

System / O. Zynovchenko, A. Zynovchenko // Innovations in Education for Electrical and Information Engineering : Proc. of the 12-th annual conference of the EAEEIE. – Nancy, France, 2001. – P. 261-266.

4. Гаркуша Г.Г. Интеллектуальное компьютерное приложение «Виртуальная интерактивная лекция» / Г.Г. Гаркуша, А.Н. Зиновченко // Вісник Приазовського державного технічного університету : Зб. наук. пр. / ПДТУ. – Маріуполь, 2015. – Вип. 31. – С. 203-209.
5. Пат. 106960 Україна, МПК G 09 B 5/06, G 09 B 7/04. Спосіб індивідуального навчання за допомогою комп'ютера / О.М. Зиновченко. – № u201512073; заявл. 04.12.15; опубл. 10.05.16, Бюл. № 9. – 5 с.

References:

1. Coursera – Online Courses From Top Universities Available at: <https://www.coursera.org> (accessed 15 July 2016).
2. Zynovchenko O., Zynovchenko A. Estimation of the efficiency of the individual computer based teaching with natural presentation of an educational information. Innovations in Education for Electrical and Information Engineering: Proc. of the 11-th annual conference of the EAEEIE. Germany, 2000, pp. 267-270.
3. Zynovchenko O., Zynovchenko A. Teaching Computer Science. Using Intellectual Interactive Learning Computer System. Innovations in Education for Electrical and Information Engineering: Proc. of the 12-th annual conference of the EAEEIE. France, 2001, pp. 261-266.
4. Garkusha G.G., Zynovchenko O.M. Intellektual'noe komp'iuternoe prilozhenie «Virtual'naiia interaktivnaia leksiia» [Intelligent computer application «Virtual interactive lecture»]. *Vestnik Priazovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Tekhnicheskie nauki – Reporter of the Priazovskyi State Technical University. Section: Technical sciences*, 2015, no. 31, pp. 203-209. (Rus.)
5. Zynovchenko O.M. *Sposib individual'nogo navchannia za dopomogoiu komp'iutera* [A computer-assisted method of the individual teaching]. Patent UA, no. 106960, 2016. (Ukr.)

Рецензент: В.В. Суглобов
д-р техн. наук, проф., ГВУЗ «ПГТУ»

Статья поступила 19.09.2016

УДК 004.932.2

© Пятикоп Е.Е.¹, Левицкая Т.А.², Тельных Л.В.³

СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ ВЫДЕЛЕНИЯ КОНТУРА ДЛЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ КАПЛИ МЕТАЛЛА

Выполнен сравнительный анализ известных методов выделения границ (Canny, Prewitt, Roberts, Sobel, Laplacian Of Gaussian) для изображения капли металла. Проанализировано, что предлагаемые авторами сравнения имеют индивидуальный подход в зависимости от характеристик и сути изображения, а также дальнейшей задачи распознавания. На основе проведенного анализа выбраны наиболее результативные алгоритмы для последующего их исследования применительно к изображениям капли металла.

Ключевые слова: выделение контура, сравнение методов, изображение капли металла.

¹ канд. техн. наук, доцент, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь, pee_pstu@ukr.net

² канд. техн. наук, доцент, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь, ilevitiisys@gmail.com

³ студент, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь, lucykiedis.29@gmail.com

П'ятикоп О.Є., Левицька Т.О., Тельних Л.В. Порівняння методів виділення контуру для зображення краплі металу. Виконано порівняльний аналіз відомих методів виділення кордонів (Canny, Prewitt, Roberts, Sobel, Laplacian Of Gaussian) для зображення краплі металу. Проаналізовано, що запропоновані авторами порівняння мають індивідуальний підхід в залежності від характеристик і суті зображення, а також завдання розпізнавання. На основі проведеного аналізу обрані найбільш результативні алгоритми для подальшого їх дослідження стосовно до зображень краплі металу.

Ключові слова: виділення контуру, порівняння методів, зображення краплі металу.

O.E. Piatykor, T.O. Levytska, L.V. Telnykh. Comparison of methods of edge detection of a metal drop image. Edge is the basic characteristic of an image, edge detection plays an important role in computer vision and image analysis. Edge detection refers to the process of identifying and locating sharp discontinuities in an image. The discontinuities are abrupt changes in pixel intensity which characterize boundaries of objects in a scene. The purpose of edge detection is to mark the points in a digital image at which the luminous intensity changes sharply. Image Edge detection significantly reduces the amount of data and filters out useless information, while preserving the important structural properties in an image. Since edge detection is in the forefront of image processing for object detection, it is crucial to have a good understanding of edge detection algorithms. There are many ways to perform the edge detection. However, they may be grouped into two categories, that are edge detection techniques of Gradient-based and Laplacian based Edge Detection. The gradient method detects the edges by looking for the maximum and minimum in the first derivative of the image. The Laplacian method searches for the zero crossings in the second derivative of the image to find edges. In this paper the analysis of the results of Edge Detection by other scientists is presented. In this paper we have evaluated various Edge Detection Operators – they are Sobel, Robert, Prewitt, LOG and Canny – used for a metal drop images. The Robert, Prewitt, Sobel methods showed the best result.

Keywords: edge detection, comparison of methods, the metal droplets image.

Постановка проблеми. В настоящее время сложно представить современные информационные технологии без процесса обработки визуальной информации. Этот процесс подразумевает автоматическое извлечение информации из изображений. Системы, выполняющие такую обработку, объединяют одним названием – системы компьютерного зрения (СКЗ). Системы компьютерного зрения востребованы в различных сферах человеческой деятельности и могут применяться, например, для обеспечения безопасности, для дистанционного управления, в медицине, в робототехнике, на производстве. Каждое из этих направлений порождает ряд собственных областей использования. Большим направлением является применение СКЗ на производстве, где их использование позволяет автоматизированным системам:

- отслеживать развитие технологических процессов;
- контролировать допуски отклонения формы изделий;
- сканировать технические объекты для экспорта в систему автоматизированного проектирования;
- распознавать изображения промышленных деталей;
- управлять роботизированными участками производства;
- анализировать структуру поверхности материалов по изображениям.

Для реализации таких систем зачастую предварительно проводят экспериментальные исследования. Поэтому процесс обработки цифровых изображений актуален также в исследовательских задачах производственного характера. Так для трудоемких и дорогостоящих высокотемпературных физико-химических измерений характерно изменение исследуемого объекта в ходе эксперимента за счет взаимодействия с конструкционными материалами измерительной ячейки и атмосферой печи [1]. Поэтому очень важно сокращать продолжительность эксперимента, проводить за это время измерение возможно большего количества свойств и стремиться автоматизировать труд экспериментатора. Одной из таких задач является экспериментальное

определение поверхностного натяжения жидкостей методом лежащей капли [2]. Для совершенствования этого процесса предполагается автоматизированная обработка цифрового изображения капли металла. Чтобы получить фото, каплю металла расплавляют на горизонтальной огнеупорной подложке или принудительно формируют над острой кромкой тигля. При температуре формирования капли ее фотографируют. Для дальнейшего анализа необходимо выполнить обработку цифрового изображения капли.

Проблема обработки изображения носит явно выраженный комплексный иерархический характер и включает ряд основных этапов [3-7]:

- восприятие поля зрения;
- сегментация;
- нормализация выделенных объектов;
- распознавание.

Такой важный обязательный этап как понимание (интерпретация) изображений включается частично в этап сегментации и окончательно решается на этапе распознавания. Для решения задачи в целом и на отдельных ее этапах применяются различные методы [3-7]. Базовая классификация основных методов обработки и распознавания изображений представлена на рис. 1. На схеме указаны основные процедуры и методы обработки от начального этапа восприятия поля зрения посредством датчиков до конечного, которым является распознавание. Сегментация обычно понимается, как процесс поиска однородных областей на изображении. Наиболее часто применяются методы, основанные на определении однородных цветов или текстур, однако для произвольной задачи этот этап не имеет четкого алгоритма.

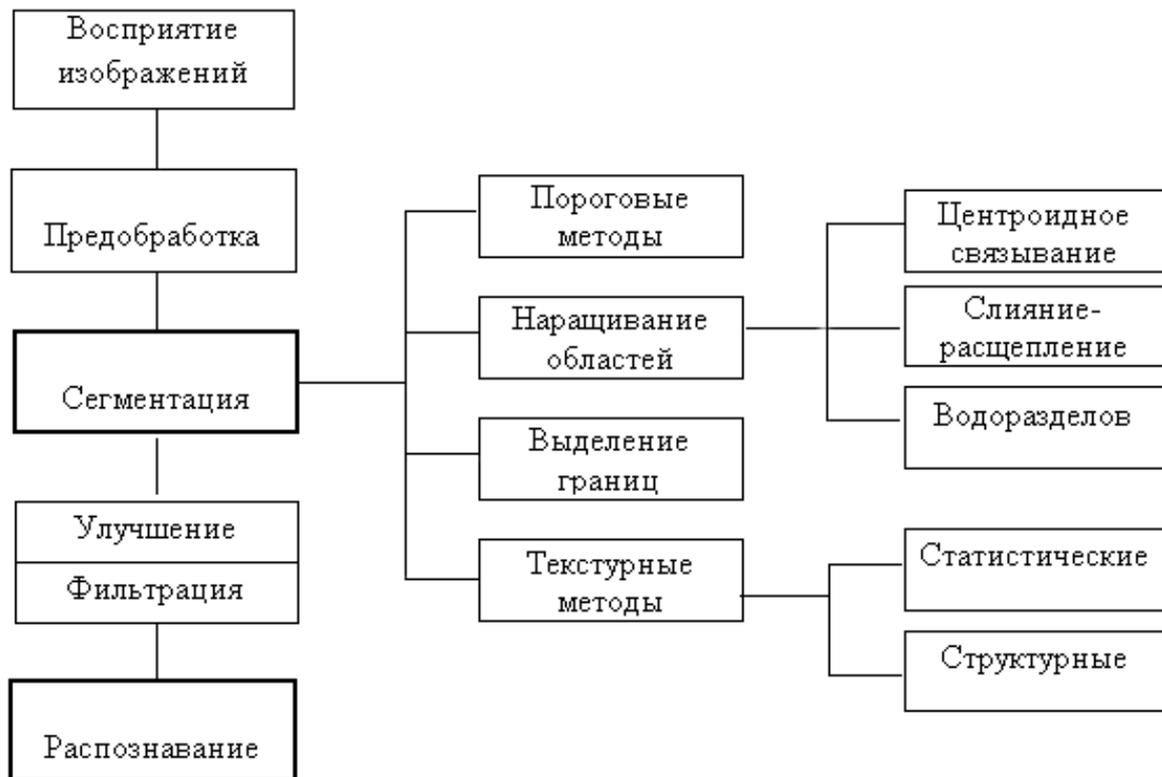


Рис. 1 – Основные процедуры и методы распознавания изображений [3]

Как правило, наиболее существенная информация о наблюдаемом объекте заключена в его контурах. Контур содержит всю необходимую информацию о форме объектов, присутствующих на изображении, и операция выделения контуров очень часто облегчает последующий анализ наблюдаемой сцены. Получение цифрового представления контура исследуемой капли металла позволит очень точно определить такие параметры, как углы смачивания, поверхностное натяжение, объем капли и т. д.

Выделение контурных линий наиболее часто используется в системах технического зре-

ния и основано на учете изменения яркости, и дальнейшем сравнении с пороговым значением [3-7].

В данной статье рассматривается этап обработки изображения – выделение границ объекта (капли металла), а именно – исследования по подбору соответствующего метода выделения контура.

Анализ последних исследований и публикаций. Достаточно часто анализ контура объекта на изображении выполняется в медицинских исследованиях. Так в работе [8] приведены результаты выделения контуров на медицинских изображениях. Автор сравнил основные современные методы (алгоритмы): Canny, Prewitt, Roberts, Sobel, LoG ((Laplacian Of Gaussian)), К-средних. Для выбранных изображений наилучшие результаты показали алгоритмы Canny, LoG и К-средних, т.к. они оконтурили линию внутри объекта. Но при обработке изображения алгоритмом Canny автор наблюдал наименьшую ступенчатость контуров объекта, по сравнению с остальными алгоритмами.

В публикации [9] авторы исследуют такие же методы как в предыдущей работе, за исключением метода к-средних. Основная задача работы – получение бинарного изображения, содержащего замкнутые структурные области объектов на изображении, которыми на медицинском изображении могут быть границы органов, вены, а также опухоли. Авторы установили, что для используемых изображений при малом уровне шума алгоритм Canny со стандартной шириной пороговых уровней имеет наилучший результат. С увеличением порога чувствительности и соответственно уровня шума наименьшие показатели значения относительного числа ошибочно определенных контурных пикселей показали алгоритмы Roberts и Prewitt, причем при уровне шума более 8% это значение у них примерно одинаково. Наихудший результат показал алгоритм LoG.

Аналогичные фильтры (Prewitt, Sobel, Laplass) были исследованы в работе [10], также авторы еще рассмотрели метод Кирша (Kirschs). Статья посвящена анализу фильтров с точки зрения, как точности выделения контурных точек, так и сохранения информации о распределении производных элементов. Также сравнивалась эффективность исследуемых алгоритмов, которая определялась на выбранных изображениях с наложенным шумом. Авторы подтвердили тот факт, что выбор метода зависит от задачи распознавания. В одном случае важным является точность выделения границ и информация внутри, в другом случае – важен факт контура объекта.

Также выделение контура актуально для других прикладных задач. В работе [11] рассмотрена проблема распознавания контура ладони на сложных изображениях. Для этой цели исследуются методы Sobel и Canny, но исходя из представленных результатов, в приоритете задача сегментации. Для исследуемых изображений автор определил, что метод Кенни работает быстрее, чем метод Собеля, но более четкие границы объектов на изображении получаются при обработке на основе применения оператора Собеля.

Работа [12] опять же посвящена анализу медицинских изображений, а именно изображениям магнитно-резонансной томографии. Автор сравнивает методы выделения границ: Sobel, Prewitt, Laplacian Of Gaussian и метод с использованием рангового обнаружителя, который использует специальную статистику изображения для определения принадлежности пикселя границе. Автор выполнил модификацию последнего метода для получения устойчивых результатов контурной обработки изображений. Особенность состоит в предварительной сегментации, которая вызвана спецификой изображений.

В статье [13] оценивается место выделения контуров в процессе поиска изображений по их содержанию, анализируются методы выделения контуров. Описывается модифицированный алгоритм выделения контуров и его параллельная реализация на платформе CUDA.

Авторы в работе [14] проводят сравнительный анализ собственного метода с традиционными (Prewitt, Roberts, Sobel, Laplass, Kirschs) для слабоконтрастных и размытых изображений.

Таким образом, анализ последних исследований и публикаций показал, что однозначно универсального алгоритма выделения контура (границы) объекта нет. Выбор метода зависит от задачи распознавания. В нашем случае необходимо определить именно форму (границу) капли, без учета контуров внутри нее. Примеры исходных фото показаны на рисунке 2 в первой строке. Внешние границы капли достаточно контрастны. Структура внутри капли возможно неоднородна, но эти перепады как раз менее контрастны и ими можно пренебречь. В своих работах

[8-14] авторы проводят сравнение традиционных методов для разного типа изображений. Если таковые не выполняют поставленную задачу, то предлагается модифицированный или собственный метод. Поэтому первично необходимо проанализировать существующие методы выделения границ, что бы определиться, возможно ли их применение для выбранных изображений.

Исходное изображение			
Метод Canny			
Метод Prewitt			
Метод Roberts			
Метод Sobel			
Метод Laplacian of Gaussian			

Рис. 2 – Примеры визуального определения границ капли металла

Целью данной работы является исследование методов выделения границ для определения контура капли металла.

Изложение основного материала. На основе анализа источников из приведенного списка были выбраны методы Canny, Prewitt, Roberts, Sobel, Laplacian Of Gaussian. Данные методы достаточно описаны [5-7, 15], основные моменты следующие.

В методах определения границ края моделируются как резкие изменения яркости, т. е. при обнаружении значимых разрывов яркости на изображении. При поиске таких перепадов используются производные первого и второго порядка. В связи с этим часто методы выделения границ делят условно на две группы. В терминах изменений первого порядка контур определяется как экстремум. Таким образом, выделение контуров с помощью дифференциальных операторов первого порядка означает поиск самых резких изменений, т. е. максимумов модуля градиентного вектора. Основное свойство вектора градиента заключается в том, что он указывает в сторону максимального роста изменения функции интенсивности. Для оценки градиента функции интенсивности используются дифференциальные маски Prewitt, Roberts, Sobel.

Помимо выделения контура по градиенту используется также подход определения контура по переходу через нулевой уровень. Контурные линии являются пересечениями уровня во вторых производных. Вторая производная равна нулю, если значение первой производной достигает экстремума. Это означает, что для того, чтобы найти большие перепады, нужно искать, где вторая производная равна нулю. Аналогом второй производной выступает лапласиан. Проводится свертка изображения лапласианом гауссиана в определенном масштабе и отмечаются точки, в которых функция равна нулю, – переходы через нуль. Далее следует проверить, действительно ли в этих точках градиент достаточно велик. Этот метод называют LoG (Laplacian Of Gaussian), а изначально его предложили Д. Марр (D.Marr) и Э. Хилдрет (E. Hildreth).

Последним популярным методом является детектор и компоновщик краев Canny, также предназначенный для выделения граничных контуров на полутоновом изображении. Данный алгоритм управляется тремя параметрами: параметром сглаживания и двумя пороговыми значениями интенсивности.

Выбранные методы были использованы для исследований полутоновых изображений капли металла. Примеры результатов показаны на рисунке 2.

Выводы

1. Показано, что задача выделения (обнаружения) контура достаточно актуальна. Проведенный анализ исследований других авторов подтвердил, что проблема носит индивидуальный характер и необходимы исследования для изображений конкретного содержания.
2. Результаты сравнения применения различных методов показали, что для данного типа изображений более подходят методы с использованием масок Prewitt, Roberts, Sobel. При этом первый метод также отличается высоким быстродействием. Методы Робертса и Собеля демонстрирует также четкость контуров, однако работают эти методы в разы медленнее.
3. Достигнутый результат позволяет перейти к дальнейшим действиям: анализу полученного контура на симметричность.

Список использованных источников:

1. Moser Z. Surface tension measurements of the Bi-Sn and Sn-Bi-Ag liquid alloys / Z. Moser, W. Gasior, J. Pstrum // Journal of Electronic Materials. – 2001. – Vol. 30, № 9. – P. 1109-1111.
2. Федосова И.В. Особенности построения эмпирического описания контура капли в автоматизации расчетов поверхностных свойств расплавов / И.В. Федосова, Т.А. Левицкая // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія : Інформатика, кібернетика та обчислювальна техніка : Зб. наук. пр. – Донецьк : ДонНУ, 2015. – Вип. 1 (20). – С. 119-125.
3. Путятин Е.П. Обработка изображений в робототехнике / Е.П. Путятин, С.И. Аверин. – М. : Машиностроение, 1990. – 320 с.
4. Путятин Е.П. Методы та алгоритми комп'ютерного зору : навчальний посібник / Е.П. Путятин, В.О. Гороховатський, О.О. Матат. – Х. : ТОВ «Компанія СМІТ». – 2006. – 236 с.
5. Форсайт Д.А. Компьютерное зрение. Современный подход / Д.А. Форсайт, Ж. Понс. – М. : «Вильямс», 2004. – 928 с.
6. Шапиро Л. Компьютерное зрение. / Л. Шапиро, Дж. Стокман. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний. – 2006. – 752 с.
7. Гонзалес Р. Цифровая обработка изображений в среде Matlab / Р. Гонзалес, Р. Вудс, С. Эддинс. – М. : Техносфера, 2006. – 616 с.
8. Эль-Хатиб С.А. Сравнительный анализ алгоритмов выделения контуров медицинских изо-

- бражений / С.А. Эль-Хатиб, Ю.А. Скобцов // Тезисы докладов II-ой международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Информационные управляющие системы и технологии и компьютерный мониторинг». – Донецк, 2011. – Т. 2. – С. 52-56.
9. Методы анализа медицинских изображений / А.В. Дороничева, Н.Э. Косых, С.К. Полуминенко, С.З. Савин // Екологічна безпека та природокористування. – 2014. – Вип. 16. – С. 148-170.
10. Бритик В.И. Исследование возможностей различных фильтров и их применение в задачах распознавания образов / В.И. Бритик, Е.Ю. Жилина // Бионика интеллекта : научно-технический журнал. – 2014. – № 2 (83). – С. 88-95.
11. Шевченко Е.А. Задача распознавания контура ладони на сложных изображениях / Е.А. Шевченко // Искусственный интеллект. – 2013. – № 4. – С. 244-251.
12. Бондина Н.Н. Использование статистических характеристик для выделения границ в медицинских изображениях / Н.Н. Бондина, В.Э. Кривенцов // Вестник НТУ ХПИ. Серия : Информатика и моделирование. – Харьков : НТУ ХПИ. – 2013. – № 39 (1012). – С. 22-27.
13. Костюкова Н.С. Виділення контурів об'єктів при виконанні пошуку зображень за їх вмістом / Н.С. Костюкова, А.К. Чудовська // Матеріали Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції «Комп'ютерна графіка та розпізнавання зображень» 15 квітня 2012 р. – (<http://conf.vntu.edu.ua/kgz/2012/pdf/Костюкова.pdf>).
14. Білинський Й.Й. Метод виділення контуру на слабкоконтрастних розмитих зображеннях / Й.Й. Білинський, І.В. Микулка // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2012. – № 3. – С. 164-169.
15. Алгоритмы выделения контуров изображений [Электронный ресурс]. – (<http://habrahabr.ru/post/114452/>).

References:

1. Moser Z., Gasior W., Pstrum J. Surface tension measurements of the Bi-Sn and Sn-Bi-Ag liquid alloys. *Journal of Electronic Materials*, 2001, vol. 30, no. 9, pp. 1109-1111.
2. Fedosova I.V., Levitskaya T.A. Osobennosti postroeniya empiricheskogo opisaniya kontura kapli v avtomatizacii raschetov poverxnostnyx svoystv rasplavov [Special issues associated with creation of empirical description of a drop contour which are used in calculative automation of surface features associated with melts]. *Naukovi pratsi Donets'kogo natsional'nogo tekhnichnogo universitetu. Seriya: Informatika, kibernetika ta obchislivna tekhnika: Zb. nauk. prats'* – *Scientific papers of Donetsk National Technical University. Section: Informatics, Cybernetics and Computer Science: collection of scientific works*, 2015. no. 1 (20), pp. 119-125. (Rus.)
3. Putiatin E.P., Averin S.I. *Obrabotka izobrazhenij v robototexnike* [Use of image processing in robotics]. Moscow, Mechanical engineering Publ., 1990. 320 p. (Rus.)
4. Putiatin E.P., Gorokhovatsky V.O., Matat O.O. *Metodi ta algoritmi komp'yuternogo zoru: navchal'nii posibnik* [Methods and algorithms of the computer vision: manual]. Khar'kiv, LLC «The SMIT Company» Publ., 2006. 236 p. (Ukr.)
5. Forsyth D.A., Ponce J. *Computer Vision. A modern approach*. 2nd ed. 2011. 792 p. (Rus. ed.: Nazarenko A.N., Doroshenko I.U. *Kompyuternoe zrenie. Sovremennyy podxod*. Moscow, «Williams», 2004. 928 p.). (Rus.)
6. Shapiro L.G. *Kompyuternoe zrenie* [Computer vision.]. Moscow, BINOMIAL. Laboratory of knowledge Publ., 2006. 752 p. (Rus.)
7. Gonsales R.C. *Digital image processing using Matlab*. 3rd ed. 2007. 976 p. (Rus. ed.: Chepyzhova V.V. *Cifrovaya obrabotka izobrazhenij v srede Matlab*. Moscow, Technosphere Publ., 2006. 616 p.). (Rus.)
8. El-Khatib S.A. Sravnitelnyj analiz algoritmov vydeleniya konturov medicinskix izobrazhenij. *Anotatsii dopovidei 2 Mizhn. nauk.-prakt. konf. «Informacionnye upravlyayushhie sistemy i tekhnologii i kompyuternyj monitoring»* [Comparative analysis of the algorithms and of download medical images. Abstracts of 2nd Int. Sci.-Pract. Conf. «Information control systems and technologies and computer monitoring»]. Donetsk, 2011, pp. 52-56. (Rus.)
9. Doronicheva A.V. Metody analiza medicinskix izobrazhenij [Methods of analysis of medical images]. *Ekologichna bezpeka ta prirodozoristuvannya – Environmental security and environmental*

- management*, 2014, no. 16, pp. 148-170. (Rus.)
10. Britik V.I. Issledovanie vozmozhnostej razlichnyx filtrov i ix primeneniye v zadachax raspoznavaniya obrazov [Investigation possibilities of various filters which used in pattern recognition problems]. *Bionika intellekta – Bionics of Intelligence*, 2014, no. 2 (83), pp. 88-95. (Rus.)
 11. Shevchenko E.A. Zadacha raspoznavaniya kontura ladoni na slozhnyx izobrazheniyax [The Task at Hand Contour Recognition Complex Images]. *Iskusstvennyj intellekt – Artificial intelligence*, 2013, no. 4, pp 244-251. (Rus.)
 12. Bondina N.N. Ispolzovanie statisticheskix xarakteristik dlya vydeleniya granic v medicinskix izobrazheniyax [The use of statistical characteristics for the selection of boundaries in medical images]. *Vestnik NTU «KhPI». Seriya: Informatika i modelirovanie – Vestnik Bulletin of the National Technical University «KhPI». A series of «Information and Modeling»*, 2013, no. 39 (1012), pp. 22-27. (Rus.)
 13. Kostyukova N.S. Vidilennia konturiv ob'ektiv pri vikonanni poshuku zobrazhen' za ikh vmistom. Anotatsii dopovidei Mizhn. nauk.-prakt. int.-konf. «Komp'yuterna grafika ta rozpoznavannia zobrazhen'» [Allocation of contours of objects when performing a search the images based on their content. Abstracts of Int. Sci.-Pract. Int.-Conf. «Computer graphics and image recognition»] Available at: <http://conf.vntu.edu.ua/kgrz/2012/pdf/Костюкова.pdf> (accessed 15 April 2012). (Ukr.)
 14. Bilinskii I.I. Metod vidilennya konturu na slabokontrasnix rozmitix zobrazheniyax. [Extraction method of the contour on subcontrasted blurred images]. *Visnik Vinnickogo politechnichnogo institutu – Bulletin of Vinnitsa Polytechnic Institute*, 2012, no. 3, pp. 164-169. (Ukr.)
 15. *Algoritmy vydeleniya konturov izobrazhenij* (Algorithms for detecting contours of images) Available at: <http://habrahabr.ru/post/114452/> (accessed 13 April 2012).

Рецензент: В.П. Гранкин
д-р физ.-мат. наук, проф., ГВУЗ «ПГТУ»

Статья поступила 28.10.2016

УДК 004.896:004932.72

© Бурса А.Г.¹, Молчанова В.С.²

КОМПЛЕКС МЕТОДОВ ФИЛЬТРАЦИИ СКАНИРОВАННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ГРАФИКОВ ФУНКЦИЙ

Рассмотрен теоретический аспект очистки растровых изображений сканированных графиков функций от цифрового хроматического и яркостного шума с применением методов машинной графики. Предложен комплекс методов подавления полутонного шума, обеспечивающий высокое качество изображений графиков функций.

Ключевые слова: график, изображение, фильтр, фильтрация, функция, шум.

Бурса О.Г., Молчанова В.С. Комплекс методів фільтрації сканованих зображень графіків функцій. Розглянуто теоретичний аспект чищення сканованих растрових зображень графіків функцій від цифрового хроматичного і яскравісного шуму із застосуванням методів машинної графіки. Запропоновано комплекс методів приглушення напівтонового шуму, що забезпечує високу якість зображень графіків функцій.

Ключові слова: графік, зображення, фільтр, фільтрація, функція, шум.

¹ канд. техн. наук, доцент, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь, bursa-edu@i.ua

² ст. преподаватель, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь, vp24@yandex.ua