

Background segmentation in medical image

WANG Na^{1,2*}, PENG Qing-yu², DENG Bao-qing¹

(1. Department of Computer Science, College of Zengcheng, South China Normal University, Guangzhou 511363, China; 2. Department of Computer Science, Jinan University, Guangzhou 510632, China)

[Abstract] **Objective** To investigate the medical image background segmentation. **Methods** Firstly, conventional adaptive threshold method was used to segment the medical image, but the result was not satisfactory. Then the characteristics of medical image were analyzed and the medical image based on background fitting was segmented. **Results** This method achieved the medical image background segmentation. **Conclusion** Experimental results show that the above method can be very effective in background segmentation.

[Key words] Background segmentation; Threshold; Fitting; Histogram

医学图像背景分割

王 娜^{1,2*}, 彭青玉², 邓保青¹

(1. 华南师范大学增城学院计算机系, 广东 广州 511363; 2. 暨南大学计算机科学系, 广东 广州 510632)

[摘要] **目的** 探讨医学图像背景分割的方法。 **方法** 首先采用常规的自适应阈值方法对图像背景进行分割, 但效果不理想; 接着对医学图像的特点进行分析, 最后采用背景拟合设定阈值进行分割。 **结果** 实现了医学图像背景的分割。 **结论** 实验表明上述方法能够非常有效地分割医学图像背景。

[关键词] 背景分割; 阈值; 拟合; 直方图

[中图分类号] TP391.4 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1003-3289(2010)08-1573-03

在识别图像之前, 一个很重要的步骤就是把图像和背景分开^[1-7]。处理图像背景最常用的方法是阈值分割, 但阈值分割要求图像与背景的灰度值相差比较大, 而大部分图像不满足此条件。本文采用双线性插值的方法进行背景拟合, 从而设定阈值进行分割, 分割效果很好, 现报道如下。

1 用自适应阈值解决背景问题

在许多情况下, 图像背景的灰度值并不是常数, 物体和背景的对比度在图像中也有变化。这时, 一个在图像中某一区域效果良好的阈值, 在其他区域却可能效果很差。将灰度阈值取成一个随图像中位置缓慢变化的函数值, 即为自适应阈值。

本研究采用自适应阈值的方法, 但效果不理想, 主要问题在阈值的选取方面。因为自适应阈值的实质就是把图像分割成许多小块, 然后对每一块用单阈值进行处理, 即采用多阈值分割。多阈值分割虽能进一步提高图像分割的质量, 但它与

单阈值分割并无本质的区别。下面是几种阈值选取方法。

1.1 双峰法 假定图像背景是浅色的, 其中有一个深色的物体, 物体形成图像直方图上的左峰, 而背景形成直方图的右峰, 物体边界产生两峰之间的谷。选择谷作为灰度阈值称为双峰法^[8]。用双峰法选取阈值, 可用于背景比较均匀的图像, 但对于背景不均匀的图像效果并不理想。

1.2 迭代法 迭代法是基于逼近的设想, 其步骤如下: ①求出图像的最大灰度值和最小灰度值, 并求出中间值; ②根据中间值将图像分割为前景和背景, 分别求出前景和背景的平均灰度值; 根据两个平均灰度值, 求出新阈值; ③若新阈值和①中求出的中间值相等, 则所得即为阈值; 否则转至步骤②, 迭代计算。

基于迭代的阈值在图像的细微处无很好的区分度, 也只适用于背景比较均匀的图像。

1.3 大津法(OTSU法) 由大津于 1979 年提出, 实际上是类间方差值, 通过使类间方差最大来选取阈值^[9]。对于一般的图像, 大津法选取出来的阈值比较理想。本实验采用了分块为 6×6 的大津法, 结果发现大津法并不能很好地解决光照不均等问题。

1.4 灰度拉伸(一种改进的大津法) 为增强大津法, 是在大津法的基础上通过增加灰度的级数来增强前后景的灰度差, 从而解决问题。灰度增加的方法是用原有的灰度级乘以同一

[基金项目] 国家自然科学基金(10573008、10973007)。

[作者简介] 王娜(1979—), 女, 广东广州人, 硕士, 讲师。研究方向: 图形图像处理。

[通讯作者] 王娜, 华南师范大学增城学院计算机系, 511363。

E-mail: nxwna@163.com

[收稿日期] 2010-01-11 [修回日期] 2010-05-18

个系数,从而扩大灰度的级数。本实验实现了多种灰度拉伸,发现当拉伸系数不同时,对不同的图像分割效果也相差甚远。

2 医学图像分析

将拍摄到的医学图像按一定比例缩小进行观察(图 1),可以看到图像背景的灰度值基本比较均匀,但背景的灰度值并非完全均匀。通过直接阈值分割,发现图像背景中四个角落的灰度值比较低,中间的灰度值比较高,直接阈值分割后的效果见图 2。

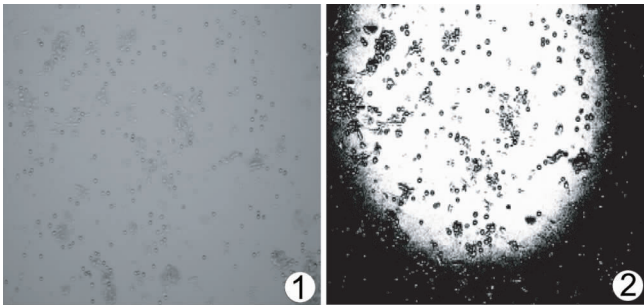


图 1 待处理医学图像 图 2 图像取单一阈值后的效果

从处理后的图上可以发现,处理后的医学图像中间大致呈圆形,而四周几乎是黑色的。通过分析得知,在拍摄图像时,采用的是高倍显微镜,聚焦在中间,因而使得中间部分比较亮,灰度值也相对较高,而周围的灰度值就比较低。因此,对于医学图像,不能直接用阈值分割进行处理。

3 用双线性插值和拟合对背景进行处理

双线性插值的原理如下:

令 $f(x, y)$ 为两个变量的函数。如希望通过插值得到正方形内任意点的 $f(x, y)$ 值,可令由双线性方程:

$$f(x, y) = ax + by + cxy + d \quad (1)$$

来定义的一个双曲抛物面与四个已知点拟合。

公式(1)中 4 个系数 a, b, c, d 为未知数,取 4 个坐标点和相应的灰度值代入公式(1),4 组值对应 4 个方程,即可求出系数 a, b, c, d ,然后可以求出其他任意一点背景的灰度值。但这 4 个坐标点中如有一个或多个点不是背景点,会对结果造成影响。因此可以多取几对坐标点,利用离散数据的拟合原理,用多个点拟合出方程的系数 a, b, c, d 。

按照最小二乘拟合原理,利用多个点求取方程系数的具体过程如下:

$$f(x_1, y_1) = ax_1 + by_1 + cx_1y_1 + d$$

$$f(x_2, y_2) = ax_2 + by_2 + cx_2y_2 + d$$

...

$$f(x_i, y_i) = ax_i + by_i + cx_iy_i + d$$

等式右边为参数 a, b, c, d 的函数,根据最小二乘原理,得到:

$$I(a, b, c, d) = \sum_{i=1}^n [f(x_i, y_i) - \sum_{k=1}^4 \alpha_k \varphi_k(x_i)]^2 \quad (2)$$

其中 $\sum_{k=1}^4 \alpha_k \varphi_k(x_i) = ax_i + by_i + cx_iy_i + d$ 。此时需求出 $I(a, b, c, d)$ 的最小值。

等式(2)分别对 a, b, c, d 求导并展开,得:

$$a \sum_{i=1}^n x_i^2 + b \sum_{i=1}^n x_i y_i + c \sum_{i=1}^n x_i^2 y_i + d \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n f(x_i, y_i) x_i$$

$$a \sum_{i=1}^n x_i y_i + b \sum_{i=1}^n y_i^2 + c \sum_{i=1}^n x_i y_i^2 + d \sum_{i=1}^n y_i = \sum_{i=1}^n f(x_i, y_i) y_i$$

$$a \sum_{i=1}^n x_i^2 y_i + b \sum_{i=1}^n x_i y_i^2 + c \sum_{i=1}^n x_i^2 y_i^2 + d \sum_{i=1}^n x_i y_i = \sum_{i=1}^n f(x_i, y_i) x_i y_i$$

$$a \sum_{i=1}^n x_i + b \sum_{i=1}^n y_i + c \sum_{i=1}^n x_i y_i + d \sum_{i=1}^n 1 = \sum_{i=1}^n f(x_i, y_i)$$

矩阵形式为:

$$\begin{bmatrix} \sum_{i=1}^n x_i^2 & \sum_{i=1}^n x_i y_i & \sum_{i=1}^n x_i^2 y_i & \sum_{i=1}^n x_i \\ \sum_{i=1}^n x_i y_i & \sum_{i=1}^n y_i^2 & \sum_{i=1}^n x_i y_i^2 & \sum_{i=1}^n y_i \\ \sum_{i=1}^n x_i^2 y_i & \sum_{i=1}^n x_i y_i^2 & \sum_{i=1}^n x_i^2 y_i^2 & \sum_{i=1}^n x_i y_i \\ \sum_{i=1}^n x_i & \sum_{i=1}^n y_i & \sum_{i=1}^n x_i y_i & \sum_{i=1}^n 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \\ d \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^n f(x_i, y_i) x_i \\ \sum_{i=1}^n f(x_i, y_i) y_i \\ \sum_{i=1}^n f(x_i, y_i) x_i y_i \\ \sum_{i=1}^n f(x_i, y_i) \end{bmatrix}$$

然后将 $n(n > 4)$ 对离散的坐标值和相应的灰度值代入公式中求出系数 a, b, c, d ,即可利用这些系数由公式(1)求出任何一点的灰度值。

拟合方法的优点是可以利用 $n(n > 4)$ 对坐标点比较准确地求解出方程的系数。然而,假如这 n 对点中存在偏差较大的坐标点,也就是 n 对点中有些点恰好是图像所在的点,这时这 n 对点不能全部用于拟合,需要采取一定的方法对这 n 对点进行筛选,如果点偏差较大,就不再使用这个点。

医学图像中,背景的灰度值变化范围不大,而图像的灰度值变化比较大。本程序中采用的是均值和均方根运算,也就是求出所有这 n 个点灰度值的均值 μ ,然后对于每一个点,求出它的灰度值的均方根 σ ,灰度值在 $\mu - \sigma$ 和 $\mu + \sigma$ 范围内变化的点,认为灰度值偏差较大,而在此范围外的点,则认为偏差比较大,予以去除。

采用双线性插值和拟合的方法可以求出任意一点的灰度值。本文采用双线性插值的方法来去除医学图像的背景,试验的效果也较为理想。具体步骤为:①将图像分割成若干小块,然后对每一小块进行处理。②在每一小块中选取 9 个邻域,9 个邻域均匀分布在这一小块中,对每一个邻域所取的范

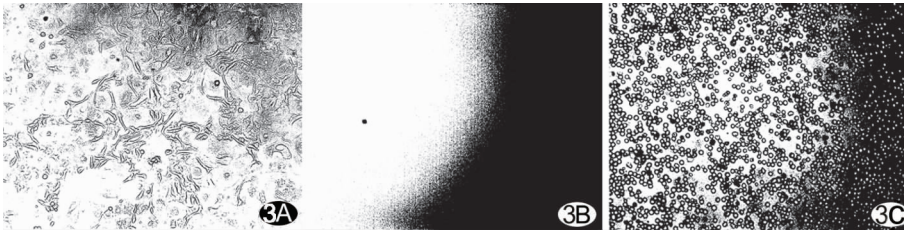


图 3 直接单阈值分割

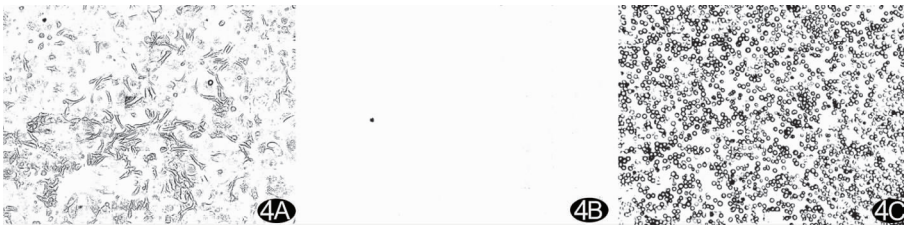


图 4 背景拟合后阈值分割

割大部分医学图像,对于更复杂的医学图像,可以采用三次插值和拟合的方法,或采用更高次的插值和拟合结合的方法,原理与本文介绍的类似,区别主要是公式(1)不同。通过这些插值算法和拟合,可以解决几乎所有医学图像的背景分割问题,提高图像识别效率。图 3 和图 4 是分别采用直接单阈值分割和采用双线性插值对背景拟合后分割的比较,可以看到背景拟合后分割的图像受背景的影响很小。

[参考文献]

- [1] 曹会志,罗述谦.基于自动策略的脑图像分割.中国医学影像技术,2007,23(2):303-306.
- [2] 汪军峰,郭佑民,金晨望,等.图像分割在医学图像中的研究方法及应用.中国医学影像技术,2005,21(10):1627-1630.
- [3] 孙忠林.细胞图像的背景分割方法.山东矿业学院学报,1998,17(3):248-253.
- [4] 邱明,张二虎.医学图像分割方法.计算机工程与设计,2005,26(6):1557-1559.
- [5] 马义德,戴若兰,李廉,等.生物细胞图像分割技术的进展.生物医学工程学杂志,2002,19(3):487-492.
- [6] Sumengen B, Manjunath BS, Kenney C. Image segmentation using multi-region stability and edge strength. Image Segmentation, 2004,8(2):142-147.
- [7] 胡永生,冀小平.基于阈值的图像分割方法的研究.科技情报开发与经济,2007,17(2):171-172.
- [8] 孙即祥.图像分析.北京:科学出版社,2005:4-5.
- [9] 付忠良.图像阈值选取方法——OTSU 方法的推广.计算机应用,2000,20(5):37-39.

像素块的中心点坐标作为选取的这个点的坐标,即获得 9 个坐标点和相应的灰度值。③求出 9 个坐标点灰度值的均值 μ 和对应的均方根 σ 。在 $\mu - \sigma$ 和 $\mu + \sigma$ 范围内变化的点就认为是合适背景点,对于此范围以外的点予以剔除。④对选取出来的点利用拟合的方法求出方程的系数 a, b, c, d , 然后按照双线性插值,插值出每一点背景的灰度值。⑤在原图像中,把原图的灰度值减去插值后所得到的背景的灰度值,会得到一个值,它可能是正数可能是负数,把这个灰度值加上一个平均背景灰度值,就得到该点去除背景以后的灰度值。

利用上面的步骤去除医学图像的背景,可消除背景的影响,但部分坐标点取值不够理想,出现了小的偏差,但对结果的影响不是很大。再对这幅图像进行单阈值分割,可以看到背景对阈值分割的影响已经消除。

4 讨论

采用双线性插值和拟合的方法去除背景以后,用轮廓跟踪的方法对图像进行识别,识别效果令人非常满意,大大提高了图像识别的效率。双线性插值和拟合的方法可以很好地分