

# 基于 ITK、VTK 和 MFC 的医学图像处理系统集成

温铁祥, 杨 丰

(南方医科大学 生物医学工程学院, 广东 广州 510515)

**[摘 要]** ITK 与 VTK 分别是医学图像处理、数据可视化开发包, 具有强大的处理功能和源代码开放特点, 但是, 它们缺乏实用、灵活的用户界面。本文针对 ITK、VTK 数据流特点, 建立以 Visual C++ 6.0 的 MFC 为基础的用户界面, 解决 ITK、VTK 和 MFC 三者之间接口问题。并以三维医学图像分割的子系统集成为示例, 介绍三者结合的过程。

**[关键词]** ITK; VTK; MFC; 医学图像处理系统; 可视化软件

**[中图分类号]** TP311.52; TP317.4 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1007-7510(2007)05-0001-03

## Integration of Medical Image Processing System Based on ITK, VTK and MFC

WEN Tie-xiang, YANG Feng

(Biomedical College of South Medical University, Guangzhou Guangdong 510515, China)

**Abstract:** VTK and ITK are medical image processing and data visualization development toolkit respectively. However, they are lack of user interface practical and flexible. This paper describes how to connect VTK and ITK pipeline and how to combine VTK, ITK and MFC to develop a 3D medical image segmentation system.

**Key words:** ITK; VTK; MFC; image processing system; visualizing software

### 0 引言

ITK、VTK 软件开发包分别具有强大的图像处理与数据可视化功能<sup>[1-4]</sup>, 因它们的源代码免费和开放性, 深受科研人员的青睐, 一方面人们能直接综合利用现有的图像、图形处理算法, 构建所需要图像处理子系统, 包括数据三维显示, 减少不必要的重复性工作; 另一方面, 能在相同开发平台上, 对同类算法的性能进行比较。目前, 已在医学图像、地理遥感、考古建模等领域上使用 VTK 开发包中成熟的数据可视化算法<sup>[5-9]</sup>, 并且开始集成 VTK 与 ITK, 形成医学图像处理与分析算法平台 MITK<sup>[10]</sup>。但是, ITK、VTK 缺乏实用、灵活的用户界面(User Interface, 或称用户接口), 必须借助其它图形用户接口软件包, 比如 Qt、FLTK, 才能完成实际意义上的数据三维显示或图像处理系统。如何实现与当前比较流行微软 VC 的 Microsoft Foundation Class(MFC)结合, 尚未见详细说明。因此, 本文针对 ITK、VTK 数据流特点, 以 Visual C++ 6.0 的 MFC 为基础, 解决 ITK、VTK 和 MFC 三者之间接口问题, 并以三维医学图像分割的子系统集成为示例, 说明三者结合的过程。

### 1 ITK 和 VTK 的特点

收稿日期: 2006-09-15

修回日期: 2007-03-09

基金项目: 国家自然科学基金(60672115)

ITK 是美国国家医学图书馆于 1999 年在可视化人体 (Visual Human) 项目中所开发的医学图像分割、配准软件包, 它包括目前主流的图像分割、配准算法, 目前由 Kitware 公司维护。美国国家医学图书馆开发设计 ITK 图像处理软件开发包的目的是: ①为虚拟人体项目提供图像处理的分割和配准支持; ②创建一个图像处理算法的类库; ③为高级产品的开发提供一个平台; ④为将来的工作、研究提供基础和方便; ⑤为图像处理的算法的使用者和开发者提供一个持续的可交流的社区。

ITK 图像处理开发包的特点有: ①仅是一个图像处理开发包, 包括图像的读写(除了可以读写 JPG、BMP、PNG、TIF 等常用图像格式外, ITK 2.0 以后的版本还提供了 DICOM 医学图像格式的支持)、图像滤波、图像分割、图像配准、基于统计的图像处理等方法。②不提供图像数据显示与可视化功能, 因此, ITK 一般要与 VTK 等可视化软件开发包配合来使用。③不提供 GUI(Graphic User Interface, 图形用户接口), ITK 要与 MFC、FLTK 等 GUI 结合使用, 为 ITK 提供用户接口。④在 ITK 的类库, 大量使用了 C++ 的新特性, 比如, 模板(template)用编程方式写的。

ITK 的数据流采用如图 1 所示流水线(pipeline)作业方式。遵循此方式, 所处理的数据来龙去脉清晰明了。在图 1 中, 数据流左边的 ImageFile 代表待处理的图像文件, 而右边 ImageFile 则代表处理后的图像文件。ImageFileReader 将存贮

图像文件读入到内存, 形成 Image, 再调用所希望处理的 Filter 算法 (比如滤波、分割、配准等具体算法), 将对读入的图像数据进行处理。最后, ImageFileWriter 将处理的图像数据结果保存, 或输入给图形显示系统 (如 VTK), 进行数据可视化。



图 1 ITK 数据流

VTK 是 William J. Schroeder 等人用 C++ 语言开发的、开源的、面向对象的数据可视化软件开发包, 并不单纯用于医学图像数据的可视化。VTK 支持跨平台的编译, 可以应用于 Windows、Linux 等系统。VTK 支持包括数量、向量、张量、结构和测定体积等方法一系列可视化算法, VTK 还支持包括建模。

VTK 的数据流同样采用流水线作业方式, 如图 2 所示。

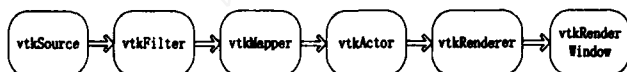


图 2 VTK 数据流

vtkSource 为整个可视化流的开始, 比如读取、生成数据等。vtkFilter 对输入源数据进行各种处理, 与 ITK 的 Filter 类似。原始数据经过各种 Filter 的处理后, 再由 vtkMapper 转换 (或映射) 成可供其它算法模块直接使用的数据形式, 比如为几何数据。vtkActor 类用来描述绘制场景中一个实体, 即绘制场景的某个角色 (Actor)。通过 SetMapper() 方法, 可以将几何数据的属性传递给 Actor, 再由 vtkRenderer 类将处理后的数据结果显示出来。

ITK、VTK 软件开发包共同的特点是不提供用户接口 (UI)。用户必需根据实际操作系统或自己喜好来选择 UI, 比如 Console、Qt、FLTK 等 UI 接口。在 ITK、VTK 所提供的范例中, 大多数的程序都是基于 Console 为主的。在 Windows 操作系统下, 就实用性、灵活性而言, Console、Qt、FLTK 远不如目前较流行的 Visual C++ 的 Microsoft Foundation Class (MFC) 的 GUI 接口。

## 2 ITK、VTK 及 MFC 三者间的接口

### 2.1 ITK 与 VTK 开发包的接口问题

由于 ITK 和 VTK 的数据流都是采用流水线作业形式, 比较方便地利用类库本身提供的类型转换类来实现, 如图 3 所示。在图 3 中, 通过 ITK to VTK ImageFilter 类操作将 ITK 和 VTK 的图像数据连接了起来, VTK 负责图像数据的显示, 而 ITK 负责图像的处理, 其中 VTK 的 Image Viewer 是一个很方便实现的图像显示类, 它在内部管理着 vtkImageWin-

dow, vtkRenderer, vtkActor2D 和 vtkImageMapper 等图对象类, 实现图像查看、显示和可视化功能。

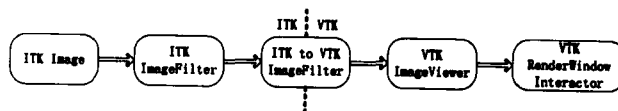


图 3 ITK 与 VTK 数据流连接图

### 2.2 ITK、VTK 与 VC 中 MFC 的结合使用

正如前面所提到的 ITK、VTK 本身不提供图形用户接口, ITK 只是一个图像处理的 C++ 类库, 而 VTK 是一个可视化的 C++ 类库。在 VC 的 MFC 中, 使用 ITK、VTK 所提供的类库, 与使用其它类库所遵循规则一样: 设置头文件及库文件的路径。便于在编译和链接时能搜索要使用的 ITK、VTK 库的程序。在 ITK、VTK 头文件的位置, 即源代码的各个子目录里面, 存在大量的 \*.h 文件。将它们的路径加入到 Visual Studio 6.0 的 Project -> Settings -> C/C++ -> Category (选择 Preprocessor) -> Additional include directories 内, 比如: E:\Kode(asicFilters, E:\Kbin, E:\TK42CLUDE(TK 等。由于, 库文件分为静态库 (.lib 后缀) 和动态库 (.dll 后缀)。因此, 若使用静态库, 则库文件的设置与头文件的设置类似, 在 Link 页面的 Object/library modules 中填入需要引用的库文件名, 比如, 添加 ITKBasicFilters.lib vtkFiltering.lib vtkCommon.lib 等。如此设置, 可以正确地编译与链接 ITK、VTK 库的程序。而对于动态链接库来说, 需要将 VTK 的动态链接库文件所在路径加入操作系统的环境变量 PATH, 或直接将这些库文件拷贝到系统目录。这样, 才能运行所编译出来的可执行程序 (\*.exe)。

## 3 医学图像处理子系统的设计与实现

为了实现一个功能齐全较稳健的医学图像处理子系统, 应该遵循以下几条准则: ①采用面向对象的方法, 将图像处理算法的基本模块功能用类封装, 便于定义和功能扩展。②尽量采用已有的、成熟的软件代码或控件, 使得系统设计性能稳定。

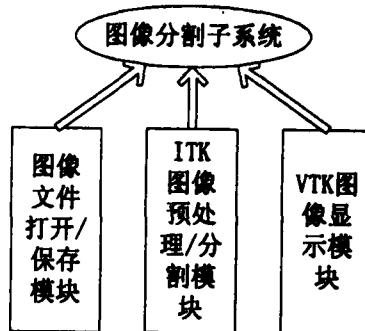


图 4 图像分割子系统组成图

针对上述思想,医学图像处理的算法采用 ITK 类库,包括图像滤波、分割和配准;图像数据的三维可视化则选用 VTK 类库,在 Windows 操作系统下,用户界面设计则采用 MFC。本医学图像分割处理子系统由以下三个模块组成,如图 4 所示。在图像文件打开/保存模块中,让系统能支持打开各种格式的医学图像,同时,能支持分割处理后结果的保存与打印。在 ITK 2.0 版本中,ITK 支持 JPEG、Nrrd、Tiff、PNG、VTK、RAW、Meta、Gipl、Analyze、Dicom、VOL、Ge4x 等二维或三维体数据的读取与存储。在 ITK 图像预处理/分割模块中,针对某个滤波、分割、算法,用 C++ 类将具体的 ITK 流水线作业方式加以封装,方便 ITK 的使用与扩展。例如,在本子系统中,将 ITK 的 ConfidenceConnectedImageFilter 的“置信关联分割”算法的数据流加以封装。在 VTK 图像显示模块中,根据显示的具体要求,将 VTK 的流水线作业方式,也用 C++ 的类加以封装。本模块实现体数据的二维、三维原始图像数据 display 和分割结果的二维、三维显示。这是根据这些具体的要求来封装 VTK 的数据流。ITK 和 VTK 之间的数据交换则通过各自类的接口来实现。采用 C++ 类库封装,提供 MFC 调用,实现 ITK、VTK 以及 MFC 各类之间有效、有序的管理和使用,为本系统添加新的模块提供了便利。

在本系统中,实现医学图像分割的数据流如图 5 所示。

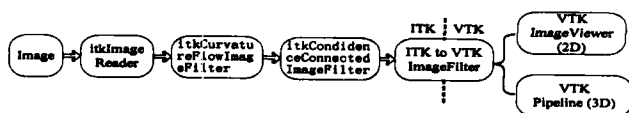


图 5 医学图像分割的数据流

itkImageReader 读入存贮的图像,然后,由 itkCurvatureFlowImageFilter 进行图像分割前的平滑预处理,接着,将平滑处理后的图像数据传递给 itkConfidenceConnectedImageFilter 进行图像的分割,其中平滑、分割的参数由 MFC 所提供的用户界面进行调节,最后,将分割处理后的图像,通过 ImageToVTKImageFilter 完成 ITK 到 VTK 之间数据流通,并由 VTK 的 ImageViewer 实现分割结果的二维显示,或由 vtkContourFilter 实现分割结果的三维显示。

综合上述,利用 ITK 和 VTK 的编程特点,结合 MFC 的特性,实现如图 6 所示的医学图像分割系统。在图 6 中,框图的左边参数调节区,采用 MFC 控件,实现 ITK 图像平滑、分割等算法中参数的调节,以及 VTK 的三维显示层数选择,比如,通过观察体数据,选择合适的分割种子点作为置信分割主要参数。在图 6 的右边,则为图像数据显示视图区,视图 A 为待分割原始数据,与 z 轴垂直层面的 2D 图像显示;视图 B 则是由给定的参数而得到与视图 A 在同一层面上的分割结果显示,视图 C 是原始分割数据 3D 显示,视图 D 则分割结果的 3D 显示。通过调节 VTK 显示层数的 X、Y、Z 参数,可以动态的调节视图 A、B、C 中显示的图像层面,以方便图像的观察。

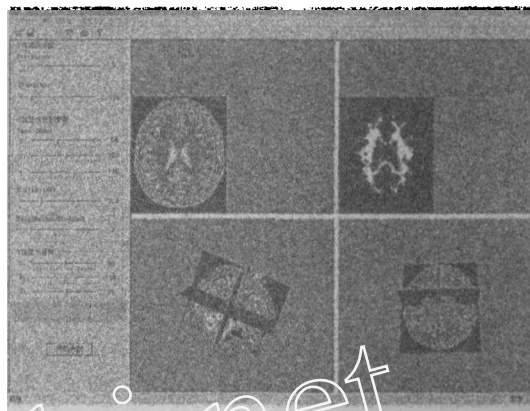


图 6 医学图像分割系统的显示界面

#### 4 小结与展望

本文简要地介绍了 ITK、VTK 的特点与功能,并利用 ITK 的医学图像分割功能和 VTK 的数据可视化功能,结合 MFC,设计与实现了一个医学图像分割子系统,本系统的功能有待日后进一步的加强与完善。

目前,国外众多著名大学与研究机构都是在 ITK、VTK 的图像图形开发包的基础上设计与开发医学图像处理和数据可视化系统。在 ITK、VTK 所提供范例程序中,有 SNAP、LiverTumorSegmentation(肝脏分割)等比较实用性的软件。人们正逐步将 VTK、ITK 应用于商业的医学图像处理系统。希望本文能为 ITK、VTK 及 MFC 的系统集成起个抛砖引玉的作用。

#### [参考文献]

- [1] Ibanez L, Schroeder W. The ITK Software Guide [M]. Version 2.0, New York: Lydia Ng and Josh Cates Publisher by Kitware, Inc, 2005.
- [2] William J. Schroeder. The VTK User's Guide [M]. Version 4.0, New York: Publisher by Kitware, Inc, 2001.
- [3] Schroeder WJ, Avila LS, Hoffman W. Visualizing with VTK: A tutorial [J]. IEEE Trans. on Computer Graphics and Applications, 2000, 20(5): 20-27.
- [4] Schroeder W, Martin K, Lorensen B. The Visualization toolkit: An Object Oriented Approach to 3D Graphics. 3rd Edition [M]. New York: Kitware, Inc. Publisher, 2003.
- [5] 吴建明,施鹏飞. Visualization Toolkit 及其在三维体重建中的应用 [J]. 微型电脑应用, 2002, 18(8): 9-12.
- [6] 祁俐娜,罗述谦. 基于 VTK 的医学图像三维重建 [J]. 北京生物医学工程, 2006, 25(1): 1-5.

(下转第 69 页)

备还本后,不再扣设备成本,只计设备维修成本、消耗材料费、水电费和一定比例的设备使用费。

## 2.2 利用分期付款购置的医疗设备

分期付款引进的医疗设备大都为大型医疗设备和成套设备。金额在百万元以下,因此要采取项目负责制。购买设备的科室主任作为项目负责人,通过充分论证,按项目要求详细列出还款金额及还款日期,而且要与医院签定责任状与合同,医院同样要给予使用科室一定政策,以调动其积极性。用分期付款引进医疗设备的方式,其目的是为减轻缓解医院财政压力,属于借鸡下蛋,边挣钱边还本。分期付款的设备一般还款期为二至四年,所以分期付款的设备要单独结账核算。分期付款还完后,设备不再折旧,只按设备的价格比例收取一定的使用费,设备的消耗性材料费等。

## 2.3 合作方式引进的医疗设备

合作方式引进的医疗设备,就是投资者利用医院的地位、知名度、场地和人员等,投入资金购买设备,由医院无偿使用,投资者从中获取一定比例的利润。我们在选择合作项目及合作人时,应遵循资源共享、优势互补、平等互利的原则。坚持做到:项目负责人的能力要强;投资方要怀着友好的姿态,信誉度高;与医院现有设备不能冲突;投资设备效益要明朗。医院每次引资上合作项目,都要先由使用科室提出申请、论证、合作方案,后由医院设备合作领导小组(或器械管理委员会)听取科室和投资方有关合作方面(如合作期限、利润分成等)的介绍,再汇报医院,医院负责人集体拍板定度。

## 2.4 有偿使用设备代理商的消耗性材料,无偿使用引进医疗设备

这种方法就是设备代理商为医院无偿提供的设备,医院必须有偿使用其消耗性材料,消耗性材料达到一定数额后,医疗设备归医院所有。这样医院在设备上不投入一分钱,不承担风险,却能得到可观的经济效益,并补充医院设备不足,提高医院诊治水平。但选择这种方式时,要充分论证,了解消耗材料的市场价格,设备使用率等。医院要给使用科室一定的鼓励措施,促使使用科室有更大的积极性。设备不折旧,不扣成本,只扣除消耗性材料费。同时医院要按照合同及时付给代理商材料款。

## 2.5 充分利用国家、部队贷款政策引进医疗设备

近年来,国家卫生部、部队卫生行政机关相继给出了一些贷款优惠政策,我院抓住机遇,充分利用优惠政策,促进医院发展,医院贷款购买的医疗设备,基本上就相当于医院自筹资金

(上接第3页)

[7]刘志健,王蓉,刘玉玲,等.基于VTK的医学图像系统研究[J].CT理论与应用研究,2005,15(2):38-42.

[8]程勇,等.医学图像后处理技术及其研究进展[J].医疗设备信息,2005(9):34-37.

[9]程思聪,杜清运,江文萍.基于VTK的地形三维可视化研究[J].测绘信息与工程,2006,31(1):17-18.

购买设备。不同的是可以避开一次性付清贷款造成的财务压力;而还款时,要将贷款的利息计算到设备的成本中,根据还本数额逐次减少,最后为零。由于贷款购买的医疗设备大都是大型医疗设备,设备价值很高。为发挥其最大效益,在折旧方法上,一般应采取加速折旧法(即双倍余额递减法)。这种折旧方法比较符合设备使用率和效益的变化规律,一般三年内即可还清设备一半的成本。其实设备在还本前所创造的效益并不是纯利润,只有设备还本后的效益才是纯利润。

随着科学技术的飞速发展,医疗设备已成为现代医疗的重要组成部分,尤其是我国加入WTO以后,医疗设备管理、医学工程学科发展出现了不同的态势,医疗设备管理已不再是一项简单的物品管理和财产管理,而是医院管理的重要分支,是一项复杂的系统工程<sup>[1]</sup>。医疗设备的科学管理将直接提高一个医院医疗技术水平和医疗质量:医疗设备不仅是开展医疗、教学、科研的必备条件,而且是提高医疗质量的物质基础和先决条件,高精尖的医疗设备使医学诊疗技术产生了飞跃。现代医院管理中设备管理是医院系统中的一个子系统,要处理好医院系统的常规运行,必须运用一系列科学管理技术和方法,使设备管理系统处于良好的运行状态。提高医院的社会效益、经济效益和技术效益是医院管理的目的。医院设备是实现医院社会、经济效益的重要条件,设备费用是卫生系统经济构成的一个重要因素,设备管理则是医院经济管理的主要方面。设备管理优劣直接关系经济效益的好坏。所以,医院医疗设备的科学管理是非常重要的,它不仅仅只是对物品的狭义管理,随着现代物流理论的不断建立和成熟,它已经参与到了医院的宏观建设中去,成为提高医院能效建设中重要的组成部分<sup>[2]</sup>。

## [参考文献]

- [1]王之泰.现代物流学[M].北京:中国物资出版社,2002,136.
- [2]郝君平.设备管理[M].北京:机械工业出版社,2001.
- [3]郑嘉羽,等.成功引进医疗设备为医院创收[J].医疗设备信息,2005(11):48.
- [4]于凤三.现代医疗设备的租赁应用之研究[J].医疗设备信息,2005(8):46-47.
- [5]汤黎明,等.医疗设备使用率提高方法的探索[J].医疗卫生装备,2005(11):53-54.
- [6]王瑞婷.浅谈医院医疗设备的管理[J].医疗装备,2006(2):25-26. ☆
- [10]杨丽萍.基于VTK的考古建模系统[J].计算机时代,2006(5):32-34.
- [11]赵明昌,田捷,薛健,等.医学影像处理与分析开发包MITK的设计与实现[J].软件学报,2005,16(4):485-495. ☆