

**ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ АНАЛИЗА
ИЗОБРАЖЕНИЙ В НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ****Васильева Л. В., Ерошенко Е. С.**

Проанализированы методы обработки изображений, используемых в научно-технической литературе. Выявлены особенности анализа изображений с техническими графиками. Описан разработанный алгоритм с использованием морфологических преобразований. Описана работа разработанного программно-методического комплекса для автоматического распознавания обязательных элементов изображения, их преобразования и обработки с целью автоматического получения количественной информации. Созданный программный продукт содержит достаточный набор функций для выполнения широкого спектра задач обработки.

Проаналізовано методи обробки зображень, що використовуються в науково-технічній літературі. Виявлено особливості аналізу зображень з технічними графіками. Описано розроблений алгоритм з використанням морфологічних перетворень. Описана робота розробленого програмно-методичного комплексу для автоматичного розпізнавання обов'язкових елементів зображення, їх перетворення і обробки з метою автоматичного отримання кількісної інформації. Створений програмний продукт містить достатній набір функцій для виконання широкого спектру завдань обробки.

Methods of image processing, used in scientific literature, are analyzed in the paper. Peculiarities of the analysis of the images with technical charts are determined. The developed algorithm with morphological transformations is proposed. Functioning of the developed program and methodical complex for automatic recognition of the essential elements of images, their transformation and processing for automatically retrieving quantitative information is described. The created software contains a large set of functions to perform a wide range of processing tasks.

Васильева Л. В.

канд. техн. наук, доц. каф. КИТ ДГМА
vasileva.dgma@gmail.com

Ерошенко Е. С.

магистрант каф. КИТ ДГМА

ДГМА – Донбасская государственная машиностроительная академия, г. Краматорск.

УДК 004.93

Васильева Л. В., Ерошенко Е. С.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ АНАЛИЗА ИЗОБРАЖЕНИЙ В НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Современные информационные задачи потокового международного научного документооборота в научных библиотеках создают необходимость комплексного автоматизированного машинного анализа электронных (в основном pdf) версий публикуемых научных работ. В рамках такого анализа возникает необходимость автоматического распознавания обязательных элементов опубликованного научного / технического текста.

Научные статьи сопровождаются обычно различными иллюстрациями с описанием объекта исследования, схемами или чертежами с описанием принципов действия тех или иных частей, узлов конструкции и результатами исследований в виде графических зависимостей ряда показателей. Результаты исследований могут быть представлены в виде диаграмм, графиков, изображениями на внешнем и внутреннем уровне состояния исследуемых объектов до и после исследований. Современные средства представления графической информации позволяют расширить возможности растровых изображений в форматах jpeg, tiff, psd, raw, png [1] и векторных в форматах wmf, eps, ai, cdr с помощью трехмерной и фрактальной графики.

За последние несколько лет интерес к теме анализа и распознавания изображений увеличился, так как во многих областях науки и техники требуется ее решение. К примеру, над задачами распознавания работает такая крупная компания как Google, которая добавила в свой онлайн-офисный пакет Google Docs возможность оптического распознавания загружаемых графических материалов и PDF-файлов [2], а программный продукт Google Street View распознает номера домов и улиц [3]. В рамках проводимого авторами исследования было разработано алгоритмическое и программное обеспечение сегментации металлографических изображений [4]

Приведение в научных статьях схем, чертежей, эскизов, диаграмм позволяет продемонстрировать принципы действия различных механизмов, устройств, поведения, взаимодействия или движения, что необходимо для описания принципов воздействия на исследуемый объект. Результаты проведенных исследований чаще всего представляются в виде диаграмм, графиков на плоскости или поверхностях в пространстве, если демонстрируются зависимости функции отклика от двух параметров.

На данный момент в мире существуют различные аналоги для распознавания графиков. К ним относятся ChartReader, Graph2Digit, g3data, Digitize Plot To Data, GetData Graph Digitize [5 – 9] и т.д. Они все имеют различный интерфейс, имеют сильные и слабые стороны и охватывают общие и поверхностные функции.

Целью проводимого исследования являлось распознавание изображений с техническими графиками, приведенных в научно-технической документации, их преобразование и обработка для автоматического получения количественной информации.

Основная задача заключается в анализе графиков разного вида и формата. Под анализом понимается выявление одного или нескольких графиков на изображении. Для этого необходимо само изображение подвергнуть изменению при помощи таких фильтров, как очистка от ненужных данных, от шумов при помощи морфологических преобразований; к ним относят: Erosion, Dilatation, Opening, Closing, Bottom Hat, Top Hat [10], фильтрация по цвету (для выделения одного заданного).

С этой целью был разработан алгоритм, использующий методы обработки изображений, и реализован программно-методический комплекс GraphAnalyser для анализа технических графиков.

Рассмотрим реализованные морфологические преобразования – простые операции, основанные на форме изображения, которые, как правило, выполняются на бинарных изображениях. Исходный вид изображения представлен на рис. 1.

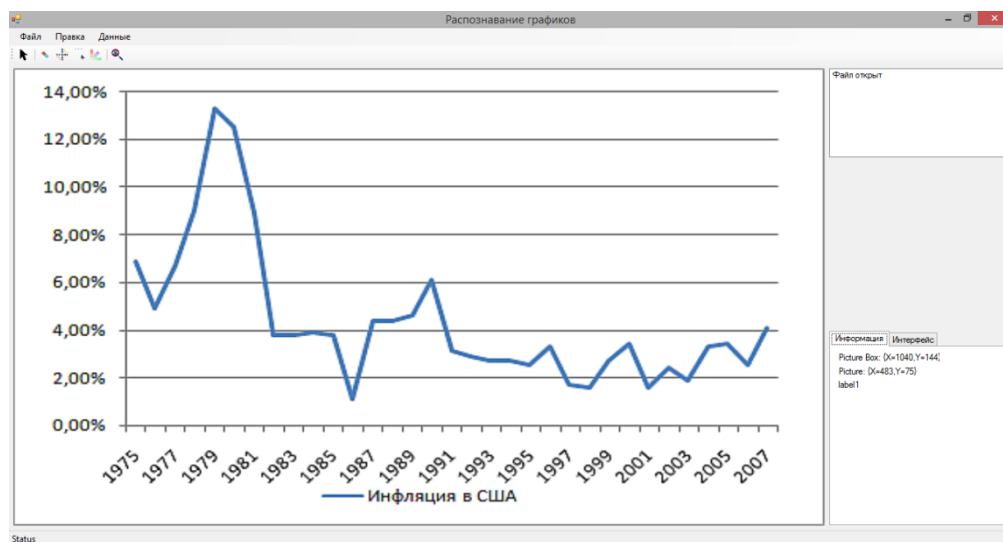


Рис. 1. Исходный график

Для реализации подготовительного этапа обработки в меню есть кнопки для следующих методов обработки: Erosion, Dilatation, Opening, Closing, Bottom Hat, Top Hat.

Основная идея Erosion такая же, как и эрозия почвы, только она размывает границы объекта на переднем плане. Ядро скользит через изображение. Пиксель в исходном изображении (1 или 0) будет считаться 1 только тогда, когда все пиксели под ядром равны 1, в противном случае она размыва (приравнивается к нулю). Таким образом, все пиксели возле границы будут откинута в зависимости от размера ядра, при этом толщина или размер объекта переднего плана уменьшается или просто уменьшает белые области в изображении. Это полезно для удаления небольших белых шумов, отсоединения двух соединенных объектов и т.д. (рис. 2, а).

Dilatation – метод, противоположный Erosion. Здесь пиксель элемента равен '1', если хотя бы один пиксель под ядром '1'. Таким образом, он увеличивает белые области на изображении или увеличивает размер объекта на переднем плане. Обычно, в таких случаях, как удаление шума, Erosion сопровождается Dilatation. Потому что Erosion удаляет белый шум, но также сжимает обрабатываемый объект, поэтому с помощью Dilatation его расширяют. При этом шум убирается, но площадь объекта увеличивается. Это также полезно в присоединении отдельных частей объекта (рис. 2, б).

Opening – это результат последовательного применения сначала Erosion, затем сразу Dilatation. Данный метод также полезен при удалении шума. Результат данной функции представлен на рис. 2, в.

По такому же принципу работает Closing (последовательное применение Dilatation, Erosion). Этот метод полезен при закрытии небольших отверстий внутри объектов переднего плана или маленьких черных точек на объекте (рис. 2, г).

Для подчеркивания и усиления деталей на фоне полутонового изображения в разработанном программно-методическом комплексе использован Top Hat (преобразование «столбик» или «верх шляпы»), который вычитает разомкнутое изображение из исходного. Этот метод показывает области, которые светлее других и применяется для их выделения (рис. 2, д).

Для выявления областей, которые темнее остальных, и их изолирования применяется метод Black Hat (преобразование «черная шляпа» или «дно шляпы») – фильтр, который вычитает исходное изображение из замкнутого (рис. 2, е).

Также предусмотрена функция фильтрации по цвету. Из представленной палитры выбирается необходимый цвет, и с изображения удаляются все объекты, кроме объектов выбранного цвета (рис. 3).

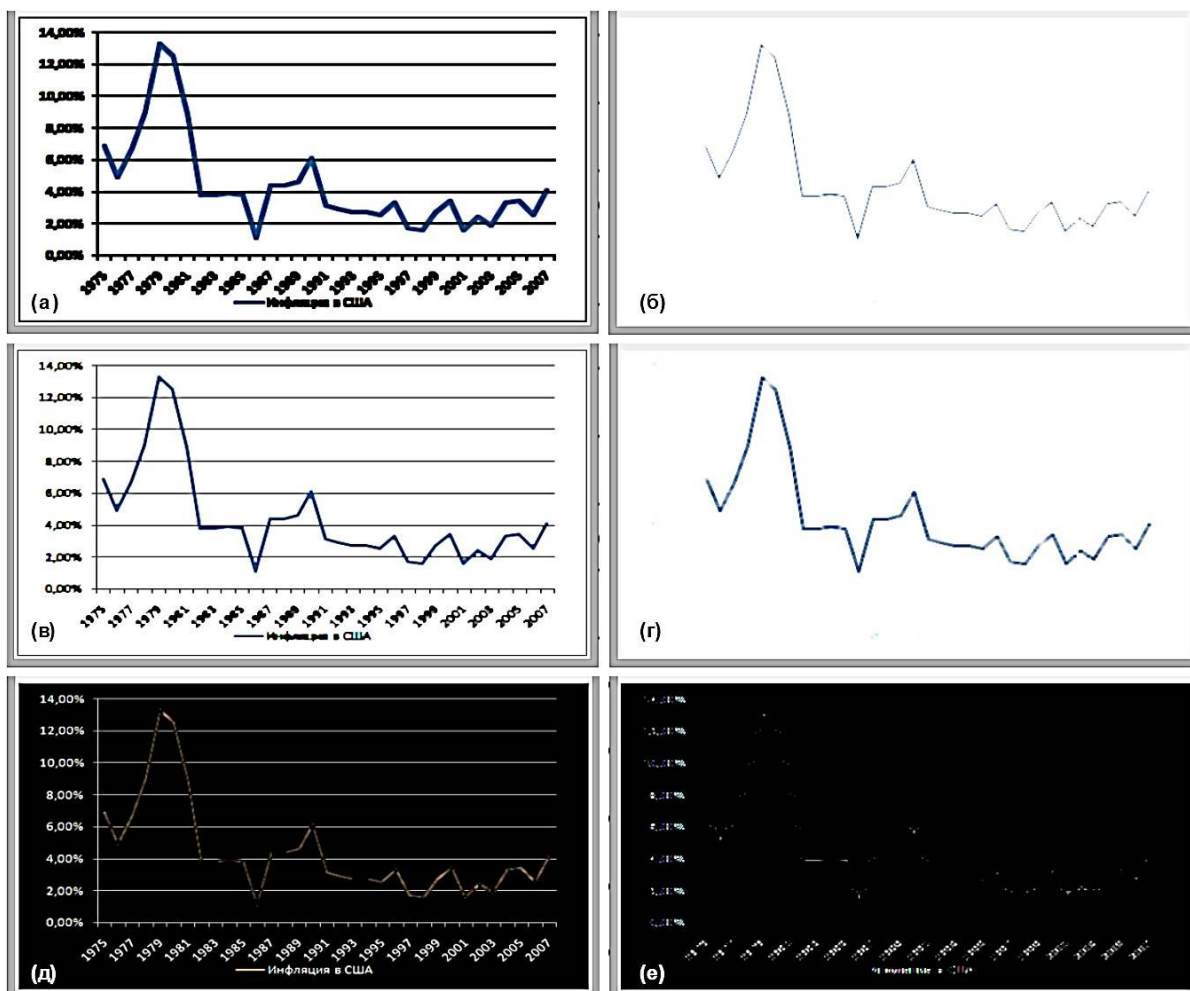


Рис. 2. Результаты применения методов обработки

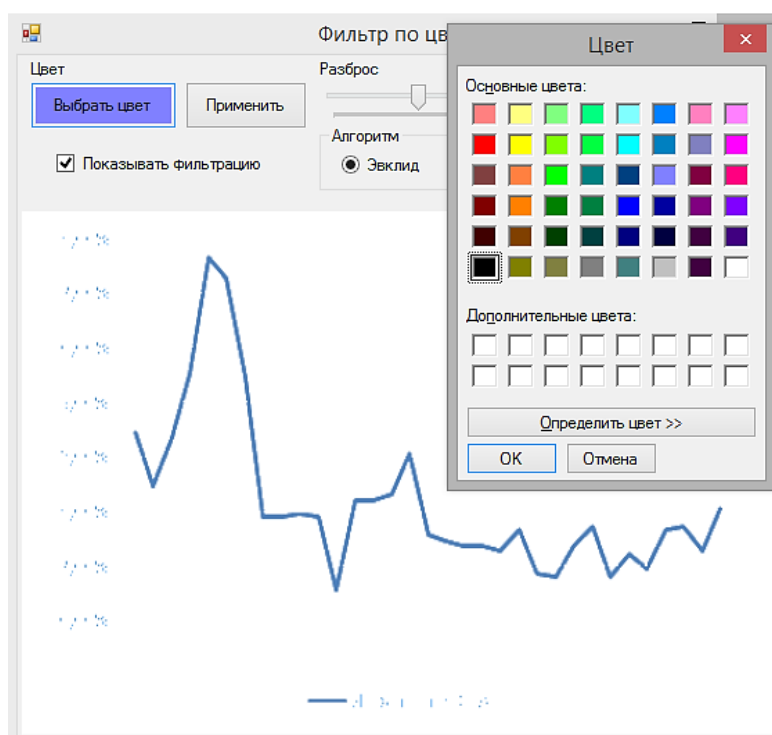


Рис. 3. Результат применения фильтрации по цвету

После данного подготовительного этапа выполняется переход к функциональным опциям: указание размерности графика; определение точек доступными методами, такими как FastCornerDetector, FastRetinaKeypointDetector, HarrisCornerDetector, MoravecCornerDetector; нахождение координат точек или кривых.

Алгоритм FastCornerDetector (быстрый алгоритм нахождения углов) был предложен Эдвардом Ростеном и Томом Драммондом в своей статье «Машинное обучение для высокоскоростного нахождения угла» [11] (рис. 4, а).

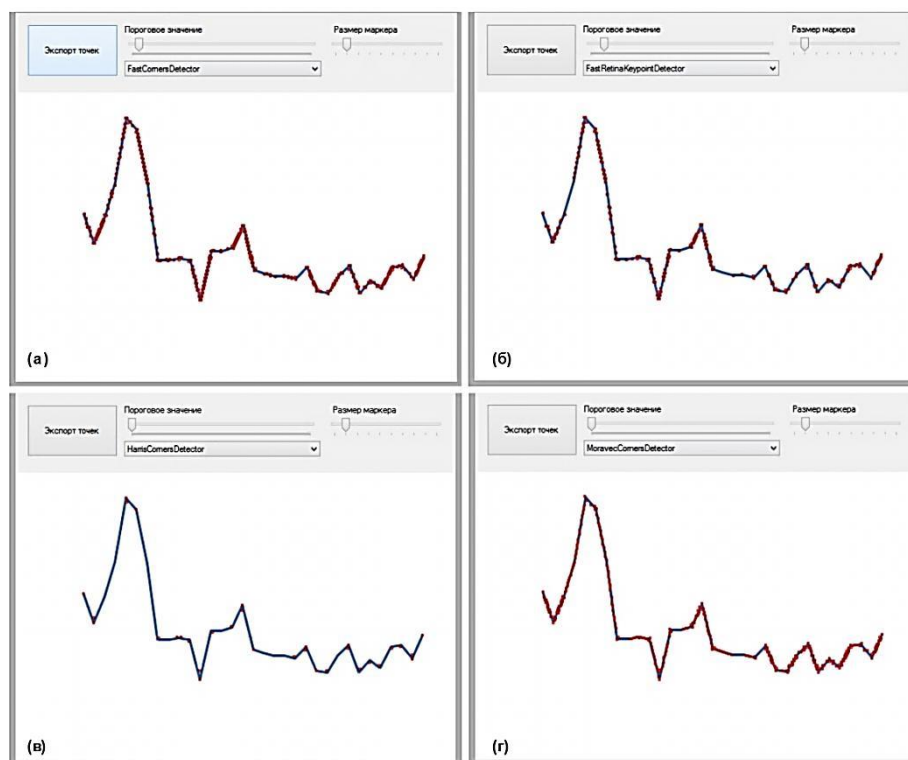


Рис. 4. Результат применения методов определения точек

FastRetinaKeypointDetector (метод улучшения алгоритма FREAK) позволяет снизить вычислительные нагрузки без ущерба точности. На данный момент метод FREAK считается одним из самых быстрых алгоритмов решения задачи нахождения точек [12] (рис. 4, б).

HarrisCornerDetector (детектор Харриса) [13] – рассматривает производные яркости изображения для исследования изменений яркости по множеству направлений (рис. 4, в).

MoravecCornerDetector (алгоритм Моревека) – это один из самых ранних алгоритмов нахождения и определения углов (рис. 4, г). Алгоритм проверяет каждый пиксель в изображении, определяя, присутствует ли угол, как подобный участок, центрированный по пикселу рядом и перекрывает участки. Сходство измеряется путем суммирования квадратов разностей (SSD) между соответствующими пикселями двух участков. Меньшее число указывает на большее сходство [14].

Все вышеприведенные методы использовали экранные координаты. В программе с помощью функции задания координат реализован процесс преобразования экранных координат в реальные. Затем через форму «отрисовать график» можно получить новый график по найденным и преобразованным координатам (рис. 5).

Данные о координатах точек могут быть переданы в MS Excel для получения формулы функциональной зависимости.

Полученные графики (данные) отображаются на экране в новом окне для их дальнейшего сравнения. Также вся полученная информация помещается в базу данных, текстовые или графические файлы. Прделанную работу можно просмотреть, изменить, сравнить результат и выполнить аппроксимацию.

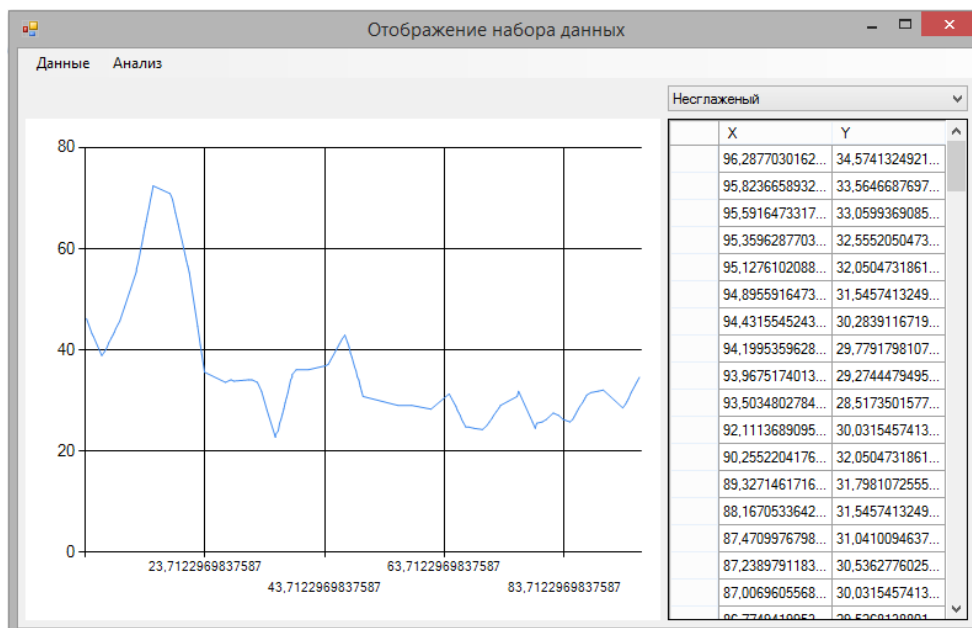


Рис. 5. Результат реализации отрисовки графика по найденным координатам

ВЫВОДЫ

В проведенном исследовании были изучены особенности анализа изображений в виде графиков, разработаны: последовательность обработки, метод получения координат рассматриваемых графиков, их преобразование из экранных в реальные координаты; реализован метод передачи полученных цифровых данных в приложение для построения математических моделей. По сравнению с имеющимися аналогами, разработанный программный продукт включает больше функций конкретизированного характера, выполняет больший спектр задач обработки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Adobe Photoshop CS6. Официальный учебный курс; пер. с англ. М.А. Райтмана. – М.: Эксмо, 2013. – 432 с.: ил.
2. Интернетные штучки: «В Google Docs появилось распознавание текста» [Электронный ресурс] – Режим доступа к сайту.: <http://internetno.net/category/obzoryi/gdocs-ocr/>
3. Как Google Street View распознает номера домов [Электронный ресурс] – Режим доступа к сайту : <http://www.qwrt.ru/news/1305>
4. Васильева Л. В. Разработка алгоритмического и программного обеспечения сегментации изображений / Л.В. Васильева, А.Ф. Тарасов, И.А. Гетьман // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – Хмельницький : ХНУ – 2016. – № 3 (56). – С. 117–122.
5. ChartReader 1.0 [Электронный ресурс] – Режим доступа к сайту.: <http://freesoft.ru/chartreader>
6. Graph2Digit [Электронный ресурс] – Режим доступа к сайту.: <http://plsoft.narod.ru/digitizer.html>
7. Jonas Frantz Homepage [Электронный ресурс] – Режим доступа к сайту.: <http://www.frantz.fi/index.php?page=software>
8. Digitize Plot To Data [Электронный ресурс] – Режим доступа к сайту.: http://soft-hummingbird.com/Plot_To_Data.php?lang=ru
9. GetData Graph Digitizer [Электронный ресурс] – Режим доступа к сайту.: <http://getdata-graph-digitizer.findmysoft.com>
10. Морфологические преобразования [Электронный ресурс] – Режим доступа к сайту.: http://docs.opencv.org/3.0-beta/doc/py_tutorials/py_imgproc/py_morphological_ops/py_morphological_ops.html
11. М. Trajković, М. Hedley / Image and Vision Computing 16 (1998) 75–87
12. Метод улучшения алгоритма Freak: Fast Retina Keypoint [Электронный ресурс] – Режим доступа к сайту.: <http://journal.ugatu.ac.ru/index.php/vestnik/article/viewFile/1141/1018>
13. Harris C. and Stephens M. (1988). – «A combined corner and edge detector» (PDF). Proceedings of the 4th Alvey Vision Conference. – P. 147–151.
14. Moravec H. Rover visual obstacle avoidance // Proc. Intl. Joint Conference on Artificial Intelligence. – 1981. – P. 785–790.