

# 基于 ITK、VTK、Qt 的 DICOM 文件的读取与显示

任正伟 宋晓梅 黄素真

(西安工程大学电子信息学院 西安 710048)

**摘要:** DICOM 是医学图像和相关信息的国际标准,定义了能满足临床需要的可用于数据交换的医学图像格式。针对 DICOM 文件读取与显示较为困难的问题,使用 ITK 工具包、VTK 工具包中的类和函数对 DICOM 头文件及图像进行读取与显示,同时利用 Qt 灵活的界面搭载特性给用户提供一个友好的交互界面。通过对工具包中读取与显示 DICOM 文件的原理及方法的介绍,分析了各自的优缺点以及采用三者混合编程的必要性。采用三者混合编程,实现了 DICOM 图像及头文件的批量、快速、正确读取与显示,同时也为三者集成环境下的软件开发做了初步的探索。

**关键词:** DICOM 文件; 医学图像; ITK; VTK; Qt

**中图分类号:** TP391    **文献标识码:** A    **国家标准学科分类代码:** 510.40

## Read and display of DICOM files based on ITK, VTK, Qt

Ren Zhengwei Song Xiaomei Huang Suzhen

(School of Electronics and Information, Xi'an Polytechnic University, Xi'an 710048, China)

**Abstract:** DICOM was an international standard for medical images and related information, it defined medical image formats that can be used for data exchange to meet clinical needs. In order to solve the problems in reading and displaying of the DICOM files, this article not only used classes and functions in ITK toolkit, VTK toolkit to read and display DICOM headers and images, but also used Qt flexible interface features to provide users with a friendly interaction Interface. According to the introduction of principle and methods of the toolkit reading and displaying the DICOM files, the article analyzed their advantages and disadvantages and the importance of mixed programming. Using the three mixed programming, we can achieve the DICOM image and header files batch, fast, correct read and display, but also make a preliminary exploration on the software development in this three integrated environment.

**Keywords:** DICOM file; medical image; ITK; VTK; Qt

### 0 引言

随着科学技术的不断发展,医学成像设备越来越多,随之而来的医学图像应用也越来越多。医学数字成像与通信(digital imaging and communication in medicine, DICOM)文件<sup>[1-3]</sup>是医学图像的标准,定义了临床需要的可用于数据交换的医学图像格式。DICOM 文件的正确读取<sup>[4-5]</sup>与显示可以辅助医生诊断疾病,提高诊断率,降低漏诊率。

DICOM 文件编码方式和文件结构复杂,一般使用 DICOM 开发工具包对其进行读取。常用的 DICOM 开发工具包有 DCMITK、ITK、GDCM、VTK 等。由于 ITK 中封装了很多用于图像读取、分割等方法<sup>[6]</sup>,因此

本文中采用 ITK 读取 DICOM 文件<sup>[7]</sup>。虽然 VTK 也有可以读取 DICOM 文件的方法,但是其功能较差,由于使用的 DICOM 文件数据是经过 JPEG2000 压缩过的, VTK 中方法无法正确读取 DICOM 文件,但是 VTK 可以用于 DICOM 文件的显示。目前已经有很多文献介绍 ITK 与 VTK 读取与显示 DICOM 文件<sup>[8-12]</sup>,但是由于 VTK 缺乏实用、灵活的交互界面,使得用户的体验效果较差。

本文在前人研究的基础上,结合 Qt 良好的界面设计及跨平台特性<sup>[13-14]</sup>,把 Qt 与 ITK、VTK 集成起来<sup>[15-16]</sup>,利用三者的混合编程实现 DICOM 文件的读取与显示,同时给用户提供一个灵活、实用、友好的交互界面。首先利用 itkImageFileReader 读取 DICOM 文件,然后通过 itk::Im-

ageToVTK- ImageFilter 将 ITK 读取的数据传递给 VTK 进行对图像的可视化,最后通过 qtwidget 将 VTK 窗口渲染到 Qt 的组件中,实现方法简单易行。

### 1 DICOM 文件

DICOM 是由美国放射学院 (ACR) 和国家电气制造协会 (NEMA) 共同制定的医学图像和相关信息的国际标准。随着 HIS 和 PACS 的普及与推广,编程实现 DICOM 文件的读取 (包括其完整信息的读取和图像的显示) 是开发 DICOM 以及 PACS 相关软件的基础,也是医学图像后期处理和三维可视化的重要基础。

DICOM 文件是 DICOM 数据集的封装,由 DICOM 文件头和数据集组成,如图 1 所示。

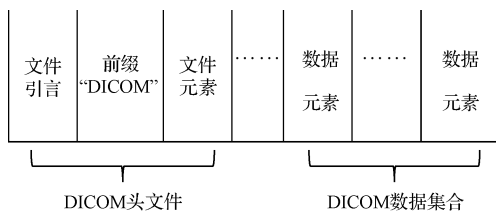


图 1 DICOM 文件格式

DICOM 简单来看可以分为 3 部分:

1) 长度为 128 Byte 的 DICOM 文件的引言 (preamble), 不过由于可以不写, 所以基本上所有的 DICOM 文件前 128 Byte 均为置 0;

2) 长度为 4 Byte 的字符串 "DICM", 用于判断是否为 DICOM 文件。

3) 数据集 (dataset), 由一系列数据元素 (dataelement) 组成, 数据元素的结构如图 2 所示。数据集中包含了患者检查的数据以及图像数据等。

数据元素主要由 4 部分组成: 标签、值的描述 (value representation, VR)、值的长度 (value length) 和值域 (value field)。

数据元素标识-2 Byte uint16 分组号和 2 Byte uint16 元素号。

值的描述-2 个单 Byte char, 指明数据元素中值域的数据类型。

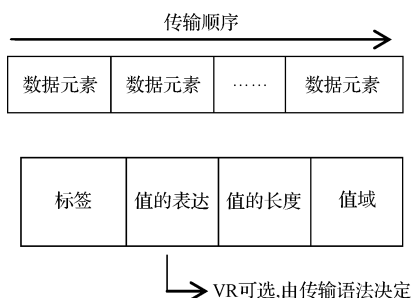


图 2 DICOM 数据集的结构

值的长度-2 Byte uint16, 有些情况是 4 Byte uint32, 指明值域中数据长度。

值域-该元素数据的数值。

### 2 ITK 读取 DICOM 文件

ITK (Insight Segmentation and Registration Toolkit) 是一个使用 C++ 语言、面向对象、采用模板编程技术、跨平台的开源软件开发包, 提供了医学图像处理、图像分割与配准的算法平台<sup>[17]</sup>, 是针对医学影像领域开发的。下面主要介绍 ITK 的读写机制和读取文件的步骤。

#### 2.1 ITK 读取文件原理

1) 常见医学图像格式如表 1 所示。

表 1 常见医学图像格式

格式名称	后缀	支持像素类型
TIFF	tif	unsigned char, unsigned short, RGB
DICOM	dcm	Float, char, unsigned char, short, unsigned short, RGB<char>, RGB<short>
MetaImage	mhd	char, unsigned char, unsigned short, long, int, unsigned int, float, double, vector<>

2) ITK 的读写机制。

用户层面: itkImageFileReader (读) itkImageFileWriter (写)

内部实现: 由内部 ImageIO 对象具体负责图像文件读写操作, 对象工厂根据用户输入文件类型生成相应的 ImageIO 对象。例如: 在 ITK 工具包中, 使用 GDCM 库提供的函数读写 DICOM 文件。文中采用 itk::GDCMImageIO 对象建立与 GDCM 库的连接, 从而实现读取 DICOM 图像的功能。

#### 2.2 ITK 读取文件的步骤

1) 声明图像的像素类型和维数;

2) 以像素类型和维数作为模板参数实例化读取图像的类型;

3) 以图像类型作为模板参数实例化读取器类型 ReaderType;

4) 创建 itk::GDCMImageIO 对象;  
 typedef itk::GDCMImageIOImageIOType;  
 ImageIOType::Pointer

gdcmio = ImageIOType::New();

5) 创建读入器指针并与文件名和 itk::GDCMImageIO 对象连接;

ReaderType::Pointer

reader = ReaderType::New();

```
//dicom 文件的存储路径
reader->SetFileName("F:\1-5. dcm");
reader->SetImageIO(gdcmIO);
6) 调用 update()触发读取过程;
reader->Update();
7) 使用 GetMetaDataDirectory() 从 GDCMImageIO
对象中获取数据字典;
8) 从数据字典中获取 DICOM 标签及其对应的值。
```

DICOM 文件不仅包含图像信息还包含大量的医疗相关信息,其中包括患者的基本信息,就诊医院的基本信息、检查部位的信息及图像像素信息等共 100 条左右。控制台打出的部分 DICOM 头文件信息如图 3 所示。由前面第一部分的介绍可知,这些 DICOM 文件的数据都是以标签与值的形式存储,例如 (0008|0060) Modality = MR、(0010|0040) Patient's Sex = M 即标签(0008|0060)对应的值“模态=核磁共振”、(0010|0040)对应的值为“患者姓名=男”。当然已知标签可以使用 GetValueFromTag (tarkey, value)方法获取相应的值。

```
(0008|0060)Modality=MR
(0008|0070)Manufacturer=SIEMENS
(0008|0080)Institution Name=XI JING HOSPITAL
(0008|0081)Institution Address=Chang le west road StreetNo,Xi'an,District,CN,ZIP
(0008|0090)Referring Physician's Name=Requestor
(0008|1010)Station Name=MR035265
(0008|1030)Study Description=head/general
(0008|103e)Series Description=t1_f12d_cor_256_PLT
(0008|1048)Physician(s) of Record=003
(0008|1050)Performing Physician's Name=
(0008|1070)Operators' Name=003
(0008|1090)Manufacturer's Model Name=Triofin
(0008|2111)Derivation Description=Lossless JPEG compression, selection value 1, point transform 0, compression ratio
1.738
(0010|0010)Patient's Name=ZHANG SHENG WEI(张圣伟)
(0010|0020)Patient ID=101103503
(0010|0030)Patient's Birth Date=19700301
(0010|0040)Patient's Sex=M
(0010|1000)Other Patient IDs=
(0010|1001)Other Patient Names=ZHANG SHENG WEI
(0010|1010)Patient's Age=40Y
(0010|1030)Patient's Weight=88
(0018|0010)Contrast/Bolus Agent=with contrast
(0018|0020)Scanning Sequence=GR
```

图 3 部分 DICOM 头文件信息

ITK 可以读取比较完整的 DICOM 信息,但由于 ITK 并不具备可视化方面的功能,读取到的图像信息无法显示,

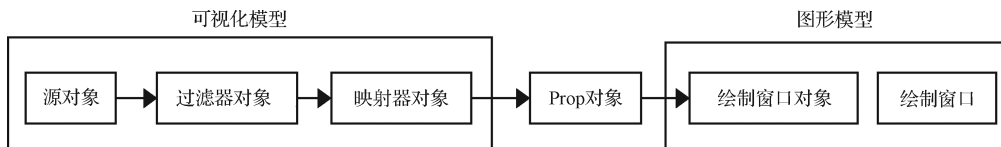


图 5 VTK 可视化管线

### 3.2 VTK 显示图像的具体步骤

1) 创建 ITK-VTK 图像过滤器指针并与读入器的输出相连;

```
typedef itk::ImageToVTKImageFilter
<ImageType> FilterType;
FilterType::Pointer connector =
FilterType::New();
connector->SetInput(reader->GetOutput());
```

因此往往在应用 ITK 进行图像处理,需要利用 VTK 进行图像显示。

### 3 VTK 显示 DICOM 文件

VTK (Visualization Toolkit), 也就是可视化工具包, 是一个开源、跨平台、可自由获取、支持并行处理的图形应用函数库。VTK 主要用于三维计算机图形、图像处理及可视化。下面主要介绍 VTK 显示图像的原理及过程。

#### 3.1 VTK 显示头像原理

VTK 与 ITK 方法的集成的基本流程如图 4 所示。

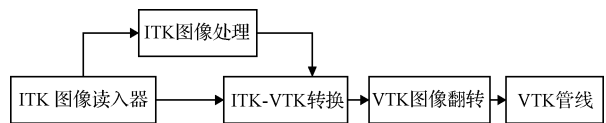


图 4 VTK 与 ITK 结合的流程

- 1) ITK 图像读入器: 利用 ITK 工具包中的 GDCMImageIO 类读取图像。
- 2) ITK 图像处理: 对图像进行分割、配准等操作, 提取感兴趣区。
- 3) ITK-VTK 转换: 由于 ITK 与 VTK 具有不同的编程风格和数据格式, 因而需要使用 itktovtkImageFilter 类实现数据的连接与交换。
- 4) VTK 图像翻转: ITK 与 VTK 显示图像时, 坐标系 y 轴相反, 需要使用 vtkImageFlip 类实现图像的反转。
- 5) VTK 管线: VTK 显示图像。

VTK 的可视化设计是基于管线流的设计模式, 将要处理的数据作为流动介质在管线中流动。VTK 的可视化管线主要由图形模型和可视化模型组成, 如图 5 所示。

在 VTK 中, 使用 vtkImageView2 实现图像的显示, vtkImageViewer2 中封装了 VTK 图像显示的可视化渲染引擎, 包括 vtkActor、vtkRender、vtkRenderWindow 等对象, 可以方便地完成图像显示和交互。

2) 调用 update() 实现图像数据从 ITK 到 VTK 的转换;

```
connector->Update();
//vtk 版本大于 5 必须要 update
3) 实例化 ImageFlip 类型, 实现图像翻转;
vtkImageFlip * flip = vtkImageFlip::New();
flip->SetInputData(connector->GetOutput());
```

```
flip->Update();
4) 创建 vtkImageView2 指针,并与 flip 输出相连;
vtkImageViewer2 * viewer=
vtkImageViewer2::New();
viewer->SetInputData(flip->GetOutput());
5) VTK 显示图像。
viewer->Render();
```

运行上述代码, DICOM 图像的显示如图 6 所示。虽然 VTK 开发包具有强大的可视化功能,但缺乏使用、灵活的交互界面。所以,必须借助其他图形用户接口(GUI)软件包,比如 Console、Qt、FLTK、MFC,才能完成实际意义上的数据三维显示或图像处理系统,本文使用的图像用户接口为 Qt。

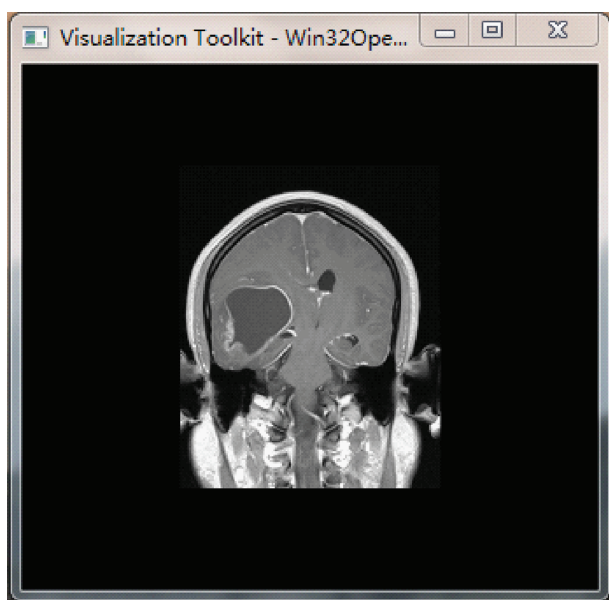


图 6 VTK 显示头部 DICOM 图像

## 4 Qt 界面设计

Qt 是一个跨平台的 C++ 图形用户界面应用程序框架,提供艺术级的图形用户界面所需的所有功能。Qt 不仅提供一个强大的用户界面设计工具包即 Qt designer,而且还允许通过脚本语言定制用户界面。

### 4.1 Qt 界面设计原理

本文使用 Qt designer 设计用户界面,其好处是:直接采用拖拉式控件的方法设计界面,无需编写任何代码。由于 VTK 图像需要 qvtkwidget 控件才能渲染到 Qt 中,但是 Qt designer 中并没有需要的 qvtkwidget,这时需要将 qwidget 提升为 qvtkwidget。最终设计的界面如图 7 所示,点击 file->open 按钮,Qt 开始响应。

Qt 的信号响应机制如下:Qt 采用信号与槽的机制,信号与槽是一种高级接口,应用于对象之间的通信,是 Qt 的核心特性。当对象的内部状态发生改变,信号就被

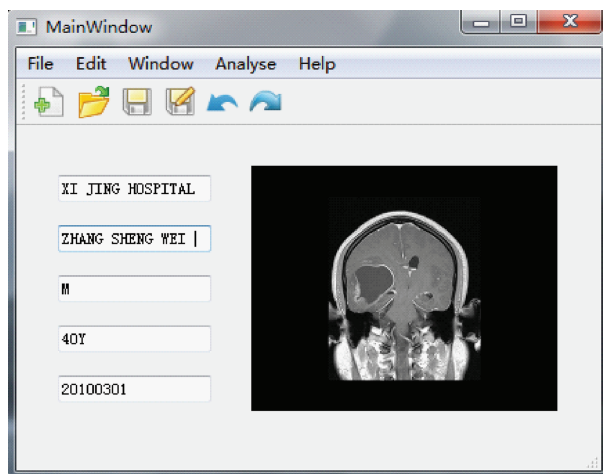


图 7 人体头部 DICOM 文件显示

发射。此时与信号连接的槽(即普通的 C++ 函数)就被调用。所以界面设计时将 open 按钮连接到 clicked()槽即可,也就是说当点击 open 按钮时,clicked()事件被触发。

### 4.2 VTK 图像渲染到 Qt 中

界面设计完成之后需要进行最后一步操作,即 VTK 的窗口渲染到 QT 的组件中,本文利用 qvtkwidget 实现这一过程。实现方式有两种:

- 1) 将 qvtkwidget 的 RenderWindow 中的 renderer 设置为 VTK 中的 renderer;
- 2) VTK 中的 render window 设置好,然后添加为 qvtkwidget 的 render window。

本文采用的是第 1 种方法实现渲染过程,使用三者的混合编程实现的人体头部 DICOM 文件的提取与显示如图 7 所示。从图 7 中可以看出患者的姓名、性别、年龄、就诊时间、就诊医学以及头部的影像等。

## 5 结 论

ITK 是医学图像算法平台,包含了技术上最先进的图像配准、分割的算法,也包括了其他图像处理的滤波器。VTK 是一款通用的可视化的类库,具有强大的三维绘图能力。QT 具有良好的界面设计。文中充分利用三者的优势,实现三者的混合编程。使用文中所述的方法实现了 DICOM 图像及头文件的正确读取与显示,实现方法简单易行,并为三者集成环境下的医学软件开发(能够实现图片的批量加载、图像分割、特征提取等)打下基础。

### 参 考 文 献

- [1] 阙静. 基于 DICOM 标准的医学图像相关技术介绍[J]. 教育现代化(电子版), 2016(17):224-225.
- [2] BHAGAT A, ATIQUE M. Medical image retrieval using DICOM format[J]. Csi Communications, 2016.

- 40(6):23.
- [3] 陈文驰,刘杰. 医疗数字图像医学图像 DICOM 标准格式解析[J]. 工程技术(文摘版), 2015(11): 00294-00294.
- [4] 梁卫星,陈平平,张戈,等. DICOM 文件剖析及读取设计[J]. 现代计算机(专业版), 2014(5):72-75.
- [5] 唐三,郭翌,汪源源,等. 基于增强 CT 图像的肾上腺肿瘤分类[J]. 仪器仪表学报, 2014, 35(增刊 2): 191-195.
- [6] JOHNSON H J, MCCORMICK M M, IBANEZ L. The ITK Software Guide Book 1: Introduction and Development Guidelines-Volume 1[C]. Kitware, Inc. 2015.
- [7] 杨朝辉. 基于 ITK 读写 DICOM 医学图像文件[J]. 北京生物医学工程, 2014, 33(5):518-523.
- [8] 李世虎,王明泉,陈培兴. 基于 VTK 的三维可视化软件设计[J]. 山西电子技术, 2016(2):64-66.
- [9] 吕晓琪,任晓颖,贾东征. 基于 ITK、VTK 和 MFC 的 DICOM 图像读写及显示[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2011, 15(13):2416-2420.
- [10] 苏育挺,董博. 基于 ITK 和 VTK 的脊髓扩散张量成像实现[J]. 电子测量技术, 2011, 34(12):54-57.
- [11] 朱海波. 基于 VTK 和 ITK 的医学图像处理平台的设计与实现[D]. 重庆:重庆大学, 2015.
- [12] 封小云. 基于 ITK 和 VTK 的医学图像处理系统设计与实现[D]. 大连:大连理工大学, 2013.
- [13] 贺志朋. 浅析 QT 入门之信号与槽机制[J]. 山东工业技术, 2016(22):142-142.
- [14] 赵北庚. Windows 系统下 Qt 图形界面集成开发环境搭建[J]. 科技经济导刊, 2016(9):20.
- [15] SUN M, WU S. A software development of DICOM image processing based on QT, VTK and ITK[C]. IEEE International Conference on Medical Imaging Physics and Engineering. IEEE, 2013:231-235.
- [16] XIAO P, LENG S, ZHAO X, et al. Atrioventricular junction (AVJ) motion tracking: A software tool with ITK/VTK/Qt[C]. International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. IEEE, 2016:4141-4144.
- [17] 许佳佳,张叶,张赫. 基于改进 Harris-SIFT 算子的快速图像配准算法[J]. 电子测量与仪器学报, 2015, 29(1):48-54.

#### 作者简介

任正伟,1993 年出生,硕士研究生,主要研究方向为医学图像技术、信号与信息检测系统等。  
E-mail:940516523@qq.com