

## **АЛГОРИТМ КОНТЕКСТНОГО ПОИСКА ОБЪЕКТОВ ПО ФОРМЕ**

С.Г. Антощук, Г.Ю. Щербакова, Н.Ю. Хитрук, О.Л. Дрегваль  
Одесский национальный политехнический университет

*З метою удосконалення методів та алгоритмів контекстного пошуку зображень за їхнім описом з використанням параметрів форми запропонована ієрархічна сигнально-семантична модель об'єктів розпізнавання у вигляді набору контурних препаратів.*

Развитие информационных сетей, увеличение количества изображений в базах данных, и количества пользователей, которым необходимо проводить поиск изображений в соответствии со своими требованиями, привело к развитию методов и алгоритмов контекстного поиска изображений [1]. При проведении контекстного поиска используют следующие признаки определения сходства и описания изображений: параметры формы, цвет (корелограммы, цветовые моменты и множества цветов в различных цветовых пространствах), текстурные признаки. Для определения формы объекта необходимо иметь его контурное описание, для получения которого проводят следующие операции: выделение контура, скелетизацию и прослеживание контуров.

Один из современных подходов к обработке и распознаванию изображений – это иерархическое моделирование, при котором изображение представляется в виде последовательности матриц с различным уровнем детальности, что соответствует пирамидальной модели. Существующие методы пирамидального представления информации используют низкочастотную фильтрацию, которая размывает перепады интенсивности и затрудняет выделение контуров [2]. В статье разработана иерархическая модель представления объектов распознавания в виде набора (пирамиды) контурных препаратов, полученных с разным разрешением. Такое представление повысит эффективность работы широкого класса поисковых алгоритмов.

Большинство методов выделения контуров можно описать схемой, состоящей из двух этапов:

- на первом производится подчеркивание контуров;
- на втором выделяются контурные точки.

Методы выделения контуров можно разделить на две большие группы: дифференциальные и корреляционно-экстремальные [3]. При

выделении контуров дифференциальными методами перепады интенсивности усиливаются, и с помощью порогового устройства выделяется область контура. Дифференциальные методы просты и обладают высоким быстродействием, однако имеют низкую помехоустойчивость. В корреляционных методах реальный перепад интенсивности сравнивается по форме с набором моделей-эталонов. В качестве меры близости используется максимум корреляционной функции или минимум среднеквадратической ошибки. После этого в контурный препарат изображения вносится фрагмент, соответствующий принятому решению. Корреляционные методы обладают высокой помехоустойчивостью, однако имеют и существенные недостатки, связанные с выбором моделей перепадов интенсивности. При этом ни один из существующих методов выделения контуров не позволяет регулировать детальность полученных контурных препаратов.

Поэтому представляется целесообразным для иерархического представления изображений использовать вейвлет-преобразование (имеющее свойства пространственно-частотной локализации и регулируемой детальности) с такой базисной функцией, которая позволила бы эффективно подчеркивать контуры [4,5] — гиперболическое вейвлет-преобразование (ГВП).

ГВП определяется путем свертки

$$W(s, x_0) = \frac{1}{\sqrt{s}} \int_{-\infty}^{+\infty} f(x) \psi^* \left( \frac{x - x_0}{s} \right) dx ,$$

где  $f(x)$  — преобразуемая (анализируемая) функция;  $\psi_{s, x_0}(x)$  — двухпараметрическая базисная функция, получающаяся из материнского вейвлета  $\psi_0(x)$  при масштабировании с масштабным множителем  $s \in R^+$  и сдвиге с параметром  $x_0 \in R$ ,  $\psi^*$  — комплексно-сопряженная функция по отношению к  $\psi$  ( $s$  отвечает за ширину вейвлета,  $x_0$  — определяет положение вейвлета на оси  $x$ ). Множитель  $\frac{1}{\sqrt{s}}$  вводится для того, чтобы все вейвлетные функции  $\psi_{s, x_0}$  имели постоянную норму в пространстве  $L^2(R)$ .

При ГВП базисная функция определяется  $\psi_0(x) = \frac{1}{\pi\alpha x} G(x)$ , где  $G(-x) = G(x)$ ,  $G(x) = 1(x - \varepsilon) - 1(x - \gamma)$ ;  $1(t)$  — единичная функция Хевисайда;  $\alpha > 0$  — масштабирующий коэффициент для получения базисных вейвлетных функций.

При обработке изображений в пространстве ГВП энергия изображений концентрируется вблизи наиболее информативной части — перепадов интенсивности, что повышает вероятность правильного

распознавания — семантическую меру информации. С другой стороны, вейвлет-преобразование представимо в виде свертки исходного изображения с вейвлет-функциями разного масштаба, что характерно для сигнального представления. Поэтому представленная в данной статье информационная модель обработки изображений названа иерархической сигнально-семантической (рис. 1). Обработка изображений при этом предусматривает следующие этапы:

- на вход модели поступает изображение в матричном виде;
- матрица интенсивностей подвергается ГВП с разным уровнем разрешения. Масштабы преобразования выбираются с помощью априорной информации об изображениях. Результатом является упорядоченная последовательность матриц с разным уровнем детальности;

- на выбранных уровнях в блоке выделения области контура (БВОК) производится выделение контуров — на выходе модели формируется пирамидальное представление контурных препаратов. Приведенные выше свойства ГВП [4,5] создают основу для синтеза методов иерархического выделения границ на полутоновых изображениях в пространстве ГВП. Целесообразно создавать как дифференциальные методы для обработки слабо зашумленных изображений, так и корреляционно-экстремальные для изображений с низким отношением сигнал/шум.

Для реализации сигнально-семантической модели представления изображений предлагается следующая методика:

- изображение подвергается свертке с гиперболической вейвлет-функцией разных масштабов от наибольшего к наименьшему;
- на контрастированном изображении выделяется область контура;
- при необходимости проводится процедура «скелетизации» (утончения) области контура;
- на изображениях наибольшего масштаба находится внешний контур объекта исследования;
- обработка следующего иерархического уровня проходит внутри контура изображения объекта;
- обработка проводится по строкам и по столбцам. Результат объединяется по схеме логического сложения ИЛИ.

На базе полученного подхода проводилось прослеживание контуров реперных знаков (РЗ) на фотошаблонах (ФШ) интегральных микросхем, рассчитывались признаки их формы (топологические дескрипторы, дескрипторы области, геометрические моменты-признаки с использованием информации о характерных точках).

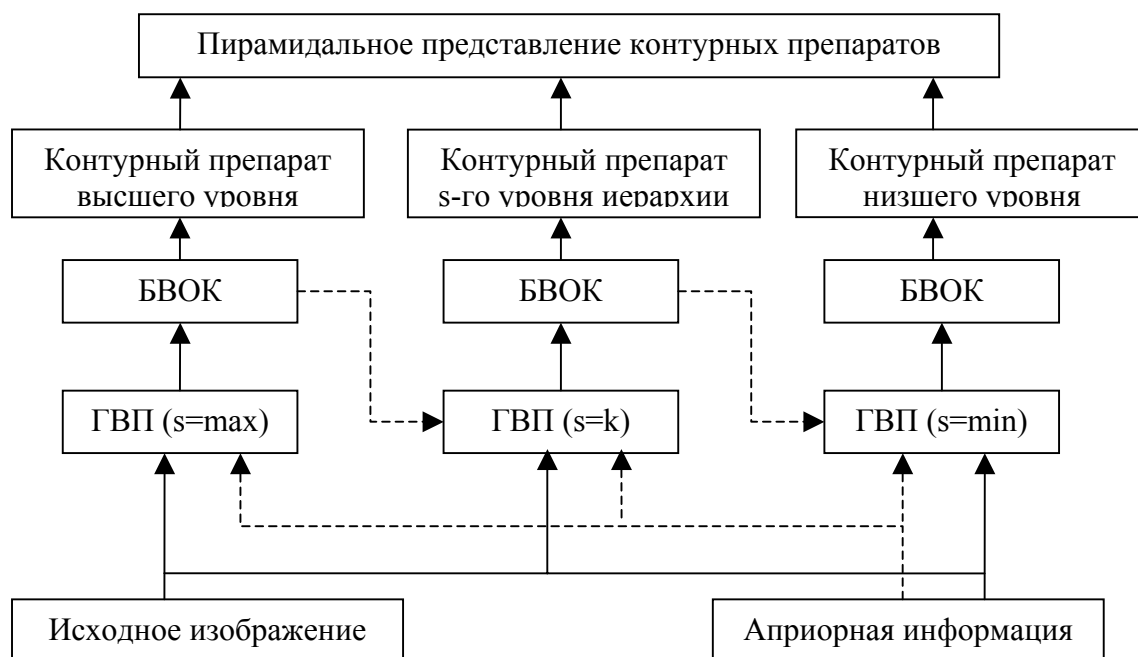


Рис.1. Сигнально-семантическая модель представления изображений

При формировании ансамбля признаков формы значения ГМП и компактности РЗ для ортогонализации подвергаются дискретному косинусному преобразованию. Для повышения производительности метода и сокращения размерности признакового пространства был проведен отбор признаков с помощью оценки их информативности по Шеннону. Далее после классификации принимались решения про наличие либо отсутствие объектов заданной для поиска формы. Компьютерное моделирование на тестовых изображениях показало хорошую производительность предложенного алгоритма для контекстного поиска объектов по форме.

### **Литература**

1. Н.С. Байгарова, Ю.А. Бухштаб, А.А. Воробьев, А.А. Горный Организация управления базами визуальных данных Препринт Института прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, 2000, N 6
2. Методы компьютерной обработки изображений / под ред. Соифера В.А. — 2-е изд., испр. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. — 784 с.
3. Крылов В.Н., Максимов М.В. Вторичные преобразователи сигналов изображений. - Одесса, Астропринт, 1997.
4. Antoshchuk S.G., Krylov V.N. Hyperbolic wavelet domain image processing — //Сучасні проблеми радіоелектроніки, телекомунікацій, комп'ютерної інженерії. Матеріали міжнародної конференції. Вид-во нац. ун-ту "Львівська політехніка". – Львів, 2004. — С.219-220.
5. Антошук С.Г. Реализация вейвлетного преобразования при структурном анализе изображений // Електромашинобудування та електрообладнання. - 2004 - Вип.62 - С. 153-157

*Дата поступления в редакцию 25.05.07*