

# 医学图像处理技术的发展方向

周滢滢 郭鑫萌 曲媛媛

(山东协和学院 山东济南 250109)

摘要: 随着医学成像和计算机辅助技术的发展从二维医学图像到三维可视化技术成为研究的热点。文章主要介绍了医学图像处理的基本技术, 对图像分割、图像配准、图像融合、伪彩色处理和纹理分析技术进行了综述。介绍了三维医学图像的可视化指出医学图像处理的发展方向。

关键词: 医学图像处理; 图像分割; 图像配准; 图像融合; 伪彩色处理; 纹理分析技术; 可视化

## 1 引言

随着医学影像技术的日益成熟以及各种各样医学影像设备在医院中广泛使用, 可以更加便捷的获取人体内部组织信息图像以便精准获知病患信息用于辅助医生诊断甚至用于手术规划及时治疗。具有重大的社会效益和广泛的应用前景。

## 2 医学图像处理技术

医学图像处理的对象是各种不同成像机理的医学影像。广泛使用的医学成像模式主要分为 X 射线成像 (X-CT)、核磁共振成像 (MRI)、核医学成像 (NMI) 和超声波成像 (UI) 这四类

### 2.1 医学图像分割

图像分割就是把图像分成若干个特定的、具有独特性质的区域并提出感兴趣目标的技术和过程。它是由图像处理到图像分析的关键步骤。医学图像分割是将原始的 2D 或 3D 图像划分成不同性质 (如灰度、纹理等) 的区域, 从而把感兴趣的区域提取出来。医学图像分割是一种非常具有研究价值和研究意义的领域, 对疾病诊断、图像引导手术以及医学数据可视化等有重要作用, 为临床诊疗和病理学研究提供可靠的依据。

2D 序列模型可以用来分割拥有时间轴的数据, 例如相机视频, 内窥镜视频等等。序列模型也可以应用于 3D 医学数据分割, 但是使用 3D 卷积处理 3D 数据要比使用 2D 序列模型逐切片处理 3D 数据的更有优势。因为在理想情况下, 在 3D 数据中直接观察整个感兴趣对象 (病灶或器官) 可以更加准确地捕获对象的几何信息, 而在逐切片处理 3D 数据时可能会丢失这些几何信息。因此, 一个可研究的方向是 2D 序列模型设计和 3D 卷积模型的设计, 来处理点云、CT、MRI 等三维数据。

在医学图像分割任务中, 研究人员已趋向于使用经典交叉熵和一个基于距离或重叠度量加和的损失函数, 此外有可能加入从先验知识得到的正则化项。特别对于医学数据, 将领域知识或先验知识 (例如在深层模型中明确编码不同器官的位置) 结合起来更加明智。尽管基于重叠度的损失函数适用于类不平衡的情况, 但是仅使用基于重叠度的损失函数会在分割小前景的情况下过度惩罚模型, 导致训练的不稳定。而同样针对小前景情况, 交叉熵损失要更加稳定, 可以得到更加合理地损失值。损失函数设计相对而言是一个门槛比较高的方面, 一般情况下我们可以直接使用比较成熟的基于交叉熵和重叠度融合的损失函数, 例如 Combo Loss。如果需要改进的话, 可以在交叉熵损失函数或重叠度损失函数的基础上, 加入由先验知识指导的正则化项。另一个可尝试的途径是基于神经架构搜索的自动损失函数 (或正则项) 搜索。

### 2.2 图像配准和图像融合

在临床诊断上, 医生常常需要各种医学图像的支持, 如 CT、MRI、PET、SPECT 以及超声图像等, 但无论哪一类的医学图像往往都难以提供全面的信息, 这就需要患者的各种图像信息综合研究, 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。而这就首先必须解决图像的配准 (或叫匹配) 和融合问题。医学图像配准是确定两幅或多幅医学图像像素的空间对应关系; 而融合是指将不同形式的医学图像中的信息综合到一起, 形成新的图像的过程图像配准是图像融合必需的预处理技术, 反过来, 图像融合是图像配准的一个目的。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。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近年来, 医学图像配准技术有了新的进展, 在配准方法上应用了信息学的理论和方法, 例如应用最人化的互信息量作为配准准则进行图像的配准, 在配准对象方面从二维图像发展到三维多模医学图像的配准。在医学图像配准技术方面引入信号处理技术, 例如傅氏变换和小波变换。另外, 非线性配准也是近年来研究的热点, 它对于非刚性对象的图像配准更加适用, 配准结果更加准确。向快速和准确方面改进算法, 使用最优化策略改进图像配准以及对非刚性图像配准的研究是今后医学图像配准技术的发展方向。

### 2.3 伪彩色处理技术

图像的伪彩色处理技术, 是将黑白图像变成彩色图像, 也可以将原来有彩色的图像转换成给定彩色分布的图像。如不同谱能遥感图像。彩色图像中的彩色是根据黑白图像的灰度级或其他图像特征 (如空间频率成分) 人为给定的。这是一种视觉效果明显, 而又不大复杂的图像增强技术, 在国内也是发展较快的一种图像处理技术。缺点是对于相同物体或大物体各个部分因光照等条件不同, 会形成不同的灰度级, 结果会产生不同彩色。往往产生错误的判断。在质量较高的黑白底片和 x 光片中, 往往有些灰度级相差不大, 但包含着丰富的信息。可是人眼分辨灰度级能力较差, 一般只有几十级, 无法从图像中提取这些信息。但是我们知道人眼对色彩的分辨率较高, 达几百种甚至上千种。因此通常将图像中的不同灰度级转换成不同的彩色, 且分割越细, 彩色越多, 人眼所能提取信息也越多, 从而达到图像增强的效果。伪彩色处理技术不仅适用于航摄和遥感图片, 也可以用于 x 光片及云图判读等方面。可以用计算机去做, 也可以用专用硬件设备来实现, 如美国 DIGICOL 电子观察仪 6010, 日本 PHOSDAC.700, 1000, 1200, 国产 NST.1 密度分割伪彩色仪。其中国产 NST.1 密度分割伪彩色仪, 能分出 12 级灰度以 12 种彩色显示, 并可计算出某-彩色面积占全图比例等。为了实时观察 (如云图判读), 多数采用专用硬件设备。伪彩色处理技术可以在空间域里实现, 也可以在频率域里实现。伪彩色图像可以是连续彩色 (如彩色电视图像) 也可以由几种彩色单独构成。

图像的伪彩色处理作为一种重要的图像处理技术, 从 80 年代起, 就有很多研究人员为此付出巨大的努力。迄今为止, 文献报道的处理方法有很多种。但些方法从根本上说, 可以归为三类: 基于图像分割的方法, 基于灰度级-彩色变换的方法, 基于滤波的方法。实际上, 大多数新的处理方法都是以这三类方法为基础演变而来的。本文的研究内容是基于第一种方法—基于图像分割的方法。这种方法的原理图如下:

图像处理->图像预处理->图像分割->颜色填充->处理后图像

这种方法的关键技术是对图像进行有效的分割。因此本文把研究重点放在了对图像进行有效的分割上面。

图像分割 [11,2] 是图像分析和模式识别的第一步, 而且是图像分析和模式识别基本而又重要的一个组成部分, 是图像处理中难度最大的部分之一, 它决定了图像最终分析结果的质量。通常所说的图像分割是将一幅图像分成不同的区域, 同一区域有同类性, 而任意两相邻区域不具有此同类性。发展到今天, 灰度图像分割的技术已经比较成熟。彩色图像的分割也逐步引起人们的关注 [13], 主要有下述原因: (1) 彩色图像比灰度图像能提供更多的信息; (2) 随着个人计算机处理能力的大大

(下转第 226 页)

(上接第 224 页)

增强,快速处理彩色图像硬件条件已经成熟。

通过运用 RGB 各分量及其变换(线性、非线性),能将对灰度图像分割的技术应用到彩色图像领域。但是关于彩色图像分割的文献资料还较少,目前研究主要集中在两个方面:一是讨论一些彩色表示法的性质,分割方法和色彩空间;二是运用基于边缘和基于区域的分割技巧进行彩色图像的复杂纹理分割。彩色图像分割的步骤一般分为预处理、颜色空间的选择、分割算法实施及后处理。根据分割算法的理论依据不同,彩色图像分割方法可分为基于阈值技术、基于颜色聚类技术、基于区域增长技术、基于分裂与合并技术、基于区域竞争技术以及基于神经网络技术等算法。它们是针对不同的应用领域、处理对象和分割精度要求发展起来的。这种分类是不严格的,为了达到一定的分割精度,或者为了降低运算量,往往把几种方法结合起来对图像进行分割。

#### 2.4 纹理分析技术

纹理分析是从遥感图像分析技术中发展起来的。纹理分析是指通过一定的预处理技术抽取图像纹理特征,并对纹理进行定量或定性的描述,它一直是数字图像处理与计算机视觉领域研究的热点和难点。图像纹理分析方法主要包括统计分析法,结构分析法。其次,还有频谱分析法,模型分析法。统计分析法主要是从图像有关属性的统计出发,基于图像像素的灰度值得分布与相互关系,找出反映这些关系的特征。基本原理是选择不同的统计量对纹理图像的统计特征进行提取。结构分析法是分析图像纹理的结构,从中获取结构特征。首先将纹理看成许多纹理基元按照一定位置的规则组成,然后分两步处理。

#### 3 三维医学图像可视化

三维可视化也成三维重建,是指通过对获得的数据或二维图像信息进行处理,生成物体的三维结构,并按照人的视觉习惯进行不同效果的显示。

多排螺旋 CT 等的应用使的使用三维形式显示组织和器官变得可行且必要。图像三维显示技术可以更好的显示数据和诊断信息,为医生提供逼真的显示手段和定量分析工具。三维显示还可以避免医生陷入二维图像的数据“海洋”,防止过多浏览断层图像而造成漏诊率上升。

基本的三维可视化技术分为面绘制、体绘制。此外,多平面显示和

曲面显示属于将三维体视数据进行再切面,并将二维切面影像显示出来的技术形式,因此也成二维重建或图像重排。

在诊断以及治疗的过程中,医学图像三维可视化具备极大的优势,不仅有助于医生的诊断,也是现阶段的医学图像处理技术所无法企及的。

不仅如此,三维可视化在教学中可以发挥极大的用处。医学图像的三维可视化,可以客观再现区域的真实情况,减少学生想象的部分,帮助学生真实理解组织结构以及病症特征,减少了学生因为数据抽象所形成的知识误区以及困惑,有助于加深学生对人体以及各种病情的理解。

而在此基础上,可以发展出虚拟内窥镜、外科手术模拟导航等技术,甚至将人体数字化。这将极大增加医生诊断的准确性,以及在外科手术过程中手术的成功率。三维可视化是一个基础,而在此基础上可以发展出多种更加直观,准确的现代化医学技术,这都将给治疗带来极大的便利。

#### 4 总结

医学图像处理技术发展至今,各个学科的交叉渗透已是发展的必然趋势,其中还有很多问题亟待解决。多维、多参数以及多模式图像在临床诊断(包括病灶检测、定性、脏器功能评估、血流估计等)与治疗(包括三维定位、体积计算、外科手术规划等)中将发挥更大的作用。在即将到来的计算机技术与通信网络高度发达的年代里,医学图像还将有更大的发展。

#### 参考文献

- [1]王新成.高级图像处理技术[hq]中国科学技术出版社,2001.
- [2]章鲁,顾顺德.医学图像处理[M].上海:上海科学技术出版社,2002
- [3]聂斌.医学图像分割技术及其发展[J].泰山医学院学报,2002,23(4):423-424
- [4]章毓晋.图像分割[M].北京:科学出版社,2001

通讯作者:曲媛媛 山东协和学院