

基于 DCMTK 的 DICOM 医学图像显示及其调窗方法研究^①

Study on Techniques of Display and Window Transformation of the Dicom Medical Image Based on DCMTK

姜睿智¹ 岳秀艳^{1,2} 史廷春^{1,3} 邱建辉¹ 索海瑞¹ 蔡建辉¹

(1.杭州电子科技大学 生物医学工程与仪器研究所 浙江 杭州 310018)

(2.华北煤炭医学院 成教学院 河北 唐山 063011)

(3.河北理工大学 机械工程学院 河北 唐山 063009)

摘要: DICOM 是医学图像存储和传输的国际标准, DCMTK 是免费开源的针对 DICOM 标准的开发包。解读 DICOM 文件格式并解决 DICOM 医学图像显示问题是医学图像处理的基础, 对医学影像技术的研究具有重要意义。解读了 DICOM 文件格式并介绍了调窗处理的原理, 利用 VC++ 和 DCMTK 实现医学图像显示和调窗功能。

关键词: DICOM DCMTK 医学图像 窗宽/窗位

1982 年美国放射学会 ACR 和国际电气制造商协会 NEMA 联手成立数字图像和通信标准委员会该委员会在参考了其他相关国际标准(CNET251、JIRA、IEEE、HL7、ANSI 等)的基础上并在众多影像设备制造商及用户的积极参与下分别于 1985、1988 年发布了 ACR-NEMA 标准 1.0 及 2.0 两个版本。1993 年数字图像和通信标准委员会在北美放射学会上正式推出上述标准的第三个版本该版本后来被正式命名为 DICOM^[1](Digital Imaging and Communications in Medicine)也就是我们常说的医学数字成像及通信标准。DICOM3.0 的制定是医学图像处理领域标准化的一个重大里程碑 DICOM3.0 标准总结现有的医学图像领域的其它标准兼顾并吸收它们的长处同时改正了前两个版本的不足之处, 成为第一个被广为接受的全球性医学数字成像和通信标准。

DCMTK^[2](DICOM Tool Kit)是一套针对 DICOM 标准, 由 Kuratorium、OFFiSe.V、Healthcare Infor-

mation and Communication Systems、Escherweg 等机构联合开发的面向软件设计工程师的开源软件开发包。它用 ANSIC 和 C++ 混合编程, 实现了医学图像的传输、存储和打印等功能, 实现了 DICOM 标准的绝大部分功能, 完全以源代码的形式呈现。DCMTK 开发包可从网上轻松下载到。该开发包提供所有的源代码、支持库和帮助文档。DCMTK 提供了在各种操作系统下使用的可能版本, 如 LINUX、SUN、WINDOWS 等, 用户可更具自己的开发平台进行编译。目前 DCMTK 的版本是 3.5.4。

1 DICOM 医学图像文件格式

DICOM3.0 标准有 15 部分组成, 其中第 10 部分“用于介质交换的存储介质和格式”给出 DICOM 文件格式。DICOM 文件是指按照 DICOM 标准存储的医学文件^[3]。

DICOM 医学图像文件的后缀是 .dcm, 可分为文

^① 基金项目:浙江省自然科学基金项目(Y2080884);浙江省“重点之重”学科建设项目;杭州电子科技大学科研启动基金项目(KYS041506008)

收稿时间:2008-10-19

件头和数据集两部分。其结构如图 1 所示。

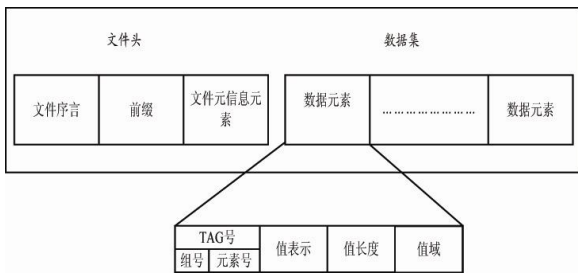


图 1 DICOM 文件格式

DICOM 的文件头包括两个部分，首先是 128 个字节的保留部分，该部分通常全为 00H，文件前缀占 4 个字节，内容是大写字母的字符串“DICM”，在文件中为十六进制的“44 49 43 4D”，该组合可以作为判断一个文件是否为 DICOM 文件的依据。

文件头的第二部分主要用来存储元信息(meta information)，包括传输语法，病人姓名，文件元信息版本，媒体存储 SOP(服务对象类)类 UID(唯一标志符)，传输句法 UID 等等。真正的图像数据紧跟在元信息之后。DICOM 文件可以在单一文件中储存多幅图像，还可储存彩色图像。

DICOM 文件主要组成部分就是数据集，由很多数据元素组成^[4]，包含病人(patient)、研究(study)、序列(series)和图像(image data)等 4 层信息，其中这四层信息的相关信息称为元信息(meta information)，图像(image data)数据只包含图像像素数据信息^[2]。据元素按照数据标签(Tag)的升序排列。数据元素主要有四部分组成：标签(Tag)，值表示类型(Value Representation, VR)，值长度(value length)，值域(value field)，其中值表示类型是可选的。

数据元素标签是一个 16 位的无符号整数的有序对，前 8 位代表组号，后 8 位代表元素号。值表示类型是含有数据元素 VR 的 2 字节的字符串。数据值域含有数据元素的值，它的存储长度为偶数个字节。存储在这个字段的值的数据类型由这个数据元素的值表示类型(VR)决定。紧接着，图像 Pixel Data 信息(7EE0, 0010)是 DICOM 文件中最重要一个数据单元。该单元包含了医学 DICOM 图像的显示所必须的数据。

与 Pixel Data 息有密切关系的其他数据元是：图像帧数，图像行数，图像列数，分配位数，存储位数，最高位数。Pixel Data 数据的编码由分配位数，存储位数和最高位数，分配数一定是大于存储位数的。DICOM 图像的象数据一般为 16 位或 12 位两种。若数据为 16 位时，则每象素二字节；若数据为 12 位时，则每象素字节分配情况就较为复杂，需要通过判别(0028, 0100)，(0028, 0101)，(0028, 0102)的值来决定每像素分配位数，存储位数和像素的最高位情况。

2 VC++ 和 DCMTK 读取显示 DICOM 格式文件

2.1 准备工作

①去 DCMTK 官方网站 <http://www.dcmk.org/dcmk.php.en> 下载两个压缩包：DCMTK 3.5.4-source code and documentation(2005-12-20)和支持库文件 DCMTK 3.5.4-support libraries for Windows 并解压缩。

②去 Cmake (DCMTK 软件包编译工具)官方网站 <http://www.cmake.org/HTML/index.html> 下载 cmake2.6 并安装。

③用 cmake 制作工程文件。用 cmake 打开 DCMTK3.5.4，点击两次 configure 然后点击 ok 生成工程文件。在 VC++ 中打开工程文件 dcmk.dsw，并编译。编译完后打开项目文件 INSTALL.dsp，编译后会生成一个 DCMTK-3.5.4-win32-i386 的目录，其中包括所有可用的 lib 和 include 头文件。

④将生成的 lib 和 include 文件复制到 VC++ 安装目录中的 VC98 中 lib 和 include 文件夹中。并将下载的支持库文件夹中 lib 和 include 也存放在 VC98 中 lib 和 include 文件夹中。

2.2 读取显示代码实现及其结果

以上为 DCMTK 开发包和 VC 做了准备工作后，就可以进行代码编写了，本文调用过程在 CDicomReadDlg 类中实现。利用开发包提供的 DicomImage 类来实现对 DICOM 格式文件的读取显示。需要调用以下函数：DicomImage() 和 createWindowsDIB()。其中 DicomImage() 用来打开

一个 DICOM 文件, createWindowsDIB() 用来创建 DIB 位图, 利用自己定义的 Dib 类来调用这个函数把图像显示在显示器上。

① DICOM 文件的打开

```
CFileDialog*FD=newCFileDialog(TRUE, NULL
NULL, OFN_FILEMUSTEXIST, NULL, this);
```

```
DicomImage*dcm=new
```

```
DicomImage(FD->GetPathName());
```

② 保存和图像有关的信息

用 SB_BitmapInfoHeader 的结构来保存 DICOM 文件的信息。

```
SB_BitmapInfoHeader infoHeader;
```

```
infoHeader.biSize=sizeof(SB_BitmapInfoHeader);
```

```
infoHeader.biWidth=di->getHeight();
```

```
infoHeader.biHeight=di->getWidth();
```

```
infoHeader.biPlanes=1;
```

```
infoHeader.biBitCount=bits;
```

```
infoHeader.biCompression=0;
```

```
infoHeader.biSizeImage=0;
```

```
infoHeader.biXPelsPerMeter=0;
```

```
infoHeader.biYPelsPerMeter=0;
```

```
infoHeader.biClrUsed=0;
```

```
infoHeader.biClrImportant=0;
```

③ 创建读出的图像 Dib 并转化为 8 位 DIB

```
void*fp;
```

```
dcm->createWindowsDIB(pixdata, pixnum,
0, 8, 0, 1); //将 DICOM 格式转换为 8 位 DIB
```

```
dib.Read(fp);
```

④ 调用显示 API 进行显示

```
dib.Display(&dc, 0, 0, 600*wandh, 600,
0, 0, dib.GetWidth(), dib.GetHeight());
```

图 2 为应用本例程序读取显示的颅骨 CT 图片。

3 窗宽窗位调节

医学图像分辨率较高, 像素灰阶值通常不低于 12Bit4096 级, 而普通显示器由于动态范围有限, 并受到操作系统限制, 只能提供 8Bit256 级灰度, 由于各种组织有相对稳定的取值, 进行图像分割处理时只



图 2 DICOM 图像显示结果

对特定范围内的像素值感兴趣, 因此, 处理系统必须能根据研究者的需要而显示特定像素值, 屏蔽其它范围的像素值。一般而言, 该功能通过调节窗宽和窗位实现, 调节窗宽和窗位是医学图像处理中用以观察不同密度的组织结构或病变的一种显示技术, 调窗处理的原理是根据预知的窗宽和窗位值, 获得需要显示的窗口的大小(窗宽)和中心位置(窗位), 从而将窗口内的值转换成显示时的最亮和最暗范围内的值, 高于窗口灰度范围的部分置为最亮, 低于窗口灰度范围部分设为最暗。调窗处理在数学表达上就是图像灰度值与显示值的转换^[5], 公式如下:

$$G(V) = \begin{cases} 0, & V < C - \frac{W}{2} \\ \frac{g_m}{W} (V + \frac{W}{2} - C), & C - \frac{W}{2} \leq V \leq C + \frac{W}{2} \\ g_m, & V > C + \frac{W}{2} \end{cases} \quad (1)$$

其中, v 为图像数据, $G(v)$ 为显示器的显示值, g_m 为显示器的最大显示值, w 为窗宽, c 为窗位。在调窗处理中, 窗宽(Window center)是指需要显示图像的范围, 调节窗宽主要是影响显示对比度, 窗宽越大, 图像灰度层次多, 组织对比度减少, 细节显示差。窗位(Window center)表示显示区域的中心位置。

DCMTK 中的 DicomImage 类提供的 setWindow-ow() 函数可以实现对窗宽窗位的调节其在 DicomImage.h 定义如下:

```
int setWindow ( const double center, //设定的窗位
const double width) //设定的窗宽
{
```

```
return((Image=NULL)&&(Image->getMonoImagePtr()!=NULL))?
```

```
Image->getMonoImagePtr()->setWindow(center, width);
}
```

代码实现:

利用鼠标右键滑动调节窗宽窗位,在 `OnMouseMove()`调用 `setWindow()`实现调节窗宽窗位

```
dcm->setWindow(GetDlgItemInt(IDC_C),
GetDlgItemInt(IDC_W)); //调窗处理
RefreshDraw(); //转换并显示调窗之后
```

DICOM 文件

图 3 是经过调窗处理前后的颅骨 CT 图片对比:

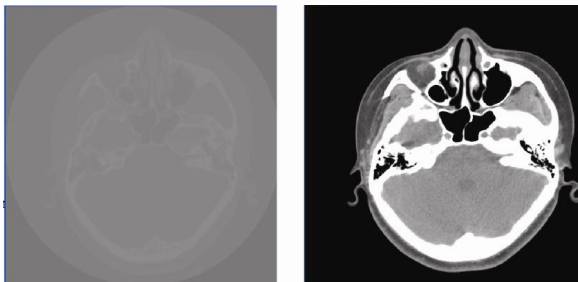


图 3 颅骨 CT 图像调窗处理前后对比

4 结束语

DICOM 作为医学图像存档和通信的国际标准,是所有医学影像技术的基础,DICOM 文件的读取显示是后续的医学图像处理的基础。DCMTK 为我们提供了实现 DICOM 协议的一个平台,使得我们可以在它的基础上轻松的完成自己的主要工作,而不必把太多的精力放在实现 DICOM 协议的细节问题上,使得医学图像的研究开发高效、速度快。

参考文献

- 1 胡军武.医学数字成像技术.湖北科学技术出版社,2001:1-3.
- 2 DCMTK-3.5.4-win32-helpDocument,2008, <http://www.dcmk.org/dcmk.php.en>
- 3 张兴旺,易发令,李晨晖,等.DICOM 医学图象文件格式分析与显示实现.电脑知识与技术,2007,1:109.
- 4 胡阳秋,高小榕,高上凯.医学图像格式转换软件的设计与实现.北京生物医学工程,2000,19(4):193-197.
- 5 王光飞,刘杰,刘文.DICOM 医学图像的调窗技术及 DIB 显示.医疗装备,2005,8:2.