для чтения отдельных кратких курсов по этим разделам.

В первой части, посвященной *оптическим преобразованиям и системам когерентной обработки*, описаны основные свойства оптических преобразований и отмечены преобразования, наиболее интересные для кристаллографии. Основное внимание уделено оптическому фурье-синтезу и его применениям. Даны различные численные примеры фурье-преобразования применительно к кристаллографическим образам. Учитывая, что данный раздел является первым, здесь вводятся некоторые параметры опти-

ческих систем обработки информации, такие как глубина фокуса, пространственное разрешение, амплитуда и фаза светового поля, частичная когерентность и др.

При рассмотрении *проблемы улучшения качества и реставрации изображений* подробно описан принцип пространственной фильтрации. Проанализированы схемы и методы изготовления оптических фильтров — амплитудных и фазовых, в том числе бинарных, а также составных и комплексных фильтров. Описаны важные практические схемы согласованной фильтрации — схемы Ван-дер-Люгта и совместного преобразования (обобщенной голограммы), на основе которых проводится сравнение и идентификация (опознавание) образов. Дано понятие гибридного аналого-цифрового оптоэлектронного процессора, включающего управляющую ЭВМ для анализа результатов опознавания и реализации обратной связи и пространственные модуляторы света — управляемые транспаранты, которые позволяют вести обработку информации в реальном масштабе времени. Обращено внимание на качество оптических элементов схемы и возможность использования частично-когерентного света. В заключение рассмотрены примеры применения различных типов пространственных фильтров и указаны области применения метода, в частности, в медицине, где осуществляется улучшение контраста рентгеновских снимков, коррекция зрения и др.

Радары с синтезированной апертурой — один из тех систем, где методы оптической обработки информации давно нашли эффективное применение. На основе развития принципов Дошлера и голографии Э. П. Лис раскрыл сущность метода синтезированной апертуры и обработки радиолокационных сигналов с помощью оптического процессора. Им рассмотрена конкретная оптическая схема процессора и требования к ней. Отражена также перспективность использования гибридных оптоэлектронных процессоров.

Также давно, с шестидесятых годов, *оптическая обработка данных* используется в *фотостереографии*, которая рассматривает создание трехмерной картины объекта (в частности, местности) по контурам и профилям на фотографиях объекта, полученных при различных углах зрения. Согласование сопряженных изображений и определение их подобности представляет собой операцию кросс-корреляции, которая может выполняться в оптическом корреляторе, имеющем по сравнению с электронным гораздо большую полосу частот и меньший уровень шума и искажений и позволяющем вести обработку параллельно, по всем элементам двумерного изображения. Обсуждены в деталях две экспериментальные схемы, перспективные для целей обработки реальных снимков в реальном времени.

Следующий раздел книги посвящен роли оптических методов в *неразрушающем контроле изделий и в метрологии*. Основной метод здесь — голографическая интерферометрия, применение которой требует использования новых методов анализа и синтеза. Для неразрушающего контроля и при изучении деформаций и вибраций объектов широко применяется интерферометрия с двойной экспозицией. Регистрируется разностная картина волновых фронтов. Проблему представляет анализ результирующего полосчатого образа — этому вопросу уделяется в разделе большое внимание. Обращается внимание на взаимосвязь интерференционных и муаровых (вторичных интерференционных) образов. Рассмотрено новое развитие интерферометрии — метод так называемой сэндвич-голографии, в котором совмещены положительные стороны интерферометрии с двойной экспозицией (легкость и практичность) и интерференции объектного изображения с его восстановленным с голограммы образом (подвижность полос, характеризующая развитие процесса, и большой динамический диапазон измерения деформаций). Приведены также численные примеры синтеза и анализа интерференционных картин для практических инженерных задач.

В разделе *биомедицинских применений когерентной оптики* прежде всего подчеркнуты богатые возможности, которые открываются при использовании оптических методов обработки информации. Сюда можно отнести микроскопию двух- и трехмерных биологических объектов, наблюдаемых из разной глубины, обработку данных, опознавание патологических форм и классификацию объектов, детектирование их движения и др. Наиболее употребительная методика — голографическая. При обработке изображений также широко применяются гибридные оптоэлектронные системы, в которых используются методы, развитые в телевидении. Учитывая специфику объектов, важное значение имеет использование акустических волн (включая акустическую голографию), которые безопасны и хорошо проникают сквозь биологические ткани. Регистрация результатов в реальном времени здесь осуществляется обычно с помощью света, например, при его отражении от поверхности жидкости. Рассмотрена также обработка изображений с помощью кодирующих масок и томографии — метод получения и обработки многопроекционных снимков объекта в рентгеновских лучах. Все методы обработки данных наглядно иллюстрируются примерами из биомедицинской практики. Указывается, что биология — это область, в которой следует ожидать возникновения и развития новых методов оптической обработки информации.

Наконец, последний раздел книги, написанный ее редактором Д. Касасентом, посвящен *оптической обработке сигналов*. Автор коротко останавливается на уже известных из предыдущих разделов принципах фурье-преобразования в оптической систе-

ме и корреляции на основе согласованной фильтрации и совместного преобразования (обобщенной голограммы) для анализа, сравнения и опознавания сигналов. Именно эти методы находят самое широкое применение в различных практических сферах обработки данных. Некоторые из них приводятся. Например, описан анализатор спектров с разрешением 33 Гц в полосе 100 МГц и его применения для обработки радиочастотных и др. сигналов. Рассмотрены примеры распознавания речи, в том числе в некогерентной оптической системе, и обработки радарных сигналов, причем здесь можно отметить очень удачное применение преобразования Меллина, трансформирующего изменение доплеровских скоростей в смещение корреляционного сигнала. Обсуждаются также перспективы применения пространственных модуляторов света для обработки сигналов в реальном времени.

В целом, содержащиеся в книге научные методики и практические рекомендации по различным аспектам оптической обработки данных представляют большой интерес для широкого круга читателей. Поэтому выпуск настоящей книги следует считать актуальным и весьма удачным. При этом нужно отдать должное редактору сборника профессору университета Карнеги — Меллон (США, Питтсбург) д-ру Д. Касасенту, который включил в него разнообразные, а не только наиболее известные и важные аспекты применений оптических методов. Разнообразие тематики при небольшом объеме книги (286 с, 170 рис.) объясняет, почему туда не вошел материал по оптическим вычислениям, оптическим процессорам с обратной связью, не в достаточной степени отражена практическая роль гибридных оптоэлектронных процессоров, мало внимания уделено новым методам расширения функциональных возможностей когерентных процессоров. Правда, эти интенсивно развивающиеся в настоящее время направления, хотя и являются весьма перспективными, еще не нашли серьезного практического приложения.

В советской литературе также имеются публикации по обсуждаемым в книге вопросам, однако они разрозненны. В этой связи, учитывая многочисленные достоинства настоящей книги, можно только приветствовать предстоящую публикацию этой книги на русском языке, осуществляемую в издательстве Мир.

И. Н. Компанец