

# 基于小波分析和模糊聚类的脑磁共振图像分割技术研究

邹瞿超 黄天海 王 力 金锦江 褚永华

浙江大学医学院附属第二医院临床医学工程部 浙江杭州 310000

〔摘要〕图像分割是将输入图像分成具有不同特性的区域并从中提取出我们感兴趣(RIO)的部分或者目标的过程。模糊聚类是用模糊数学方法研究聚类问题,而且在很多领域都有着较为广泛的应用。采用对图像的灰度直方图进行模糊聚类首先得到适宜的灰度值阈,再利用其对图像进行分割,使用小波变换来对入脑核磁共振图像MRI进行去噪和分割,会有较好的分割效果。

〔关键词〕图像分割;模糊聚类;小波分析;MRI

〔中图分类号〕TP391.41 〔文献标识码〕A 〔文章编号〕2095-7165(2019)03-216-02

## Based on wavelet analysis and fuzzy clustering of brain magnetic resonance image segmentation technology research

ZOU Qu-chao, HUANG Tian-hai, Wang li, JIN Jin-jiang, CHU Yong-hua

The Second Affiliated Hospital of Zhejiang University School of Medicine, Department of Clinical Medical Engineering, Hangzhou, Zhejiang Province, 310009

〔Abstract〕Image segmentation is the input image is divided into areas with different characteristics and extract (RIO) we are interested in the part or the target process. Fuzzy clustering is a problem with the fuzzy mathematics method, clustering study, and has become more widely used in many fields. Using the image gray histogram for fuzzy clustering first get appropriate grey value threshold, reuse of image segmentation, use wavelet transform to the human brain MRI MRI image denoising and segmentation, there will be a good segmentation effect.

〔Key words〕Image segmentation; fuzzy clustering; wavelet analysis; MRI

## 0 引言

图像分割是图像分析的第一步,图像分割接下来的任务,如特征提取、目标识别等的好坏,都取决于图像分割的质量如何。图像分割是将整个图像区域分割成若干个互不交叠的非空子区域的过程,每个子区域的内部是连通的,同一区域内部具有相同或相似的特性,这些特性可以是灰度、颜色、纹理等。是图像处理领域中的重要而复杂的步骤<sup>[1]</sup>。

磁共振成像(Magnetic Resonance Imaging, MRI)技术以其非介入性、非损伤性、很少受目标物体运动影响等特点,成为脑疾病临床诊断的重要辅助手段。而MRI图像的精确分割对生物医学研究和I临床应用具有重要的指导意义<sup>[2]</sup>。像分割方法多种多样,现有的图像分割方法主要分以下几类:基于阈值的分割方法、基于区域的分割方法、基于边缘的分割方法以及基于特定理论的分割方法等。

基于聚类分析的图像分割方法是图像分割领域中常用的且应用非常广泛的算法。在聚类分析中,经常使用的是模糊C均值聚类算法,而利用模糊C均值聚类方法来对图像进行分割应该是一个较好的选择<sup>[3]</sup>。小波变换是2002年来得到了广泛应用的数学工具,它在时域和频域都具有良好的局部化性质,而且小波变换具有多尺度特性,能够在不同尺度上对信号进行分析,因此在图像处理和分析等许多方面得到应用<sup>[4]</sup>。

## 1 医学图像分割的方法及历史发展

医学图像分割的研究多年来一直受到人们的高度重视,分割算法也层出不穷<sup>[5]</sup>,随着计算机技术和数字图像技术的发展,图像分割也从人工分割,到半自动自动向智能分割。从国内外总体研究状况来看,图像分割远还没有形成统一的、完整的理论和方法<sup>[6]</sup>。1998年以来,研究人员不断改进原有的图像分割方法并把其它学科的一些新理论和新方法用于图像分割<sup>[7]</sup>。如小波变换边缘检测、分形图像分割、基于马尔科夫随机场模型的纹理分割、模糊聚类与模糊边缘检测、基于人工神经网络的图像分割方法等<sup>[8]</sup>。

### 1.1 基于域值分割的方法

阈值分割算法相对简单,计算量小,稳定性较好,它是最基

本、最简单和应用最广泛的方法<sup>[9]</sup>。经典的阈值分割法是大律法(OTSU),它是由日本学者大律于1979年提出,1985年Kapur等人提出了一维最大熵阈值法,1989年Abutaleb将一维最大熵方法推广到二维,利用图像中各个象素的点灰度值及区域灰度均值生成二维直方图,并以此为依据选取最佳阈值<sup>[10,11]</sup>。

灰度阈值分割法是一种最常用的并行区域技术,它是图像分割中应用数量最多的一类<sup>[12]</sup>。阈值分割方法实际上是输入图像f到输出图像g的如下变换:

$$g(i,j) = \begin{cases} 1 & f(i,j) \geq T \\ 0 & f(i,j) < T \end{cases}$$

其中,T为阈值,对于物体的图像元素 $g(i,j)=1$ ,对于背景的图像元素 $g(i,j)=0$ 。由此可见,阈值分割算法的关键是确定阈值,如果能确定一个合适的阈值就可准确地将图像分割开来。阈值确定后,将阈值与像素点的灰度值逐个进行比较,而且像素分割可对各像素并行地进行,分割的结果直接给出图像区域。

### 1.2 基于区域的分割方法

区域分割的实质就是把具有某种相似性质的像素连通起来,从而构成最终的分割区域。它利用了图像的局部空间信息,可有效的克服其它方法存在的图像分割空间不连续的缺点<sup>[13]</sup>。常用的区域分割方法有:区域生长法和区域分裂合并法,区域生长和分裂合并法是两种典型的串行区域技术,其分割过程后续步骤的处理要根据前面步骤的结果进行判断而确定。基于区域的医学图像分割方法是从某一像素出发按照属性一致性原则,逐步地增加像素,即区域生长,对由这些像素组成的区域使用某种均匀测度函数去测试均匀性。若为真,则继续扩大区域,直到均匀测定为假<sup>[6,14]</sup>。

### 1.3 基于边缘的分割方法

边缘检测是图像分割的一种重要途径,即检测灰度级或者结构具有突变的地方,表明一个区域的终结,也是另一个区域开始的地方。这种不连续性称为边缘。不同的图像灰度不同,边界处一般有明显的边缘,利用此特征可以分割图像<sup>[15]</sup>。有一下四种边

缘检测方法：(1) 基于局部模板的边缘检测方法；(2) 基于数学形态学的边缘检测方法；(3) 基于代价函数的边缘检测方法；(4) 基于变形模板的边缘检测方法<sup>[13,16]</sup>。

## 2 模糊聚类的分割方法

一种被广泛应用的基于分类的医学图像分割算法是聚类方法。聚类算法是一种目前非常流行的非监督分类算法，它是通过相似性的概念来把像素或体素划分到它所属的类型<sup>[17]</sup>。模糊集理论对于图像的不确定性却有着很好的描述能力，并且对于噪声具有很好的鲁棒性，所以许多学者都将模糊理论应用到图像分割中。

聚类方法中比较常用的一种方法是模糊 C 均值算法 (Fuzzy C. Means, FCM)。该算法是一种无监督模糊聚类后的标定过程，非常适合于医学图像中存在不确定性和模糊性的特点<sup>[6,18,19]</sup>。该算法的优点在于：(1) 可形成原始图像的细致的特征空间，不会产生偏倚；(2) 无需人工干预，分割过程是完全自动的；(3) 对噪声敏感度较低。但该算法收敛速度慢，而且易受初始值设置的影响，不当的初始值可能会使算法陷入局部极小值，得到不准确的分割结果。

### 2.1 基于小波分析和变换的方法

小波变换是近年来得到了广泛应用的数学工具，它在时域和频域都具有良好的局部化性质，从时域和频域综合角度来研究信号，被认为是符合人类视觉感知特点的图像分割方法。基于小波分析和变换的图像分割主要包括多尺度边缘检测和分辨率阈值选取，而且具有抗噪性能<sup>[1]</sup>。小波变换图像分割可以避免许多基于区域的分割方法遇到的困难：过度分割和忽略细小区域。它能有效地控制分割过程，提取出所希望地特征<sup>[6]</sup>。

### 2.3 基于小波去噪和模糊聚类的分割方法

磁共振成像的噪声主要来自人体和电路元器件。共振激发时，由于射频场的变化，人体内我们感兴趣区域所包围的组织会产生涡流电场。在人体中，涡流电场的产生必然会带来涡流电流，继而在人体内产生欧姆热，从而产生噪声<sup>[22]</sup>。将噪声去除而不损失组织的信息有利于后继图像处理，需要对输入的图像进行去噪的预处理过程就是通过小波分析的方法进行的。

以小波分析去噪，用模糊聚类对图像进行分割，是一种比较合理的图像分割方法，在对脑 MRI 图像分割中有不错的效果。图像去噪在信号处理中是一个经典的问题，传统的去噪方法大多采用平均或线性的方法，但去噪效果不够好。随着小波理论的同益完善，它以自身良好的时频特性在图像去噪领域受到了越来越多的瞩目，开辟了用非线性方法进行图像去噪的新篇章<sup>[20-22]</sup>。

## 3 总结和展望

图像分割是图像处理和分析的最为关键的一个环节，也是一个经典难题。在实际分割时，根据待分割图像的不同特点，以及图像的应用环境，结合已知的先验知识，利用多种分割技术，选用符合具体图像特性的分割模型和分割算法，这在一定程度上制约了医学图像处理技术的发展。

医学图像分割的算法把多种理论结合起来应用，相互补充相互协助，达到更加完善的分割效果，随着图像分割技术研究的不断深入，各种理论的应用，图像分割方法将向更快捷、更精确、更智能的方向发展，图像分割方法的研究需要与新理论、新工具和新技术结合起来才能有所突破和创新。

模糊理论、知识学习、以及神经网络技术仍将是今后医学图

像分割的研究热点。

## [参考文献]

- [1] 张石, 王军辉, 董建成, 等. 医学显微图像分割方法研究进展 [J]. 中国生物医学工程学报, 2007, 26(4):623-629.
- [2] 纪则轩. 基于模糊聚类的脑磁共振图像分割技术研究 [D]. 南京理工大学, 2012.
- [3] 徐菱. 基于遗传算法的图像分割方法的研究 [D]. 江南大学, 2008.
- [4] 温旭. 基于小波变换的 GPS 整周跳变的探测及修复 [D]. 江西理工大学, 2008.
- [5] 邱明, 张二虎, QiuMing, 等. 医学图像分割方法 [J]. 计算机工程与设计, 2005, 26(6):1557-1559.
- [6] 朱泉同. 人脑 MR 图像分割方法研究 [D]. 南京信息工程大学, 2008.
- [7] 邱磊. 基于模糊聚类彩色图像分割的方法 [D]. 昆明理工大学, 2012.
- [8] 赵志峰, 张尤赛. 医学图像分割综述 [J]. 江苏科技大学学报自然科学版, 2003, 17(3):43-48.
- [9] 范安. 基于遗传算法和模糊理论的图像分割研究 [D]. 中国人民解放军信息工程大学, 解放军信息工程大学, 2012.
- [10] Kapur J N, Sahoo P K, Wong A K C. A new method for gray-level picture thresholding using the entropy of the histogram[J]. Computer Vision Graphics & Image Processing, 1980, 29(3):273-285.
- [11] Guan A H B, Xuan G R, Bai Y C. Automatic thresholding of gray-level images using two-dimensional Bayes discrimination rule[J]. Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering, 2001:252-257.
- [12] MilanSonka, VaclavHlavac, RogerBoyle. Image processing, analysis and machine vision =[M]. 人民邮电出版社; Thomson Brooks/Cole, 2002.
- [13] 黄峰嵩, 陈春晓, 姚均营. 图像分割方法的研究进展 [J]. 中国医疗器械信息, 2006, 12(12):23-27.
- [14] 张建光, 李永霞. 基于区域的图像分割 [J]. 科技资讯, 2011(26):13-13.
- [15] 李雪林. 基于数学形态学的彩色图像边缘检测算法研究 [D]. 武汉理工大学, 2014.
- [16] 闫海霞, 赵晓晖. 基于数学形态学的边缘检测方法 [J]. 计算机应用研究, 2008, 25(11):3496-3497.
- [17] 李真真. 基于生物地理学优化算法的图像分割技术及应用 [D]. 哈尔滨工程大学, 2013.
- [18] Gupta L, Sortrakul T. A gaussian-mixture-based image segmentation algorithm[J]. Pattern Recognition, 1998, 31(3):315-325.
- [19] Bhanu B, Lee S. Genetic Learning for Adaptive Image Segmentation[M]. Springer US, 1994.
- [20] 孟宪辉. 基于小波分析和模糊聚类的图像分割技术及应用研究 [D]. 南京理工大学, 2012.
- [21] Torrence C, Compo G P. A Practical Guide to Wavelet Analysis[J]. Bulletin of the American Meteorological Society, 1998, 79(79):61-78.
- [22] 陈武凡. 小波分析及其在图像处理中的应用 [M]. 科学出版社, 2002.

(上接第 215 页)

接种管理模式。担负预防接种任务的单位应当与有关部门通力配合，大力增加搜索流动儿童，并促进预防接种服务水平上一个新台阶。

## [参考文献]

- [1] 于茂芝. 流动儿童国家免疫规划疫苗预防接种状况调查探讨 [J]. 临床医药文献电子杂志, 2016, 3(19):3921-3922.

- [2] 欧阳石女, 温素英, 郭美兰. 赣州市于都县流动儿童国家免疫规划疫苗预防接种状况调查 [J]. 基层医学论坛, 2016, 20(12):1696-1697.

- [3] 李宏. 流动儿童计划免疫接种的影响因素分析 [J]. 中国保健营养, 2016, 26(1):299.
- [4] 王莉. 浅析预防接种实际工作中部份儿童免疫空白原因 [J]. 心理医生, 2018, 24(25):312-313.