

Experimental study of texture feature extraction methods of liver ultrasonic imaging

HUANG Ya-li, LI Fen-hua, ZHAO Zhen

(College of Electronic and Information Engineering, Hebei University, Baoding 071002, China)

[Abstract] Objective To provide quantitative basis for diagnosis of fatty liver. **Methods** Ultrasonic images of fatty and normal liver were identified by adopting texture analysis with statistical features and getting features parameter from gray histogram. **Results** Parameters including mean value and skewness gotten from histogram can reflected the all texture feature of images of fatty and normal liver. **Conclusion** If the algorithm can be realized by software programming and be used in normal B ultrasonic medicine equipment, the interesting imaging area will be processed, so as to provide quantitatively diagnostic basis of fatty liver for clinic.

[Key words] Texture analysis; Histogram; Fatty liver

B 超肝脏图像纹理特征提取方法的实验研究

黄亚丽¹, 李芬华¹, 赵真²

(1. 河北大学电子与信息工程学院, 河北保定 071002; 2. 河北省职工医学院)

[摘要] 目的 为脂肪肝的诊断提供量化依据。方法 采用纹理分析法, 从灰度直方图中提取特征参数, 对脂肪肝和正常肝脏 B 超图像进行识别。结果 从直方图分析中提取的均值、斜态均能反映两类图像所特有的纹理特征。结论 将该算法用软件编程实现, 用在普通 B 型超声仪上, 对图像感兴趣区域进行处理, 可为医师诊断提供量化的诊断依据。

[关键词] 纹理分析; 直方图; 脂肪肝

[中图分类号] R445.1; R575 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1003-3289(2004)12-1937-03

0 引言

近年来生物医学超声诊断技术发展异常迅速, B 型超声诊断仪因使用方便、价格低廉、无创伤性而在临床诊断中得到广泛应用, 利用 B 超图像诊断脂肪肝是目前常用的诊断方法之一。由于超声成像的复杂性, 对于诊断依据——肝实质超声纹理的不均匀度目前仅依赖肉眼观察, 由主观判断决定, 缺乏准确的量化指标。

计算机纹理分析的诞生带来了新的可能。此法直接以图像灰度值为依据, 经过计算和分析, 得到图像的纹理特征参数作为量化标准, 为诊断提供定量依据, 如用灰度均值测量回声强度、熵值测量不均匀度、用游程长度分析纹理粗细等, 以其准确性和客观性在一定程度上克服了人为判断的模糊性和主观性。

1 纹理分析用于脂肪肝 B 超诊断原理

人体肝实质的超声图像由细小的回声光点组成, 正常肝脏分布均匀。这些细小光点为肝脏纹理的基本单位, 各光点之间的结构相似。当肝脏形成弥漫性脂肪肝时, 脂质分布到

肝小叶内和肝小叶间, 形成更加微细致密的强反射光点, 且远场回声明显衰减。对于正常肝与脂肪肝, 超声图像上就会看到光点粗细与分布的差异, 反映在图像上, 就会造成图像纹理的不同, 这是医生诊断脂肪肝的重要依据。正常肝和脂肪肝图像如图 1 和图 2 所示。

纹理是理解图像的一个极其重要的信息源, 其确切定义为规律性或随机性重复显示的某种图像基元。图像中局部不规则而宏观有规律的特性称之为纹理。纹理分析是指通过一定的图像处理技术提取出纹理特征参数, 从而获得纹理的定量或定性描述的处理过程。纹理分析方法按其性质而言, 可分为两大类: 统计分析方法和结构分析方法。统计分析方法是从图像有关属性的统计分析出发; 而结构分析方法则着重于找出纹理基元, 从结构组成中探索纹理规律。从历史发展状况和当前进展看, 统计分析方法占主导地位。本文采用统计分析法对脂肪肝超声图像的 ROI(感兴趣区域) 加以定性、定量分析, 以区分正常肝与脂肪肝。

计算机纹理分析的算法很多, 用于超声诊断主要有以下四种: 灰度直方图、灰度共生矩阵、游程长度分析、傅立叶功率谱分析。本文介绍灰度直方图特征参数提取方法的实验研究。

2 灰度直方图

2.1 概念 灰度直方图是反映图像中的灰度级与出现这种

[基金项目] 本文受河北省教育厅(2002155)项目资助。

[作者简介] 黄亚丽(1978-), 女, 湖北黄梅人, 在读硕士。

E-mail: southdream@eyou.com

[收稿日期] 2004-07-01



图 1 正常肝脏

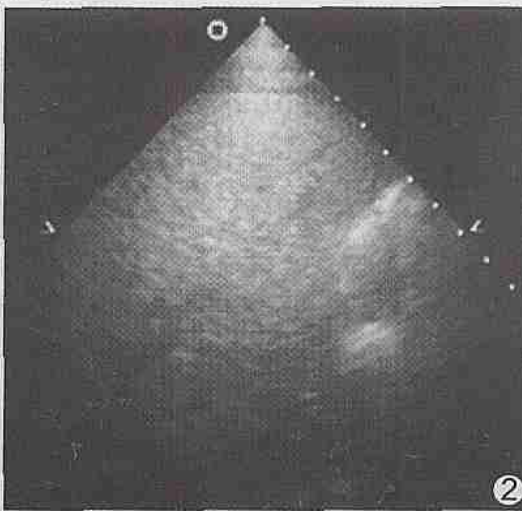


图 2 脂肪肝

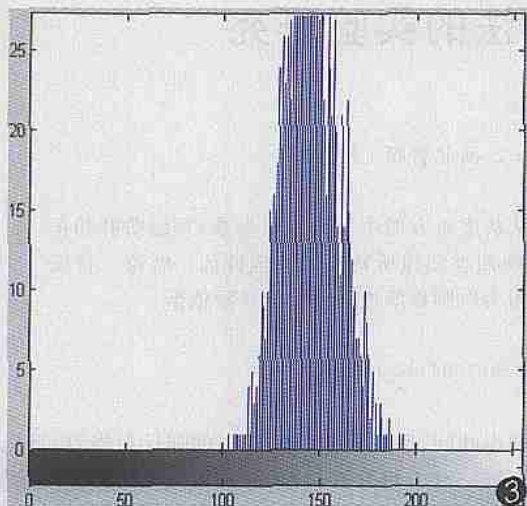


图 3 正常肝脏直方图

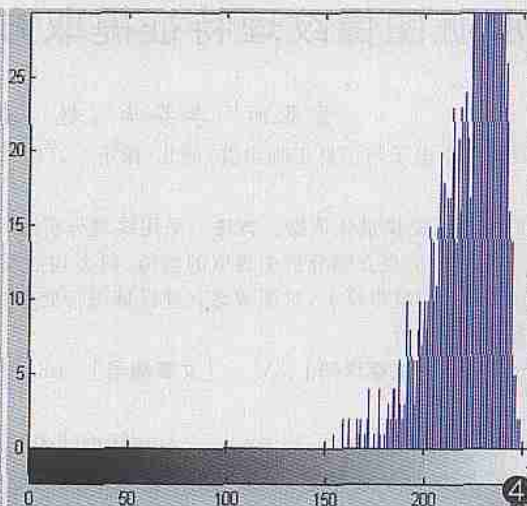


图 4 脂肪肝直方图

值,从左向右逐渐升高,纵坐标表示某灰度值的像素占该区域像素的百分比。

2.2 常用参数

灰度均值: $M = \sum_{r=0}^{L-1} rp(r)$

,表示取样区域内各点灰度值的平均数,回声强时,灰度均值大。

灰度标准差: $V = \sum_{r=0}^{L-1} (r - M)^2 p(r)$

,表示灰度均值两侧灰度值分散程度的量。如果取样区域内各点的灰度值都比较接近,则灰度标准差小;针对具体超声肝脏图像来说,则粗纹理标准差小。

此参数反映回声是否均匀。

扭曲度: $S = \frac{1}{V^3}$

$\sum_{r=0}^{L-1} (r - M)^3 p(r)$,反映直方图对称性的量,该值为正,表示直方图偏右分布,反之则为偏左分布。

熵: $H = - \sum_{r=0}^{L-1} p(r) \log_2 p(r)$

,反映图像灰度值分布均匀程度的量,即反映图像中纹理的非均匀程度或复杂程度。各灰度值等概出现时,熵最大。

灰度的概率之间关系的图形。对单位区域的像素点作统计分析,用二维坐标图的形式将结果显示出来,横坐标表示灰度

2.3 软件实现 由某医院提供10例人体脂肪肝图像和10

表 1 灰度直方图特征参数提取数据记录

数据组数	脂肪肝				正常肝脏			
	M	V	S	H	M	V	S	H
1	224.1055	14.1996	-0.9148	1.7033	135.8296	10.6485	-0.1182	1.5864
2	219.8312	11.3777	-0.6595	1.6201	131.2471	16.4216	0.1281	1.8127
3	217.8662	12.6504	-0.6301	1.6824	168.5113	14.8158	0.2596	1.7209
4	188.0073	10.7703	-0.3212	1.6187	103.3425	11.8856	-0.0183	1.6637
5	226.4271	13.4863	-1.0823	1.6469	151.1732	13.2348	0.0673	1.6931
6	198.9167	17.0352	-0.2098	1.7338	149.2857	13.4280	0.0829	1.6795
7	226.7475	9.1011	-0.8197	1.4798	140.7422	18.3744	0.0430	1.7675
8	204.4771	15.5751	-0.2190	1.7325	153.6818	11.5185	-0.0372	1.5626
9	222.1882	10.7944	-0.5409	1.6015	159.0882	12.3204	0.0417	1.6609
10	211.0681	14.5756	-0.4880	1.7442	149.3306	13.2857	0.2146	1.7013
均值	213.9635	12.9565	-0.5885	1.6563	144.2232	13.5933	0.0663	1.6848

例人体正常肝灰度图像。所有图像均在同一增益条件下得到。从每幅图像中选出 ROI, 首先画出 ROI 的直方图, 然后分别求出其常用参数。软件实现环境 Matlab6.5。得到数据及结果(图 3, 4, 表 1): 图 3, 4 是任选其中的两幅图像的直方图。

数据分析及临床意义: 直方图明确显示, 脂肪肝均值大、扭曲度小, 说明脂肪肝图像回声强; 灰度直方图偏左分布, 这与脂肪肝回声增强、图像粗糙的病理特征是吻合的。对各个参数的数据作统计平均, 均值如表 1 中最后所示: M 值, 脂肪肝大于正常肝, 说明脂肪肝回声增强; S 值, 脂肪肝小于正常肝, 说明脂肪肝图像灰度值相对均值偏左分布; V 值, 脂肪肝小于正常肝, 说明脂肪肝灰度值分布均匀, 即回声均匀; H 值, 脂肪肝小于正常肝, 说明正常肝的各灰度值等概出现。

将脂肪肝和正常肝脏的 M 、 V 、 S 、 H 数据输入 NoSA 数据统计学处理软件进行统计学处理, 脂肪肝与正常肝 M 参数的两组数据作非配对 t 检验, 差异显著, $t = 9.90$, $P < 0.001$; 脂肪肝与正常肝 S 参数两组数据作非配对 t 检验, 差异显著, $t = 6.47$, $P < 0.001$; 脂肪肝与正常肝 V 参数的两组数据作非配对 t 检验, 差异不显著, $t = 0.59$, $P = 0.56$; 脂肪肝与正常肝 H 参数的两组数据作非配对 t 检验, 差异不显著, $t = 0.86$, $P = 0.42$ 。由此可知, M 、 S 参数特征显著, 可以作为判断指标; 而 V 、 H 参数特征不明显, 不能作为判断指标。

3 结束语

灰度直方图可以客观反映回声强弱及灰度值的概率分布, 所提取的特征参数中, 部分参数能反应病变情况, 如均值和扭曲度。直方图分析的缺陷是: 丢失了图像的空间信息, 不能反映图像灰度值排列特征。如果采用灰度共生矩阵、游程长度分析则可有效避免空间信息的丢失。

还需指出, 纹理分析受超声仪器调节和超声所经组织的影响较大。例如医生在观察图像时, 要调节超声仪发射功率, 还要改变时间补偿增益, 这样相当于整个图像变亮或变暗了。本次实验是假设所有超声图像在相同条件下得到的, 一般情况下, 增益按钮是不常改变的, 即图片的增益是相同的。

欲消除增益改变给图像带来的影响, 需要对图像进行预处理。如果是乘性增益, 即图像亮度成倍地增加, 对图像进行归一化处理即可; 如果是加性增益, 则将每一像素的灰度值减去均值, 即可消除改变增益带来的影响。在上面提到的灰度直方图分析中提取的特征参数, 从某种程度上来说消除了加性增益带来的影响, 所以 S 能较好反应病变情况。人体的各

个脏器与组织都有其特定的纹理, 应寻找特定的纹理描述方法。

总之, 计算机辅助超声医学诊断已成为超声医学发展的一个方向。虽然在发展中还存在许多困难, 但随着科研人员的不懈努力, 计算机辅助医学诊断必将为造福人类开辟一个新的天地。

[参考文献]

- [1] Ruan QQ. Digital image processing[M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2001.
阮秋琦. 数字图像处理学[M]. 北京: 电子工业出版社, 2001.
- [2] Gukou QZ. Digital image processing[M]. Beijing: Science Press, 2002.
谷口庆治. 数字图像处理[M]. 北京: 科学出版社, 2002.
- [3] Xia LZ. Digital image processing[M]. Nanjing: Southeast University Publishing Company, 1999.
夏永正. 数字图像处理[M]. 南京: 东南大学出版社, 1999.
- [4] Jia YH. Digital image processing[M]. Wuhan: Wuhan University Press, 2003.
贾永红. 数字图像处理[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2003.
- [5] Rong GA. Image processing with computer[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2000.
容观澳. 计算机图像处理[M]. 北京: 清华大学出版社, 2000.
- [6] Haralick RM, Shanugan K, Disstenn I. Texture features for image classification[J]. IEEE Trans Syst Man Cybernet, 1973, 3: 610-621.
- [7] Horng MH, Sun YN, Lin XZ. Texture feature coding method for classification of liver sonography[J]. Comput Med Imaging Graph, 2002, 26(1): 33-42.
- [8] Sun YN, Chiu HT, Lin XZ. A computer system for the analysis of liver cirrhosis from ultrasonic images[J]. Chin J Med Biol Engng, 1991, 11(1): 119-135.
- [9] Wu CM, Chen YC, Hsieh KS. Texture feature for classification of ultrasonic liver images[J]. IEEE Trans Med Imaging, 1992, 11: 141-152.
- [10] Insana MF, Wagner RF. Analysis of ultrasonic image texture via generalized Richian statistic[J]. Opt Engng, 1986, 25(7): 743-748.
- [11] Wu CM, Chen YC. Statistical feature matrix for texture analysis[J]. Computer Vision Graph Image Process, 1992, 54(5): 407-419.
- [12] He DC, Wang L, Guibert J. Texture discrimination based on an optimal utilization of texture features[J]. Pattern Recogn, 1988, 21(1): 141-146.