

# 医学影像仿真扫描工作站的设计与实现

林晓雷

(温州医科大学 信息与工程学院, 浙江 温州 325035)

**摘要:**文中简单介绍了基于计算机仿真技术的医学影像仿真扫描工作站系统的设计。该系统采用 Visual C++ 进行界面设计以及核心算法编程的实现;通过 C++ 语言来调用 VTK (Visualization ToolKit) 的类库函数,用以实现医学图像的三维重建;使用 Microsoft Access 数据库管理与保存患者信息数据与图像数据。实现了一款无需医学影像设备的医学影像仿真扫描工作站软件系统,该系统模拟仿真真实扫描工作站的工作流程以及系统功能。

**关键词:**计算机仿真;医学图像;三维重建;可视化工具包

中图分类号:TP302.1

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2015)01-0187-04

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2015.01.042

## Design and Implementation of Medical Imaging Simulation Scanning Workstation

LIN Xiao-lei

(College of Information and Engineering, Wenzhou Medical University, Wenzhou 325035, China)

**Abstract:** In this paper, briefly introduce the system design of medical imaging simulation scan workstation based on computer simulation technology. The system uses Visual C++ for interface design and implementation of the core algorithm programming. The library function of VTK is invoked by C++ language for the realization of medical image three-dimensional reconstruction. The information and medical image of patient are managed and preserved with Microsoft Access database. The system of medical imaging simulation scan workstation without medical imaging equipment is implemented, which can simulate the real scan workstation workflow and system functions.

**Key words:** computer simulation; medical image; 3D reconstruction; visualization toolkit

### 0 引言

计算机仿真技术实现医学仪器设备的仿真,是一个较为崭新的领域。医学影像设备是人体信息获取、分析和人类疾病诊疗的重要工具,通过无创伤的数据采集实现人体在三维空间的时间轴上的信息测量,通过对测量数据的分析,获得人体内部解剖学和生理功能等信息,具有非常广泛的应用领域。因此,其操作技术要求越来越高,掌握医学影像工作站的基本操作是相关专业学生的基本要求。然而,医学影像设备价格昂贵,维护成本高,一般高校难以提供<sup>[1]</sup>。为了改变目前影像设备“只能观看,不能实践”的现状,开发了医学影像仿真扫描工作站教学训练系统。

目前常用的医学影像设备有 DR (Digital Radiography)、CT (Computed Tomography) 和 MRI (Magnetic Resonance Imaging) 等,文中以 CT 为例介绍影像仿真

扫描工作站。该仿真扫描工作站是基于计算机仿真、医学图像处理、动态评估、图像三维后处理操作和仿真内窥镜技术,不需影像硬件设备,模拟仿真影像扫描工作站操作流程<sup>[1]</sup>。

### 1 仿真系统软件架构

CT 仿真扫描工作站主要由 Examination (检查卡)、Patient Browse (病人浏览器)、Viewing (影像卡) 和 Image Processing (图像处理器) 等子系统模块组成<sup>[2]</sup>。仿真系统的功能框架如图 1 所示。

(1) Examination (检查卡) 子模块:实现病人信息登记与保存,选择扫描参数、动态拍摄定位片,在定位片上选择扫描位置,最终加载程序进行扫描。

(2) Patient Browse (病人浏览器):修改编辑管理患者的基本信息,包括个人基本资料和影像图片,添加

收稿日期:2014-02-09

修回日期:2014-05-14

网络出版时间:2014-11-17

基金项目:国家自然科学基金资助项目(61302130);浙江省高校实验室工作研究项目(Z201212)

作者简介:林晓雷(1984-),女,硕士,助理实验员,研究方向为图像处理与计算机仿真。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20141117.2207.022.html>

筛选功能(Filter),可按多种方式分类显示特定患者,如按检查部位或医院科室等。

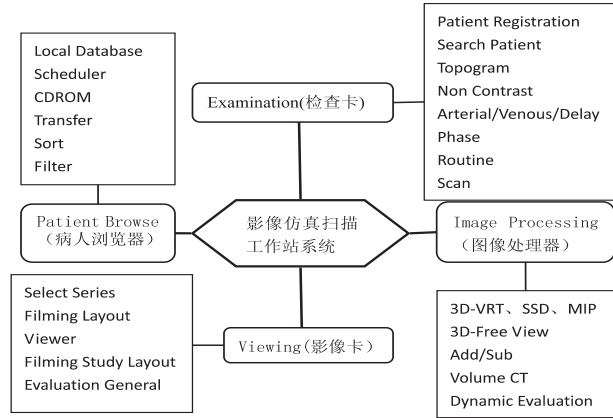


图 1 仿真系统的功能框架图

(3) Viewing(影像卡):显示浏览患者扫描得到的图像,根据需求调整窗宽窗位,测量 CT 值等。

(4) Image Processing(图像处理器):图像旋转、缩放和移动,图像的三维重建包括:矢状面和冠状面的重建以及 3D 重建。

## 2 仿真系统程序开发

系统采用 Visual C++编程调用 VTK(Visualization ToolKit)类库实现医学图像处理,Visual C++实现界面设计与系统集成,在此基础上实现系统核心算法编程。用可视化软件 VTK 编程实现图像处理和三维可视化。VTK 是由美国 Kitware 公司研究的一种用于图像处理及可视化的软件开发包,是一个开放源码、跨平台、支援平行处理的图形应用函数库<sup>[3-4]</sup>。VTK 类库由计算机图像处理、显示和可视化处理三部分组成,通过 C++语言来调用 VTK 的类库函数,可以实现 CT 图像的三维重建。系统的整体软件程序流程图见图 2。下文将对系统软件实现的关键点和难点简单进行阐述。

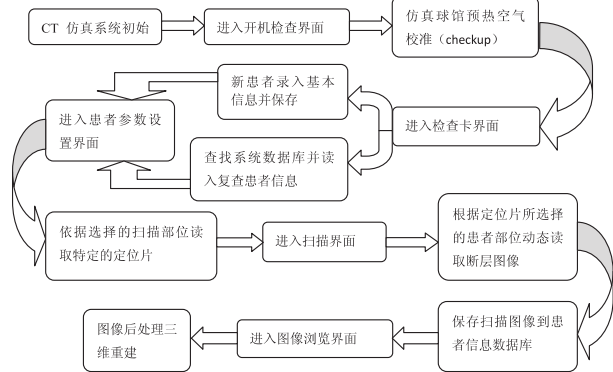


图 2 仿真系统程序流程图

### 2.1 Examination(检查卡)子系统模块的程序设计

Examination(检查卡)模块是仿真扫描工作站系统运行的前提和基础,模块主要功能有:患者信息的录入与保存、患者扫描参数的设置、定位片读取和 Dicom 图

像的读取和显示。

#### 2.1.1 患者信息的录入与保存

系统使用 Microsoft Access 数据库管理与保存患者信息,Visual C++基础类库 ODBC API 实现了面向对象的数据库编程接口。具体实现步骤:首先,建立 Visual C++同 ODBC 数据源的连接,由 CDatabase 对象的 Open 函数实现<sup>[5]</sup>;其次,CDatabase 对象的指针传递到 CRecordSet 对象的构造函数里,CRecordSet 对象与当前建立起来的数据源连接结合起来。

#### 2.1.2 患者扫描参数的设置

患者参数包括:Adult 或 Child 选择、患者体位的选择、扫描协议的选择(心脏、血管、放疗、自定义等)、球管电流/电压、扫描时间、定位像采集准直、定位像长度、球管位置 AP 前后位 LAT 侧位等等,系统扫描参数设置界面如图 3 所示。其中,多个参数的设置采用 VC++的 Spin 控件和 Edit 控件合用,实现 Edit 控件中数字的增加或减少。Spin 控件的上下箭头默认只能调整整数数值,无法以小数的方式进行调整。然而,球管电流/电压等参数的设置需要以 0.1 的步长增加或减少数值,需要编程实现。关键代码如下:

```

if(pScrollBar->GetDlgCtrlID()==IDC_SPIN)
{ CSpinButtonCtrl * pSpin=(CSpinButtonCtrl)pScrollBar;
CString strValue;
strValue.Format("%3.1f", (double)pSpin->GetPos()/10);

```

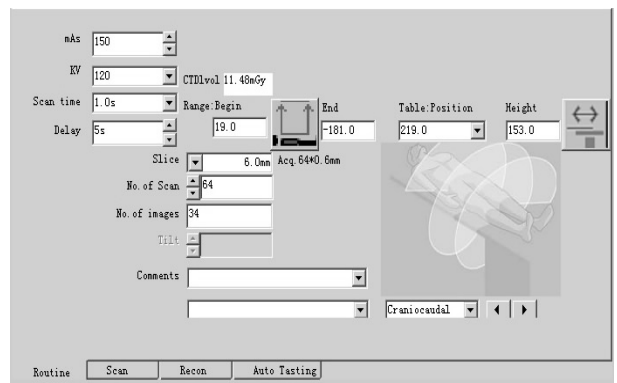


图 3 系统扫描参数设置界面

#### 2.1.3 定位片读取和 Dicom 图像的读取与显示

仿真系统采用图像数据的间接存取法—表+实体的方法,即图像数据以文件形式存放于指定的计算机目录下,在数据库表中只反映图像数据文件的存储路径,并不是真正意义上包含图像数据<sup>[1]</sup>。

定位片读取:VC++应用程序对图像数据操作主要的函数有:GlobalAlloc()、GlobalLock()、CreateStreamOnHGGlobal()、OleLoadPicture()等<sup>[5]</sup>。实现根据数据库指定的计算机图像存储位置,读取图像数据并且读取图像的属性,将图像显示在指定位置。

以 DICOM 格式保存的医学图像,利用该标准,使用 VC++程序语音和 VTK 在系统内建立一个接口来完

成医学图像数据的读取工作,其中 vtkDICOMImageReader 为 VTK 读取 DIOCM 图像的 C++ 类。仿真 Dicom 图像动态显示:患者进行一次 CT 扫描会有 30 ~ 50 幅断层图像,实际操作时,CT 机按照扫描顺序在工作站计算机上逐层动态显示;为了使用户有操作的真实感,程序设计实现了动态逐层读取 CT 图像。系统动态扫描界面如图 4 所示。

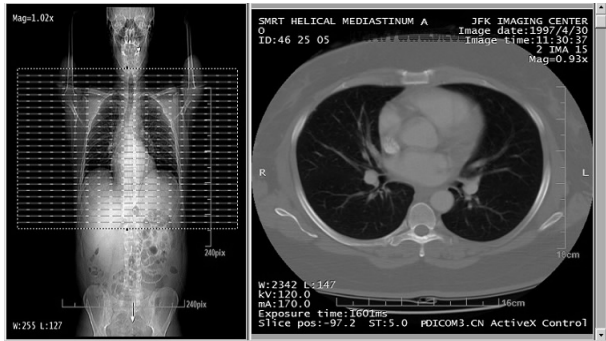


图 4 系统动态扫描界面

其步骤与关键代码如下:

第一步,读取定位片设定的定位线位置以及扫描间距,以此确定需要显示的断层图像的层数。

第二步,进入逐层读取断层影像的循环过程。

```
if (DingWei_flag)
{
for (m_vtk. m_sDcm = CTsliceStar; m_vtk. m_sDcm < (m_slice
-CTsliceStop); m_vtk. m_sDcm = (m_vtk. m_sDcm+n))
{
m_vtk. viewer->SetZSlice(m_vtk. m_sDcm);
m_vtk. viewer->Render();
m_vtk. viewer->SetupInteractor(m_vtk. iren);
}
}
```

第三步,根据层数判断跳出循环过程,显示扫描结束。

### 2.2 Image Processing (图像处理)

VTK 实现 CT 图像三维重建仿真如下所述。

医学图像三维重建技术,是指利用计算机技术对二维医学图像进行分析处理,把图像中感兴趣的器官、病变体等区域通过分割技术提取出来,然后进行三维图像模型重建显示,并进行定性、定量分析的技术。其功能框架图如图 5 所示。

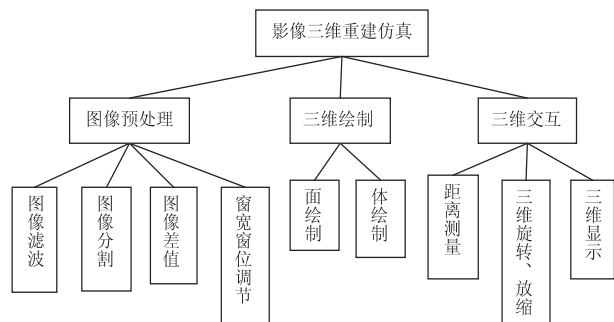


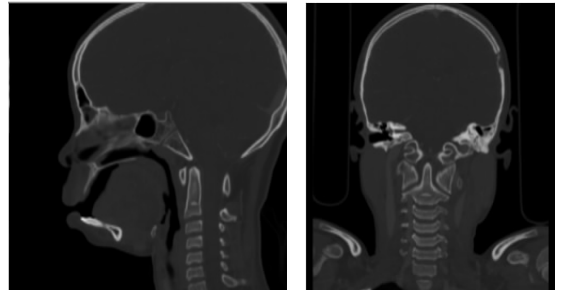
图 5 影像三维重建仿真功能框架图

系统面绘制采用移动立方体 (Marching Cubes) 算法,该算法对 CT 图像的三维重建的核心步骤是一个

个处理 CT 图像数据场中的全部立方体数据(体素)。首先,判断当前处理立方体的 8 个顶点有没有跨越待求等值面,对于跨越等值面的立方体,采用插值计算出等值面与该立方体的交点;判断等值面与立方体每一顶点的相对位置,求得等值面与该立方体的交点,并且将交点按一定方式连接成等值面,将其作为等值面在该立方体内的一个逼近表示<sup>[6-9]</sup>。MC 算法为实现抽取等值面需要进行:

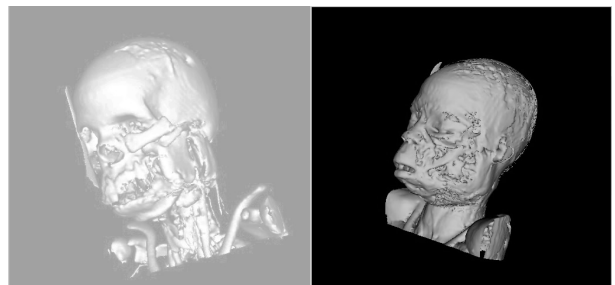
- (1)体素中使用三角面片逼近计算等值面;
- (2)计算三角面片每个顶点的法向量。

Visual C++使用 VTK 软件实现该功能,VTK 类库内有两种类能实现提取等值面:滤波器 vtkContourFilter 和封装了 Marching Cubes 算法的 vtkMarchingCubes<sup>[10]</sup>。vtkPolyDataNormals 类可在等值面上产生法向量,然后通过 vtkStripper 类在等值面上产生纹理或三角面片,三维重建效果图如图 6 所示。



(a) 冠状面重建图

(b) 矢状面重建图



(c) 骨骼三维重建图

(d) 皮肤三维重建图

图 6 三维重建效果图

其程序关键代码如下<sup>[11-12]</sup>:

第一步:用 vtkMarchingCubes 函数提取轮廓,构建所需的立方体。

```
pDoc->m_vtkproc. GetMarchingCubes()->SetInput(shrink->
GetOutput()); //获得所读取的 CT 数据
pDoc->m_vtkproc. GetMarchingCubes()->SetValue(0, m_di-
com3ddlg. m_extract);
```

第二步:按顺序处理立方体,生成三角面片,建立数据映射对象。

```
this->skinStripper->SetInput(skinNormals->GetOutput());
//将生成的三角片连接成三角带 vtkPolyDataMapper * skinMap-
per= vtkPolyDataMapper::New(); //建立一个数据映射对象
skinMapper->SetInput(skinStripper->GetOutput()); //将三角
带映射为几何数据
```

第三步:绘制窗口来显示等值面,设置鼠标交互操作。

```
skin->SetMapper(skinMapper); //获得皮肤几何数据的属性
vtkRenderer * ren1 = vtkRenderer::New();
ren1->AddActor(skin);
```

### 3 结束语

文中对医学影像设备扫描工作站的工作流程进行了深入剖析,选用 Visual C++ 作为开发平台,利用 Microsoft 的 Access 数据库,采用 VTK 进行图像处理和三维重建,实现了仿真扫描工作站操作系统。该系统不需要影像设备,只需在计算机就可运行,容易维护,便于学习和使用。其创新之处在于实现了软件系统的全真模拟影像设备的扫描工作站,操作界面设计与实际工作站相似,使用户身临其境。系统适用于生物医学工程、影像工程和影像技术等专业的学生,使其熟悉并掌握扫描工作站的功能与基本操作流程。

#### 参考文献:

[1] 胡俊峰,钱建生. CT 扫描工作站仿真系统的设计与实现[J]. 微计算机信息,2007,23(10-1):224-226.

[2] 黄仲奎,龙莉玲,李文美. 医学影像检查操作技术[M]. 北京:人民军医出版社,2009.

[3] 刘泗岩,廖文和. 基于改进 MC 算法的 DICOM 格式 CT 图

(上接第 186 页)

使用成本,为盲文推广使用起到积极作用,也为残疾人事业贡献一份自己的微薄之力。

该系统的字库是自建的,所以仅限于 Windows 平台使用,盲文字库的跨平台(如在智能手机上的输入法<sup>[14]</sup>)、跨操作系统等问题有待进一步研究开发。

#### 参考文献:

[1] 中国残疾人联合会. 2010 年末全国残疾人总数及各类、不同残疾等级人数[EB/OL]. 2012-06-26. [http://www.cd-pf.org.cn/sytj/content/2012-06/26/content\\_30399867.htm](http://www.cd-pf.org.cn/sytj/content/2012-06/26/content_30399867.htm).

[2] 中国盲文出版社. 阳光软件使用说明书[EB/OL]. 2013-03-13. <http://www.cbph.org.cn/Article/ArticleShow.asp?ArticleID=58>.

[3] 张居晓. 基于造字程序的布莱尔盲文平面输入系统研究与实现[J]. 计算机应用与软件,2008,25(4):284-285.

[4] 张居晓. 排列算法在盲文码表编制中的应用[J]. 计算机应用与软件,2010,27(9):200-202.

[5] Zhu Miaomiao, Gao Wanlin, Zhao Zongyuan, et al. Design of a Chinese input method on the remote controller based on the embedded system[J]. Procedia Engineering, 2012, 29: 3060-

像三维重建[J]. 机械科学与技术,2006,25(12):1438-1441.

[4] Schroeder W J, Avila L S, Hoffman W. Visualizing with VTK: a tutorial[J]. IEEE Computer Graphics and Applications, 2000,20(5):20-27.

[5] 刘 钢,程克明. Access 数据库程序设计教程[M]. 北京:清华大学出版社,2005.

[6] Sonka M, Hlavac V, Boyle R. 图像处理、分析与机器视觉[M]. 艾海舟,译. 北京:清华大学出版社,2011.

[7] Lopes A, Brodlie K. Improving the robustness and accuracy of the marching cubes algorithm for isosurfacing[J]. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, 2003, 9(1):16-29.

[8] Kuszyk B S, Heath D G, Bliss D F, et al. Skeletal 3-D CT: advantages of volume rendering over surface rendering[J]. Skeletal Radiol, 1996, 25(3):207-214.

[9] 徐 刚,王春燕. 基于虚拟现实建模语言的医学体数据三维重建研究[J]. 自动化与仪器仪表,2012(4):38-40.

[10] 陈家欣. 医学图像处理及三维重建技术研究[M]. 北京:科学出版社,2010:3-7.

[11] Lorensen W E, Cline H E. Marching cubes: a high-resolution 3D surface construction algorithm[J]. Computer Graphics, 1987, 21(4):163-169.

[12] 王 敏. VTK 可视化类库及其应用进展[J]. 中国科技信息,2010(20):114-115.

3064.

[6] 滕伟民,李伟洪. 中国盲文[M]. 北京:华夏出版社,2005.

[7] 梅品琛,李银洲. 气象符号字库的设计、移植和气象符号的输入[J]. 气象水文海洋仪器,2006(3):25-30.

[8] Wang Weilan, Kun Lingwang. A fast input method for Tibetan based on word in unicode[J]. Lecture Notes in Engineering and Computer Science, 2008, 2168(1):374-377.

[9] Guo Hai, Zhao Jingying. NaXi pictographs input method and WEFT[J]. Journal of Computers, 2010, 5(1):117-124.

[10] Tung Cheng-Huang, Jean En-Yih. A modified phoneme-based Chinese input method for minimizing conflict code rate[J]. Computer Standards & Interfaces, 2008, 31(2):292-299.


[11] 杨春豹. 承德联想输入法—盲人朋友的最好选择[EB/OL]. 2008-07-08. <http://www.wangyongde.com/exchange/content-14-155-1.html>.

[12] 富明慧. 半方盲文数字编码汉字输入法:中国,200610034539.4[P]. 2006-10-18.

[13] 郭遵天. 盲文数字小键盘输入法:中国, CN01118923.1[P]. 2002-12-25.

[14] 孙建国,刘秉权,王 轩. 基于 Symbian 操作系统的手机输入法研究[J]. 计算机工程与应用,2005,41(36):89-91.

# 医学影像仿真扫描工作站的设计与实现

作者: [林晓雷, LIN Xiao-lei](#)  
作者单位: [温州医科大学 信息与工程学院, 浙江 温州, 325035](#)  
刊名: [计算机技术与发展](#)   
英文刊名: [Computer Technology and Development](#)  
年, 卷(期): 2015(1)

引用本文格式: [林晓雷, LIN Xiao-lei](#) [医学影像仿真扫描工作站的设计与实现](#) [期刊论文] - [计算机技术与发展](#)  
2015(1)