

4. Барсуков Ю.И., Болтянский А.А., Секисов Ю.Н., Скобелев О.И. Методы преобразования, основанные на тестовых переходных процессах - В сб.: Автоматизация экспериментальных исследований. - Куйбышев КуАИ, 1975, с. 90-97.

УДК 62.506.222.001.57

Ю.Н.Лазарев, Ю.И.Мосыченко

ПРИНЦИПЫ ТОПОЛОГИЧЕСКОГО КОДИРОВАНИЯ БИНАРНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ В СИСТЕМЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ

В последнее время широкое применение в промышленности начинают получать роботы второго поколения, оснащенные системами технического зрения (СТЗ) [1]. Промышленные роботы с СТЗ способны выполнять ряд основных технологических операций, недоступных роботам первого поколения: сборку, контроль, сортировку деталей и др. Обработка визуальной информации в СТЗ роботов должна осуществляться в реальном времени и недорогими средствами, основанными на применении микропроцессоров и микроЭВМ.

Изображение рабочей зоны в СТЗ промышленных роботов формируется чаще всего двухградационным (бинарным)

$$F(x,y) = \begin{cases} 1, & \text{если } F(x,y) \geq F_0, \\ 0, & \text{если } F(x,y) < F_0, \end{cases}$$

где $F(x,y)$ - исходная функция интенсивности;

F_0 - пороговый уровень интенсивности.

Бинарное изображение представляет собой совокупность связанных компонент объектов и фона, причем единичные значения $F(x,y)$ соответствуют объектам, а нулевые - фону [2].

Построчное сканирование изображения $F(x,y)$ формирует для каждой строки подмножество R^i видеосимпульсов (видеоорд) пересечения объектов и фона:

$$R^i = V^i \cup W^i, \quad \text{причем } V^i \cap W^i = \emptyset,$$

где $V^i = \{U_j^i\}$ - подмножество видеоорд объектов;

$W^i = \{w_j^i\}$ - подмножество видеоорд фона;

$i = \overline{1, n}$ - индекс номера строки;

$j = \overline{1, m}$ - индекс номера видеоорды на строке.

Объединение R^i для всех n строк образует прямое множество видеохорд

$$R = \bigcup^n R^i = V U W,$$

где $V = \bigcup^n V^i$; $W = \bigcup^n W^i$.

Введем на множестве R бинарные отношения связности S и транзитивного замыкания связности \hat{S} :

$$U_k^i S U_q^{i+1}, \text{ если пр. } U_k^i \cap \text{ пр. } U_q^{i+1} \neq \emptyset \text{ и } U_k^i, U_q^{i+1} \in V_{\text{или}} U_k^i U_q^{i+1} \in W,$$

где пр. U - проекция видеохорды на ось, параллельную строкам сканирования.

$U_k^i \hat{S} U_p^e$, если в R существует цепочка $U_k^i, U_q^{i+1} \dots U_p^e$, в которой между соседними элементами выполнено S .

Бинарное отношение \hat{S} является отношением эквивалентности в силу его рефлексивности, симметричности и транзитивности и позволяет осуществить разбиение множеств V и W на системы классов эквивалентности:

$$V = Q_1 U Q_2 \dots U Q_k, \text{ причем } Q_i \cap Q_j = \emptyset \text{ при } i \neq j;$$

$$W = \Phi_1 U \Phi_2 \dots U \Phi_e, \text{ причем } \Phi_i \cap \Phi_j \text{ при } i \neq j;$$

где Q_i - объект на изображении;

Φ_i - связанная компонента фона на изображении.

Так как множества V и W конечны, то бинарное отношение связности S предполагает однозначную графовую интерпретацию [3]. Графы объектов $G_Q = G(V)$ и фона $G_\Phi = G(W)$ представляют собой элементы множеств V и W , изображенные в виде точек, для каждой пары которых существует ребро, если соответствующие элементы находятся в отношении S . Граф $G = G_Q \cup G_\Phi$ представляет собой общий граф изображения.

Использование графового представления для анализа изображений позволяет эффективно применять в этом анализе хорошо разработанную теорию графов [4]. В частности, графовое представление позволяет легко выделить топологические свойства изображаемой сцены: число связанных компонент, порядок связности объектов и др. Кроме того, граф изображения сохраняет его метрику в направлении, перпендикулярном строкам сканирования.

Рассмотрим два способа формирования последовательного машин -

ного кода, отражающего топологические свойства изображения.

Первый способ основан на представлении графа изображения G в виде матрицы смежности $M(G)$. С этой целью последовательно анализируют вершины, находящиеся на двух соседних строках. Элементы текущей строки располагаются по горизонтали, а предыдущей — по вертикали. Каждой из вершин присваивается ее порядковый номер на строке. В клетки таблицы помещают числа 1 или 0 в зависимости от того, существует между соответствующими вершинами ребро или нет. После этого из таблицы последовательно друг за другом считывают все строчки в виде цепи. Прделав такую операцию по всем строкам раstra, получают код массива связности. Этот код имеет четко выраженную структуру: он состоит из строк, которые делятся на блоки, состоящие в свою очередь из позиций.

Каждая из строк кода имеет следующие закономерности:

1) количество блоков строки равно количеству вершин графа на предыдущей строке;

2) количество позиций в блоке равно количеству вершин графа на текущей строке;

3) если во всех блоках текущей строки одна из позиций $P_j^{k(i-1)}$ равна 0 (таких позиций может быть несколько), то это соответствует тому, что вершина U_j^i , определяемая этой позицией, является начальной для графа G_Φ (так как граф может содержать несколько ветвей, то таких начальных вершин может быть несколько);

4) если в некоторых из блоков строки все позиции равны 0, то это соответствует замыканию графа по вершинам предыдущей строки индекс которых определяется индексом этих нулевых блоков;

5) если $P_j^{k(i-1)} = 1$, т.е. в K^m блоке строки $j^{\text{-я}}$ позиция равна 1, то это соответствует тому, что $j^{\text{-я}}$ вершина текущей строки связана с K^m вершиной предыдущей строки, если же $P_j^{k(i-1)} = 0$, то наоборот.

Таким образом, код массива связности передает топологические особенности изображения.

Второй способ заключается в кодировании контурных перепадов (схема EDIC) и дает более высокое сжатие данных [5]. По этой схеме кодер одновременно просматривает текущую и предыдущую строки и разбивает переходные элементы на пары. Такая пара может находиться в одном из трех различных состояний: в состоянии S_1 один из переходных элементов пары находится на предыдущей строке, а другой — на текущей; в состоянии S_2 оба элемента нахо-

дятся на предыдущей строке, а в состоянии S_3 на текущей. Каждая пара переходных элементов в зависимости от состояния кодируется разными символами. Состояниям S_1 , S_2 , S_3 соответствуют исходные символы Г, К, Н (соответственно "граница", "конец", "начало"). Некоторые сочетания исходных символов образуют дополнительные символы: ГГ - О, ГНГ - Р, КНГ - С (соответственно "объект", "развилка", "сопряжение").

Процесс графового представления при кодировании контурных перепадов состоит в индексации символов и объединении символов с идентичными индексами в связанные графовые структуры. Индексация осуществляется так. Начиная с первой строки, всем символам Н присваиваются порядковые номера. Остальные символы нумеруются на текущей строке в том же порядке и теми же индексами, что и на предыдущей с учетом следующих правил:

1) индексы символов К, расположенных на предыдущей строке, символам на текущей строке не присваиваются;

2) индекс символа Р, расположенного на предыдущей строке, присваивается в порядке очереди двум соседним нумерованным символам текущей строки;

3) индексы двух соседних символов предыдущей строки (за исключением символа К) считаются идентичными, если им на текущей строке соответствует символ С, который и получает один из этих двух индексов.

Таким образом, формально кодирование изображения представляет собой отображение

$$f: R \rightarrow \bigcup_i M_i(G),$$

где R - множество видеоорд;

$\bigcup_i M_i(G)$ - объединенная матрица смежности графа G , в которой каждая из $M_i(G)$ есть матрица смежности вершин двух соседних строк.

В силу того, что $\bigcup_i M_i(G)$ есть формальное описание графа, то коды, построенные на основе $\bigcup_i M_i(G)$ содержат в себе все основные топологические свойства изображения.

Рассмотренные принципы топологического кодирования изображений дают информацию о строчной принадлежности видеоорд конкретным объектам. Это позволяет на их основе организовать метрическое кодирование изображений с целью определения геометрических параметров и характеристик каждого из объектов.

Литература

1. Мешкин В.И., Титов В.С. Системы технического зрения ПР.- Приборы и системы управления, 1984, № I, с. 33-35.
2. Дуда Р., Харт П. Распознавание образов и анализ сцен : Пер. с англ. - М.: Мир, 1976. - 511 с.
3. Шрейдер Ю.И. Равенство, сходство, порядок. - М.: Наука, 1971. - 256 с.
4. Оре О. Теория графов. - М.: Наука, 1980. - 336 с.
5. Ясуда Я. Обзор методов цифрового кодирования факсимильных данных в Японии. - ТИИЭР, 1980, т. 68, № 7, с. 86-103.

УДК 681.3.06

Н.С.Шляпников

УСТРОЙСТВО ПРОГРАММИРОВАНИЯ И КОНТРОЛЯ ПОСТОЯННОЙ ПАМЯТИ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ С ЧПУ

Программатор является устройством, позволяющим осуществлять запись в программируемую память двоичной информации из трех источников: с входа эталонной памяти, с выхода фотосчитывателя с перфоленки, из оперативной памяти ЭВМ; осуществляется также проверка записанной информации. Информацией может служить программа управления станком, программа для контроля и диагностики узлов системы.

Устройство (рис. 1) содержит: блок 1 - панель управления и индикации, блок 2 - останова по адресу, состоящий из буферного регистра 3 и схемы сравнения 4, блок 5 - счетчик адреса, блок 6 - панель для БИС эталонного ПЗУ, блок 7 - управления, блок 8 - схема записи, содержащая источник питания 9, ключ 10, ключ 11, источник питания 12, блок 13 - панель для БИС программируемого и контролируемого ПЗУ, блок 14 - блок сопряжения с фотосчитывателем, блок 15 - мультиплексор, блок 16 - имитатор сигналов фотосчитывателя, блок 17 - ЭВМ, блок 18 - двунаправленные приемопередатчики.

Устройство работает в следующих режимах.

Режим 1. Запись информации из эталонной памяти. Эталонная память фиксируется в гнезде эталонной памяти. Переключатель "Запись из ЭП" переводится в правое крайнее положение. На счетчике