

ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВЫДЕЛЕНИЯ КОНТУРОВ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ФОНЕ ШУМА

¹ Безуглов Д.А., ² Кузин А.П.

¹Северо-Кавказский филиал ФГБОУ ВО МТУСИ, Ростов-на-Дону, Россия (344002 Россия г. Ростов-на-Дону, ул. Серафимовича, 62) e-mail: bezuglovda@mail.ru;

²ФГБОУ ВПО Донской государственной технической университет, Ростов-на-Дону, Россия, (344000, Россия, Ростов-на-Дону, площадь Гагарина 1) e-mail: alexpavkuzin@gmail.com

В работе рассматривается программная реализация решения задачи автоматизированного выделения контуров объектов в изображениях на основе ранее описанного метода прямого и обратного вейвлет-преобразования. К контурам можно отнести не только функции, определяющие границы изображения, но и различные кривые, графики, векторные диаграммы сигналов. Данный подход может быть использован в дальнейшем при построении цифровых систем обработки изображений, отличающихся сложным процессом регистрации и при отсутствии априорных сведений о виде фоновых шумов. В результате работы было получено программное средство, позволяющее проводить исследование и сравнение эффективности различных методов выделения контуров объектов на изображениях при задании различных видов фоновых цифровых шумов и значений их уровней. Анализ результатов, полученных при написании данной работы, свидетельствуют об эффективности рассматриваемого метода выделения контуров объектов на изображение в сравнении с некоторыми другими общеизвестными методами.

Ключевые слова: Выделение контуров, контурный анализ изображений, цифровые шумы, вейвлет-преобразование.

INFORMATION TECHNOLOGY IMAGES EDGE DETECTION IN THE NOISE CONDUCTION

¹ Bezuglov D.A., ² Kuzin A.P.

¹North Caucasian branch Moscow Technical University of Communications and Informatics, Rostov-on-don, Russia (344002 Russia, Rostov-on-don, street Serafimovicha, 62) e-mail: bezuglovda@mail.ru;

²Don State technical University, Rostov-on-Don, Russia (344000 Russia, Rostov-on-Don, Gagarin Square 1), e-mail: alexpavkuzin@gmail.com

The paper discusses the software implementation for the computer-aided selection of contours of objects in images on the basis of the wound described methods for direct and inverse wavelet transform. To the contours include not only the function of determining the boundaries of the image, but also various curves, graphs, vector diagrams of the signals. This approach can be used to build a digital system of image processing, wherein a complex process of registration and in the absence of a priori information about the form of background noise. As a result there was obtained a software tool that allows the study and comparison of efficiency of different methods of extracting contours of objects in images when you set different types of background digital noise and values of their levels. Analysis of the results obtained during the writing of this work show the effectiveness of this method of extracting contours of objects in the image in comparison with some other well-known methods.

Keywords: Contour detection, contour image analysis, digital noise, the wavelet transform.

В последнее время разработчики получили в свое распоряжение широкий ассортимент быстродействующих элементов вычислительной техники в микросхемном исполнении. Это открыло возможность обработки цифровыми методами многомерных сигналов, таких как сцены из изображений объектов, формируемых разнообразными техническими датчиками. Такие сцены являются результатом работы радиолокационных, телевизионных, пассивных и активных ИК систем, гидролокаторов, рентгеновских и других

установок и устройств. Чаще всего изображения, содержащихся в них объектов весьма несовершенны, обладают недостаточной по отношению к фону контрастностью, четкостью, искажены помехами и шумами [8].

По этим сигналам оператору затруднительно принимать необходимые решения в темпе поступления изображения, т.е. в реальном масштабе времени. Особенно остро стоит эта проблема в полностью автоматизированных системах [2]. Требуемая для решения поставленных задач производительность цифрового процессора затрудняет, а в целом ряде случаев исключает получение результатов обработки в реальном или близком к нему масштабах времени. Ситуация усложняется несовершенством теоретических подходов к вопросам обработки изображений. Зрительный аппарат человека и животных имеет эффективность, несравненно более высокую, чем система технического зрения.

В последнее время представляют интерес подходы, базирующиеся на строгих теоретических проработках, например, использующие аппарат теории сигналов, но применяющие упрощенные модели изображений объектов, не связанные со значительной потерей информации. Один из таких подходов заключается в отказе от обработки каждой точки изображения и переходе к обработке лишь его контуров. Контурные являются областями с высокой концентрацией информации, слабо зависящей от цвета и яркости. Они устойчивы к смене типа датчика, формирующего изображение, к частотному диапазону, в котором он работает, не зависят от времени суток и года. Другие характеристики изображения при этом значительно варьируются [3].

К контурам можно отнести не только функции, определяющие границы изображения, но и различные кривые, графики, векторные диаграммы сигналов.

Контур целиком определяет форму изображения и содержит всю необходимую информацию для распознавания изображений по их формам. Такой подход позволяет не рассматривать внутренние точки изображения и тем самым значительно сократить объем обрабатываемой информации за счет перехода от анализа функции двух переменных к функции одной переменной. Следствием этого является возможность обеспечения работы системы обработки в масштабе времени, более близком к реальному. Но даже в тех задачах, где нельзя пренебречь обработкой внутренних точек, методы контурного анализа дополняют другие и поэтому, безусловно, полезны [4].

Совершенствуя датчики и увеличивая объем запоминающих устройств, можно сформировать слабо искаженные шумами многоэлементные изображения. При этом задача распознавания облегчается, но основные трудности не устраняются. Они вызваны влиянием на математическое описание изображения случайных переносов, поворотов и изменения

масштаба. Методы контурного анализа в большей степени, чем пространственные методы, дают возможность использовать модели, инвариантные к таким преобразованиям.

Контурный анализ значительно расширяет кругозор специалиста, позволяя с единых позиций подходить к обработке как известных акустических, радиотехнических и оптических сигналов, так и радиолокационных, телевизионных, оптических и других видов изображений [5].

Описанные выше проблемы и сложности в области распознавания изображений делает вполне очевидной актуальность проведения исследований существующих, а также создания новых методов цифровой обработки изображений, зарегистрированных на фоне шума, а также выбора такого или таких из них, которые наиболее пригодны для реализации с применением средств современной микропроцессорной техники и позволяющие достичь требуемых характеристик, и не требующих знания априорных характеристик помех и фоновых шумов.

Основываясь на всем перечисленном в данной статье будет рассмотрена программная реализация информационной системы анализа эффективности выделения контуров объектов на изображениях присутствии на изображении различных видов шумов с использованием, ранее описанных нами в других работах методах вейвлет-анализа изображений [1].

Данная информационная система должна работать по следующей схеме [1, 2, 3]:

1. Получение исходного не зашумленного изображения, содержащее в себе различные объекты, для проведения исследования.
2. Указание пользователем на изображении областей, относящихся к фону, для последующей оценки отношения полезного сигнала изображения к фону.
3. Применение к не зашумленному изображению эталонного метода выделения контуров.
4. Выбор закона распределения, для генерации шумов на изображении и указание диапазона изменения среднеквадратического отклонения шума.
5. Применение к зашумленному изображению, при различных значениях среднеквадратического отклонения шума, вейвлет-методов МАНТ, WAVE, DOG [1, 2, 3], а также других исследуемых методов выделения контуров.
6. Сравнительный анализ результатов выделения контуров различными методами путем оценки СКО (среднеквадратическое отклонение), ОСШ (отношение сигнал-шум), ОСФ (отношение сигнал-фон) [1], а также расчет выигрыша относительно каждого используемого метода.
7. Формирование отчетности по полученным результатам в виде построения гистограмм распределения яркости изображений, а также таблицы полученных данных.

Схема работы рассматриваемой информационной системы представлена на рисунке 1.

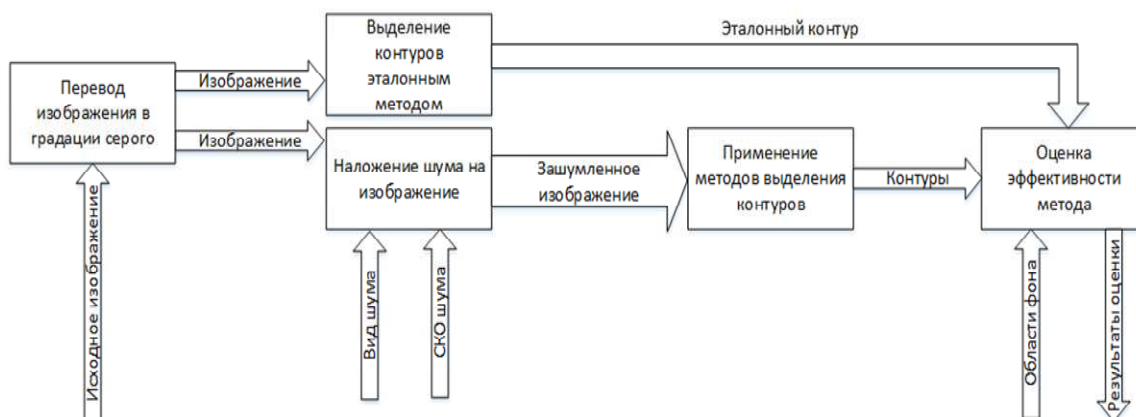


Рис.1. Схема работы информационной системы

Для программной реализации программной системы была выбрана платформа .Net Framework и язык программирования Microsoft Visual C#, в качестве среды разработки выступила Microsoft Studio 2013 [7].

Для увеличения быстродействия программного средства на современных многоядерных системах была использована технология многопоточности. В частности, идет параллельная обработка данных при использовании методов выделения контуров, что позволяет выполнять каждую операцию в отдельном процессе. Такой подход позволил увеличить скорость обработки изображений в несколько раз в зависимости от типа центрального процессора [6].

При создании программного средства были выделены основные классы:

1. Класс «image» программного средства служит для поддержки работы с изображением и служит для преобразования изображения в оттенки серого, а также перевода изображения в матрицу и обратно.
2. Класс «signal» программного средства служит для моделирования реального заданного сигнала, с наложением шумов и последующей их фильтрацией.
3. Класс «noise_generator» предназначен для генерации шума с заданными параметрами и законом распределения.
4. Класс «wave» предназначен для прямого и обратного преобразования непосредственно всего изображения методом вейвлет-преобразований WAVE.
5. Класс «MANT» предназначен для прямого и обратного преобразования непосредственно всего изображения методом вейвлет-преобразований MATH.

На рис.2 представлена диаграмма созданных классов программного средства.

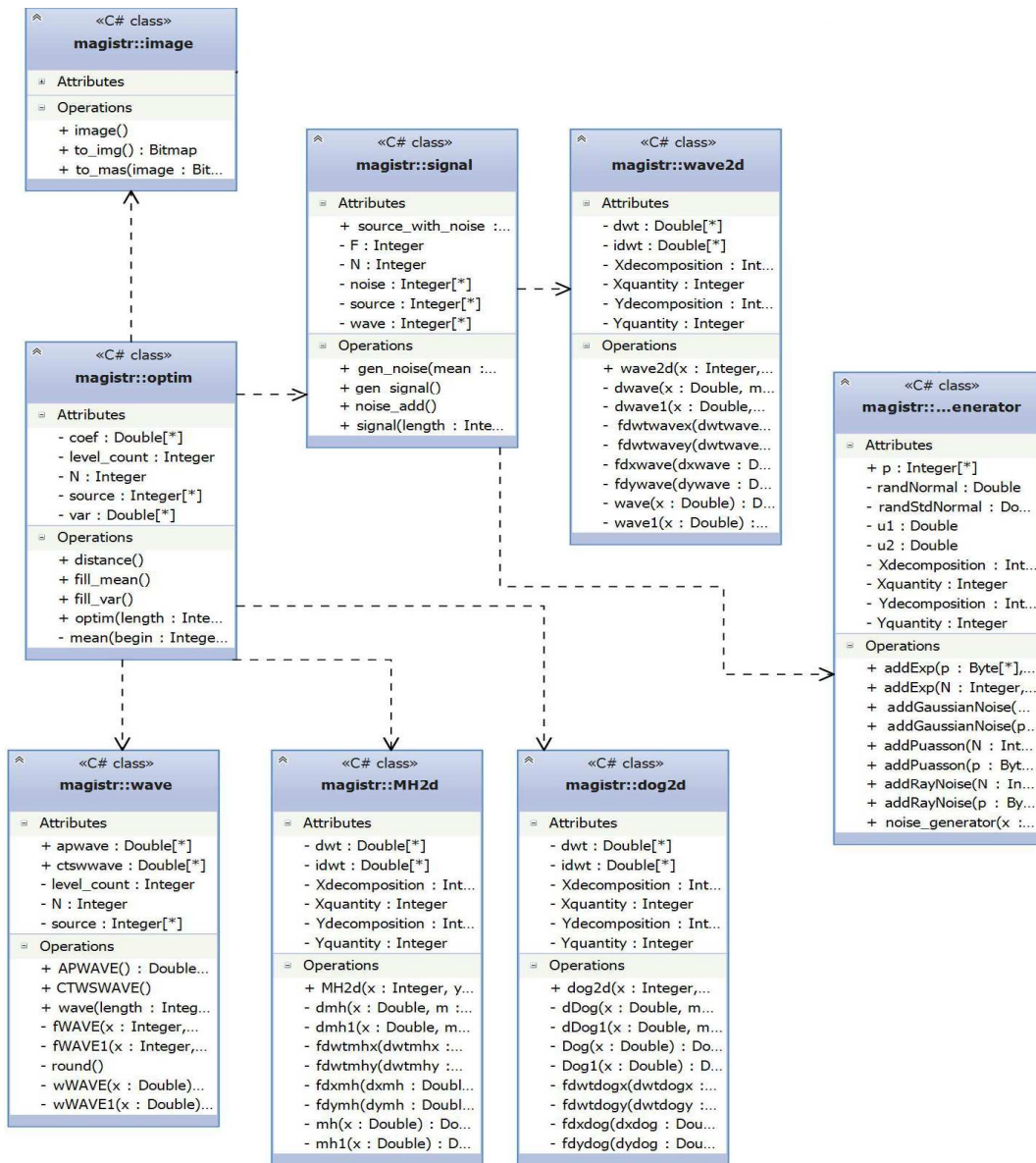


Рис.2. Диаграмма классов программного средства

Для проверки эффективности работы программного средства проведем проверку его функционирования на тестовых изображениях. При этом будем исследовать тестовые изображения, не подвергшиеся воздействию шума. На рис.3 представлено исходное изображение для тестирования, с наложенным шумом Гаусса, с параметром среднеквадратического отклонения 10.

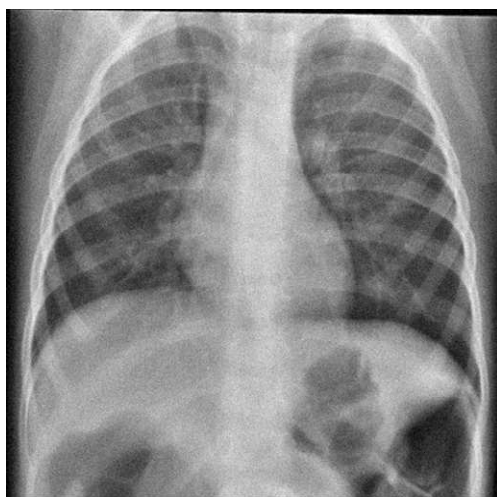


Рис.3. Исходное тестовое изображение

В результате обработки изображения программным средством были получены изображения, представленные на рис.4.а – результат обработки изображения вейвлетом DOG, рис.4.б – результат обработки изображения вейвлетом WAVE, рис.4.в – результат обработки изображения вейвлетом МАНТ, рис.5.а – результат обработки изображения методом Собеля, рис.5.б – результат обработки изображения методом Самойлина, рис.5.в – результат обработки изображения Canny).

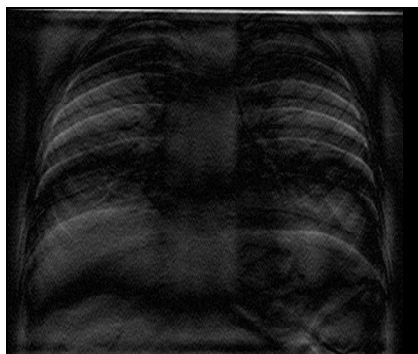


Рис.4.а

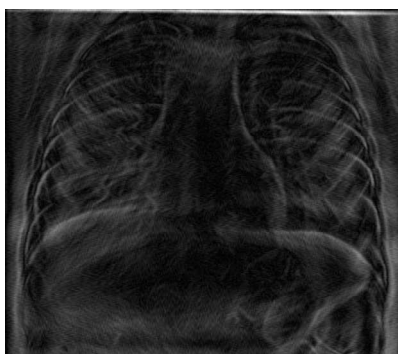


Рис.4.б

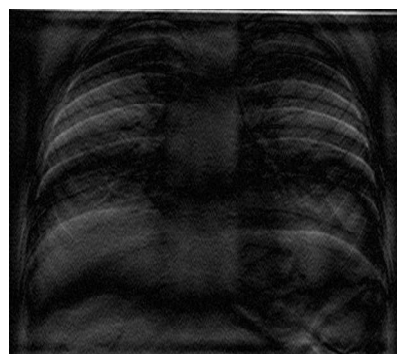


Рис.4.в.



Рис.5.а

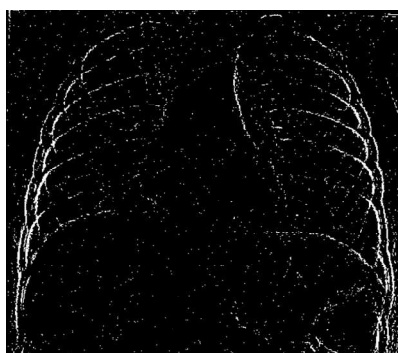


Рис.5.б



Рис5.в

Данные СКО, ОСШ, ОСФ полученные в результате анализа контуров при помощи программного средства представлены в таблице 1, а в таблице 2 представлен выигрыш от использования методов вейвлет-преобразований.

Таблица 1

Данные анализа контуров

Критерий	Dog	Maht	Wave	Sobel	Ниблэк	Самойлин
СКО	82,3	82,52	81,72	90,47	184,83	89,64
ОСШ	8,08	8,08	8,88	4,94	0,93	5,23
ОСФ	16,56	20,98	12,36	15,62	0,91	11,11

Таблица 2

Выигрыш сравнительно с другими методами

Критерий	Dog	Maht	Wave
СКО по Собелю в дБ	0,41	0,4	0,44
СКО по Никелю в дБ	3,51	3,5	3,54
СКО по Самойлину в дБ	0,37	0,36	0,4
ОСШ по Собелю в дБ	2,14	2,14	2,55
ОСШ по Никелю в дБ	9,41	9,41	9,81
ОСШ по Самойлину в дБ	1,89	1,89	2,3
ОСФ по Собелю в дБ	5,25	6,28	3,98
ОСФ по Никелю в дБ	12,52	13,55	11,25
ОСФ по Самойлину в дБ	5,01	6,03	3,74

Полученные количественные результаты и экспертные оценки качества выделения контуров изображений позволяют сделать вывод о преимуществах предложенных алгоритмов по сравнению с известными.

Программная реализация предложенных методов и алгоритмов позволяет автоматизировать процессы обработки сигналов и изображений, а также расширить возможности проведения исследований для создания перспективных информационных систем обработки изображений.

Выводы

Анализ результатов работы программного средства подтверждает преимущества ранее представленного метода выделения контуров изображений.

Таким образом, задача разработки программного средства автоматизированного анализа результатов измерений, для выделения контуров фрагментов объектов в изображениях при наличии фонового шума в работе решена. Предложенное программное средство может быть использовано при создании систем обработки сигналов цифровых изображений в промышленности при создании автономных роботов, в условиях наблюдения, усложняющих процесс регистрации и при отсутствии априорных сведений о виде фоновых шумов.

Список литературы

1. Безуглов Д. А., Рытиков С. Ю., Швидченко С. А. Метод вейвлет-дифференцирования в задаче выделения контуров // Успехи современной радиоэлектроники. 2012. № 6. С. 52-57.
2. Безуглов Д.А., Швидченко С.А. Информационная технология вейвлет-дифференцирования результатов измерений на фоне шума // Вестник компьютерных и информационных технологий. № 6 (84). 2011. С. 42-45.
3. Безуглов Д.А., Кузин А.П. Информационная технология выделения контуров изображений // Академический вестник Ростовского филиала Российской таможенной академии. 2015. № 1 (18). С. 33-39.
4. Безуглов Д.А., Кузин А.П., Решетникова И.В., Юхнов В.И. Информационная технология идентификации изображений // Фундаментальные исследования. 2015. № 2-16. С. 3466-3470.
5. Безуглов Д.А., Кузин А.П., Швидченко С.А. Алгоритмические методы вейвлет-анализа изображений в условиях априорной неопределенности на случайном фоне // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 6. С. 191.
6. Швидченко С.А., Кузин А.П. Алгоритм распознавания номера автомобиля на основе вейвлет-анализа // В сборнике: Современное общество, образование и наука сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: в 16 частях. 2015. С. 160-161.
7. Швидченко С.А., Кузин А.П. Методика обработки изображений при идентификации // В сборнике: Современное общество, образование и наука сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: в 16 частях. 2015. С. 162-163.
8. Фурман Я.А., Кревецкий А.В., Передреев А.К., Роженцов А.А., Р.Г. Хафизов, И.Л. Егошина, А.Н. Леухин; Введение в контурный анализ; приложения к обработке изображений и сигналов/ Под ред. Я.А. Фурмана. — 2-е изд., испр.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. — 592 с.

Рецензенты:

Звездина М.Ю., д.ф.-м.н., доцент, зав. кафедрой «Радиоэлектроника», Минобрнауки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Донской государственный технический университет», г. Ростов-на-Дону;

Габриэльян Д.Д., д.т.н., профессор, заместитель начальника научно-технического комплекса «Антенные системы» по науке, Федеральный научно-производственный центр ФГУП «РНИИРС», г. Ростов-на-Дону.

