**第 1 章 绪论**

1. **医学影像技术概述**

医学是一门关系到每个人身心健康的应用科学，它的发展水平不仅体现了一个国家人民的生活标准，而且代表了一个国家的综合国力。自从伦琴发现X射线以来，开启了医学影像崭新的一页，使得传统的医疗诊断方式发生了翻天覆地的变化。所谓医学影像是指为了医疗或医学研究，对人体或人体某部分，以非入侵方式取得内部组织影像的技术与处理过程，是一种逆问题的推论演算，即成因（活体组织的特性）是经由结果（观测影像信号）反推而来。医学影像的发展，在某种意义上，代表了医学未来的发展和前进方向。以前医院里使用得最多的常规X线机基本上是模拟方式的，输出模拟信号，这样只能用胶片进行记录。这使得X线图像的处理、存储和传输都受到极大的限制，医生无法充分利用这些信息，与其他影像方法的结果对照和融合也很困难。与此同时，随着各种先进计算机技术在医学领域的广泛运用，特别是在医学影像处理方面，使得医学图像信息分析与处理手段不断改进，数字化成为医学影像发展的必然趋势。使用计算机对医学影像设备采集到的图像进行处理这一技术被称为医学影像处理与分析，它可以辅助医生进行更好、更准确的诊断，使诊断水平大大提升。

医学图像三维重建技术是医学影像处理与分析的重要手段之一，其是指利用医学影像设备获取图像数据，通过面绘制或体绘制等可视化图像绘制算法，得到所有视角的透视三维力图图像的技术。以前，使用CT(计算机断层成像)、MRI(核磁共振成像)、B超和电子内窥镜等设备可以很方便地获得相应的影像数据，为医学诊断提供了大量的参考信息，成为临床诊断的重要工具。虽然这些数据为医生的诊断提供方便，但是这些信息都是二维的，只能提供某一剖面的解剖信息。医生只能以固定方式对这些二维影像进行观察，不能最大限度地帮助医生进行诊断。医生在诊断时不得不根据自己的经验来判断病灶的大小和形状，这就使得诊断结果缺乏客观性和准确性。因此最好能在医生观察影像前有针对性的对影像进行处理与分析，能够突出要观察的部分。例如利用影像对病变体进行三维重建，可以帮助医生准确地确定病变体的大小、形状及与周围组织之间的空间关系。这样医生可以对病人的影像数据进行多方位、多层次的观察，使得在全面了解病人信息的情况下做出客观的诊断，减少主观判断带来的影响。对医学影像进行处理与分析可以为医生的诊断提供更有利的依据，提高诊断的准确性。因此，医学影像的处理分析和可视化对医学诊断具非常重要的意义。

医学图像处理与分析技术还包括医学图像分割和医学图像配准。医学图像分割是指对相同属性的对象进行分类提取的过程，与医学图像处理中的其他技术息息相关；医学图像配准是指将医学图像数据进行一系列的空间变换，使之与另一经过相同处理的图像具有相同的图像特征。目前这三种医学影像处理算法已经有了很多的成熟的算法，并且新的算法还在不断涌现。

1. **医学平台的国内外研究现状**

除了在算法理论上的很多研究以外，在算法支撑基础上的软件平台的开发能更好地利用现有的算法，避免重复的劳动。这些软件平台不仅封装了他们自己的算法，还封装了很多成熟的算法，这使得医学影像领域的研究着与应用者可以很方便的在这些平台上实现和验证自己的算法，并且可以直接利用一些已经很成熟的算法，这样就大大缩短了研究成果和实际应用之间的距离。

在国外，人们非常重视医学图像处理与分析平台的研发。Medical Image Computing & Computer Assisted Intervention(MICCAI)2003会议就医学影像领域的软件平台的设计问题开设了专门的Workshop。在2004年，Medical Image Analysis杂志专门提出了一个主题为Segmentation and Registration using ITK的Special Issue。在SPIE Medical Imaging的2006、2007年会议上开设了专门的course，称为Medical Image Analysis with ITK and Related Open-Source Software，探讨如何充分利用现有软件平台来实现对医学图像的处理和分析。当今，医学图像处理与分析软件平台的设计与实现已经成为医学影像领域的一个研究热点，世界上很多国家的研究机构、大学和著名公司正致力于医学影像处理软件的研发工作，并取得了相应的成果。

医学影像设备价格昂贵，三维可视化技术的研究成本高、周期长，而且在医学方面的应用要求非常高，国内在此领域起步较晚。浙江大学、清华大学、东南大学、中科院自动化所等均在三维可视化技术方面做了大量研究，开发了一些实验系统，但开发的系统或多或少存在一些问题，离系统成熟真正实用还有不少距离，研究成果商品化的几乎没有。在这些被开发的平台中，中科院自动化所的工作是做得比较出色的，先后开发了MITK和3dMED系统，并获得了国家科学进步二等奖。下面先介绍一些国内外的医学影像平台。

1. **3DVIEWNIX简介**

由美国宾州大学放射系医学图像处理小组开发的3DVIEWNIX系统，是一款使用C语言在Unix下开发的，能够进行医学图像预处理、二维和三维可视化、图像分析等操作。3DVIEWNIX的特色之处在于提供了很多图像分割工具，包括阈值分割、基于模糊连接度的分割Livewire分割等等；数据采用多维泛化的ACR-NEMA标准；能够处理刚性、非刚性、静态和动态物体及其组件；可移植等优点。3DVIEWNIX早在20世纪80年代就已经被开发，经过这么多年的发展和完善，已经是一款相当知名的系统。但是该应用平台是一款收费软件，即使对于科研和教学目的也不例外，另外加上其只能在Unix环境下运行，同时用户界面比较复杂，大大限制了其应用范围。

1. **AVS/Express简介**

AVS/Express高级可视化系统是由成立于1991年的世界知名数据可视化公司AVS(Advanced Visual System Inc.)开发的多维可视化平台。使用AVS/Express能够在各种操作系统下开发可视化应用程序的平台，使用它可以快速建立具有交互式可视化和图形功能的科学和商业应用程序。开发者可以使用其面向对象的可视化编程环境，在一个开放和可扩展的环境下快速建立应用程序原型，处理海量数据问题。AVS/Express提供了有关图形、图像、数据可视化、数据库接口、注释和硬盘靠背输出等方面的许多先进技术。AVS/Express具有大量预制的可视化编程对象，以提供一个功能强大的可视化开发环境。开发者除了可以使用诸如2D和3D图形观察器之类的高级对象之外，还可以对这些高级对象进行重新定制。但遗憾的是AVS/Express内存占用量大，对硬件要求较高。

1. **MITK简介**

MITK是由中国科学院自动化研究所田捷研究员带领下的医学影像研究组开发的集成化的医学影像处理与分析C++类库。MITK从一开始设计就始终追求统一、目标集中、方便移植和代码优化等几个高层的设计目标。MITK克服了VTK和ITK编程风格不同的问题，给需要结合ＶＴＫ和ＩＴＫ的使用者带来了很大方便，其为医学影像领域提供了一套整合了医学图像分割、配准和可视化等功能，其具有一致接口、可复用和灵活高效等优点。比较遗憾的是该系统不支持目前国际医学影像、放射界非常关注的磁共振扩散加权成像（Diffusion Weighted Imaging，DWI）和磁共振扩散张量成像（Diffusion Tensor Imaging，DTI）的分析、处理和体视化。尤其是作为最新磁共振影像技术的磁共振扩散张量成像，国内迄今尚未有开展支持这项技术平台研究的报道。

1. **3D slicer简介**

3D slicer是一款开源、免费和可扩展的医学图像处理和可视化的医学图像处理和分析软件平台，起源于1998年波士顿布里格姆妇女医院手术计划实验室和麻省理工学院的人工智能实验室联合发起的一个项目，其目的在于开发一个易于使用的可视化和分析的软件。David Gering依据早期的研究小组在麻省理工学院和波士顿布里格姆妇女医院手术计划实验室的经验，于1999年在他的硕士毕业论文中首先提出Slicer的原型。随后，Steve Pieper担当Slicer的首席架构师，使3D Slicer的开发工作商业化以达到工业级别的安装包的要求。从1999年以来Slicer的开发一直受到Ron Kikinis领导的手术计划实验室的关注。如今Slicer的开发大部分都是由专业的工程师、算法开发人员和应用领域的科学家合作完成的，其间又有Isomics公司、Kitware公司和GE全球研究院等公司加入Slicer的开发中来，同时不断壮大的Slicer社区也对其发展也产生了巨大贡献。开发Slicer的最初设想是用于神经外科手术引导治疗、可视化和分析的系统，但是经过十几年的发展，Slicer已经成为一种不仅能够应用于各种临床和临床前的研究应用，还能够用于非医疗图像分析的综合平台。Slicer的开发和维护主要受到美国国家卫生研究院的资助，与此同时，Slicer也受益于其庞大的开发者社区，社区中的各种团队和个人使用者通过报告使用Slicer时遇到的软件问题、提出问题解决方案和开发新工具等来不断完善和拓展Slicer的功能。

Slicer的主要特征有广泛的功能、扩展性好、平台独立和无限制的软件许可等，这些特征正是其他同Slicer功能相似的商业和开源软件工具或工作站无法比拟的。由于商用影响工作站和图像分析工具通常不能被终端用户扩展功能，开发模型不也是以接受新工具为导向的，还可能需要专门的硬件，使得他们在需要开发新的图像分析方法的工程中的应用受到很大限制。同时现有的很多商用影像工作站和图像分析工具的价格通常非常昂贵，不是所有的学术研究者都能买得起这些系统。和这些商用工作站相比，3D Slicer为学术研究者们提供免费的研究平台并且不需要专门的硬件设备，此外3D Slicer还支持多操作系统，如Windows，Mac OS X和Linux。

1. **3D slicer的系统结构**

3D Slicer采用模块化和分层的体系结构，如图1-1所示。

[1] 唐泽圣 三维数据场可视化[M].北京：清华大学出版社，1999.

[2] Nieolas J. Dusaussay, Robert N. Yaneey et al. Image Process FOR CT-Assisted Reverse Engineer and Part Charaeterization[J].IEEE, vol. 4, no.2, 2002

[3] http://www.analyzedirect.com/Analyze/

[4] http://www.mitk.net/