

С.С. САДЫКОВ

**Алгоритм формирования
вероятностных признаков точек
контура бинарного изображения**

Муромский институт
(филиал) ФГБОУ ВПО
«Владимирский
государственный
университет имени
А.Г. и Н.Г. Столетовых»,
г. Муром

*Предложен алгоритм формирования
вероятностных признаков точек контура
бинарных изображений.*

Контур является фундаментальной структурой любого изображения[1] и поэтому его характеристики достаточно часто применяются для распознавания различных объектов в системах машинного зрения[2]. В [3] предложен алгоритм формирования безразмерных признаков объектов на основе контуров их изображений. Особая отличительная и важная особенность безразмерных признаков состоит в том, что они изотропны к повороту, переносу и изменению масштаба объекта в поле зрения распознающей системы. Но безразмерные признаки не удастся использовать в современных алгоритмах распознавания, основанных на вероятностных признаках объектов.

В данной статье предлагается один из возможных путей формирования вероятностных признаков точек контура бинарных изображений, являющихся локальной характеристикой каждой точки при присвоении им различных качеств некоторыми и элементарными преобразованиями.

Особенности предлагаемого алгоритма состоят в следующем.

Пусть дано бинарное изображение некоторого объекта на матрице размером 15x15 (рис.1).

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0
0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Рис. 1. Бинарное изображение некоторого объекта

Выделяется одноточечный контур (рис.2) изображения объекта по алгоритму, приведенному в [4,5];

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0
0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Рис. 2. Дискретный одноточечный замкнутый контур изображения объекта

По рис. 2 определяется количество точек, образующих контур – №.

По рис.1 определяются путем обхода контура маской 3x3 (рис. 2,а), в центре которой всегда находится текущая точка контура В, количество точек контура, расположенных на каждом из 8 направлений (рис. 2,б):

N_1 – количество точек контура , расположенные в направлении 1;

N_2 – количество точек контура , расположенные в направлении 2;

N_3 – количество точек контура , расположенные в направлении 3;

N_4 – количество точек контура , расположенные в направлении 4;

N_5 – количество точек контура , расположенные в направлении 5;

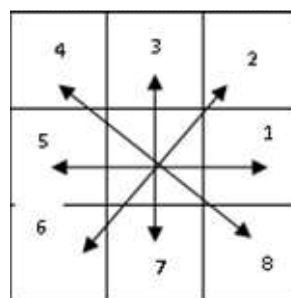
N_6 – количество точек контура , расположенные в направлении 6;

N_7 – количество точек контура , расположенные в направлении 7;

N_8 – количество точек контура , расположенные в направлении 8.

3	2	1
4	В	8
5	6	7

а)



б)

Рис. 3. Схемы окрестности 3x3 текущей точки В при обходе контура (рис. 2,а) и возможных направлений перемещения от нее на дискретном изображении (рис. 2,б).

Определяются (по рис. 1) значения кривизны в точках дискретного контура (рис. 3) с помощью алгоритма, приведенного в [6, 7].

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	135	1	1	1	0	135	1	135	0	0	0	0
0	0	135	0	0	0	0	90	0	0	0	1	0	0	0
0	0	135	0	0	0	0	0	0	0	0	0	135	0	0
0	0	0	90	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	135	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90	0
0	0	0	0	90	0	0	0	0	0	0	0	135	0	0
0	0	135	135	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
0	135	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	135	0	0
0	135	0	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	135	0
0	0	90	0	135	0	0	0	0	0	0	0	0	135	0
0	0	0	0	135	0	0	135	1	135	0	135	135	0	0
0	0	0	0	0	135	135	0	0	0	90	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Рис. 3. Дискретный однотоочечный замкнутый контур с указанными значениями кривизны в его точках (точки с значениями 1 соответствуют нулевой кривизне)

По рис. 3 подсчитывается количество точек контура с различными значениями кривизны:

N_9 – количество точек контура, имеющих значение кривизны равное 0;

N_{10} — количество точек контура, имеющих значение кривизны равное 90;

N_{11} – количество точек контура, имеющих значение кривизны равное 135;

По алгоритму в [3] устанавливаются опорные точки контура, являющиеся центрами выпуклых и вогнутых участков (рис. 4).

На рис. 4, точки с знаком «плюс» являются опорными точками выпуклых участков контура, а с знаком «минус» - опорными точками вогнутых участков контура.

По рис. 4 подсчитывается количество опорных точек контура с различными значениями:

N_{12} – количество точек контура, являющиеся центром вогнутых участков с значением кривизны -90 градусов;

N_{13} – количество точек контура, являющиеся центром выпуклых участков с значением кривизны +90 градусов;

N_{14} – количество точек контура, являющиеся центром вогнутых участков с значением кривизны -135 градусов;

N_{15} — количество точек контура, являющиеся центром выпуклых участков с значением кривизны $+135$ градусов;

			+135	1	1	1		+135	1	+135				
		+135					-90				1			
		+135										+135		
			-90									1		
		+90										-135		
			1										+90	
				-90								-135		
		+135	-135									1		
	+135											-135		
	+135		-90										+135	
		+90		-135									+135	
				+135			-135	1	-135		-135	+135		
					+135	+135				+90				

Рис. 4. Опорные точки выпуклых и вогнутых участков однотоочечного замкнутого контура с присвоенными им знаками

Подсчитывается общее количество выпуклых и вогнутых участков контура:

$N_{16} = N_{13} + N_{15}$ – общее количество выпуклых участков контура;

$N_{17} = N_{12} + N_{14}$ – общее количество вогнутых участков контура.

Вычисляется общее количество линейных участков контура:

$N_{18} = N_0 - (N_{16} + N_{17})$ - общее количество линейных участков контура.

Таким образом, определяется 18 числовых характеристик точек контура

$\{ N_1, N_2, N_3, \dots, N_{18} \}$.

Путем деления каждого из этих 18 числовых характеристик получим столько же контурных вероятностных признаков изображения объекта:

$K_1 = N_1/4N_0$;

$K_2 = N_2/4N_0$;

$$\begin{aligned}K_3 &= N_3/4N_0; \\K_4 &= N_4/4N_0; \\K_5 &= N_5/4N_0; \\K_6 &= N_6/4N_0; \\K_7 &= N_7/4N_0; \\K_8 &= N_8/4N_0; \\K_9 &= N_9/4N_0; \\K_{10} &= N_{10}/4N_0; \\K_{11} &= N_{11}/4N_0; \\K_{12} &= N_{12}/4N_0; \\K_{13} &= N_{13}/4N_0; \\K_{14} &= N_{14}/4N_0; \\K_{15} &= N_{15}/4N_0; \\K_{16} &= N_{16}/4N_0; \\K_{17} &= N_{17}/4N_0; \\K_{18} &= N_{18}/4N_0.\end{aligned}$$

Следует отметить, что деление на $4N_0$ связано с условием, что сумма всех вероятностных признаков будет равна единице.

В конечном счете, формируется вектор вероятностных признаков изображений объектов по их контурам, которые можно использовать в алгоритмах и методах распознавания, ориентированных на вероятностные признаки образов [8,9,10]:

$$\{ K_1, K_2, K_3, \dots, K_{18} \}.$$

Литература

1. Садыков, С.С. Цифровая обработка и анализ изображений/С.С. Садыков.- Ташкент: НПО «Кибернетика» АН УзССР, 1994. - 193с.
2. Садыков, С.С. Методы и алгоритмы выделения признаков в системах технического зрения/С.С. Садыков, Н.Н. Стулов. – М.: Горячая линия- Телеком, 2005. – 204с.
3. Садыков С.С. Формирование безразмерных коэффициентов формы замкнутого дискретного контура/ С.С. Садыков//Алгоритмы, методы и системы обработки данных. - 2014. - № 4(29). - С.91-98.
4. Садыков, С.С. Алгоритм идентификации плоских объектов с использованием минимального числа признаков/ С.С. Садыков, С.В. Савичева//Автоматизация и современные технологии. – 2011. - №7. - С.3-6.
5. Садыков, С.С. Идентификация реальных плоских объектов на основе единственного признак точек их внешних контуров/ С.С. Садыков, С.В. Савичева// Информационные технологии. – 2011.- №8.- С.13-16.

6. Садыков, С.С. Распознавание отдельных и наложенных плоских объектов// С.С. Садыков, С.В. Савичева. –Владимир: Изд-во ВлГУ, 2012. – 264с.

7. Садыков С.С. Алгоритм логического определения кривизны точек дискретной линии//С.С. Садыков//Алгоритмы, методы и системы обработки данных. - 2011. - № 1(30). - С.52-59.

8. Садыков, С.С. Сравнение алгоритмов распознавания наложенных объектов на основе α -функции и на основе особых участков/ С.С. Садыков, С.В. Савичева, В.А. Комков// Алгоритмы, методы и системы обработки данных. - 2012. - №19. - С.197-202.

9. Садыков, С.С. Диалоговая система анализа маммографических снимков/ С.С. Садыков, Ю.А. Буланова, Е.А. Захарова// Алгоритмы, методы и системы обработки данных. - 2012. - №19. - С.155-167.

10. Садыков, С.С. Распознавание плоских объектов при их наложении/ С.С. Садыков, С.В. Савичева// Информационные технологии.–2013.- №2.- С.43-46.