

# 基于 VTK 的医学图像三维可视化的研究与实现

苗语, 师为礼, 郭乃珠

(长春理工大学 计算机科学技术学院, 长春 130022)

**摘要:** 根据当前 PACS 系统的需要, 利用 VTK—基于面向对象方法设计, 功能强大的可视化类库, 实现医学影像数据三维可视化系统。本文介绍了面绘制和体绘制两种常用的方法。基于 VTK 的体绘制重建速度快, 效果逼真。

**关键词:** 三维重建; VTK; 面绘制; 体绘制; PACS

**中图分类号:** TP317.4    **文献标识码:** A    **文章编号:** 1672-9870(2007)04-0120-02

## Development and Implement of 3-D Visualization System for Medical Image Based on VTK

MIAO Yu, SHI Weili, GUO Naizhu

(School of Computer and Technology, Changchun University of Science and Technology, Changchun 130022)

**Abstract:** According to the requirement of PACS, we use VTK to realize a three dimensional visualization system. VTK is a powerful object-oriented designed class library for visualization with multiple rendering techniques. This paper introduces two techniques—surface rendering and volume rendering. Reconstruction effects prove that this method is easy to get satisfied results with good quality in short time.

**Key words:** 3-D reconstruction; volume rendering; surface rendering; PACS

随着计算机三维图形图像技术的迅猛发展, 其最新成果已经应用到各个领域。在临床医学上, 利用计算机技术可以把二维医学图像序列(如 MRI, CT 等)在三维空间上重建为立体的三维图像。通过人机交互, 医生可以对图像进行旋转、缩放、移动、剖面显示等操作, 直观的显示人体的组织内部结构, 为诊治提供更为便利的条件。在图像引导手术、微创手术中, 三维重建技术都占有重要地位。

PACS (Picture archiving and communication system) 越来越受到放射科医生和医疗单位的重视。医学图像归档和传输系统(PACS)为医生提供一种的查询和操作医疗设备产生图像的接口, 辅助医生诊断。其中医学图像处理系统是 PACS 系统的核心部分。本文介绍以 VTK (Visualization Toolkit) 为基础进行医学图像的三维重建。

### 1 VTK 概述

由美国 Kitware 公司开发的 VTK 是一个面向对象的可视化类库, 支持体绘制并提供多种体绘制技术, 降低了开发难度。目前利用 VTK 来实现医学图像可视化是一个热点。VTK 基于 Windows/Unix 环境下支持多种编程语言如 C++、TCL、JAVA、PYTHON。VTK 功能强大, 支持标量、矢量等可视化。VTK<sup>[1]</sup>采用流水线(pipeline)机制(如图 1), source 做为流水线的开始读取源数据。Filter 对数据进行预处理, 产生数据输出。源数据经过 filter 处理得到需要的结果, 该结果通过 Mapper 映射为图形数据。在显示数据时, actor 作为窗口的实体接收 mapper 传过来的数据属性。Render 进行最终结果的演示。一个 Render 可以演示多个 Actor。

收稿日期: 2007-08-12

项目基金: 吉林省科技厅项目(20030307)

作者简介: 苗语(1980-), 女, 硕士, 主要从事医学图像处理的研究, E-mail: custmiao@126.com。

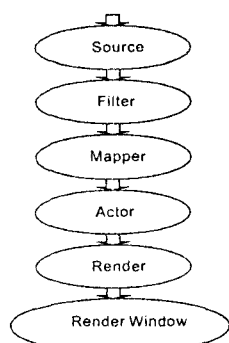


图1 VTK 基本流程  
Fig.1 VTK flowchart

## 2 VTK 的体绘制

体绘制技术<sup>[2]</sup>的实现是一个三维离散数据场的重采样和图像合成的过程。首先赋给每个 VOXEL(体素)透明度和颜色值,再根据每个VOXEL所在点的灰度值及光照模型计算出相应体素的光照强度,生成结果图像。医学体数据的可视化根据不同的光照模型有多种算法。有基于空间域的光线投射(Ray casting)法、足迹表法、剪切曲变法,基于硬件的3D 纹理映射以及基于变换域的频域体绘制等。其中Ray casting是一种生成高质量图像的典型的体绘制的算法,它的基本思想是从图像平面的每个像素都沿着视线方向发出一条射线,此射线穿过体数据集,按一定的步长采样,由内插计算每个采样点的颜色值和不透明值然后由前至后或者从后到前逐点计算累计的颜色值和不透明值,直到光线完全被吸收或者穿过物体。光线投射法能够比较好的反映物质边界的变化,在医学上能够将各组织器官的性质属性、形状特征和相互之间的层次关系表现出来。

VTK主要应用了三种体绘制技术,除了以上光线投射法外,还有纹理映射和基于VolumPro加速卡的体绘制。纹理映射的绘制速度比光线投射法快,但成像精度不如光线投射法高。纹理映射基于物体空间扫描,对物体空间的数据点加以处理,计算每个数据点对屏幕像素的贡献并合成,形成最终的图像。基于VolumPro加速卡的体绘制速度快,但价格昂贵。目前VTK中的光线投射法还是应用比较多,因为其成像质量高,随着计算机技术的发展和算法的改进能够提高光线投射法的速度。

## 3 系统实现

本系统能够读取多种格式的医学图像,使用

VTK5.0版本支持读取DICOM图像。在本系统中涉及到了VTK的两种可视化算法,用于表面绘制的等值面提取算法和用于体绘制的光线投射算法。两种算法的流程图如图2和图3。

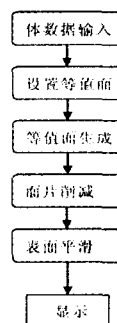


图2 表面绘制

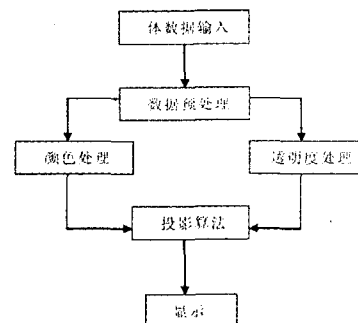


图3 体绘制

Fig.2 surface rendering Fig.3 volume rendering

表面绘制使用VTK中vtkContourFilter类实现,其中封装了表面重建中的切片级重建算法。使用该类中的SetValue()方法设置等值面值,设定好等值面以后该类中的Excute()方法自动调用,按输入值提取各切片的等值面,通过三角片的拟合,形成三维等值面。

在系统实现过程中发现如果Slice过多,数据量很大,三维交互速度很慢。使用VTK提供的面片削减功能能够解决这个问题。面片削减功能利用vtkDecimatePro来实现。图4为表面重建的效果。

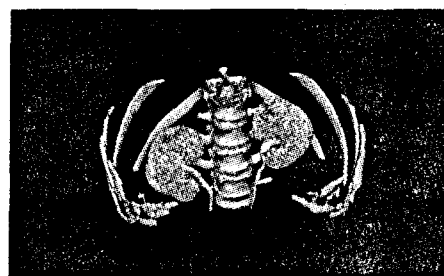


图4 面绘制重建效果

Fig.4 surface rendering reconstruction

体绘制技术中, Ray casting<sup>[2]</sup>算法是使用最为广泛的一种算法。VTK提供了3种计算函数,封装在合成体绘制函数(vtkVolumeRayCastCompositeFunction)、最大密度投影(vtkVolumeRayCastMIPFunction)、等值面探测函数(vtkVolumeRayCastIsoFunction)中。在等值面探测函数中,光线通过数据场中显示的等值面,然后在VTK volume property中定义颜色等参数,可以重建出皮肤等组织。最大密度投影函数就是计算光线穿过数据场时遇到的最大密度值,最大投影函数能够提供比较直观的函数,可以用来显示血管的三维结构。合成体绘制函数通

(下转第110页)

```

UInt32 intStatus = intCLEAR_IEN();
if(发送中断) tmEthTtcpTransmitNEW();
if(接收中断) Receive(); //为与上面对应,在完成中断
操作后,应将网卡的中断掩码寄存器置位
intRESTORE_IEN(intStatus);
}

```

对于接收数据的中断而言,真正负责网卡数据接收的地方是 Receive(),其工作原理就是读取网卡相应的接收寄存器,并将数据交给协议栈。

```

Static void Receive(void)
{
    For(;;)
    {
        //网卡芯片寄存器的处理省略(因为要针对具体的
        芯片)
        buf=netGetBuf(length); //length 可通过读网卡芯片
        的寄存器得到
        buf->ni, buf->length, buf->ip_pkt, buf->type//buf-
        >ip_pkt 是 IP 包存放的位置,每次只需更新这四个
        netDataInd(buf); //交给协议栈
    }
}

```

由此可见,这种协议栈和网络驱动的开发已经做到了模型化,基本上做到数据和设备的管理权从系统内核转向协议栈。这样做简化了在不同操作系统下网卡驱动的设计工作。

## 4 结束语

根据上述分析,该模型的数据的上传既不要调

用 PNA+中的 Announce(),也没有要调用 Linux 中的 netif\_rx()。而是直接利用独立协议栈提供的接口,以去掉帧头的 IP 包格式直接上传给协议栈。在不同的 DSP 平台上在设计网络驱动程序的过程中,可以采用独立的 TCP/IP 协议栈。这样可以避免去考虑不同平台所给网络驱动提供的不同接口,而是采用与协议栈挂接的方法进行设计。但是在设计的过程中必须考虑协议栈和网络驱动调度的一致性问题,上述设计已经做到数据和设备的管理移交给协议栈的目的。因此,该模型在不同嵌入式平台上可行。

本文只给出了通用网络驱动模型的最重要部分的设计与分析,旨在提出一种独立协议栈的网络驱动设计模型,提高在不同嵌入式操作系统和网卡芯片下的代码可重用性。

## 参考文献

- [1] Alessandro Rubini. LINUX 设备驱动程序[M].北京:电力出版社,2000.
- [2] Target TCP TCP/IP Protocol Stack User's Manual[M]. Blunk MicroSystem,2004.
- [3] 沈斌,李卫峰. TM1300 多媒体 DSP 的百兆以太网通信接口的设计实现[J]. 电子工程师,2004,30(3):45-49.

(上接第 121 页)

过在 vtkVolumeProperty 设置的透明度,颜色等属性来进行光强组合计算,图 5 为设置不同体绘制属性下得到的结果。

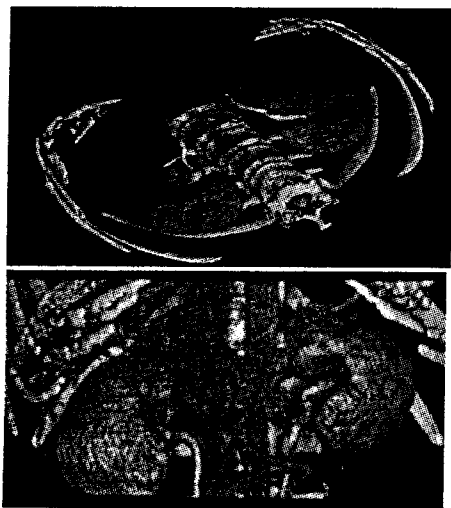


图 5 体绘制效果

Fig.5 volume rendering reconstruction

## 4 结论

通过使用 VTK 实现了对 CT、MRI 等医学数据的三维重建,并在很短的时间里实现医学数据的可视化,其重建效果比较好,并可以对重建的图像进行旋转、缩放、组织提取等多种操作,有助于医生的诊断,丰富了 PACS 系统对图像处理功能,有很好的应用前景。VTK 功能非常强大,用途广泛。

## 参考文献

- [1] 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.
- [2] 白洋,彭承林,郭兴明. 医学体数据可视化的研究和实现[J]. 北京生物医学工程,2005,24(3):183-186.
- [3] 王新成. 高级图像处理技术[M]. 北京:中国科学技术出版社,2001.
- [4] 吴建明,施朋飞. Visualization Toolkit 及其在三维体重建总的应用[J]. 微型电脑应用,2002,8(8):9-12.