

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ DICOM ИЗОБРАЖЕНИЙ В МЕДИЦИНСКИХ СИСТЕМАХ

М.Ю. Тымкович, О.Г. Аврунин, В.В. Семенец,

Харьковский национальный университет радиоэлектроники,
просп. Ленина, 14, Харьков, 61166, Украина,
E-mail: bykh@kture.kharkov.ua

Annotation – In this article describes the need for standardization of medical images in imaging systems, as well as in systems planning of surgeries and medical navigation systems. This article also describes the structure of the DICOM and of the features loading DICOM data. Were shown practical advice on use DICOM images in medical imaging systems, planning systems, etc.

Keywords – DICOM, Medical Imaging, Medical Visualisation, Tomography, Standardization.

ВВЕДЕНИЕ

Современная медицина все чаще использует новейшее томографическое оборудование. Сложные томографические системы в сочетании с последними разработками в области медицинской визуализации позволяют врачу использовать ранее недоступную информацию. Стандартизация диагностических исследований, а также получаемых данных дает возможность проверять и воспроизводить результаты исследований в различных точках мира с использованием оборудования разных фирм производителей.

АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ

В последние годы растет число проводимых интроскопических исследований (ультразвуковые исследования, компьютерная томография, магнитно-резонансная томография, рентгенографические исследования). Кроме того, развивается и программное обеспечение, которое растет с каждым годом, это обусловлено и законом Мура, а также разработками в области параллельных вычислительных систем. К таким быстро развивающимся областям относится медицинская визуализация, которая вошла в обиход врачей не только в передовых, а и в развивающихся странах.

Для обеспечения согласованности и возможности использования полученной информации исследования в системах

разрабатываемых не производителями оборудования необходимо использовать стандартизированные методы хранения данных. Это позволяет в первую очередь отделить разработчиков медицинских систем визуализации, а также планирования от необходимости согласования формата хранения данных и метода обмена данными с производителями интроскопических систем. Это, кроме всего вышесказанного, обеспечивает универсальность загрузчика.

Еще одним важным моментом является необходимость в дополнительных данных, среди которых информация о параметрах оборудования, проведении исследования, пациенте и т.д.

Наибольшее распространение получил стандарт DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine), который полностью поддерживается производителями интроскопического оборудования, а также сторонними разработчиками систем медицинской визуализации и систем планирования.

Поэтому необходима поддержка DICOM стандарта при разработке современных систем медицинской визуализации и планирования.

АНАЛИЗ ЛИТЕРАТУРЫ

В литературе посвященной стандартизации и информатизации медицинской отрасли описаны существующие

стандарты, проблемы их внедрения, а также обоснована необходимость их использования [1-3].

Значительное число англоязычных авторов [5-12] описывают стандарт [4], касаются вопросов хранения и репрезентации медицинских изображений, но не учитывают возникающие затруднения по загрузке DICOM изображений и трактованию стандарта.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Целью работы разработка модуля загрузки DICOM изображений для систем визуализации медицинских данных, а также для применения в системах планирования хирургических вмешательств.

Описывается структура DICOM файла, основные теги, необходимые для загрузки изображений.

СТРУКТУРА DICOM ФАЙЛА

DICOM файл имеет относительно простое строение (рис. 1). Подробное описание его структуры содержится в стандарте [4].



Рис. 1

Заголовок (Header) DICOM файла состоит из преамбулы (Preamble) и префикса (Prefix). При разработке медицинских систем следует учитывать, что заголовок DICOM файла может и не присутствовать. Преамбула имеет размер 128

байт, и в большинстве случаев заполнена нулевыми значениями. Так как ее использование не является частью DICOM стандарта, то ее можно игнорировать. Префикс имеет размер в 4 байта, и должен содержать последовательность чисел 44h, 49h, 43h, 4Dh, что соответствует строке "DICM" и свидетельствует о том, что данный файл – DICOM файл.

За заголовком DICOM файла следует набор данных (Data Set), состоящий из элементов данных (Data Element). Каждый элемент данных может быть представлен в нескольких различных видах, одна из возможных ситуаций представлена на рис. 2.

2 байта	2 байта	2 байта	2 байта	
Номер группы	Номер элемента	Репрезентация значения	Длина значения	Значение

Рис. 2

Элемент данных состоит из номера группы (Group Number), номера элемента (Element Number), репрезентация значения (Value Representation), длина значения (Value Length), значение (Value).

Номер группы и номер элемента имеют размер 2 байта каждый. Эта пара значений определяет хранимые данные, содержащиеся в элементе данных. Следом располагается поле репрезентации значения (2 байта) – Explicit Value Representation, но возможна ситуация в которой данное поле отсутствует, такой способ хранения называют Implicit Value Representation. В поле репрезентации значений, согласно стандарту, могут присутствовать 27 констант, которые описывают тип загружаемого DICOM элемента. Среди них, например, наиболее используемые:

UT (Unlimited Text) – последовательность символов с управляющими символами (за исключением символа “\”);

US (Unsigned Short) – беззнаковое целое число (размер 2 байта);

UL (Unsigned Long) – беззнаковое целое число (размер 4 байта);

UI (Unique Identifier) – строка, по которой можно однозначно идентифици-

мер хранимых данных – 0004 (4 байта). Хранимое значение – 000000C0, соответствует числу 192. Таким образом, через 192 байта будет располагаться следующая группа.

Таблица 1

Номер элемента	Описание
0000	Число байт после этого элемента, до конца группы
0001	Версия File Meta Information
0002	Идентификатор, описывающий хранимые данные в файле
0010	Идентификатор, описывающий синтаксис кодирования данного файл (за исключением File Meta Information)

Воспользовавшись вышеизложенным подходом, можно определить некоторые оставшиеся элементы: (0002,0001) – 1; (0002,0002) – 1.2.840.10008.5.1.4.1.1.2.

Идентификаторы для каждого элемента описаны в стандарте, но приведем пример некоторых из них для элементов 0002 и 0010 (табл. 2, табл. 3).

Таблица 2

Идентификатор	Описание
1.2.840.10008.5.1.4.1.1.2	Хранилище КТ изображ.
1.2.840.10008.5.1.4.1.1.4	Хранилище МРТ изображ.
1.2.840.10008.5.1.4.1.1.6.1	Хранилище УЗИ изображ.

Таким образом, осуществляется загрузка, и хранение DICOM файлов, но для загрузки и интерпретации изображений в системах визуализации необходимо описать основные элементы DICOM файла.

Таблица 3

1.2.840.10008.1.2.1	Explicit VR Little Endian
1.2.840.10008.1.2	Implicit VR Little Endian
1.2.840.10008.1.2.2	Explicit VR Big Endian

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ DICOM ФАЙЛА

Как было уже сказано, каждый элемент определяется парой значений номер группы и номер элемента. Все элементы сгруппированы по смысловой нагрузке:

- имя пациента, пол, дата рождения, возраст, вес, адрес проживания и т.д.;
- место исследования, оборудование, производитель оборудования и т.д.;
- информация об изображении.

Для загрузки изображения из DICOM файла, необходимо первоначально определить ширину изображения его высоту и т.д. Номера групп и номера элементов представлены в табл. 4

Таблица 4

Номер группы, Номер элемента	Описание
(0028, 0010)	Высота
(0028, 0011)	Ширина
(0028, 0012)	Плоскости
(0028, 0030)	Расстояние между пикселями
(0028, 0100)	Битов выделено
(0028, 0101)	Битов используется
(0028, 0103)	Репрезентация пикселей
(0028, 0150)	Центр окна яркости
(0028, 0151)	Ширина окна яркости
(0028, 0152)	Intercept
(0028, 0153)	Slope
(7FE0, 0010)	Данные пикселей изображения

Количество выделенных и используемых бит на изображении может отличаться, пример приведен на рис. 4.



Рис. 4

Как видно из рисунка, выделено 16 бит, а используется лишь 12.

Элемент репрезентации пикселей (Pixel Representation) свидетельствует о

том в каком типе хранятся данные (знаковом или беззнаковом).

В случае КТ изображения существует необходимость в преобразовании пикселей в значения Хаунсфилда (1). Для этого в DICOM файле могут храниться параметры Intercept и Slope.

$$V = \text{Intercept} + \text{Slope} \times \text{Data}, \text{HU}. \quad (1)$$

Также важными элементами DICOM, являются параметры окна яркости (рис. 5):

- параметры окна по умолчанию для данного изображения (рис. 5, а);
- параметры окна подобранные для выделения костных структур (рис. 5, б);
- неконтрастные параметры окна (рис. 5, в).

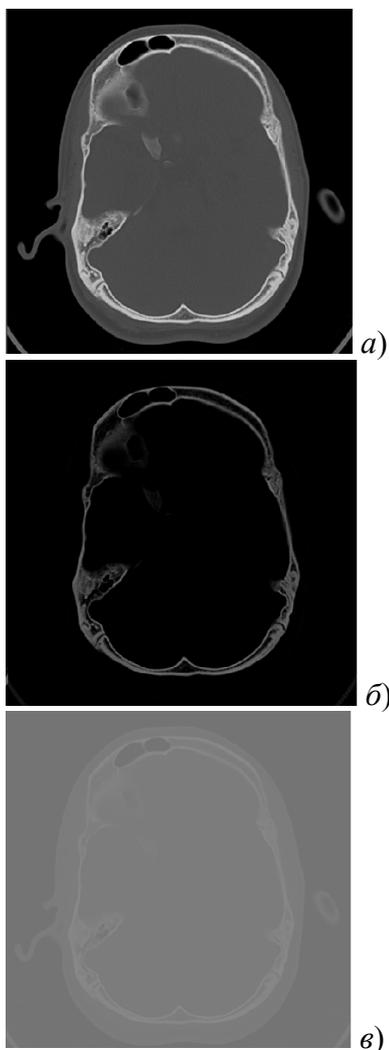


Рис. 5

Необходимость окна яркости объясняется в первую очередь тем, что параметры устройства отображения ограничены (256 уровней интенсивности), а снимок содержит (к примеру, 65536). Большая часть информации смещена в определенные уровни интенсивности, поэтому их “растяжение” с помощью функции преобразования (2) и позволяет получить лучшее для восприятия врача изображение.

$$I_{\text{out}} = \frac{I_{\text{input}} - (W_{\text{center}} - \frac{W_{\text{width}}}{2})}{W_{\text{width}}} (I_{\text{delta}}), \quad (1)$$

где I_{input} – исходное значение яркости;
 I_{delta} – разность между максимальным и минимальным выходным значением яркости;

W_{center} – центр окна яркости;

W_{width} – ширина окна яркости.

Вид функции преобразования представлен на рис. 6.

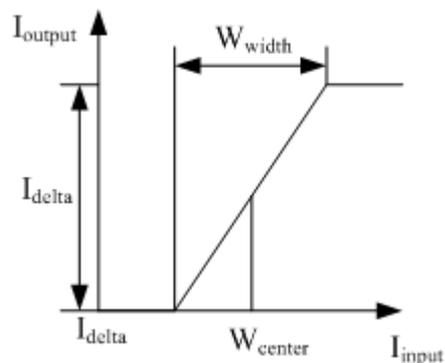


Рис. 6

Параметры окон яркости являются рекомендуемыми значениями, и их количество может быть больше одного. В этом случае каждый параметр отделен от другого параметра символом “\”. В случае с КТ изображением, параметры окон яркости задаются в виде значений Хаунсфилда.

При постановке диагноза, выбора метода лечения и т.д., важную роль играет размер объекта. Стандарт DICOM регламентирует информацию позволяющую сопоставить линейным размерам определенную меру длины. Для этого в DICOM файле присутствует элемент Pixel Spacing, содержащий расстояние между пикселями

по вертикали, а также по горизонтали. Данные представлены в мм., и разделены между собой символом “\”.

Расстояние между срезами, при загрузке серий DICOM файлов, содержится в элементе Slice Thickness (0018, 0050), данные также представлены в мм.

При загрузке серий DICOM файлов следует учитывать, что данные, могут храниться не в последовательном порядке. Для избегания этой трудности, можно воспользоваться элементом Slice Location (0020, 1041), отсортировав срезы по этому параметру.

В системах планирования важную роль играет совмещение системы отсчета положения пациента при обследовании, с системой отсчета при вмешательстве. Такая информация заложена в элементах Image Position Patient (0020, 0032), а также Image Orientation Patient (0020, 0037).

ВЫВОДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАБОТЫ

В настоящее время использование DICOM стандарта, для хранения медицинских изображений, стало весьма распространенным. Большинство существующего интроскопического оборудования поддерживает DICOM стандарт, поэтому его использование является необходимым.

Использование DICOM стандарта ведет к получению дополнительной информации, которая способствует развитию систем планирования и навигации.

Рассмотрена и разобрана структура DICOM файла. Показана необходимость использования стандартизации в системах медицинской визуализации, а также планирования хирургических вмешательств.

Разработана часть загрузчика DICOM изображений, который нацелен на будущее применение в системах планирования.

Перспективой работы является совершенствование разработанного загрузчика и включение его в медицинские информационные системы, системы планирования, а также системы медицинской навигации.

[1] Качамар В.О. “Стан розвитку медичної інформатики в Україні” // *Медицина транспорту України*. - 2009. - №4. - С. 45 - 51.

[2] Емелин И.В. “Интеграция стандартов медицинской информации” // *Кремлевская медицина. Клинический вестник*. - 2000. - №4. - С. 68 - 76.

[3] Евфимьевский А.В., Зеликман М.И., Степанченко А.П. “Архивирование и передача данных радиологических исследований при использовании международного стандарта DICOM 3.0” // *Радиология - Практика*. - 2004. - №4. - С. 51 - 55.

[4] “Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM)” // National Electrical Manufacturers Association. *Rosslyn*, 2008.

[5] Pianykh O.S. “Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM). A Practical Introduction and Survival Guide”. *USA: Springer*, 2011 - 417 с.

[6] “DICOM Cook Book for Implementations in Modalities”. *Philips Medical Systems*, 1997 - 55 с.

[7] Oosterwijk H., Gihring P. “DICOM Basic Version 3”. *OTech, Incorporated*, 2005 - 203 с.

[8] Clunie D.A. “DICOM Structured Reporting”. *Pensylvania, Bangor: PixelMed Publishing*, 2000 - 394 с.

[9] Bui A.T. Taira R.K. “Medical Imaging Informatics”. *USA: Springer*, 2009 - 446 с.

[10] Bankman I.N. “Handbook of Medical Imaging Processing and Analysis”. *USA: Academic Press*, 2000 - 901 с.

[11] Kalet I.J. “Principles of Biomedical Informatics”. *USA: Academic Press*, 2008 - 504 с.

[12] Mildemberger P, Eichelberg M, Martin E, “Introduction to the DICOMstandard” // *Eur Radiol*. - 2002 - № 12. - С. 920-927.