

УДК 004.624

Р. В. Шарапов, канд. техн. наук, доцент,

Муромский институт — филиал ФГОБУ ВПО «Владимирский государственный университет им. А. Г. и Н. Г. Столетовых»

Организация обмена графическими данными между медицинскими системами

Ключевые слова: изображение, медицинская система, обмен данными, DICOM, XML.**Key words:** image, medical system, data exchange, DICOM, XML.

Рассматриваются вопросы обмена графической информацией между медицинскими системами разных типов. Предлагается использование стандарта DICOM, а при отсутствии его поддержки — связки из изображения в общепринятом графическом формате (например, BMP, PNG или TIFF) и описания метаинформации в виде XML-файла. Такой подход соответствует принятым в настоящее время стандартам и обеспечивает наибольшую гибкость обмена.

Введение

В практике работы медицинских учреждений часто возникает необходимость переслать изображения в другую организацию или систему. Например, врачам нужно получить (или передать) снимки пациента после каких-либо диагностических исследований. Эти снимки могут быть сделаны недавно или несколько лет назад. В последнем случае снимки хранятся в старых, выходящих или уже вышедших из употребления форматах (например, IMG или PCX). Соответственно, возникает задача перевода медицинских снимков в некий формат, понятный передающей и принимающей сторонам. Естественным решением кажется запись изображения в каком-нибудь общепринятом графическом формате, например BMP или JPEG [1]. С ними умеют работать практически все программы. К сожалению, такой подход часто может привести к нежелательным последствиям по следующим причинам:

- снимки часто имеют нестандартные параметры, например полутоновые 12-битные изображения, с которыми обычные графические форматы работать не умеют;
- медицинские снимки, кроме самого изображения, могут содержать дополнительную информацию (метаинформацию), например время и параметры съемки, расположение пациента и т. д.;

при сохранении таких снимков в традиционных графических форматах эта информация теряется.

Другим решением может служить использование какого-либо медицинского стандарта [2]. Одним из наиболее распространенных стандартов в области обмена медицинской графической информацией является DICOM [3, 4]. Он рекомендован для обмена графической информацией в медицинских учреждениях на территории Российской Федерации [5]. Казалось бы, применение данного стандарта позволит решить все проблемы взаимодействия медицинских систем. Однако возникает ряд сопутствующих проблем:

- далеко не все медицинские системы поддерживают стандарт DICOM;
- в системах, поддерживающих этот стандарт, зачастую он реализован лишь частично [2, 6];
- сам классический формат DICOM так или иначе поддерживают большинство систем [3], но далеко не все системы могут работать с цветными изображениями, поддерживают сжатие данных и понимают DICOM-архивы DMZ;
- в сам стандарт DICOM ежегодно вносятся изменения и дополнения [4], то же самое требуется от медицинских систем, которые должны иметь полную совместимость со стандартом.

Таким образом, использование только стандарта DICOM может привести к изоляции систем, не поддерживающих его. Возникает серьезная проблема: необходимо выработать комплексное решение, позволяющее обмениваться медицинской графической информацией с максимально широким кругом систем, обеспечивая при этом сохранение наибольшей информативности данных.

Способы обмена графической информацией

Решение задачи обмена медицинскими изображениями определяется способностью медицинских систем понимать те или иные графические форматы,

значит, прежде всего нужно узнать, поддерживают ли эти системы стандарт DICOM. Если ответ положительный, проблема обмена решается сама собой: обмен данными нужно осуществлять с использованием DICOM [6]. Если какая-то из медицинских систем не поддерживает DICOM, то задача обмена изображениями между медицинскими системами будет сводиться к обеспечению передачи изображения с максимальным соответствием оригиналу (по содержанию, уровням цветов и т. д.) и метаданным об изображении, если таковая имеется.

Первая подзадача решается путем выбора одного из общепринятых графических форматов, понятных обеим системам. На наш взгляд, наиболее подходящими форматами являются BMP, PNG и TIFF [1, 2]. Естественно, эти форматы должны максимально сохранять исходные характеристики изображений (прежде всего, не снижать качество снимков и не терять их информативность). Применение таких форматов, как JPEG и JPEG2000, может приводить к нежелательной потере информативности снимков, а значит, в данном случае нужна осторожность.

Решение второй подзадачи может быть достигнуто за счет использования текстовых файлов, структурированных бинарных файлов и файлов XML. Рассмотрим подробнее каждый из них.

Передача метаданных в текстовых файлах

Передача метаданных об изображении в текстовых файлах — достаточно простое решение. Текстовые файлы можно прочитать с использованием любой системы. Единственный недостаток — необходимость поддержки нужной кодировки символов. Поскольку метаданные так или иначе связаны со стандартом DICOM, структуру текстового файла стоит организовать по его подобию. В этом случае текстовый файл может выглядеть примерно так, как на рис. 1. Текстовый файл, расширенный за счет названий тегов/полей, представлен на рис. 2.

В качестве разделителей между колонками файла можно использовать символ «Табуляция». Из текстового файла достаточно просто получить всю необходимую информацию в автоматическом режиме. Кроме того, текстовый файл может содержать дополнительные сведения, не используемые в DICOM. Такие сведения легко дописать в файл, но возникает вопрос: какие значения колонки ELEMENTTAG допустимо использовать? Мы предлагаем использовать значения FxFFFF, FxFFFF для обозначения всех подобных элементов.

Тем не менее текстовые файлы имеют некоторые недостатки:

- невозможность хранить иерархические структуры, которые могут потребоваться;

| ELEMENT | TAG | LENGTH | VR | VALUE |
|------------------|-----|----------|----|-----------------------------|
| (0x0008, 0x0005) | | 10 bytes | CS | ISO_IR 100 |
| (0x0008, 0x0008) | | 16 bytes | CS | ORIGINAL\PRIMARY |
| (0x0008, 0x0016) | | 26 bytes | UI | 1.2.840.10008.5.1.4.1.1.1 |
| (0x0008, 0x0018) | | 28 bytes | UI | 1.2.840.113619.2.38.9923610 |
| (0x0008, 0x0020) | | 8 bytes | DA | 20090810 |
| (0x0008, 0x0021) | | 8 bytes | DA | 20090810 |
| (0x0008, 0x0022) | | 8 bytes | DA | 20090810 |
| (0x0008, 0x0023) | | 8 bytes | DA | 20090812 |
| (0x0008, 0x0030) | | 6 bytes | TM | 133800 |
| (0x0008, 0x0031) | | 6 bytes | TM | 133800 |
| (0x0008, 0x0032) | | 6 bytes | TM | 133800 |
| (0x0008, 0x0033) | | 6 bytes | TM | 103316 |
| (0x0008, 0x0050) | | 14 bytes | SH | 20090810174702 |
| (0x0008, 0x0060) | | 2 bytes | CS | CR |
| (0x0008, 0x0070) | | 24 bytes | LO | Fuji Photo Film Co., Ltd. |
| (0x0008, 0x0080) | | 16 bytes | LO | S.U.N.Y. AT HSC |
| (0x0008, 0x1010) | | 10 bytes | SH | amber-73-A |
| (0x0008, 0x1030) | | 6 bytes | LO | CHEST |
| (0x0010, 0x0010) | | 6 bytes | PN | IVANOV |
| (0x0010, 0x0020) | | 4 bytes | LO | 6019 |
| (0x0010, 0x0030) | | 8 bytes | DA | 19710310 |
| (0x0010, 0x0040) | | 2 bytes | CS | M |
| ... | | | | |

Рис. 1 Пример экспорта метаданных с использованием текстового файла

- необходимо вводить описание колонок, чтобы можно было правильно интерпретировать данные;
- фактически передаваемые данные ограничены введенными в текстовый файл колонками, при необходимости передачи дополнительных сведений для какой-либо строки данных (какого-либо информационного объекта) нужно вводить дополнительные колонки в файл, даже если для остальных объектов такая информация и не требуется; следовательно, текстовые файлы имеют жесткую структуру, динамическое изменение которой не представляется возможным.

| ELEMENT | TAG | ELEMENT NAME | VALUE |
|------------------|-----|------------------------|-----------------------------|
| (0x0008, 0x0005) | | Specific Character Set | ISO_IR 100 |
| (0x0008, 0x0008) | | Image Type | ORIGINAL\PRIMARY |
| (0x0008, 0x0016) | | SOP Class | 1.2.840.10008.5.1.4.1.1.1 |
| (0x0008, 0x0018) | | SOP Instance UID | 1.2.840.113619.2.38.9923610 |
| (0x0008, 0x0020) | | Study Date | 20090810 |
| (0x0008, 0x0021) | | Series Date | 20090810 |
| (0x0008, 0x0022) | | Acquisition Date | 20090810 |
| (0x0008, 0x0023) | | Content Date | 20090812 |
| (0x0008, 0x0030) | | Study Time | 133800 |
| (0x0008, 0x0031) | | Series Time | 133800 |
| (0x0008, 0x0032) | | Acquisition Time | 133800 |
| (0x0008, 0x0033) | | Content Time | 103316 |
| (0x0008, 0x0050) | | Accession Number | 20090810174702 |
| (0x0008, 0x0060) | | Modality | CR |
| (0x0008, 0x0070) | | Manufacturer | Fuji Photo Film Co., Ltd. |
| (0x0008, 0x0080) | | Institution Name | S.U.N.Y. AT HSC |
| (0x0008, 0x1010) | | Station Name | amber-73-A |
| (0x0008, 0x1030) | | Study Description | CHEST |
| (0x0010, 0x0010) | | Patient's Name | IVANOV |
| (0x0010, 0x0020) | | Patient ID | 6019 |
| (0x0010, 0x0030) | | Patient's Birth Date | 19710310 |
| (0x0010, 0x0040) | | Patient's Sex | M |
| ... | | | |

Рис. 2 Пример экспорта метаданных с использованием расширенного текстового файла

Таким образом, текстовые файлы могут служить средством обмена метаинформацией между медицинскими системами в случае, если метаинформация имеет простую структуру, близкую к информации, хранимой в формате DICOM.

Передача метаинформации в виде структурированных бинарных файлов

Данный способ предполагает создание некой структуры файла, которая позволяла бы хранить данные в виде бинарных кодов, как это делается в файлах формата DICOM. За основу можно взять принципы стандарта DICOM. Подход будет наиболее экономичен с точки зрения занимаемого полученным файлом дискового пространства. Тем не менее и у него есть ряд серьезных недостатков:

- программа разбора такого файла намного сложнее по сравнению с другими вариантами, в большей степени страдает от ошибок при реализации;

- полученные таким образом файлы не будут понятны при просмотре специалисту: для того чтобы вручную узнать значение того или иного элемента, пользователю нужно будет знать полную спецификацию файла и потратить много времени на анализ;

- подобная структура файла плохо поддается расширению, и передавать с ее помощью дополнительные сведения будет проблематично.

К тому же, стоит вспомнить не совсем удачное использование таких структур в формате IMG, когда дополнительная информация об изображении (его размерах, количестве бит на пиксель и т. д.) хранилась в отдельном бинарном файле с расширением HDR. Со временем такое решение привело к тому, что внутренний формат этого файла, несмотря на свою простоту, стал варьировать в разных системах, и формат IMG перестал служить надежным средством хранения и обмена файлами. Таким образом, обмен метаинформацией между медицинскими системами с помощью структурированных бинарных файлов не оправдан, и от его использования стоит воздержаться.

```
<?xmlversion=»1.0»encoding=»UTF-8»?>
<img name=»picl.bmp»>
  <field name=»Specific Character Set» id=»(0x0008, 0x0005)»
    length=»10»vr=»CS»>ISO_IR 100</field>
  <field name=»Image Type» id=»(0x0008, 0x0008)» length=»16»
    vr=»CS»>ORIGINAL\PRIMARY</field>
  <field name=»SOP Class» id=»(0x0008, 0x0016)»
    length=»26»vr=»UI»>1.2.840.10008.5.1.4.1.1.1</field>
  <field name=»SOP Instance UID» id=»(0x0008, 0x0018)»
    length=»28»vr=»UI»>1.2.840.113619.2.38.9923610</field>
  <field name=»Study Date» id=»(0x0008, 0x0020)» length=»8»
    vr=»DA»>20090810</field>
  <field name=»Series Date» id=»(0x0008, 0x0021)» length=»8»
    vr=»DA»>20090810</field>
  <field name=»Acquisition Date» id=»(0x0008, 0x0022)» length=»8»
    vr=»DA»>20090810</field>
  <field name=»Content Date» id=»(0x0008, 0x0023)» length=»8»
    vr=»DA»>20090812</field>
  <field name=»Study Time» id=»(0x0008, 0x0030)» length=»6»
    vr=»TM»>133800</field>
  <field name=»Series Time» id=»(0x0008, 0x0031)» length=»6»
    vr=»TM»>133800</field>
  <field name=»Acquisition Time» id=»(0x0008, 0x0032)» length=»6»
    vr=»TM»>133800</field>
  <field name=»Content Time» id=»(0x0008, 0x0033)» length=»6»
    vr=»TM»>103316</field>
  <field name=»Accession Number» id=»(0x0008, 0x0050)»
    length=»14»vr=»SH»>20090810174702</field>
  <field name=»Modality» id=»(0x0008, 0x0060)» length=»2»
    vr=»CS»>CR</field>
  <field name=»Manufacturer» id=»(0x0008, 0x0070)» length=»24»
    vr=»LO»>Fuji Photo Film Co.,Ltd.</field>
  <field name=»Institution Name» id=»(0x0008, 0x0080)»
    length=»16»vr=»LO»>S.U.N.Y. AT HSC </field>
  <field name=»Station Name» id=»(0x0008, 0x1010)» length=»10»
    vr=»SH»>amber-73-A</field>
  <field name=»Study Description» id=»(0x0008, 0x1030)»
    length=»6»vr=»LO»>CHEST</field>
  <field name=»Patient's Name» id=»(0x0010, 0x0010)»
    length=»6»vr=»PN»>IVANOV</field>
  <field name=»Patient ID» id=»(0x0010, 0x0020)»
    length=»4»vr=»LO»>6019</field>
  <field name=»Patient's Birth Date» id=»(0x0010, 0x0030)»
    length=»8»vr=»DA»>19710310</field>
  .
  .
  .
</img>
```

Рис. 3 | Пример экспорта метаинформации с использованием файла XML

Передача метаданных в файлах XML

Еще одним вариантом обмена метаданными может служить использование файлов с разметкой XML. XML (eXtensible Markup Language) [7] представляет собой текстовый формат, который предназначен для хранения структурированных данных и обмена информацией между программами. Также XML используется для создания более сложных специализированных языков разметки.

За последнее десятилетие разметка XML получила широчайшее распространение. Формат XML позволяет описывать различные структуры, в том числе записи, списки и деревья. Он является самодокументируемым, то есть способен сам описывать структуры данных, имена полей и их значения. В отличие от бинарных форматов, XML содержит метаданные об именах, типах и классах описываемых объектов, по которым программы могут обрабатывать документы неизвестной структуры. XML не зависит от платформы и позволяет работать с различными кодировками, в том числе с Unicode. Кроме того, стандарт XML основан на международных стандартах, а значит, его можно применять во всем мире без каких-либо проблем [7]. XML представляет данные в текстовом виде, их можно просмотреть без использования специальных средств. Таким образом, XML стал мощным инструментом обмена информацией между системами и оптимальным средством представления самой информации. При экспорте метаданных с использованием XML-разметки файл выглядит так, как на рис. 3.

Особенностью такой организации является возможность добавлять в файл дополнительную информацию. Например, при необходимости включить какие-то комментарии к изображению или сведения о диагнозе достаточно вписать в файл соответствующую строку (рис. 4). Конечно, XML позволяет

```
<field name="Comment" id="(FFFF, FFFF)" length="54"
vr="CS">Следует обратить внимание на верхнюю левую
долю мозга!</field>
```

Рис. 4 Добавление комментариев к передаваемому изображению

```
<comment>Следует обратить внимание на верхнюю левую
долю мозга!</comment>
```

Рис. 5 Добавление комментариев с использованием конструкции comment

заменить эту конструкцию более простой (рис. 5). Тем не менее использование конструкций подобного вида требует их предварительного описания. Это необходимо в первую очередь для того, чтобы правильно интерпретировать передаваемую информацию. Применение конструкции field (см. рис. 4) такого предварительного описания не требует.

Выводы

Применение XML-файлов предоставляет наиболее широкие возможности для организации обмена информацией между медицинскими системами. Оптимальным решением проблемы обмена графической информацией между медицинскими системами является использование стандарта DICOM, а при отсутствии его поддержки — связки из изображения общепринятого графического формата (например, BMP, PNG или TIFF) и описания метаданных в виде файла XML (рис. 6). Такой подход, в частности, соответствует принятым в настоящее время стандартам [7] и обеспечивает наибольшую гибкость.

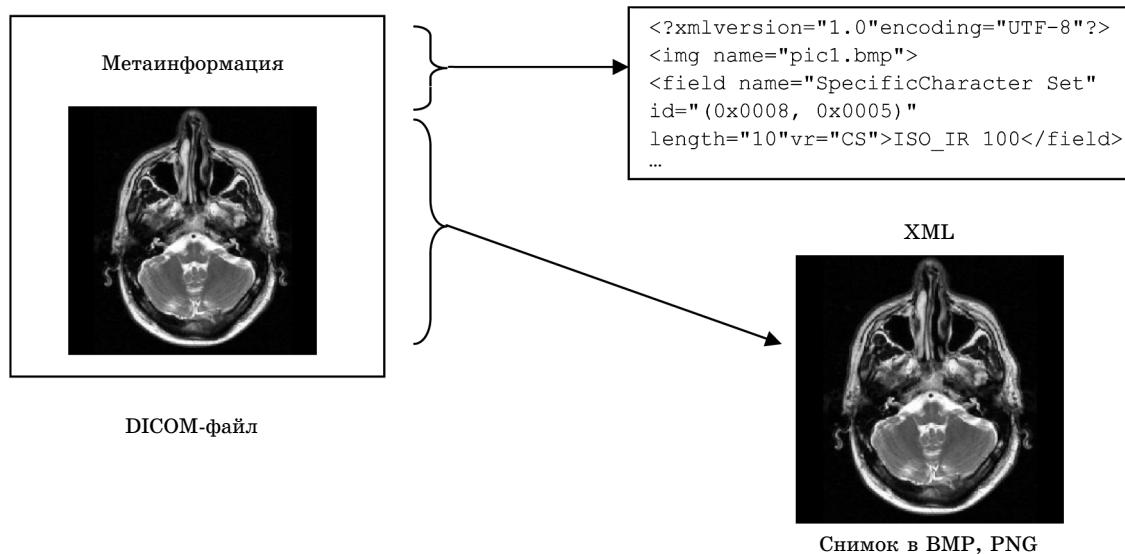


Рис. 6 Схема обмена информацией с использованием стандартных графических форматов и описания в формате XML

Литература

1. Климов А. С. Форматы графических файлов. СПб.: Диа-Софт, 1995. 480 с.
2. Шарапов Р. В. О стандартизации в области хранения медицинских снимков // II Всероссийские научные Зворыкинские чтения: Сб. тез. докл. II Всерос. межвуз. науч. конф. Муром, 5 февраля 2010 г. Муром: Изд.-полиграф. центр МИ ВлГУ, 2010. С. 457–458.
3. Digital Imaging and Communications in Medicine. NEMA PS 3 2011 ed.: Global Engineering Documents / National Electrical Manufacturers Association. Englewood, 2011.
4. Pianykh O. Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM): A Practical Introduction and Survival Guide. Berlin; Heidelberg: Springer, 2008. 384 p.
5. Информационные системы в здравоохранении. Общие требования к форматам обмена информацией: СТО МОСЗ 91500.16.0003-2004. М.: Межрегиональная общественная организация содействия стандартизации и повышению качества медицинской помощи, 2004. 36 с.
6. Шарапов Р. В. Применение стандарта DICOM для обмена изображениями // Всероссийские научные Зворыкинские чтения. I Всероссийская межвузовская научная конференция «Наука и образование в развитии промышленной, социальной и экономической сфер регионов России». 6 февраля 2009: В 3 т. / Муромский ин-т Владимирск. гос. ун-та. Муром: Изд.-полиграф. центр МИ ВлГУ, 2009. Т. 2. С. 98–99.
7. Спенсер П. XML. Проектирование и реализация. Программирование с помощью XML, ASP и IE5. М.: Лори, 2001. 510 с.



ОАО «Издательство «ПОЛИТЕХНИКА» предлагает:



Г. Н. Пахар'ков

БИОМЕДИЦИНСКАЯ ИНЖЕНЕРИЯ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ Учебное пособие

ISBN 978-5-7325-0963-2

Объем 232 с.

Формат 60×90 1/16

Тираж 1000 экз.

В пособии рассматриваются современные проблемы и перспективы развития основных направлений биомедицинской инженерии (БМИ): роль и значимость фундаментальных и прикладных медико-технических исследований и разработок, являющихся важными элементами развития и повышения эффективности системы национального здравоохранения. Приведены примеры применения современных достижений БМИ в практической медицине, реабилитационной индустрии, медицине критических состояний, человеко-машинных системах. Большое внимание уделено таким инновационным направлениям БМИ, как бионаносистемы и бионанотехнологии, микро- и нанороботы, медицинские микросистемы, биологические волновые воздействия на организм человека, неинвазивные методы диагностики.

Пособие предназначено для студентов, бакалавров, магистров и аспирантов, обучающихся по направлениям медико-технической подготовки, а также для специалистов, работающих в области биомедицинской техники.

Для приобретения книги по издательской цене обращайтесь в отдел реализации:

Тел.: (812) 312-44-95, 710-62-73; тел./факс: (812) 312-57-68;

e-mail: sales@polytechnics.ru, gfm@polytechnics.spb.ru, через сайт: www.polytechnics.ru

Возможна отправка книг «Книга—почтой».

Книги рассылаются покупателям в России наложенным платежом (без задатка).

Почтовые расходы составляют 40 % и выше от стоимости заказанных Вами книг.