

# 国内医学图像处理技术的最新动态

田 娅<sup>\*1</sup> 饶妮妮<sup>1</sup> 蒲立新<sup>2</sup>

(1. 电子科技大学生命科学与技术学院 成都 610054; 2. 成都金盘电子科技大学多媒体技术有限公司 成都 610054)

**【摘要】**阐述了医学图像处理技术的发展动态,介绍了目前国内在三维医学图像的可视化和基于 PACS 的医学图像压缩在医学图像处理方面的进展。在比较各种技术在相关领域中应用的基础上,提出了医学图像处理技术发展所面临的相关问题及其发展方向。

**关键词** 医学图像处理; 可视化; 图像分割; 图像匹配; 图像融合; 图像存档通信系统  
中图分类号 TP391; R318.5

## Trends of Domestic Medical Image Processing

Tian Ya<sup>1</sup> Rao Nini<sup>1</sup> Pu Lixin<sup>2</sup>

(1.College of Life Science and Technology, UEST of China Chengdu 610054;

2.Chengdu Gold Disk UEST of China Multimedia Technology Co., Ltd Chengdu 610054)

**Abstract** This paper summarizes the dynamic developing trend of these medical image processing, further describes the latest research issues: 3D visualization and the medical image compression based on PACS. On the basis of analyzing the relative technologies, the problems have been put forward what we are facing with the development of medical processing technology. In the end we prospected their research foreground, it's the trend that people will be paying more and more attention to the technology on medical image processing.

**Key words** medical image processing; image segmentation; image match; data fusion; picture archiving communication system

近20多年来,医学影像已成为医学技术中发展最快的领域之一,其结果使临床医生对人体内部病变部位的观察更直接、更清晰,确诊率也更高。70年代初,X-CT的发明曾引发了医学影像领域的一场革命,与此同时,核共振成像、超声成像、数字射线照相术、发射型计算机成像和核素成像等也逐步发展。计算机和医学图像处理技术作为这些成像技术的发展基础,带动着现代医学诊断正产生着深刻的变革<sup>[1]</sup>。各种新的医学成像方法的临床应用,使医学诊断和治疗技术取得了很大的进展,同时将各种成像技术得到的信息进行互补,也为临床诊断及生物医学研究提供了有力的科学依据。因此,医学图像处理技术一直受到国内外有关专家的高度重视。

### 1 医学图像处理技术

医学图像处理技术包括很多方面,本文主要介绍分析图像分割、图像配准和融合以及伪彩色处理技术和纹理分析在医学领域的应用和发展。

图像分割就是把图像中具有特殊涵义的不同区域分离开,这些区域使互不相交的每一个区域

2002年6月25日收稿

\* 女 25岁 硕士生

都满足特定区域的一致性。它是图像处理与图像分析中的一个经典问题。目前针对各种具体问题已经提出了许多不同的图像分割算法,对图像分割的效果也有很好的分析结论。但是由于图像分割问题所面向领域的特殊性,至尽尚未得到圆满的、具有普适性的解决方法<sup>[2]</sup>。图像分割技术发展至今,已在灰度阈值分割法、边缘检测分割法、区域跟踪分割法的基础上结合特定的理论工具有了更进一步的发展。比如基于三维可视化系统结合Fast Marching算法和Watershed变换的医学图像分割方法,能得到快速、准确的分割结果<sup>[3]</sup>。

图像分割同时又是进行三维重建的基础,分割的效果直接影响到三维重建后模型的精确性,分割可以帮助医生将感兴趣的物体(病变组织等)提取出来,帮助医生能够对病变组织进行定性及定量的分析,从而提高医生诊断的准确性和科学性<sup>[4]</sup>。

如何使多次成像或多种成像设备的信息得到综合利用,弥补信息不完整、部分信息不准确或不确定引起的缺陷,使临床的诊断治疗、放疗定位、计划设计、外科手术和疗效评估更准确,已成为医学图像处理急需解决的重要课题。医学图像配准是通过寻找某种空间变换,使两幅图像的对应点达到空间位置和解剖结构上的完全一致。要求配准的结构能使两幅图像上所有的解剖点,或至少是所有具有诊断意义以及手术区域的点都达到匹配<sup>[5]</sup>。目前医学图像配准方法有基于外部特征的图像配准(有框架)和基于图像内部特征的图像配准(无框架)两种方法。后者由于其无创性和可回溯性,已成为配准算法的研究中心。基于互信息的弹性形变模型也逐渐成为研究热点。互信息是统计两个随机变量相关性的测度,以互信息作为两幅图像相似性测度进行配准基于如下原理:当两幅基于共同的解剖结构的图像达到最佳配准时,它们对应的图像特征的互信息应为最大<sup>[6]</sup>。

图像配准是图像融合的前提,是公认难度较大的图像处理技术,也是决定医学图像融合技术发展的关键技术。近年来国外在图像配准方面研究很多,如几何矩的配准、利用图像的相关系数、样条插值等多项式变换对图像进行配准。国内研究人员也提出了一些相应的算法:对于两幅图像共同来估计其正反变换的一种新的图像配准方法,称为一致图像配准方法;采用金字塔式分割,进行多栅格和高分辨率的图像配准,称为金字塔式多层次图像配准方法;为了提高CT、MRI、PET多模态医学图像的三维配准、融合的精度,还可以采用基于互信息的方法<sup>[7]</sup>。

在图像配准方面,在努力提高配准精度的同时,目前提出的多种方法都尽量避免人工介入,力求整个过程自动化,其结果导致实现算法的过程复杂而耗费时间,文献[5]已进行研究,试图实现基于人机交互的快速图像配准策略,同时根据图像的不同成像模式选择合适的配准测度也十分重要。

不同的医学图像提供了相关脏器的不同信息,图像融合潜力在于综合处理应用这些成像设备所得信息以获得新的有助于临床诊断的信息。利用可视化软件,对多种模态的图像进行图像融合,可以准确地确定病变体的空间位置、大小、几何形状及它与周围生物组织之间的空间关系,从而及时高效地诊断疾病,也可以用在手术计划的制定、病理变化的跟踪、治疗效果的评价等方面。在放疗中,利用MR图像勾勒出肿瘤的轮廓线,也就是描述肿瘤的大小;利用CT图像计算出放射剂量的大小以及剂量的分布,以便修正治疗方案。在制定手术方案时,对病变与周围组织关系的了解是手术成功与否的关键,所以CT与MR图像的融合为外科手术提供有利的佐证,甚至为进一步研究肿瘤的生长发育过程及早期诊断提供新的契机。在CT成像中,由于骨组织对X线有较大的吸收系数,因此对骨组织很敏感;而在MR成像中,骨组织含有较低的质子密度,所以MR对骨组织和钙化点信号较弱,融合后的图像对病变的定性、定位有很大的帮助<sup>[8]</sup>。由于不同医学成像设备的成像机理不同,其图像质量、空间与时间特性有很大差别。因此,实现医学图像的融合、图像数据转换、图像数据相关、图像数据库和数据理解都是亟待解决的关键技术<sup>[9]</sup>。

对一幅黑白图像,人眼一般只能辨别出4到5比特的灰度级别,而人眼能辨别出上千种不同的颜色。针对这一特点,人们往往将黑白图像经过处理变为彩色图像,充分发挥人眼对彩色的视觉

能力，从而使观察者能从图像中取得更多的信息，这就是伪彩色图像处理技术。

医学图像大多是黑白图像，如X、CT、MRI、B超图像等。经过伪彩色处理技术，即密度分割技术，提高了对图像特征的识别。通过临床研究对X线图片、CT图片、MRI图片、B超图片、内镜图片均进行了伪彩色技术的尝试，取得了良好的效果，部分图片经过处理后可以显现隐性病灶。例如对X线图片，在乳腺造影中伪彩色处理能鉴别囊性病、良性和恶性肿瘤，同样，钡餐造影图片和各种X线图片也得到良好的诊断效果<sup>[10]</sup>。

纹理是人类视觉的一个重要组成部分，迄今为止还难以适当地为纹理建模。为此有关专家进行了大量的探索研究，但未能获得有关纹理的分析、分类、分割及其综合的有效解释<sup>[11]</sup>。有研究针对肝脏疾病难以根除、危害面广的问题，采用灰度梯度共生矩阵的方法，分别提取纤维化肝组织和正常肝组织的CT图像的纹理特征，提出了基于灰度梯度共生矩阵的小梯度优势、灰度均方差、灰度熵等参数作为图像的纹理特征量。通过选取的纹理参数，可以看到正常组和异常组之间存在显著性差异，为纤维化CT图像临床诊断提供了依据<sup>[12]</sup>。

## 2 三维医学图像的可视化

三维医学图像的可视化通常是利用人类的视觉特性，通过计算机对二维数字断层图像序列形成的三维体数据进行处理，使其变换为具有直观立体效果的图像来展示人体组织的三维形态。三维医学图像可视化技术通常分为面绘制和体绘制两种方法。体绘制技术的中心思想是为每一个体素指定一个不透明度，并考虑每一个体素对光线的透度、发射和反射作用。

医学数据的可视化，已成为数据可视化领域中最活跃的研究领域之一。实现三维数据可视化的方法很多，空间域方法的典型算法包括：射线投射法、足迹法、剪切-曲变法(目前被认为是一种速度最快的体绘制算法)等；变换域方法的典型算法有频域体绘制法和基于小波的体绘制法，其中小波的体绘制技术显现出较好的前景<sup>[13]</sup>。以上可以利用的三维可视化软件有AVS、Analyze、amira、3Dslicer等，其中Analyze是专为生物医学图像的研究而开发的图像可视化软件。

利用二维断层数据进行三维重建，可以更为直观地显示人体器官的各个解剖结构的形态及它们之间的毗邻关系，为基础研究和手术规划及手术过程模拟提供参考。鼻部是人体内解剖结构比较复杂的部位之一，可以利用3D Slicer来尝试实现鼻部部分解剖结构的三维可视化，以此为可视化虚拟人体模型的建立探索一种精确的重建方法和显示手段，同时也可为医疗工作者提供更为细致、完全和快捷的观察方案<sup>[14]</sup>。

随着互联网技术不断发展，跨越空间限制的远程虚拟现实技术已经逐步成为可能。基于虚拟现实技术利用美国国家医学图书馆VHP(Visible Human Project)完整数据重建可视人体，综合VTK、VRML、OpenGL等可视化平台的优势，采用三维互动、空间电磁定位、立体视觉等虚拟现实技术，实现了全数字可拆装人体骨骼的本地和远程互动学习。三维虚拟现实让“遨游”人体世界成为可能，可以呈现一个物理上并不存在但又实实在在“看得见”、“摸得着”的“真实”人体，使用者可以无数次地“解剖”这个虚拟人以了解人体的结构<sup>[15]</sup>。

在临床方面，提出了一种用AVS/Express开发的基于PC的Le Fort I手术模型系统原型。利用AVS/Express大量预制的可视化编程对象模块，快速构建系统的结构框架和功能模块，生成的原型能对以DICOM(Digital Imaging and Communications in Medicine)格式存储的颅颌面CT序列断层图像进行预处理，并进行三维重建，在交互式操作环境中，显示颅颌面各种组织的解剖结构，进行相应的三维测量，模拟Le Fort I手术的截骨头，对截骨段实行任意的平移颌旋转<sup>[16]</sup>。在体视化方面一直致力于提高重建速度(实时显示利于交互操作)，使重建效果理想，减少冗余信息及存储空间。具体需要考虑：1) 不完全数据提出一个足够精确的数据提取方案；2) 什么算法能够快速准确地实现图像重建。人体器官是一个高精度庞大的结构，所建模型还应考虑临床实用方面的因

素以及某些特殊部位的个体差异,针对不同的生理组织应采用不同的分割方法<sup>[17]</sup>。

### 3 针对PACS的图像压缩

PACS(Picture Archiving and Communication System,图像存档及通信系统)是近年来国内外新兴的医学影像信息技术,是专门为医学图像管理而设计的,包括图像获取、处理、存储、显示或打印的软硬件系统,是医学影像、数字化图像技术、计算机技术和网络通信技术相结合的产物。显然,计算机网络是PACS的重要组成部分,它负责提供底层图像传输服务,是PACS的软硬件基础,正是通过各个层次的网络才将PACS中的图像获取、存储显示以及医疗数据的管理等单元连为一体,使之形成一个统一、高性能的系统。PACS需要解决数据传输和图像存储的问题,如何利用有限的存储空间存储更多的图像,医学图像压缩是关键的技术之一。

医学图像数据量是非常惊人的,建立PACS的许多技术困难都与之有关,如图像的存储、传输、显示等。从图像压缩还原的角度出发,图像压缩方法可分为无损压缩和有损压缩两大类,常用的无损压缩方法有差分脉冲预测编码、多级内插方法等。常用的有损压缩方法有离散余弦变换(DCT)、全帧离散余弦变换、重叠正交变换(LOT)、自适应预测编码和神经网络法等,近年来又出现了分形和小波变换编码<sup>[18]</sup>。如何对医学图像进行压缩,是近年来图像处理技术中的一个重点研究的问题<sup>[19]</sup>。

医学图像的压缩无疑是减低应用系统成本,提高网络传输效率,减少存储空间的一个重要途径。DICOM作为医学图像与通信的重要标准,加入了对图像压缩算法的支持。目前DICOM正在研究对最新的压缩标准JPEG2000支持的可能性。随着新一代静态图像压缩标准JPEG 2000的发展,小波理论在这个领域成为研究的热点,在这方面文献[20]提出了面向任务的医学图像压缩的概念。医学图像是医学诊断和疾病治疗的重要根据,在临床上具有非常重要的应用价值。确保医学图像压缩后的高保真度是医学图像压缩首要考虑的因素,现在医学图像上常常采用无损压缩,因为它能够精确地还原原图像。但是无损图像压缩的压缩比很低,一般为2~4;而有损图像压缩的压缩比可以高达50,甚至更高。所以将这两种压缩方法在保证使用要求的基础上结合起来,在获取高的压缩质量的前提下提高压缩比。因此,医学图像被人为地划分为两个区域:1)包含重要诊断信息的区域,其错误描述的代价非常高,所以此感兴趣区域(ROI Region of Interest)需要高重构质量的压缩方案;2)非感兴趣区域则要求达到尽可能高的压缩比,即需要在某一框架下将无损压缩与有损压缩统一起来,这也是目前医学图像研究领域的一个热点。我们的工作就集中在小波理论框架下实现面向任务的医学图像压缩,由于并非所有的小波基都适合于分解图像,所以前期工作的重点在MATLAB的仿真上,考虑到部分所选医学图像的ROI区域和非ROI区域的对比度不很理想的情况,图像分割的最优算法是考虑的一个方面。压缩比方面在满足一般性的图像条件下针对某些特殊图像也会有相应的考虑,目前的工作是在VC平台下实现面向任务的医学图像压缩。

在医学图像压缩方面,许多学者结合模式识别、计算机视觉、神经网络理论、小波变换和分形理论等探索图像编码的新途径,同时人的视觉生理心理特性的研究成果也开拓了人们的视野,给从事图像编码技术研究的学者带来了新的启迪。但随着网络技术在医学领域的广泛应用,更加细致的要求也逐渐被提出来了。

### 4 结束语

随着远程医疗技术的蓬勃发展,对医学图像处理提出的要求也越来越高。以“千禧年的技术挑战和全球机遇”为主题的IEEE生物医学信息学和生物医学工程学(BIBE)国际会议的一个重要议题就是“多媒体、虚拟现实、可视化、高级图像处理和机器人在医学中的应用”。医学图像处理技术发展至今,各个学科交叉渗透已是发展的必然趋势,其中还有很多亟待解决的问题。有效地

提高医学图像处理技术的水平，与多学科理论的交叉融合、医务人员和理论技术人员之间的交流就显得越来越重要。总之，医学图像作为提升现代医疗诊断水平的有力依据，使实施风险低、创伤性小的化疗、手术方案成为可能，必将在医药信息研究领域受到更多的关注<sup>[21]</sup>。

### 参 考 文 献

- 1 Phillip V P. New medical imaging technology. *Biomedical Engineering*, 1988, 113-114
- 2 于 水, 马范援. 一种基于数据融合的医学图像分割方法. *计算机辅助设计与图形学学报*, 2001, 13(12): 1073-1076
- 3 朱付平, 田 捷. 一种基于虚拟人体的分割方法. 第九届全国医药信息学大会 CMIA'02论文集, 2002, 365-368
- 4 何晖光, 田 捷, 赵明昌, 等. 基于分割的三维医学图像表面重建算法. *软件学报*, 2002, 13(2): 219-226
- 5 周永新, 罗述谦. 一种人机交互式快速脑图像配准系统. *北京生物医学工程*, 2002, 21(1): 11-14
- 6 杨 虎, 马斌荣, 任海萍, 等. 基于互信息的人脑图像配准研究. *中国医学物理学杂志*, 2001, 18(2): 69-73
- 7 唐 莉, 李 冉, 罗述谦. 几种图像配准方法的研究. 第九届全国医药信息学大会 CMIA'02论文集, 2002, 361-365
- 8 汪家旺, 罗立民, 舒华忠, 等. CT、MR 图像融合技术临床应用研究. *影像技术学*, 2001, 8: 604-608
- 9 Torsten B, Olivier C, Jean P T. Multi-modal medical image registration: from information theory to optimization objective. *Digital Signal Processing*, 2002. DSP 2002 14<sup>th</sup> International Conference on, 2002, 1: 399-406
- 10 蓝春生, 蓝 鹏, 曹煜媛. 在医学图像中的假彩色技术. 第九届全国医药信息学大会 CMIA'02论文集, 2002, 324-326
- 11 刘传才, 杨静宇. 一种新的图像纹理表示方法. *计算机学报*, 2001, 24(11): 1303-1309
- 12 童隆正, 王 磊, 陈瑞芬, 等. 肝纤维化的 CT 图像纹理分析. 第九届全国医药信息学大会 CMIA'02论文集, 2002, 334-336
- 13 张尤赛, 陈福民. 三维医学图像的体绘制技术综述. *计算机工程与应用*, 2002, 38(8): 18-19
- 14 董 硕, 罗述谦. 基于3D Slicer的 CT 图像鼻部三维重建. 第九届全国医药信息学大会 CMIA'02论文集, 2002, 318-321
- 15 洪 波, 刘 凯, 李银波, 等. 基于虚拟现实技术的可视人体. 第九届全国医药信息学大会 CMIA'02论文集, 2002, 314-317
- 16 张韶岷, 叶志前, 徐庐生. 一种用 AVS/Express 开发的基于 PC 的 Le Fort I 手术模拟系统原型. 第九届全国医药信息学大会 CMIA'02论文集, 2002, 331-333
- 17 韩博闻, 田 捷, 王 岩. 医学图像软组织分层显示的设计与实现. *计算机应用研究*, 2001, (2): 1-3
- 18 Michael G S. Review of compression methods for medical images in PACS. *International Journal of Medical Informatics*, 1998, 52(1-3): 159-165
- 19 张 敏, 黄继武, 戴宪华, 等. 面向任务的医学图像压缩. *中国图像图形学报*, 2001, (7): 675-680
- 20 Salih B G, Carlo T, Bernd G. Medical image compression based on region of interest, with application to colon CT images. *Engineering in Medicine and Biology Society*, 2001: 2453-2456
- 21 尧德中, 李永杰, 周山宏. 生物医学中的信息技术. *电子科技大学学报(社科版)*, 2001, 3(2): 3-9