

ПРОГРАММНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ АЛГОРИТМОВ ОБРАБОТКИ И АНАЛИЗА ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Гашиников М.В., Глумов Н.И., Мясников Е.В., Сергеев В.В., Чернов А.В., Чичева М.А.
Самарский государственный аэрокосмический университет
Институт систем обработки изображений РАН

Аннотация

В докладе рассматривается назначение, функции, состав и структура программной системы, предназначенной для разработки, моделирования и исследования методов, алгоритмов и информационных технологий обработки и анализа цифровых изображений.

Введение

Задача создания и исследования алгоритмов обработки и анализа цифровых изображений предъявляет ряд требований к используемому исследователем инструментарию. Во-первых, это возможность моделирования алгоритмов и последовательностей алгоритмов, предоставление набора реализованных алгоритмов (например, для генерации случайных искажений, определения статистических характеристик и т.д.), возможность быстрой постановки экспериментов с использованием имеющихся алгоритмов, возможность дополнения системы новыми алгоритмами, развитые возможности представления результатов (в виде массивов, яркостных срезов, трехмерной визуализации и т.д.).

Существующие системы обработки и анализа изображений удовлетворяют представленным требованиям лишь частично, так как большинство из них ориентированы на решение частных задач, таких как дизайн (например, PhotoShop, CorelDraw), обработка данных дистанционного зондирования (Erdas Imagine, ER Mapper, Idrisi, Envi) и т.п.

Система, рассматриваемая в данной работе, предназначена для создания и исследования алгоритмов и информационных технологий обработки и анализа цифровых изображений.

Требования к системе

В плане функциональности к программной системе были предъявлены следующие требования:

- поддержка различных форматов представления и хранения изображений,
- возможность встраивания собственных форматов представления и хранения изображений,
- наличие ряда часто используемых функций обработки,
- возможность создания собственных функций обработки,
- возможность написания и исполнения сценариев обработки,
- удобный пользовательский интерфейс с поддержкой отладки сценариев,
- отображение результатов обработки в удобной форме,
- устойчивость системы к сбоям в функциях обработки,
- возможность распараллеливания вычислений.

Состав и назначение компонентов системы

Рассматриваемая система состоит из следующих подсистем:

- подсистема управления данными,
- библиотека прикладных модулей,
- интерактивная программная среда,
- подсистема запуска функций из ОС,
- подсистема визуализации.

Схема взаимодействия подсистем программной системы представлена на рисунке 1. Далее рассматривается состав и назначение каждой из подсистем.

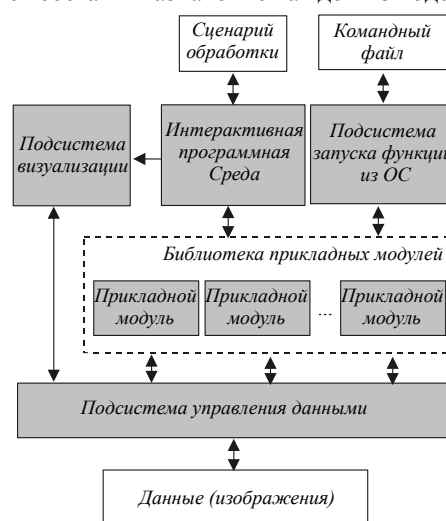


Рис. 1. Схема взаимодействия подсистем

Подсистема управления данными обеспечивает взаимодействие прикладных модулей с входными/выходными данными для реализации алгоритмов обработки и анализа изображений. Данная подсистема поддерживает следующие типы изображений: полутоновые (серые) однокомпонентные изображения, цветные трехкомпонентные изображения, индексированные (палитровые) изображения, цветные четырехкомпонентные изображения в цветовых пространствах CMYK и YCbCr, многокомпонентные изображения (две и более компоненты, например, для представления комплексных значений). Изображения могут быть представлены в форматах TIF, BMP, PIC (внутреннем формате системы PCLook [1], в котором кроме 8-битных поддерживаются целочисленные 16-битные и вещественные 32-битные типы данных). Список поддерживаемых форматов расширяется путем написания соответствующих библиотек.

Большая часть логики обработки сосредоточено в прикладных модулях, реализующих различного рода функции. Схема прикладного модуля представлена на рис. 2.



Рис. 2. Прикладной модуль

Каждый прикладной модуль программно разделяется на интерфейсную оболочку и программный код пользователя. Интерфейсная оболочка предоставляет единообразный интерфейс взаимодействия кода пользователя с другими подсистемами, а также выполняет некоторые вспомогательные функции (предоставление описания реализуемых прикладным модулем функций и их параметров, разбор параметров вызова функций обработки, обработка аварийных ситуаций при выполнении программного кода пользователя). Программный код пользователя реализует саму логику выполнения функций, при этом он может взаимодействовать со вспомогательными программными модулями, предоставляющими, например, возможность работы с файлом параметров.

В настоящее время библиотека программных модулей включает в себя следующие модули:

- генерация детерминированных и случайных полей,
- поэлементные преобразования изображений,
- фильтрация (локальная обработка в скользящем окне),
- оценка статистических характеристик изображений,
- геометрические и спектральные преобразования,
- работа с отсчетами, фрагментами и атрибутами изображения.

Интерактивная программная среда представляет собой набор исполняемых модулей и состоит из интегрированного редактора-отладчика, подсистемы настройки прикладных модулей, подсистемы настройки интерфейса пользователя и подсистемы запуска функций. Структура интерактивной программной среды представлена на рис. 3.

Интегрированный редактор-отладчик предоставляет пользователю удобный графический интерфейс работы с системой, позволяет запускать отдельные прикладные модули через меню, создавать, редактировать и выполнять сценарии обработки на языке VBScript с возможностью пошаговой отладки, создавать и запускать командные файлы. Интегрированный редактор-отладчик также управляет взаимодействием с другими подсистемами.

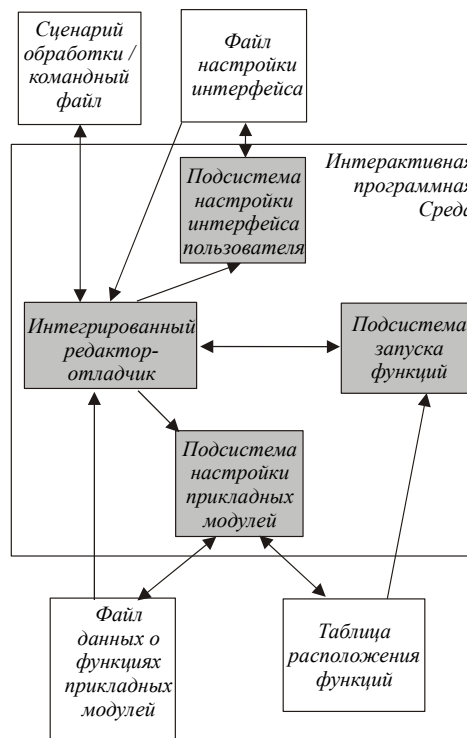


Рис. 3. Интерактивная программная среда

Подсистема настройки прикладных модулей управляет информацией о функциях и параметрах запуска, а также информацией о местонахождении функций обработки и прикладных модулей. Информация о функциях прикладных модулей служит для формирования пользовательского интерфейса при работе с функциями из интегрированного редактора-отладчика.

Подсистема настройки интерфейса пользователя служит для установления соответствия между элементами пользовательского интерфейса и функциями обработки, входящими в состав библиотеки прикладных модулей.

Подсистема запуска функций, входящая в интерактивную программную среду, отвечает за выполнение функций обработки и осуществляет контроль над их выполнением. Отметим, что данная подсистема играет важную роль в обеспечении устойчивости системы к сбоям в прикладных модулях.

Подсистема запуска функций из ОС предоставляет пользователю возможность исполнять функции обработки непосредственно из командной строки операционной системы или с помощью команды «Выполнить» меню «Пуск». При этом пользователь помещает исполняемую функцию и параметры запуска в командную строку. Эта подсистема так же служит для выполнения пакетных файлов.

Подсистема визуализации инструментального программного комплекса (визуализатор) предназначена для отображения пользователю двумерных данных (изображений). Визуализатор позволяет просматривать данные в различном виде, используя обычное представление, табличное представление, вывод отдельно по цветовым каналам и т.п. Кроме

того, визуализатор позволяет применять к изображениям различные преобразования, например кучечно-линейные. Необходимо отметить, что визуализатор предоставляет разработчикам удобный интерфейс прикладного программирования, с использованием которого можно нарастить функциональность визуализатора, добавляя к нему новые расширения для отображения данных, выполнения различных преобразований и т.п. Диаграмма объектов, предоставляемых разработчикам расширений, представлена на рис. 4.

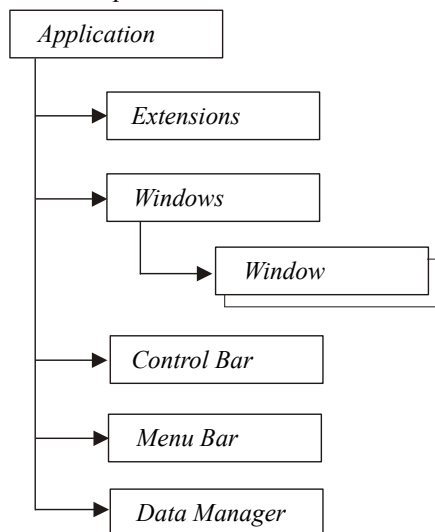


Рис. 4. Объекты каркаса визуализатора

Заключение

Итак, визуализатор состоит из каркаса визуализатора и набора расширений. Создание расширений визуализатора может производиться в любой современной среде разработки, имеющей средства для создания СОМ объектов. В терминологии СОМ расширение представляет собой сервер, содержащий объект, удовлетворяющий определенным требованиям. Для создания разработчику предоставляется ряд специфических интерфейсов, который может быть дополнен разработчиками расширений. Функциональностью, добавленной в одних расширениях, смогут воспользоваться разработчики других расширений. При этом, каркас визуализатора обеспечивает поддержку как уже созданных, так и будущих расширений.

Таким образом, разработана программная система для разработки алгоритмов обработки и анализа цифровых изображений. В докладе рассмотрена архитектура созданной системы, приведен состав подсистем и их назначение.

Рассматриваемая система предоставляет профессиональный инструментарий для выполнения научно-исследовательских работ в области обработки и анализа изображений. Отметим, что кроме прямого назначения данная система может использоваться для поддержки лабораторного практикума в учебном процессе по таким дисциплинам, как математи-

ческие методы обработки изображений, моделирование систем формирования изображений, методы распознавания образов и др.

Важным достоинством системы является возможность создания прикладных программных комплексов, реализующих определенные технологии обработки. Такие комплексы могут с успехом использоваться конечными пользователями для решения прикладных задач.

Серьезным ограничением системы при решении ресурсоемких задач является отсутствие возможности распараллеливания вычислений. В связи с этим целью следующих работ является дооснащение системы возможностями распределенных вычислений.

Помимо этого, планируется расширить состав библиотеки программных модулей, дополнить подсистему визуализации дополнительными расширениями, дополнить функциональность подсистемы доступа к данным для поддержки дополнительных форматов и источников данных (СУБД, другие системы обработки изображений) и т.д.

Полученные ранее в коллективе разработчиков рассматриваемой системы результаты по созданию и внедрению различных программных средств обработки и анализа цифровых изображений [1-4] позволяют надеяться на создание в ближайшем будущем мощной в функциональном плане системы.

Благодарности

Работа выполнена при поддержке Министерства образования РФ, Администрации Самарской области и Американского фонда гражданских исследований и развития (CRDF Project SA-014-02) в рамках российско-американской программы «Фундаментальные исследования и высшее образование» (BRNE) и Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ), гранты 04-01-96507, 05-01-96501.

Литература

1. Глумов Н.И., Мурызин С.А., Сергеев В.В., Фролова Л.Г. Пакет параллельно-рекурсивной фильтрации изображений // Тезисы докладов IV Всесоюзной конференции «Методы и средства обработки сложной графической информации». Н. Новгород, 1991. С. 28.
2. Глумов Н.И., Раудин П.В., Чернов А.В. Интерактивная система взаимного согласования и геометрической коррекции изображений // 3-я Всероссийская с участием стран СНГ конференция «Распознавание образов и анализ изображений: новые информационные технологии» (РОАИ-3-97). Н. Новгород, 1997. Часть II. С. 49-50.
3. Myasnikov V.V., Myasnikov E.V., Sergeev V.V., Chernov A.V. Program System for Distributed Image Processing // Pattern Recognition and Image Analysis, 2003. Vol. 13. № 2. P. 228-230.
4. Chernov A.V., Chicheva M.A., Gashnikov M.V., Glumov N.I., Myasnikov E.V., Sergeev V.V. Software tool system for digital image processing and analysis // Proc. 7th International Conference on Pattern Recognition and Image Analysis: New Information Technologies (PRIA-7-2004)/ St.Petersburg.: 2004. Vol. II. P. 445-447.