

В. О. Скрипачев (МГТУ МИРЭА)

В 2003 г. окончил МИИГАиК по специальности «оптико-электронные приборы и системы», в 2012 г. — Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова по специальности «разработчик компьютерных технологий». В настоящее время — старший преподаватель МГТУ МИРЭА.

А. П. Пирхавка (МГТУ МИРЭА)

В 1983 г. окончил Московский институт радиотехники, электроники и автоматики (МИРЭА), факультет «радиотехнические системы», по специальности «радиотехника». В настоящее время — доцент МГТУ МИРЭА.

Формат данных DICOM и возможности его обработки средствами IDL

Современное медицинское оборудование позволяет выполнять обследование человека с использованием различных методик диагностики. Качественный рост методов диагностики и разработка соответствующих медицинских приборов привели к необходимости разработки специального формата данных, который поддерживался бы различными разработчиками аппаратуры и программного обеспечения, что позволило бы выполнять комплексные обследования пациентов. При этом спектр разрабатываемой аппаратуры достаточно широк, и значительная ее часть позволяет получить двумерные или трехмерные изображения исследуемых органов. Зачастую трехмерные изображения основываются на дискретных срезах (двумерных изображениях), соответственно необходимы современные информационные технологии для обработки, визуализации и организации хранения медицинских данных [1].

Для решения указанной выше проблемы разработан стандарт данных Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM),

позволяющий обрабатывать и хранить как одиночные изображения, так и их объединения. Кроме того, формат DICOM обеспечивает связь между медицинскими устройствами. Стандарт DICOM разработан Американским колледжем радиологии (ACR) и Национальной ассоциацией производителей электрооборудования (NEMA). Со стандартом можно ознакомиться на официальном сайте NEMA: <http://medical.nema.org/dicom>

Таким образом, DICOM поддерживает большинство систем PACS (Picture Archiving and Communications), инфраструктуру хранения данных, получения, визуализации и печати изображений.

Набор данных формата DICOM является стандартизированным множеством, при этом все одиночные изображения находятся на одном уровне файловой системы в хаотичном порядке. Определенный порядок в файлы изображений вносят метаданные, которые сохраняются в одном файле DICOMDIR. Файл DICOMDIR формирует файлы изображений по иерархической структуре (рис. 1).



Рис. 1. Иерархическая структура формирования файлов изображений в файле DICOMDIR

Непосредственно для работы с файлами изображений DICOM существует два класса: IDLffDicom и IDLffDicomEx.

Базовая функциональность обеспечивается с помощью класса IDLffDicom. Методы класса обеспечивают доступ к элементам файла DICOM — тегам. Большинство методов класса требует обязательного наличия аргумента — какого-либо тега DICOM.

Класс IDLffDicomEx предоставляет более широкий набор методов для работы с данными, чем IDLffDicom.

Отметим, что использование DICOM Network Services требует дополнительной лицензии, в которую будет входить лицензия на использование IDLffDicomEx. В табл. 1 приведена доступность существующих функциональных возможностей для различных архитектур процессоров.

Для работы с данными DICOM без использования классов IDLffDicom и IDLffDicomEx в IDL существуют процедуры чтения данных READ_DICOM и QUERY_DICOM.

Функция READ_DICOM считывает данные из файла DICOM с учетом используемой таблицы перекодировки (LUT). При этом данные сохраняются в двумерном или трехмерном массиве. Трехмерный массив представляют собой изображения TrueColor формата BIP (Band Interleave Pixel).

Дальнейшая обработка данных выполняется штатными возможностями IDL. В обработке и визуализации медицинских данных следует выделить такие области цифровой обработки изображений:

- улучшение изображения;
- обнаружение границ изображения;
- сегментация;
- пространственное преобразование.

Один из способов улучшения изображения заключается в повышении контрастности. При использовании компьютерной томографии контрастность изображений томографических срезов определяется непосредственно коэффициентами ослабления соседних объемных элементов. Контрастность в компьютерной томографии определяется локально разностью коэффициентов ослабления соседних тканей, при этом остальные структуры не влияют или почти не влияют на регистрируемое значение интенсивности. Такой подход позволяет получить достаточно контрастное изображение тканей и структур, весьма незначительно различающихся по составу или плотности. Данный подход используется не только в компьютерной томографии, но и в других методах послышной визуализации.

Для демонстрации возможностей IDL использовались два тестовых изображения, приведенные на рис. 4, на которых не видны некоторые малококонтрастные детали. Для улучшения контраста изображений используется логарифмическое преобразование, результат которого приведен на рис. 5.

Для выделения границ используются различные дифференциальные операторы, например, оператор Собела [2, 3]. Данный оператор непосредственно вычисляет значения компонента вектора-градиента

Функциональная возможность	Windows		OS X	Linux	Solaris	
	Intel 32-битная	Intel 64-битная	Intel 64-битная	Intel 64-битная	SPARC 64-битная	Intel 64-битная
DICOM Network Services	+	+				
IDLffDicomEx	+	+			+	
IDLffDicom	+	+	+	+	+	

Табл. 1. Доступность существующих функциональных возможностей для различных архитектур

для каждой точки изображения путем свертки локальной окрестности точки с малоразмерными масками. В IDL оператор Собела реализован функцией SOBEL, возвращающей аппроксимированное изображение с выделенными границами. Функция рассчитывает значения как:

$$G_{jk} = |G_x| + |G_y|$$

$$G_x = F_{j+1,k+1} + 2F_{j+1,k} + F_{j+1,k-1} - (F_{j-1,k+1} + 2F_{j-1,k} + F_{j-1,k-1})$$

$$G_y = F_{j-1,k-1} + 2F_{j,k-1} + F_{j+1,k-1} - (F_{j-1,k+1} + 2F_{j,k+1} + F_{j+1,k+1})$$

где j, k — координаты каждого пикселя изображения.

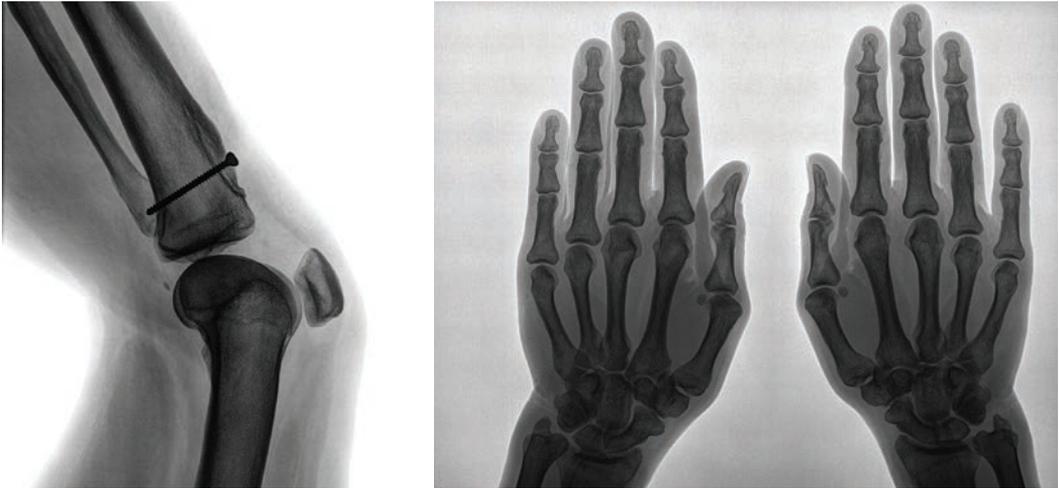


Рис. 4. Примеры исходных изображений формата DICOM



Рис. 5. Изображения с улучшенным контрастом

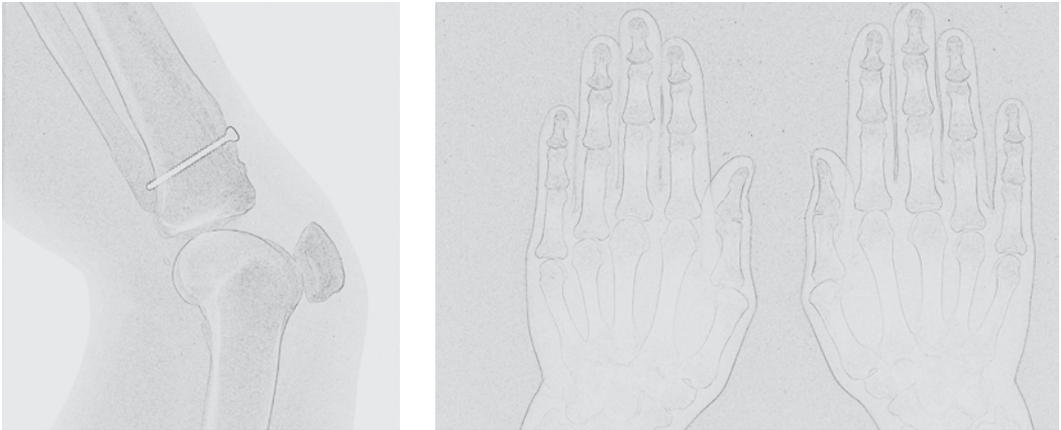


Рис. 6. Инвертированные изображения с выделенными границами по Собелу

Данные преобразования равносильны использованию соответствующих масок x_m, y_m :

$$x_m = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad y_m = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix}$$

На рис. 6 приведены примеры изображений, полученных с применением оператора Собела.

Помимо обработки изображений, для решения задач здравоохранения представляется полезным использование IDL в ходе выполнения статистических исследований. Известно, что многие статистические показатели, такие, как тест Стьюдента, корреляционный анализ, дисперсионный анализ и регрессионный анализ, широко применяются в медицине [4]. IDL предоставляет возможности для получения статистических оценок, при этом возможности статистических исследований существенно расширяются в случае применения дополнительного модуля Advanced Math and Stats.

Таким образом, IDL обладает широкими возможностями для работы с изображениями формата DICOM. С учетом дополнительных возможностей, предоставляемых DICOM

Network Services, возможна организация и поддержка сетевой инфраструктуры медицинского учреждения, что позволяет ускорить комплексную диагностику пациентов.

Авторы благодарят компанию «Совзонд» за предоставленную возможность тестирования программного обеспечения IDL и модуля DICOM Network Services.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вилли А. Календер. Компьютерная томография. Основы, техника, качество изображений и области клинического использования. – М.: Техносфера. – 2006. – 344 с.
2. Вильзитер Ю. В. Обработка и анализ изображений в задачах машинного зрения: Курс лекций и практических занятий / Ю. В. Вильзитер, С. Ю. Желтов, А. В. Бондаренко, М. В. Осоков, А. В. Моржин // – М.: Физматкнига. – 2010. – 672 с.
3. Шапиро Л. Компьютерное зрение / Л. Шапиро, Д. Стокман // – М.: Бином. Лаборатория знаний. – 2006. – 752 с.
4. Теория статистики: Учеб. / Под ред. проф. Р. А. Шмойловой. – 3-е изд., перераб. – М.: Финансы и статистика. – 2000. – 560 с.