

Обработка и передача изображений

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Ишков А.В.¹, Барсуков А.А.²¹Алтайский государственный университет, Барнаул, Россия²Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, Барнаул, Россия

Обработка цифровых изображений является одной из самых актуальных задач при реализации прикладных и исследовательских графических систем [1]. Изображения реальных объектов и процессов, несущие о них максимальную информацию, как правило, растровые. Цифровую обработку (ЦО) растровых изображений можно производить с использованием, как аппаратных приемов, так и программно. В первом случае удастся достичь максимальной скорости процесса ЦО и минимизировать потерю информации, однако, цифровые преобразователи не универсальны, и, кроме того, редко позволяют совмещать в одном устройстве процессы ЦО и дальнейшего преобразования цифрового сигнала в полезную для исследователя информацию. В то же время в последние 5-7 лет широкое распространение получили быстродействующие ЭВМ, что позволяет во многих случаях при ЦО растровых изображений использовать различные прикладные программы.

Получение различного рода данных, количественных и качественных показателей на основе растрового цифрового изображения, включают его предварительную обработку. Этот неминуемый этап обусловлен сочетанием как минимум двух факторов, это наличие шума в исходном изображении и необходимость приведения цифрового изображения к такому виду, из которого достаточно простыми алгоритмами возможно получение окончательного результата.

Для решения этих проблем можно использовать встроенные возможности графических редакторов по преобразованию изображений, хотя при этом происходит потеря части информации об объекте, а преобразование растрового изображения в векторное по определенному алгоритму не универсально [2]. Поэтому разработка программ и программных систем обработки и исследования растровых изображений (СОРИ) представляет значительный практический интерес.

Учитывая высокую вариативность таких изображений, глубину возможной обработки, а также разнообразные задачи, возникающие при их дальнейших исследованиях, построение СОРИ должно основываться на модульном принципе с четким разделением стадий собственно обработки и преобразования исходного изображения и его дальнейшего исследования. В этом случае ядром СОРИ становится программа анализа и обработки изображений, данные из которой поступают в различные прикладные программы оболочки. Причем, для ускорения и оптимизации процессов обработки изображения, между ядром и программами оболочки может быть организована обратная связь. Такой принцип организации программного комплекса позволяет обеспечить системе оптимальное быстродействие, мобильность к различным исследовательским задачам и возможность легкого расширения оболочки прикладных программ. Конфигурация и содержание оболочки комплекса будет зависеть от решаемых исследовательских задач.

По описанному выше принципу нами была разработана СОРИ для исследования изображений структурно-неоднородных материалов, краевых явлений, а также неизотермических процессов.

Ее основу составляет программа обработки изображений «Analyzer» [3], позволяющая производить поиск и идентификацию границ объектов на исходном растровом изображении, минимизацию их площади и преобразовывать исходное изображение в двухцветное, путем двухэтапного изменения исходной растровой матрицы по алгоритму итерационного линейного контрастирования (ИЛК) (рис. 1).

Процесс ИЛК на первом этапе (алгоритм А) вызывается с двумя параметрами: - количество итераций (рекомендуется задавать не менее 10); - «корректировка». На втором этапе тот же алгоритм А вызывается со следующими параметрами: - количество итераций (рекомендуется задавать 10); - «без корректировки». Окончательная модификация исходной растровой матрицы осуществляется по алгоритму Б.

Для наглядности продемонстрируем работу алгоритма ИЛК применительно к искусственно построенному в программе Photoshop 7 линейному градиенту (рис. 2), где цвет изменяется от черного (яркость 0) до белого (яркость 255).

По строкам расположены изображения, полученные соответственно строкам с 10, 20 и 30 итерациями на первом этапе. В среднем столбце изображений на рис. 2 показан результат работы алгоритма над исходным изображением (левый столбец) с ярко выраженной «серой» площадкой, имеющей среднюю яркость, колеблющуюся вокруг значения 128. В правом столбце рис. 2 показан окончательный результат работы (после второго этапа). Стабильный результат при максимальном разбросе яркости в 255 единиц был получен при числе итераций на первом этапе не менее 10 и при фиксированных 10 итерациях на втором этапе.

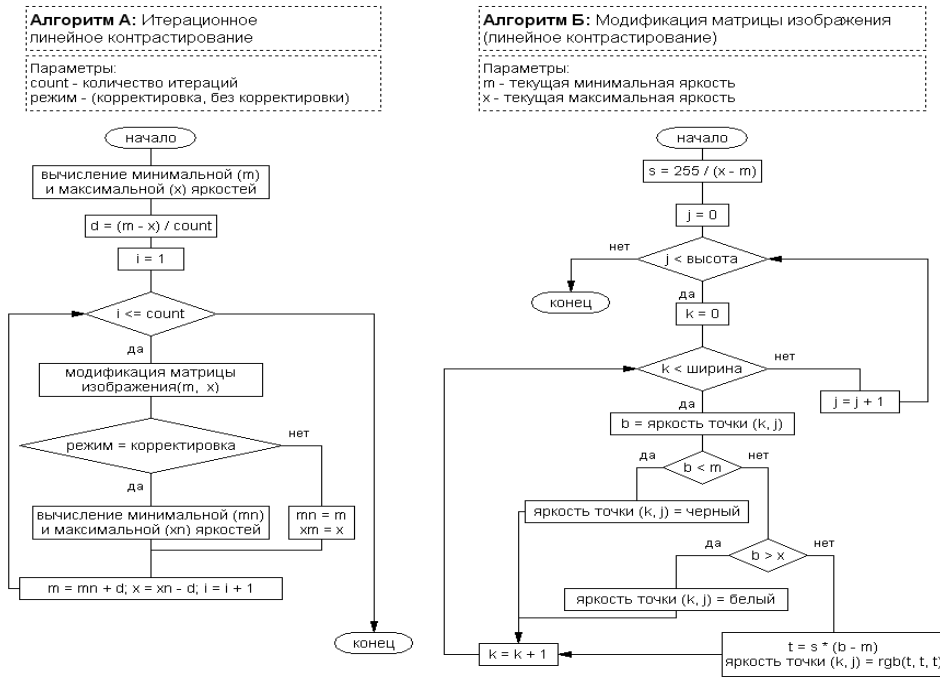


Рис. 1. Блок-схема алгоритма итерационного линейного контрастирования программы «Analyzer»

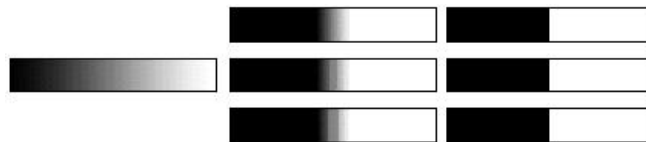
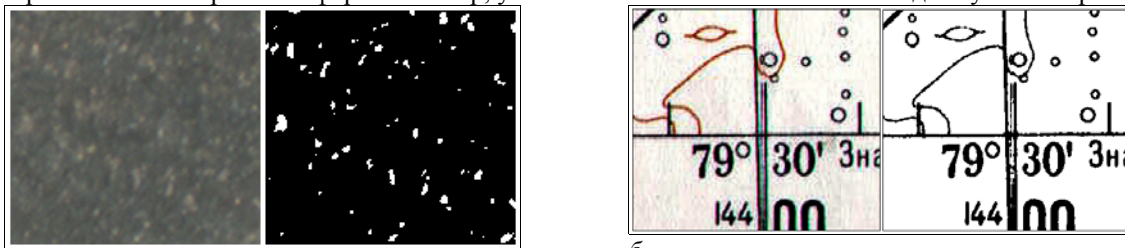


Рис. 2. Обработка линейного градиента

Исходными объектами программы-анализатора являются растровые изображения в формате *.bmp, считываемые с диска. Загруженное изображение сканируется анализатором, определяются максимальный и минимальный уровни яркости точек, после чего в верхнем углу рабочего окна появляется графический образ исходного файла - кривая зависимости яркости точек от условной координаты графической матрицы. Эта кривая характеризует состояние границ перехода точек одной яркости в другие, чем больше на кривой неровностей, пиков и выбросов, тем более размыты границы таких переходов. Используя движущиеся индикаторы шкалы, вручную или автоматически выставляется необходимый уровень яркости границы перехода на изображении и запускается основной алгоритм программы. Основываясь на введенных значениях яркости, программа автоматически находит соответствующие точки на изображении, считая оставшиеся переходными элементами границ, и присваивает им значения яркости на основе введенного уровня, затем выполняется пересчет яркости всех точек изображения. Процедура выполняется до тех пор, пока в файле все точки не станут либо черными, либо белыми. Происходит автоматический поиск и идентификация границ, уменьшение их площади и преобразование изображения в двухцветное. Время счета программы, в зависимости от параметров исходного изображения, составляет 2-15 мин. Результатом работы программы является файл черно-белого изображения формата *.bmp, уменьшенный по отношению к исходному в 20-30 раз.



а.
 б.
 Рис. 3. Пример обработки программой «Analyzer» изображения композиционного материала (а.) и участка геодезической карты (б.)

Приведем примеры (рис. 3) предварительной обработки изображений по алгоритму ИЛК композиционного материала (для последующего определения фрактальной размерности границ наполнителя) и сканированных изображений геодезических карт (для удаления фонового шума).

Преобразованный анализатором файл записывается на диск и используется прикладными программами оболочки - программой определения фрактальной размерности границ «FracDim» [4], программой определения угла смачивания «Young» [5], программой исследования неизотермических процессов «Termoscan» [6] и программного комплекса HOUSES [7], предназначенного для определения эксплуатационных характеристик зданий.

Так программа «FracDim» позволяет определять фрактальные характеристики границ на двухцветных изображениях методами подсчета клеток (МК) и островов среза (МОС) [8]. Оба метода реализуются в алгоритме одновременно. Для получения достоверных и статистически значимых результатов программой «FracDim» исходное изображение объекта случайным образом разбивается на 10 фрагментов, каждый из которых представляет не менее 60 % исходного изображения. Затем для каждого фрагмента выполняется схема обработки. В случае реализации алгоритма МК на фрагмент наносится сетка с переменным шагом ячейки (δ), после чего для каждого масштаба сетки подсчитывается число элементов изображения (N_δ) попавших в ячейки сетки. Угловой коэффициент зависимости $\ln(N_\delta) = f[\ln(\delta)]$, найденный программой по методу наименьших квадратов (МНК), является показателем фрактальной размерности. При определении D по МОС используется соотношение между площадью и периметром фрактального объекта, из которого также определяется искомая размерность. Время исследования программой сканированного изображения (4800 dpi) образца материала размером 10×10 мм не превышает 10 мин.

Программа «Young» рассчитывает значение краевого угла смачивания и связанные с ним термодинамические характеристики поверхности твердого тела – работу адгезии и поверхностное натяжение на границе твердое - жидкость [9]. Преобразованный программой-анализатором файл изображения сканируется программой, после чего происходит отыскание координат точек границ твердой и жидкой фазы, а также точек соприкосновения трех фаз. На основании полученных данных программа восстанавливает по МНК линейное уравнение поверхности твердого тела и криволинейное уравнение границы жидкости, затем, основываясь на найденных координатах точек пересечения трех фаз, находит частные производные, угловые коэффициенты которых дают тангенс искомого угла смачивания. В отдельной закладке рабочего окна программы происходит вычисление поверхностного натяжения и работы адгезии. Время обработки изображения в зависимости от разрешения оптической системы составляет 1-3 мин.

Программа «Termoscan» служит для захвата изображения исследуемого объекта при определенной температуре. Исходное изображение можно получать тремя способами: с прибора (цифровая или Web-камера), из файла и со сканера. Определение температуры производится при выборе источника изображения «Прибор». Получение изображения с Web-камеры производится посредством технологии MMS. Изображение со сканера снимается при помощи использования стандарта TWAIN [10]. Для типа источника «Файл» исходное изображение загружается из преобразованного программой-анализатором графического файла. Кроме того, программа снабжена возможностью создания сценария обработки изображения, который позволяет производить захват изображения при определенных пользователем значениях температуры в автоматическом режиме. Когда температура образца достигает определенного значения, производится его съемка, и параметры записываются в файл формата XML.

Программный комплекс «HOUSES» разработан для автоматизированного определения технического состояния зданий с последующим обменом данными с геоинформационной системой (ГИС), и кроме того позволяет хранить комплекс данных о техническом состоянии сооружений, а также исследовать и прогнозировать динамику их износа. При определении процента физического износа была использована альтернативная методика учета влияния текущих и капитальных ремонтов, а также качества их выполнения на результаты последующих расчетов износа. Задача решена благодаря ранжированию и нормализации площадей распространения дефектов, а также введению коэффициента остаточного износа, зависящего от степени восстановления несущей способности элемента на момент окончания ремонта.

Дополнительной сервисной возможностью программы является прогнозирование сроков эксплуатации и ремонтов жилых зданий, а также ведение базы данных о технических характеристиках зданий. Алгоритм прогнозирования остаточного срока службы здания применяется для имитационного моделирования динамики его физического износа на заданном отрезке времени. Для численного моделирования выбран метод «Монте-Карло». Использование псевдослучайных чисел позволяет генерировать виды дефектов и элементы конструкций, на которых они возникают, в зависимости от модели здания. Прогноз на конкретный момент времени представляет собой расчет физического износа объекта по сгенерированным данным. После проведения большого числа опытов и аппроксимации логарифмической зависимостью получаем математическую модель «старения» здания. Работа модуля заканчивается непосредственным определением срока вывода объекта из эксплуатации с учетом нормативной документации и анализа модели. Для получения исходной информации о здании программа использует картографические изображения объекта, а также строительные чертежи. При этом исходные изображения могут быть как векторными (чертежи AutoCad) так и растровыми

(планы застройки, аэро- и космические фотоснимки объектов и прилегающих зон). После обработки анализатором файлы чертежей уменьшаются в объеме в десятки и сотни раз (в зависимости от масштабов и степени прорисовки мелких объектов), причем не происходит потери существенной информации об объекте (границ здания, транспортных развязок, коммуникации и пр.). Этот факт позволяет использовать обработанные анализатором изображения не только для расчета технических параметров объекта, но и непосредственно хранить их в базе ГИС.

Таким образом, разработанная модульная система обработки и исследования растровых изображений, основой которой является программа «Analyzer», позволяет проводить оперативную обработку и исследование растровых изображений различных объектов. Используя предложенное наполнение и конфигурацию прикладной оболочки системы, можно определять фрактальные характеристики структурно-неоднородных материалов, исследовать явления смачивания в трехфазных системах, определять указанные характеристики при различных температурах и автоматически определять технические и эксплуатационные параметры зданий и сооружений.

Работа выполнена в рамках проекта, поддержанного грантом Президента РФ (проект МК-1922.2005.3).

Литература

1. Роджерс Д. Алгоритмические основы машинной графики. –М.: Мир, 1989.
2. Рейнбоу В. Компьютерная графика. Энциклопедия. –СПб.: ПИТЕР, 2003.
3. Св-во рег. прогр. ЭВМ № 2004612560 (RU). –2004. –Бюлл. –№4.
4. Св-во рег. прогр. ЭВМ № 2004612598 (RU). –2004. –Бюлл. –№4.
5. Св-во рег. прогр. ЭВМ № 2005611645 (RU). –2005. –Бюлл. –№3.
6. Св-во рег. прогр. ЭВМ № 2005612023 (RU). –2005. –Бюлл. –№3.
7. Св-во рег. прогр. ЭВМ № 2003611988 (RU). –2003. –Бюлл. –№3.
8. Федер Е. Фракталы. –М.: Мир, 1991.
9. Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии. –Л.: Химия, 1974.
10. TWAIN Specification. –Электронн. данные. –<http://www.twine.org>

THE PREPROCESSING OF DIGITAL IMAGES

Ishkov A.V.¹, Barsukov A.A.²

¹Altai state university, Barnaul, Russia

²Altai state technical university by name I.I. Polzunov, Barnaul, Russia

Image processing is one of the most actual everyday jobs at implementation of applied and investigative graphics systems. Images of real objects and the processes, carrying about them the maximum information are raster. The process of half-tone images digital transformation (IDT) can be complete with procedure, as hardware device, and program. In the last 5-7 years intensive used a high-speed computer, which in many at IDT to use various program applications. The potential algorithms of computer graphics editors on conversion of half-tone images not always are effective. The development of programs and program systems for processing and research of half-tone images (SPRI) represents practical interest.

The high variability of such images, intensity of images processes, and also the various problems incipient at their supplementary examinations, construction of SPRI it should be based to a modular principle with difference of stages IDT and transformation of images and stages of its examination. In this case a nucleus SPRI is a program of the analysis and the image processing, data from which arrive in various applications programs of the shell. By the principle we are created SPRI for examination of images of structural-heterogeneous materials, the boundary phenomena, not isothermal processes, and also working data of the buildings.

The basis of its system completed the computer program for images processing «Analyzer» [1] for searching and identification of object-boundaries on the original half-tone image, minimization of their area and to convert the original image in dichromatic, way two-step transformation of the original digital matrix by algorithm iterative linear contrast (ILC). The file transformed by the analyzer-program is written to the disk and used by application-programs of the shell SPRI - the computer program of definition fractal dimensions «FracDim» [2], the program of definition of a investigate of wetting «Young» [3], the program of research of not isothermal processes «Termoscan» [4] and the program «HOUSES» [5] for definition of operating performances of buildings.

The modular principle of construction of the system provides to it optimal expressing, mobility to various investigate and possibility of the extension of the shell of application-programs. Using the existing filling up and the configuration of the applied shell of the system, it is possible to determine fractals characteristics of structural-heterogeneous materials, research the phenomena of wetting in three-phase systems, determine the indicated characteristics at various temperatures, and also automatically to determine and predict technical and operation parameters of various buildings and constructions.

Work is executed within the framework of the project supported by the grant of the President of the Russian Federation (project МК-1922.2005.3).

Reference

1. Certificate of the computer program № 2004612560 (RU). –2004. Printed Buul. –№4.
2. Certificate of the computer program № 2004612598 (RU). –2004. Printed Buul. –№4.
3. Certificate of the computer program № 2005611645 (RU). –2005. Printed Buul. –№3.
4. Certificate of the computer program № 2005612023 (RU). –2005. Printed Buul. –№3.
5. Certificate of the computer program № 2003611988 (RU). –2003. Printed Buul. –№3.

