

А. С. БЛОК, В. Р. ВОРОНИН, В. И. ЛЕБЕДЕВ,  
Э. И. КРУПИЦКИЙ, В. В. КУЛИКОВ

(Ленинград)

### ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОЕ УСТРОЙСТВО КОДИРОВАНИЯ ШТРИХОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

При создании систем автоматического анализа штриховых изображений (анализ графиков, распознавание рукописных знаков, обработка изображений треков частиц и т. д.) возникает необходимость устранения избыточности анализируемого изображения, задаваемого в виде двумерной функции  $f(x, y)$ . В результате устранения избыточности, т. е. кодирования исходного изображения, формируется его описание, причем набор признаков, составляющих описание, должен обладать достаточной информативностью для решения конкретной задачи анализа.

Одним из возможных путей формирования описания является определение числа пересечений линий, образующих штриховые изображения, с некоторой системой кодирующих контуров. При выборе геометрии кодирующих контуров используются два основных подхода. Первый подход является эвристическим и связан с визуальным анализом обрабатываемых изображений. Кодирующие контуры задаются таким образом, чтобы они обеспечивали определение числа линий исходного изображения, находящихся между характерными точками или в характерных областях. Подобный метод формирования описания известен как метод зондов [1]. Второй подход связан с применением случайных кодирующих контуров. Пересечения линий анализируемого изображения с такими контурами являются случайными геометрическими событиями. Метод формирования описания, основанный на анализе случайных геометрических событий, называется методом интегральной геометрии [2].

Формирование подобного описания может быть осуществлено с помощью телевизионных развертывающих систем и ЦВМ. Однако в первом случае могут потребоваться весьма сложные развертывающие устройства, а применение ЦВМ часто приводит к неприемлемым с точки зрения быстродействия или экономически нецелесообразным техническим решениям.

В настоящей работе рассматривается многоканальное оптико-электронное устройство, в каждом канале которого проводится подсчет числа пересечений одного из кодирующих контуров с линиями, образующими штриховое изображение с одним из заданного набора кодирующих контуров.

Схема устройства показана на рис. 1. Пучок когерентного света, полученного от лазера (1), расширяется с помощью коллиматора (2, 3) и поступает на блок формирования сканирующего светового пучка. На рисунке показан блок формирования сканирующего пучка типа «вращающаяся линия». Он состоит из цилиндрической линзы (4) и микрометрической цели (5), расположенной в фокусе линзы. Линза и цель помещены в оправу, которая обеспечивает вращение с постоянной угловой скоростью. Объектив (6) обеспечивает перенос изображения «вращающейся линии» в плоскость прозрачного (7) с анализируемым штриховым изображением. В каждый момент времени сканирующий световой пучок модулируется участком анализируемого изображения, определяемым соответствующим угловым положением сканирующего пучка.

Световое распределение на теневой стороне прозрачного (7) переносится объективом (8) на диффузный рассеиватель (9), расположенный в апертуре мультипликатора, состоящего из оптического туннеля (10) и широкоугольного объектива (11).

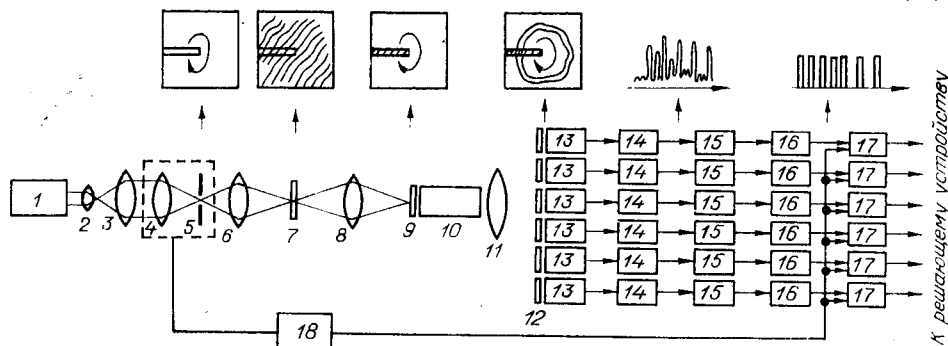


Рис. 1.

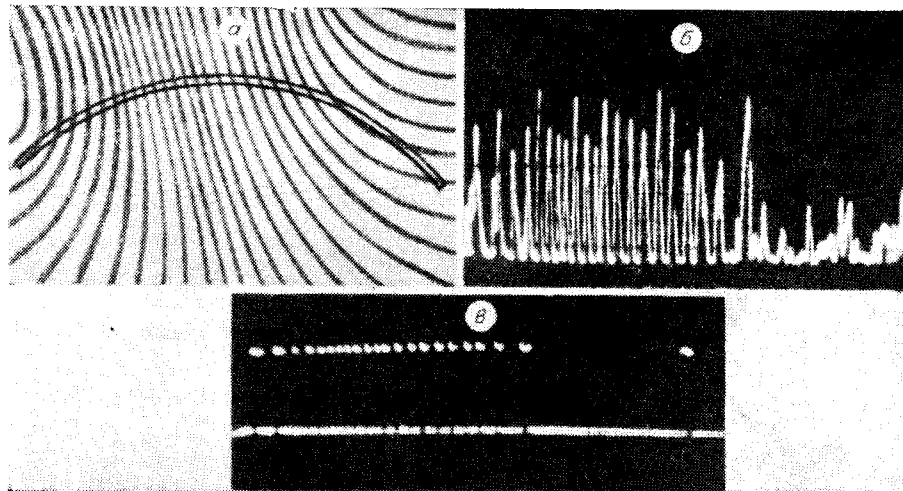


Рис. 2.

В выходной плоскости мультипликатора устанавливаются кодирующие оптические маски (12). На каждой маске записывается определенный кодирующий контур. Коэффициент пропускания маски равен единице в точках, находящихся в пределах ширины линии, образующей кодирующий контур, и нулю во всех остальных точках.

Видеосигнал, формирующийся на выходе каждого из фотодетекторов (13), представляет собой результат сканирования входного изображения по траектории, определяемой каналным кодирующим контуром. После усиления (см. усилители (14)) видеосигналы поступают на пороговые устройства (15). Для ослабления влияния неравномерности среднего пропускания входного прозрачного материала в блоке (15) используется динамический порог, вырабатываемый путем интегрирования исходного видеосигнала. Формирующее устройство (16) обеспечивает генерацию набора прямоугольных импульсов, число которых определяется количеством пересечений линий анализируемого изображения с кодирующим контуром. Канальный счетчик импульсов (17) подсчитывает количество импульсов, поступающих на его вход за время, равное периоду вращения сканирующего светового пучка. Для этого на него подается синхросигнал, вырабатываемый в блоке формирования сканирующего пучка. Синхронизация работы элементов устройства осуществляется с помощью блока 18.

В устройстве имеется также блок получения сканирующего пучка типа «бегущая линия». Он состоит из цилиндрической линзы, зеркального виброэлектрического преобразователя и плоского зеркала.

Наличие двух типов сканирующих световых пучков в совокупности с большим набором оптических масок для записи кодирующих контуров обеспечивает получение широкого ряда различных геометрий сканирования.

Оптико-электронное устройство кодирования является аналоговой частью гибридной системы распознавания штриховых изображений. Цифровой электронный блок должен выполнять операции обучения и классификации. Для создания гибридной системы к устройству кодирования могут быть подключены мини-ЭВМ или специальный цифровой блок, обеспечивающий параллельную обработку формируемых признаков. Устройство содержит 36 параллельных каналов обработки входного изображения. Ввод изображений осуществляется с фотопленки. При использовании сканирующего светового пучка типа «вращающаяся линия» 36 признаков анализируемого изображения формируются за период вращения микрометрической цели, равный 20 мс. В случае когда сканирующий световой пучок представляет собой «бегущую линию», быстродействие устройства определяется частотными свойствами виброэлектрического преобразователя. В описанном варианте быстродействие системы равно 1 мс. На рис. 2, а — в показаны анализируемое изображение с кодирующим контуром, а также осциллограммы видеосигнала на выходе канального фотодетектора (ФЭУ-60) и соответствующего импульсного сигнала на выходе формирующего устройства.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Васильев В. И. Распознающие системы: Справочник. Киев: Наукова думка, 1969.
2. Дуда Р., Харт П. Распознавание образов и анализ сцен. М.: Мир, 1976.

Поступило в редакцию 1 августа 1979 г.