

伊力亚尔·达吾提, 哈力旦·A. 基于 CT 胸部图像肺结核球的定位[J]. CT 理论与应用研究, 2012, 21(1): 61-65.  
Yiliyaer Dawut, Halidan A. Location of pulmonary tuberculosis in CT pulmonary images[J]. CT Theory and Applications, 2012, 21(1): 61-65.

## 基于 CT 胸部图像肺结核球的定位

伊力亚尔·达吾提, 哈力旦·A<sup>✉</sup>

(新疆大学电气工程学院, 乌鲁木齐 830047)

**摘要:** 随着医学图像处理的快速发展, 病灶区定位在医学应用中越来越引起人们的关注。以 CT 图像为研究对象, 针对肺结核球的定位问题, 先对预处理过的 CT 图像利用阈值技术二值化, 采用形态滤波去除小桥, 然后将每个连通区域标记出来。最终通过包括面积、周长、位置参数及形状参数等特征的决策器来判断确定肺结核球区域, 并且定位出病灶区位置。

**关键词:** CT 图像; 连通区域标记; 决策器; 定位

文章编号: 1004-4140 (2012) 01-0061-05 中图分类号: R 455 文献标识码: A

新疆位于我国西北部, 沙漠覆盖率高。居住在沙漠地区的人们长期生活在沙尘环境中, 因而部分人体肺部发生肺组织纤维化<sup>[1]</sup>引起肺病, 如果能早期发现病情即可便于治疗。但是某些贫困地区的卫生条件落后, 医疗设备差, 因此对于新疆部分缺乏医疗条件的贫困地区具有重要参考意义和应用价值。

随着 CT 成像技术的发展, CT 图像的分辨率越来越高, 图像切片的厚度也越来越薄。因此, 得到的 CT 图像数目大大增加。这直接增加医生的工作量, 导致医生在诊断时出现漏诊和误诊的次数。因此, 人们不断研究改善计算机辅助系统, 并取得了一定的成果。例如, 提出了能够用图像特征表示病理特征<sup>[2]</sup>, 快速诊断的计算机辅助系统; 利用阈值法检测独立肺结节的方法<sup>[3]</sup>。本文结合阈值处理、形态滤波技术, 提出了一种新的自动分割方法, 能快速检测出肺结核球位置, 将它标注出来, 以便医生进一步的参考诊断<sup>[4]</sup>。本文中定位的过程有由 6 个部分组成, 如图 1 所示。

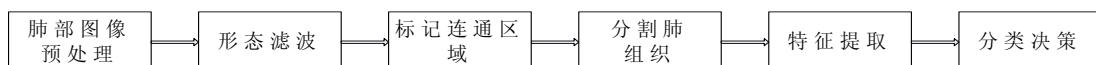


图 1 定位流程图

Fig. 1 The flow chart of Location

### 1 肺部图像预处理

#### 1.1 去噪处理

考虑到 CT 成像过程中可能受到不同来源的噪声 (如病人的衣服、空气、检查床等) 干

收稿日期: 2011-10-28。

基金项目: 新疆少数民族特殊培养计划科研项目 (200923118); 国家自然科学基金 (60865001)。

扰(如图 2 所示), 需要图像预处理过程以滤除随机噪声的影响。初步对原有的 CT 图像简单剪切, 然后采用  $3 \times 3$  大小的中值滤波窗口对剪切后的 CT 图像进行滤波处理<sup>[5]</sup>(图 3)。

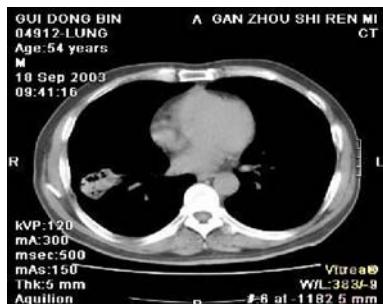


图 2 原始 CT 图像

Fig. 2 Orginal CT image



图 3 去噪后的 CT 图像

Fig. 3 Image after the noise was eliminated

## 1.2 二值化处理

二值化就是对去噪后的 CT 图像进行所要达到的阈值处理。二值化中, 设一个阈值  $S$  值, 和灰度图像的灰度值  $f(x, y)$  比较, 进行二值化, 如式 (1) 所示。

$$R = \begin{cases} 1, & S \leq f(x, y) \\ 0, & S \geq f(x, y) \end{cases} \quad (1)$$

如果灰度值高于  $S$  值置为 1, 低于  $S$  值置为 0, 将增强后的图像二值化。由于肺部区域有特殊性质: 即肺大部分区域的亮度值低, 没有病变时, 在灰度直方图上反映的就是一个单峰的波形, 可能会导致得到的阈值不佳, 形成错分, 所以采用肺部边缘的平均灰度值来弥补。

## 2 形态滤波

经过二值化操作后, 肺部里面存在血管, 节点所形成的小桥, 连接各个高亮度的大小区域, 也会影响病灶区域和其他连通区域连在一起, 误判为非病灶区域。患者肺的边缘存在有较高密度的纤维化病灶(图 7(c)), 在上述的处理中会和胸壁连在一起, 这对下一步确定病灶区位置非常不利, 需要将其断开。考虑到形态学开运算可以有效地消除毛刺和小桥, 所以本文选取半径为 3 个像素、全部都是 1 的圆盘形结构元素。对二值图像进行开运算消除了小桥(图 4)。

## 3 标记连通区域并分割肺组织

CT 图像中正常的肺部和空气的 CT 值比较接近, 所以呈现出黑色。肺实质的部分血管、结节、纤维化等高密度结构显示为白色。而且这些血管、结节、纤维化对应的白色区域的面积要明显小于其他的非肺实质区域对应的白色或黑色区域面积。分别对图像的黑白独立区域进行连通区域标记<sup>[6]</sup>, 得到各连通区域的面积, 同时选取合适的黑白面积阈值。面积小

于相应阈值的区域留下, 大于阈值的删掉。分割中, 也就是把独立的病灶区和一些肺中的正常组织(心脏、血管、气管)要从胸腔中分割<sup>[7]</sup>(图 5), 去除胸壁和胸壁外的其他人体组织, 这是本方法最关键的一步。无论是病灶区还是别的肺内正常组织都要一起分割, 以免病灶区在分割过程中漏掉。



图 4 开运算后的



图 5 分割肺实部



图 6 确定病灶区

Fig. 4 Image after opening operation

Fig. 5 Image after entropy segmentation

Fig. 6 Image of fixing of focal lesion

#### 4 提取特征

当  $M$  为高亮连通区域时, 需要计算以下  $M$  的主要特征<sup>[8]</sup>:

(1) 区域面积  $A$ : 二值图像中区域的面积  $A = \sum_{x=0}^{m-1} \sum_{y=0}^{n-1} f(x, y)$ ,  $A$  就是区域所占像素点的数目, 统计  $f(x, y)=1$  的个数。

(2) 区域周长  $L$ : 区域周长用边界所占面积表示, 也就是边界点数和。采用 4-领域连通方向判断  $M$  的内部点。

(3) 区域质心  $Z$ : 质心为  $\bar{X} = \frac{1}{mn} \sum_{x=0}^{m-1} \sum_{y=0}^{n-1} xf(x, y)$ ,  $\bar{Y} = \frac{1}{mn} \sum_{x=0}^{m-1} \sum_{y=0}^{n-1} yf(x, y)$ ,  $M$  的质量中心。

(4) 二值图像形心  $X$ : 二值图像的形心为  $X = \frac{1}{mn} \sum_{i=0}^{n-1} \sum_{j=0}^{m-1} x_i$ ,  $Y = \frac{1}{mn} \sum_{i=0}^{n-1} \sum_{j=0}^{m-1} y_j$ , 形心是指整个二值图像的中心点。

(5) 区域圆度  $C$ : 区域的和圆的相似度是  $C = \frac{L^2}{4\pi A}$  ( $L$  是  $M$  的边界周长,  $A$  是  $M$  的面积, 区域圆度与  $C$  的值大小成正比)。它可以描述目标的形状和圆接近的程度。区域形状越复杂,  $C$  值越大。

#### 5 分类决策

判别高亮度连通区域  $M$  是否为肺结核球通过一个决策器来实现, 本文中所设计的决策器<sup>[9]</sup>包括的特征<sup>[10]</sup>主要有区域面积  $A$ 、区域周长  $L$ 、区域质心  $Z$ 、二值图像形心  $X$  及区域圆度  $C$  等。决策器的思想借鉴贝叶斯决策器理论, 区域  $M$  要么为肺结核球, 要么不是肺结核球, 所以这是两类的问题, 在限定异常误判为正常的错误率条件下, 使得正常误判为异常的错误率尽可能小。要构造判别函数, 计算决策面方程, 设计分类器, 实际是通过调节参数, 来求解的。经过分类决策, 找出判别为肺结核球的病灶区, 确定它的边缘, 最后将它的位置框出来(图 6)。

## 6 实验结果分析

定位的数据是一个患者的胸部扫描切片，分辨率为  $512 \times 512$ ，共 100 层，层间间距为 5 mm。定位结果，有 81 幅 CT 图像中的肺结核球的位置准确定位，处理一幅 CT 图像需要 2.1 s。经过上述方法得到的定位结果图（图 7 (a) ~ (c)）是不同切片的定位结果。19 幅图像没有被定位出肺结核球，是因为已经严重侵犯胸壁，与肺壁的粘连太多，定位不太准确，所以要进一步研究改进定位方法。

在上述二值化处理中阈值的选取是一个经验值，对不同的 CT 机产生的图像噪声不同，它也稍有不同，利用平均灰度值步骤可以弥补，使得阈值的选取在一个相对较宽的范围内。至于形态滤波，本文采用的圆形结构元素是考虑到它良好的对称性，元素半径选为 3 个像素，如果半径太大，则无法填平边缘的纤维化病灶区。现在医学图像处理是针对 DICOM 3.0 标准下开发的，这对系统和设备有较高的要求。但是贫困地区很难实现这一要求，因此设计简单数据的定位研究是当前实际应用的迫切需求。

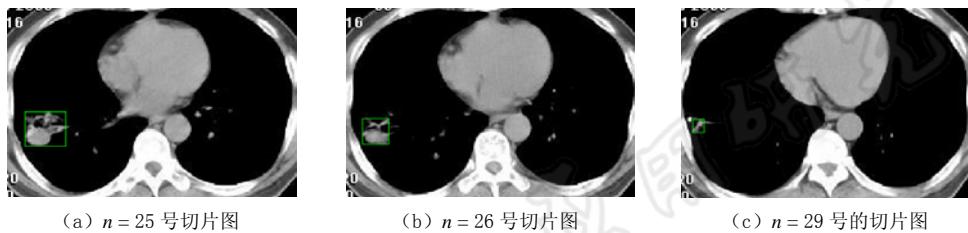


图 7 相邻切片的图像定位结果  
Fig. 7 Image neighbor slices of locating results

## 7 结束语

本文针对 CT 图像肺结核球定位问题，首先对 CT 图像中值滤波做预处理，消除噪声。然后采用自动选取合适的分割阈值，将 CT 图像阈值二值化。采用形态滤波方法去掉小桥，将每个独立连通区域标记出来。最后设计一个分类决策器，通过决策器来一一判别每个连通区域，确定病灶区并框出来。通过上述的过程可以快速定位出肺结核球位置，为医生在诊断时利用和参考定位结果再作进一步诊断，这将可以节省医生的诊断时间和负担，避免漏判和误判。

## 参考文献

- [1] 谭理连, 李扬彬. 实用 CT 诊断学 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2007: 3-17.
- [2] 薛以锋, 鲍旭东, 马汉林, 等. 基于 CT 图像的肺结节计算机辅助诊断系统 [J]. 中国医学物理学杂志, 2006, 23(2): 93-96.  
Xue YF, Bao XD, Ma HL, et al. Computer-aided diagnosis system for pulmonary nodules based on CT image [J]. Chinese Journal of Medical Physics, 2006, 23(2): 93-96.
- [3] 刘露, 刘宛予, 楚春雨, 等. 胸部 CT 图像中孤立性肺结节良恶性快速分类 [J]. 光学精密工程, 2009, 17(8): 2060-2068.  
Liu L, Liu WY, Chu CY, et al. Fast classification of benign and malignant solitary pulmonary nodules in CT image [J]. Optics and Precision Engineering, 2009, 17(8): 2060-2068.

- [4] Sluimer I, Schilham A, Prokop M, et al. Computer analysis of computed tomography scans of the lung: A survey[J]. IEEE Transactions on Medical Imaging, 2006, 25(4): 385–405.
- [5] 吴过, 哈力旦·A. 医学图像基本预处理简析[J]. 科技风, 2010, (8): 184.
- [6] 周林, 张建州, 朱建峰, 等. 基于 CT 图像的周围型肺部疑似肿瘤分割[J]. 计算机应用研究, 2007, 24(4): 154–155.
- Zhou L, Zhang JZ, Zhu JF, et al. Segmentation of peripheral pulmonary suspicious nodules in CT images[J]. Application Research of Computers, 2007, 24(4): 154–155.
- [7] 冈萨雷斯. 数字图像处理[M]. 北京: 电子工业出版社, 2005: 285–320.
- [8] 朱建峰, 张建州, 蒋平, 等. 基于 CT 图像的肺部肿瘤自动定位系统[J]. 计算机工程与设计, 2006, 27(21): 3970–3972.
- Zhu JF, Zhang JZ, Jiang P, et al. Automated positioning system for pulmonary tumors in CT images[J]. Computer Engineering and Design, 2006, 27(21): 3970–3972.
- [9] 姜慧研, 何炜. 基于胸部 CT 图像的肺癌识别方法的研究[J]. 电子学报, 2009, 37(8): 1664–1668.
- Jiang HY, He W. Research of lung cancer recognition based on chest CT images[J]. Acta Electronica Sinica, 2009, 37(8): 1664–1668.
- [10] 张德丰, 许华兴, 王旭宝. MATLAB 数字图像处理[M]. 北京: 机械工业出版社, 2009: 287–292.

## Location of Pulmonary Tuberculosis in CT Pulmonary Images

YILIYAER Dawut, HALIDAN A<sup>✉</sup>

(Department of Electrical Engineering College, Xinjiang university, Urumqi 830047, China)

**Abstract:** With the rapid development of medical image processing, the locating methods of lesions in the medical applications attract more and more people's attention. With CT images as the research object, in view of the pulmonary tuberculosis of positioning. This method first made the preprocessed image a binary one, and employed morphology techniques to get rid of small bridges, then labeled every connectivity component in that binary image respectively. Finally through the decision-making device which including the area, perimeter, location parameters, shape parameters characteristics to judge the tuberculosis and locate the lesions area.

**Key words:** CT image; component labeling; decision instrument; localization



**作者简介:** 伊力亚尔 (1988—), 男, 新疆大学电工理论与新技术专业硕士研究生, 主要从事医学影像处理, Tel: 13999950482, E-mail: elyar523@126.com; 哈力旦·A<sup>✉</sup> (1959—), 女, 新疆大学电气工程学院教授, 主要从事视频图像处理、模式识别, Tel: 13999228963, E-mail: halidana@xju.edu.cn。