

АЛГОРИТМ ТЕКСТУРНОЙ КЛАССИФИКАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЯ

М.М. Лукашевич, Р.Х. Садыхов

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, кафедра ЭВМ
ул. П.Бровки, 6, Минск, Беларусь
телефон: + (375) 17 293 80 85; e-mail: lukashevich@bsuir.by
web: www.bsuir.by

Предложена новая схема вычисления текстурных признаков. Алгоритм предполагает выполнение двух уровней вейвлет-анализа. Следующим этапом схемы является свертка низкочастотной и высокочастотных компонент каждого уровня разложения с масками для последующего вычисления энергетических текстурных признаков и классификация изображений. Также в данной работе проведены исследования инвариантности полученных текстурных признаков к изменению масштаба.

Ключевые слова – вейвлет-преобразование, классификация, текстурный анализ, энергетические текстурные признаки

1 ВВЕДЕНИЕ

Текстура является общим компонентом для большинства изображений. Поэтому текстурный анализ играет важную роль в обработке и распознавании изображений, таких как аэрофотоснимки, медицинские изображения, спутниковые изображения и т.д. [1, 2].

2 ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕКСТУРНЫЕ ПРИЗНАКИ

В [3] была предложена простая, но очень эффективная схема вычисления текстурных признаков с помощью локальных масок. В последующем метод получил свое дальнейшее развитие [4, 5] и нашел широкое применение. Локальные маски Laws получаются путем умножения одномерных векторов L_5 , E_5 , S_5 , W_5 , R_5 , которые позволяют вычислить симметричное взвешенное локальное среднее значение, обнаружить края, пятна, волны, образ в виде ряби.

$$\begin{aligned}L_5 &= [1 \ 4 \ 6 \ 4 \ 1], \\E_5 &= [-1 \ -2 \ 0 \ 2 \ 1], \\S_5 &= [-1 \ 0 \ 2 \ 0 \ -1], \\R_5 &= [1 \ -4 \ 6 \ -4 \ 1], \\W_5 &= [-1 \ 2 \ 0 \ -2 \ 1].\end{aligned}\tag{1.1}$$

К изображению поочередно применяются двумерные маски. Затем к каждому полученному изображению при-

меняется нелинейный фильтр размером 15×15 , в результате чего получаются энергетические текстурные карты. После получения 25 карт некоторые симметричные карты комбинируются и в результате строятся 14 окончательных карт.

3 ВЫЧИСЛЕНИЕ ТЕКСТУРНЫХ ПРИЗНАКОВ

Несмотря на значительное число методов текстурного анализа, большинство из них предполагает, что изображение не подвержено изменениям таким, как поворот, масштабирование или изменение освещения. Однако это утверждение не верно по отношению к практическим примерам.

Основной целью исследования была разработка алгоритма вычисления текстурных признаков, инвариантных к масштабу. Исследование текстурных признаков, которые могут быть получены на каждом уровне вейвлет-анализа изображения, на предмет их инвариантности к изменениям масштаба представляется весьма перспективным направлением.

Вейвлет-преобразование благодаря хорошей приспособленности к анализу нестационарных сигналов стало альтернативой преобразованию Фурье. Нестационарный сигнал анализируется путем разложения по базисным функциям, полученным из некоторого прототипа путем сжатий, растяжений и сдвигов. Один шаг двумерного вейвлет-преобразования выделяет одну низкочастотную и три высокочастотных компоненты исходного сигнала-изображения (рис. 1) [5].

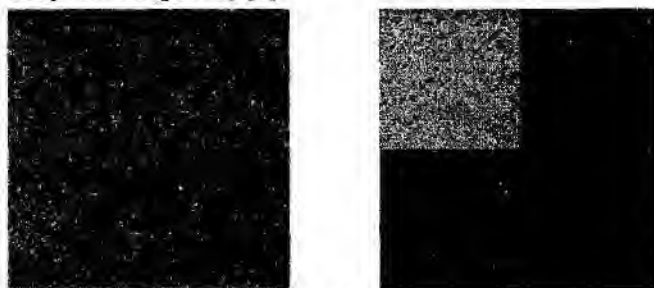


Рис. 1. Декомпозиция изображения. Один уровень.

нами предложен алгоритм текстурной классификации изображений с использованием технологии вейвлет-

преобразования, основные этапы обучения и текстурной классификации которого представлены на рис. 2.

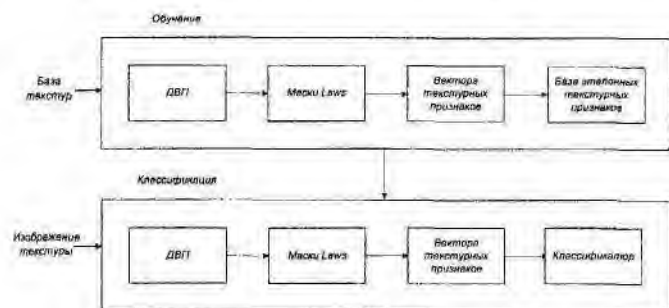


Рис. 2. Алгоритм обучения и текстурной классификации.

Обучение. Первым этапом является реализация процедуры двухуровневого дискретного вейвлет преобразования. На каждом уровне разложения происходит свертка аппроксимирующей и детализирующей информации с масками Laws. Результатом данной процедуры являются 14 энергетических текстурных карт, для каждой из которых высчитывается среднее значение энергии по алгоритму, предложенному в [6]. Таким образом, формируется база эталонных текстурных признаков.

Текстурная классификация. Процедура текстурной классификации аналогична этапам обучения. Классификация выполняется по минимальному значению Евклидова расстояния между векторами текстурных признаков. Тестирование предложенного алгоритма проводилось на базе текстур KTH-TIPS. Каждый из 10 классов текстур базы представлен 9 подклассами. Образцы текстур представлены на рис. 3. Данная база была выбрана для экспериментов в связи с тем, что в ней представлены текстуры в 9 масштабах, табл. 1. В качестве изображений с единственным масштабом были взяты текстуры с масштабом номер 5.

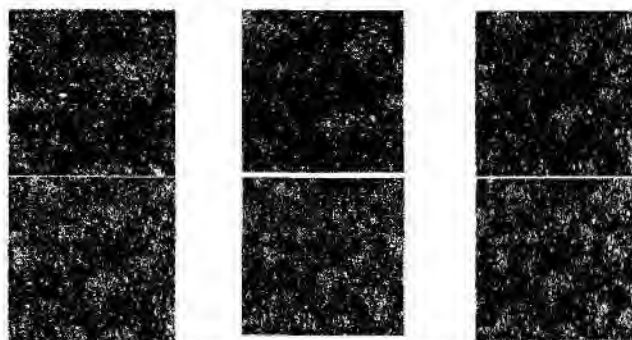


Рис. 3. Образцы текстур из базы KTH-TIPS.

4 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты экспериментов показали высокую эффективность предложенного алгоритма для анализа текстур. В рамках одного класса текстур с 9 подклассами точность распознавания текстур с масштабами 4, 6, 7 достигает 70,4%. Стоит отметить, что база текстур, которая использовалась при проведении экспериментов максимально сложная, поэтому точность предложенного метода будет значительно выше на практических примерах.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Tuceryan, M., Jain, A.K. Texture Analysis. The handbook of Pattern Recognition and Computer Vision / C.H. Chen, L.F. Pau, P.S.P. Wang (eds) – 2nd Edition – World Scientific Publishing Co. Singapore, 1998. – P. 207–248.
- [2] Xiangua Xie A Review of Recent Advances in Surface Defect Detection using Texture analysis Techniques / Electronic Letters on Computer Vision and Image Analysis. – 2008. – Vol. 7, №3. – P. 1–22.
- [3] Laws, K.I. Textured Image Segmentation. Ph.D. thesis. / – K.I. Laws. – University of Southern California. Los Angeles, California, 1980.
- [4] Rachidi, M. Laws' masks descriptors applied to bone texture analysis: an innovative and discriminant tool in osteoporosis / M. Rachidi, A. Marchadier, C. Gadois, E. Lespessailles, C. Chappard and C. L. Benhamou // Skeletal Radiology. – 2008. – Vol. 37, № 6. – P. 541–548.
- [5] S.Suresh Kumar Texture Classification Using Wavelet Based Laws Energy Measure / S.Suresh Kumar, L.Ganesan // International Journal of Soft Computing. – 2008. – Vol. 3, №4. – P. 293–296.
- [6] Садыхов, Р.Х. Алгоритм текстурной сегментации с использованием энергетических характеристик/ Р.Х. Садыхов, М.М. Лукашевич // Доклады БГУИР. 2008. 6(36). – С. 109–116.

ТАБЛИЦА 1
МАСШТАБЫ, ПРЕДСТАВЛЕННЫЕ В БАЗЕ
ТЕКСТУР

Номер масштаба	Относительный масштаб	Расстояние до камеры (см)
1	$2^{-1.00} = 0.500$	14.00
2	$2^{-0.75} = 0.595$	16.65
3	$2^{-0.50} = 0.707$	19.80
4	$2^{-0.25} = 0.841$	23.55
5	$2^{-1.00} = 1$	28.00
6	$2^{-0.25} = 1.189$	33.30
7	$2^{-0.50} = 1.414$	39.60
8	$2^{-0.75} = 1.682$	47.09
9	$2^{-1.00} = 2.000$	56.00

