

УСТРОЙСТВО ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ВХОДЕ ЦИФРОВЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН

Ю. И. Нефедов, В. Г. Червов, А. В. Шатохин

При решении многих научно-технических задач возникает необходимость оперативной обработки визуальной информации на цифровой вычислительной машине (ЦВМ). Чтобы существенно сократить время решения таких задач и эффективно использовать быстродействие современных ЦВМ (миллиарды операций в секунду), необходимо создать специальные устройства первичной обработки и ввода визуальной информации [1—3]. Их назначение — устранить в предъявляемых изображениях избыточность данных, которую создают детали, имеющие малую информативную ценность.

Один из путей устранения избыточности входных данных — сокращение координатных описаний за счет выделения и кодирования существенных (полезных) признаков изображений. Формальной процедуры задания исходной системы признаков пока не существует. Известны лишь некоторые критерии оценки информативности (полезности) признаков [4—7]. Широкое распространение получили вероятностные и энтропийные критерии оценки информативности признаков [7—10]. Вероятностный критерий, основанный на предположении о том, что важность признаков непосредственно связана с вероятностью их появления, используется в рассматриваемой ниже системе с целью сокращения времени анализа признаков.

Сокращение исходного описания изображений осуществляется в два этапа. Вначале выделяются признаки, достаточно полно отражающие структурные особенности входных изображений. При этом последовательность выделения признаков может быть произвольной. Для многих классов реальных изображений (фотоснимков со следами ядерных частиц, интерферограмм плазмы, аэрофотоснимков и др.) такими признаками могут быть прямые определенной ориентации, углы, изломы, пересечения, линии с определенной кривизной.

На втором этапе сокращается время первичной обработки информации за счет изменения последовательности анализа признаков в соответствии с вероятностью их появления.

Блок-схема устройства предварительной обработки изображений, которое может быть использовано для ввода изображений в ЦВМ, приведена на рис. 1. Здесь ЭЛТ — электронно-лучевая трубка с коротким послесвечением люминофора; Д — входное изображение в виде диапозитива; ФЭУ — фотоэлектронный умножитель; ПУ — пороговые устройства; ВК — блок выделения контуров; УФ — усилители-формирователи; СГ — синхрогенератор; ГИ — генератор импульсов; ЛЗ — линия задержки; СЧ — двоичные счетчики

импульсов; ПКА — преобразователи код — аналог; ДШ — дешифратор; И — блоки логического умножения; ИЛИ — блоки логического сложения; К — коммутатор выходов дешифратора; П — преобразователи напряжений; ВЧ — генератор высокочастотных синусоидальных напряжений; М — блоки амплитудной модуляции высокочастотных напряжений; ИНТ — интегрирующие устройства; С — устройство сигнализации; ИУ — измерительные устройства. Штрих-

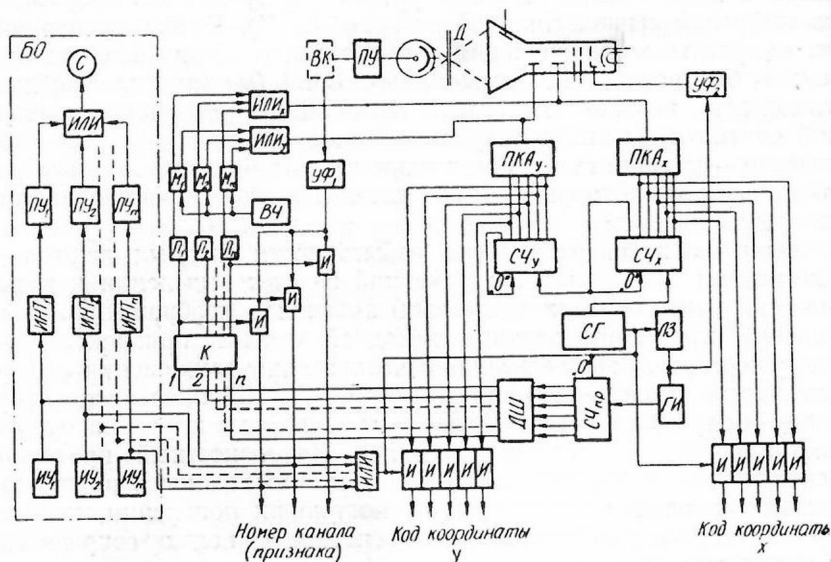


Рис. 1.

пунктирной линией обведен БО — блок обучения, который используется для определения вероятности появления априорно выбранных признаков в анализируемом классе изображений.

Система позволяет выделять из изображений, предъявляемых на входе, ориентированные прямые, углы со специфической ориентацией сторон, точки пересечения ориентированных прямых, линии с определенной кривизной, а также определять координаты этих элементов.

Выделение признаков осуществляется на телевизионной системе типа «бегущий луч». В отличие от обычных систем с «бегущим лучом», в данной системе сканирующий луч ЭЛТ «расфокусируется» в виде прямой линии, угла или окружности. Такие «расфокусировки» создаются путем дополнительного высокочастотного отклонения луча по определенному закону. Конфигурация высокочастотной развертки обуславливает выделение того или иного признака. В блоке ВК выделяются контуры световых границ определенной формы. Фотоснимки (рис. 2) иллюстрируют работу системы (в которую входят ЭЛТ, ФЭУ, ПУ, ВК и УФ₁) в режиме выделения

контуров прямолинейных световых границ. определенной ориентации. На рис. 2, *а*, показано входное изображение, а на рис. 2, *б*, *в*, *г* — выходные изображения, формируемые на экране видеоконтрольного устройства, подключенного к выходу УФ₁. Система выделения признаков подробно описана в работах [11, 12].

Работу устройства предварительной обработки изображений (рис. 1) можно пояснить с помощью временных диаграмм (рис. 3, *а* — до окончания обучения, *б* — после него), где указаны выходные напряжения всех основных блоков. Блоки СГ, СЧ_х, СЧ_у, ПКА_х, ПКА_у, используются для создания отклоняющих напряжений, обеспечивающих шаговое перемещение луча ЭЛТ. Ступенчатые напряжения шаговой развертки формируются в блоках ПКА_х, ПКА_у. За время модуляции яркости луча ЭЛТ в одной точке изображения последовательно анализируются все априорно выбранные признаки. Как только обнаруживается какой-либо признак, осуществляется переход к анализу признаков в следующей точке изображения. Признаки кодируются двоичными кодами, формируемыми в счетчике признаков (СЧ_{пр}). Коды признаков дешифрируются в ДШ. На выходе ДШ каждому признаку соответствует отдельный канал. Выходные сигналы ДШ подаются через коммутатор каналов (К) на соответствующие входы преобразователей напряжений (П₁ — П_п). В ответ на входной сигнал каждый преобразователь напряжений формирует два прямоугольных импульса разной (или одинаковой) амплитуды. Эти импульсы используются для модуляции высокочастотных синусоидальных напряжений, поступающих в М с ВЧ.

Промодулированные высокочастотные напряжения с блоков М и ИЛИ подаются на отклоняющие пластины ЭЛТ, «расфокусируя» луч по определенному закону.

На выходе системы, как и на входе ДШ, каждому признаку соответствует отдельный канал. Однако выходные сигналы —

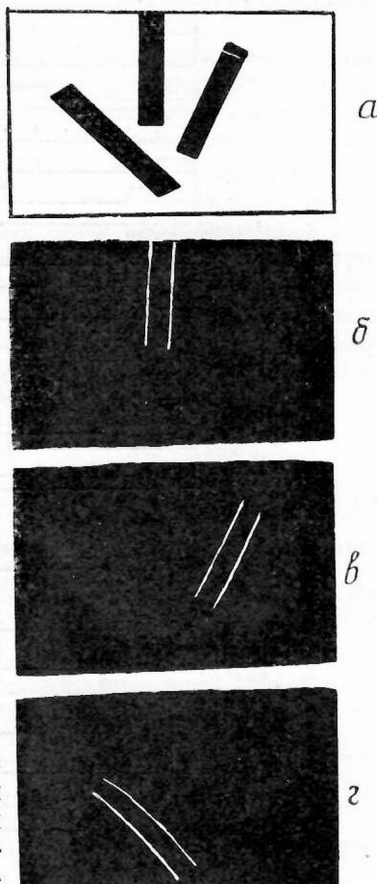


Рис. 2.

коды признаков и их координат — появляются лишь при наличии анализируемых признаков в изображении. Для этого в системе используются блоки И и ИЛИ.

Рассмотрим работу блока обучения (БО). Сигналы, соответствующие выделенным из изображения признакам, подаются по отдельным каналам на интегрирующие устройства (ИНТ), в качестве которых могут использоваться RC-элементы или счетчики

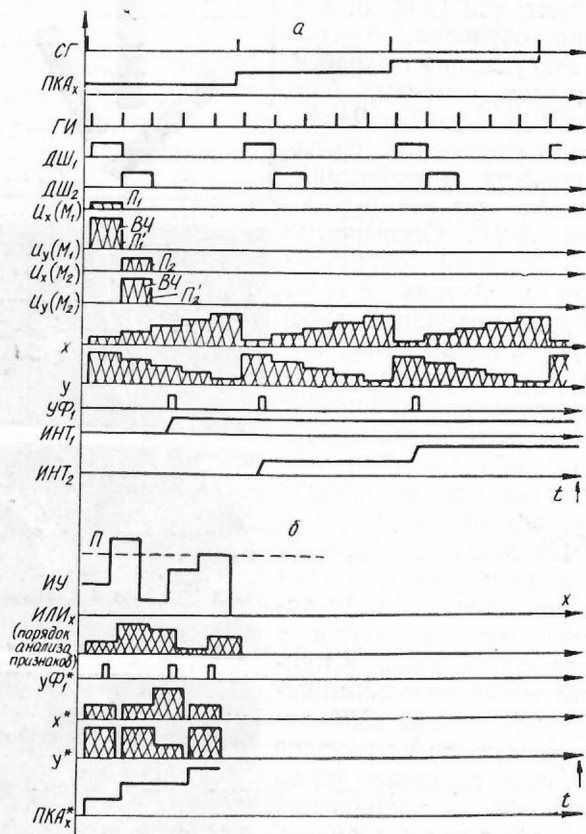


Рис. 3.

импульсов. В ходе обучения системе предъявляются различные изображения, подлежащие обработке (обучающая последовательность). При этом в ИНТ накапливаются данные о частоте появления каждого признака. Измерительные устройства ($ИУ_1 — ИУ_n$) позволяют определять величину выходных сигналов ИНТ. Блоки $ПУ_1 — ПУ_n$, ИЛИ и С предназначены для сигнализации об окончании процесса обучения. Величина порога, устанавливаемого в ПУ, соответствует определенному числу повторений признаков. Чем выше величина порога, тем дольше процесс обучения

и тем точнее определяется частота (вероятность) появления признаков. Как только в каком-либо из интеграторов сформируется сигнал, превышающий значение этого порога, срабатывает блок сигнализации (С). Теперь по величине сигнала на выходах ИУ можно судить о частоте появления каждого признака. Зная эти данные, с помощью коммутатора каналов (К) подключаем канал 1 дешифратора к тому преобразователю (П), который формирует напряжения модуляции высокочастотных сигналов, соответствующие признаку, частота появления которого наибольшая. Далее следует перекоммутировать все выходы ДШ таким образом, чтобы последовательность анализа признаков соответствовала уменьшению частоты их появления. Такая последовательность анализа признаков позволит увеличить быстродействие устройства предварительной обработки изображений за счет уменьшения среднего времени анализа признаков в каждой точке изображения.

В заключение следует отметить, что быстродействие устройства предварительной обработки визуальной информации можно еще более увеличить, если предусмотреть в нем возможность непрерывного (динамического) обучения (с целью более достоверного определения вероятностей появления признаков) и автоматическую коммутацию каналов дешифратора.

ЛИТЕРАТУРА

1. И. И. Цуккерман. О вводе информации в мозг и в вычислительную машину. Сб. «Информация и кибернетика». М., 1967.
2. G. E. Forsen. A. preprocessor for an automation's eye. Conf. Rec. Winter Convent. «IEEE Trans. on Aerospace and Electron Systems», III E/12—III E/34 (1967.)
3. Л. П. Ярославский. Устройства ввода — вывода изображений для цифровых вычислительных машин. «Библиотека по автоматике», вып. 303, 1968.
4. А. Г. Ивахненко. Самообучающиеся системы распознавания и автоматического управления. Киев, «Техніка», 1969.
5. И. Г. Турбович, В. Г. Гитис, В. К. Маслов. Опознание образов. М., «Наука», 1971.
6. Н. Г. Загоруйко. Методы распознавания и их применения. М., «Сов. радио», 1972.
7. В. А. Ковалевский, М. Г. Шлезингер и др. Читающие автоматы. Киев, «Наукова думка», 1965.
8. Р. Уилсон. Оптические читающие устройства. М., «Мир», 1969.
9. Х. Марко, Х. Габел. Система распознавания рукописных знаков, состоящая из гомогенных слоев. ЭИ «Приборы и элементы автоматки», № 1, 1971.
10. М. М. Бонгард. Проблема узнавания. М., «Наука», 1967.
11. Ю. И. Нефедов. Исследование принципов переработки информации в зрительной системе и их использование при построении телевизионных пространственно-временных фильтров изображений. Автореф. канд. дисс., Харьков, 1971.
12. Ю. И. Нефедов, В. Г. Червов, Ю. П. Бугай. Исследование возможности анизотропного выделения контуров изображений в телевизионной передающей системе. Сб. «Радиотехника», вып. 11. Изд-во Харьковск. ун-та, 1969.