

一种关于眼底渗血区检测的双标记双分割算法

何金娇,李巧倩,赖永森,詹宇艺,徐文华

(广东药学院 医药信息工程学院,广东 广州 510006)

摘要:眼底出血区检测在疾病诊断中具有重要意义,计算机处理眼底图像可以减少医生的重复劳动。但由于受到眼底图像质量、检测算法,以及出血区的多样性和复杂性等因素的影响,目前的检测方法存在检测种类粗糙和检出率低的问题。文中提出一种新的眼底病灶检测分割算法,算法包括两次分割和两次标记提取。第一次分割是对图像进行简单的最大类间方差分割,主要是去除大部分的背景,提取分割得到的图像粗标记;第二次分割,主要是对形态学处理后的图像进行连通标记,进行类聚分割,以获得更细致的病变渗血区域。实验结果表明该算法是有效的。

关键词:眼底病灶检测;图像增强;阈值分割;形态学处理;类聚分割

中图分类号:TP301.6

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2014)04-0207-03

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2014.04.053

A Testing Double-marked Double Segmentation Algorithm for Fundus Oozing Area

HE Jin-jiao, LI Qiao-qian, LAI Yong-sen, ZHAN Yu-yi, XU Wen-hua

(College of Medical Information Engineering, Guangdong Pharmaceutical University,
Guangzhou 510006, China)

Abstract: Subhyaloid hemorrhage detection in the diagnosis of diseases is important, fundus image processing can reduce the computer doctor of duplication. But due to retinal image quality, detection algorithms, as well as the diversity and complexity of the bleed area and other factors, the current detection methods have kinds of rough and low rate of detection. It presents a new segmentation of fundus oculi lesion detection algorithm, including two segmentation and two marked extraction. Division for the first time is the simple segmentation of maximum cluster variance for image, mainly removing most of the background, extracting image segmentation tags. The second division, mainly to connect tag, the processed image is morphology for segmenting type, in order to obtain more detailed bleeding lesion area. Experimental results show the effectiveness of the algorithm.

Key words: fundus oculi lesion detection; image enhancement; threshold segmentation; morphological processing; cluster segmentation

0 引言

糖尿病患者眼底一般都有渗出物、出血、血管瘤或纹理方面的变化,其中眼底出血不仅是眼科疾病的特征,也是众多全身性疾病的特征,通过读片对眼底出血的检测分析是临床诊断的重要方法^[1-2],但目前人工读片的方法存在诊断标准、判别方法和不利于多次随访的缺点,并且耗时费力。因此,近年来,大量具有不同学科背景的研究人员都投入到眼底出血区自动检测领域^[3-5]的研究。但由于眼底图像的成像模型受许多外界条件的影响,比如光照不均匀、个体对强光的反应不同、仪器对焦以及光源反射、折射、散射等,采集到的

图像具有光照不均匀、反差过强以及对比度弱等缺点,增加了图像分割的难度。而且眼睛的渗血区形态结构具有多样性和复杂性导致其出血区不易被检测,根据临床文献报道^[6-7],眼底诊断过程中的出血区种类繁多,并且形状特征各异,但在实际应用中,主要有血管瘤(Hemangioma)、点状出血(HMA)、火焰状出血(FH)等12种出血区。而现有的很多分割算法对噪音敏感,鲁棒性差。因此为了提高渗血区检测的鲁棒性和检出率,文中就图像增强、形态学处理、阈值分割和类聚分割对眼底图进行处理,提取病变区。主要步骤包括:对图像进行预处理,把彩色图片变为灰度图;增强图像对比度,阈值分割,提取粗标志;进行形态学处

收稿日期:2013-06-17

修回日期:2013-09-25

网络出版时间:2014-01-28

基金项目:广东省大学生创新训练项目(1057312025);广东药学院大学生创新训练项目(2012-20)

作者简介:何金娇(1990-),女,研究方向为图像处理;徐文华,讲师,研究方向为医学图像和信号处理。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20140128.1152.051.html>

理,去掉分割后的眼底血管;连通分量标记后,进行类聚分割。

1 算法实现

在检测分割眼底图渗血区过程中,算法包括两次分割和两次标记提取。第一次分割是对图像进行简单的最大类间方差分割,主要是去除大部分的背景,提取分割得到的图像粗标记;第二次分割,主要是对形态学处理后的图像进行连通标记,进行类聚分割,以获得更细致的病变渗血区域。其图像分割算法流程如下:

1.1 预处理

经过反复实验表明,采用 RGB 图像中的绿色分量图作为分割对象,因为它能给出较高的渗血区对比度,然后将图像转换至灰度图像。

1.2 灰度变换

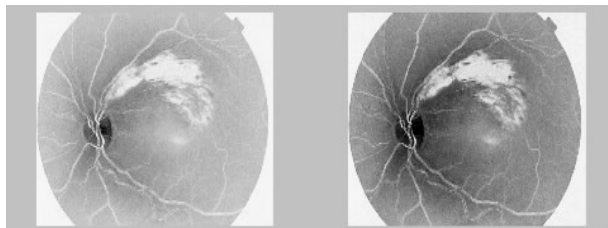
由于转换后的灰度图像的对比度比较小,亮度低,因此要对图像进行灰度增强。但由于眼底图中的病变区在灰度化后的灰度一般都比较低,和图片背景一样显示为暗黑色,因此要增强病变区的对比度,首先将灰度化后的图片进行反转,方便提高其对比度,在灰度反转过程,主要是根据参考文献[8-9]提供的函数:

$$f = K * I + b \quad (1)$$

式中,参数 K 为线性函数的斜率; b 为线性函数在 y 轴上的截距; I 为输入图像的灰度; f 为输出图像的灰度。

当 $K > 1$ 时,输出图像的对比度将增大;当 $K < 1$ 时,输出图像的对比度将会减小;当 $K = 0$,而且 b 不为 0 时,则图像的灰度值会上下移动,但对对比度不变;但当 $K < 0$ 时,图像的暗区就会变亮,亮区就会变暗。如图 1(左图灰度反转)中主要是运用了式(1)函数, K 的取值小于 0 时所得。

灰度反转后的图像,渗血区的灰度和背景的灰度比较高,要获得理想的阈值对图像进行分割,则需要把对比度增大,这样分割出来的渗血区比较完整。因此要将图像灰度两极化,即是低灰度的像素要变得灰度更低,高灰度的变得更高^[10],如图 1(右图)所示。



灰度反转

灰度变换后图像

图 1 灰度变换图像

1.3 阈值分割

图像在经过灰度变换后,主要进行分割获得渗血

区的粗标记。图像的灰度分割已经有很多的研究,在这里主要是根据参考文献[11]提供的最大类间方差法(即 OTSU 法)分割,其原理是:

设 t 为图片前景和背景的分割阈值,其中前景点数占整个图像比例为 W_0 ,其图像平均灰度值为 U_0 ;背景点数占图像比例为 W_1 ,其图像平均灰度值为 U_1 ,于是可计算得图像总平均灰度为 U 。从最小灰度值到最大灰度值遍历 t ,当 t 使得类间方差值 g 最大时,此时 t 为分割的最佳阈值。若图像大小为 $M * N$ 像素, L 为图像灰度级,设图像中像素的灰度值小于 t 的像素个数记作 N_0 ,像素灰度大于 t 的像素个数记作 N_1 ,可计算得:

$$W_0 = N_0 / (M * N) \quad (2)$$

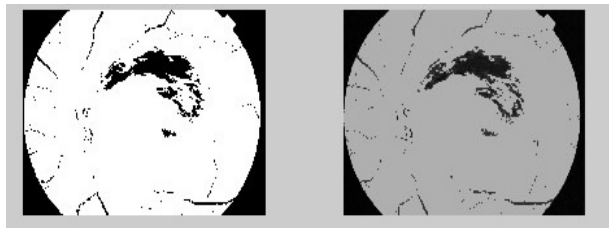
$$N_0 + N_1 = M * N \quad (3)$$

$$W_0 + W_1 = 1 \quad (4)$$

$$U = W_0 U_0 + W_1 U_1 \quad (5)$$

$$G = W_0 (U_0 - U)^2 + W_1 (U_1 - U)^2 \quad (6)$$

根据以上算法,对灰度变换后的图像(如图 1 右图)进行分割得到图 2(左图阈值分割),再对图 2(左图)进行粗标记提取,因此得到图 2(右图)。



阈值分割

粗标记提取图像

图 2 初次分割图像及粗标记提取

1.4 形态学处理

在阈值分割后所得的图像中,除了把渗血区分割回来之外,也把一些与渗血区灰度相近的血管分割出来了,因此需要对阈值分割后的图像进行处理,去掉血管的干扰。这就要运用到形态学图像处理,根据参考文献[12]提供的数学形态运算:

腐蚀:具体用 \ominus 表示, $a \ominus B$ 表示图像 a 用结构元素 B 来腐蚀,定义为:

$$A \ominus B = \{x \mid (B)x \subseteq A\} \quad (7)$$

膨胀:运算符为 \oplus , $A \oplus B$ 表示图像 A 用结构元素 B 来膨胀,定义为:

$$A \oplus B = \{z \mid (\hat{B})_z \cap A \neq \emptyset\} \quad (8)$$

除此以外,文献[4]中还提供了数学形态学图像处理中另两个核心运算:开运算和闭运算。其定义如下:

开运算:是待处理的图像进行基本的运算,其具体顺序是先腐蚀后膨胀,将这样的运算顺序组合称为开操作。开运算用 \circ 表示,如数据集 A 与 B 的开运算表

示为

$$A \circ B = (A \ominus B) \oplus B \quad (9)$$

闭运算:是对待处理的图像进行基本的运算,其具体顺序是先膨胀后腐蚀,将这样的运算顺序组合称作闭操作。闭运算用 \bullet 表示,数据集 A 与 B 的闭运算表示为

$$A \bullet B = (A \oplus B) \ominus B \quad (10)$$

该算法主要是运用了开运算和闭运算处理,得到渗血区的图像,其图像(图2右图)进行形态学处理后如图3所示。



开运算图像 开运算后闭运算图像
图3 形态学处理图像

1.5 连通分量标记,进行类聚分割

经过形态学处理后,可以得到一个渗血区严重的区域被分割出来的图像,而且没有血管和视盘的干扰。但是一些渗血不是很严重的区域没有被分割出来,因而需要再进一步处理。根据参考文献[13-14]提供的类聚分割算法,进一步提出了一种新的基于标记的类聚提取分割算法。其算法原理是:首先,根据文献[3]对形态学处理后的图像 f (即图3右图) 进行连通分量标记,得到连通分量总数 n ; 然后,取灰度变换后的图像(如图1右图) 作为模板,检测被连通分量标记的像素点 $f(i,j)$, 提取图像 $g(i,j)$ 的像素灰度,并把 $g(i,j)$ 像素标记为1(即亮度最大);接着,统计原图 g 中提取所得像素灰度和并计算其均值 T ;最后,取图像标记的边界像素点 $g(i,j)$ 作为中心点,对其周围的像素点进行类聚提取分割。

而在图像中进行类聚提取分割时,其要注意相邻像素点 $g(i,j)$ 与渗血区的相似度,这里主要与边界像素点 $g(a,b)$ 的灰度 t 和连通分量标记的区域灰度均值 T 进行比较,都小于某个范围 D ,其公式如下:

$$g(i,j) - t < D_1 \quad (11)$$

$$g(i,j) - T < D_2 \quad (12)$$

在公式(11)、(12)中, D_1 和 D_2 可以不相等,若上面两式成立,则标记 $g(i,j)$ 为1(亮度最亮),且 $g(i,j)$ 作为边界上的像素点,并对其周围的像素点进行同样的类聚分割;否则 $g(i,j)$ 标记为0(亮度最暗),继续对临界点 $g(i,j)$ 进行判断类聚。而在这个方法下,将会对图像中所有没有被连通分量标记的像素进行遍历,但被分割的图像 g 中有一些血管的灰度会与渗血区的

灰度相近,因而会被分割出来。因此,在这里会给类聚分割定一个门限,规定类聚提取分割在某一个范围之内,即是以临界点为圆心作圆,类聚不能超出圆外,公式如下:

$$(i-a)^2 + (j-b)^2 = r^2 \quad (13)$$

在公式(13)中, r 规定一个范围,减少了血管像素的干扰。

设待分割图像 g 的像素大小为 $M * N$, 还有被连通分量标记的矩阵 L , 总的连通分量为 n , f 是一个 $M * N$ 的零矩阵,用于存放分割后图像的像素,其算法的步骤如下:

(1) 提取被连通分量标记的像素并计算像素的和,即 $0 < L(i,j) \leq n$ 时,统计 $g(i,j)$ 的像素和 sum 以及像素点数和 count , 并把 $f(i,j)$ 标记为1;

(2) 计算被连通分量标记的区域像素均值 $T = \text{sum}/\text{count}$;

(3) 查找图像 g 中被连通分量标记的边界像素点 $g(a,b)$, 记 $g(i,j)$ 的像素为 t ;

(4) 判断边界像素点 $g(a,b)$ 的邻近像素点 $g(i,j)$ 与连通标记区域的近似度;

(5) 若 $g(i,j)$ 与标记区域相近,则标记 $f(i,j) = 1$, 并且取 $g(i,j)$ 作为边界像素点 $g(a',b')$, 重复步骤(4), 并且判断 $g(a,b)$ 与 $g(a',b')$ 的距离是否超出范围 D , 不超出重复步骤(5), 超出重复步骤(6);

(6) 若 $g(i,j)$ 与标记区域不近似,记 $f(i,j) = 0$ 。

根据以上算法,最后分割出准确度比较高的渗血区图像,如图4右图所示。

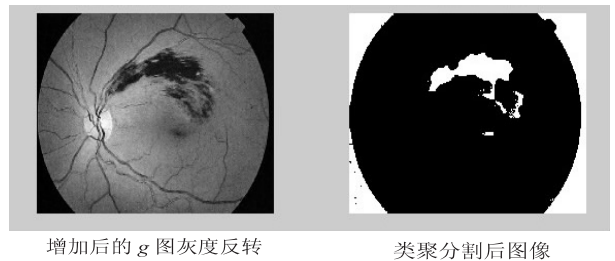


图4 类聚分割图像

2 结束语

提出了对一种新的眼底病灶检测分割算法,能够对糖尿病的视网膜出现的病灶进行比较准确和相对完整的提取。但该算法依然还存在一些不足,如眼底渗血区千变万化,渗血区严重程度不一,导致灰度化的眼底图灰度不均匀,而且还受到眼底血管灰度的干扰,难以确定类聚分割的范围。因此该算法比较适合明显的眼底火焰状出血的图像分割,不是很适合不明显的点状出血的图像。所以文中实现了对荧光造影图像的糖

(下转第213页)

随着对视频播放体验的要求越来越高,H. 265 技术作为下一代高清技术已成为各大视频网站争夺布局的焦点,在各家都是战略性产品。

3 结束语

目前 ITU 已经批准由 MPEG (Motion Picture Experts Group) 所提出的 H. 265 高效率视频编码成为正式标准,由于其在网络适应性、并行处理能力以及压缩效率方面的进一步优化,它的发展和应用必将把视频编解码理论和应用推向一个新的高度。不过鉴于 H. 265 标准对计算机硬件能力要求较高,生态环境也才刚开始,普及尚需时日,预计到 2014-2015 年才能看到其遍地开花。

参考文献:

[1] 林福宗. 多媒体技术基础[M]. 北京:清华大学出版社,2002.

[2] 王汇源. 数字图像通信原理与技术[M]. 北京:国防工业出版社,2000.

[3] Sullivan G J,Ohm J R. Recent developments in standardization of high efficiency video coding (HEVC)[C]//Proceedings of SPIE. [s.l.]:[s.n.],2010.

(上接第 209 页)

尿病病灶提取,而对病灶提取的准确性及在医疗诊断中的可应用性还有待进一步的研究探索和完善改进。

参考文献:

[1] Walter T,Klein Jean-Claude,Massin P,et al. A contribution of image processing to the diagnosis of diabetic retinopathy-detection of exudates in color fundus images of the human retina[J]. IEEE transactions on medical imaging,2002,21(10):1236-1243.

[2] 吴振中. 现代临床眼科学[M]. 长沙:湖南科学技术出版社,1996.

[3] Oliver F,Rajendra U,Ng E Y K. Algorithms for the automated detection of diabetic retinopathy using digital fundus images;A review[DB/OL]. 2012. <http://link.springer.com/article/10.1007/s10916-010-9454-7>.

[4] Carnimeo L. Diabetic damage detection in retinal images via a sparsely connected neurofuzzy network[J]. LNCS, 2008, 5227:1175-1182.

[5] 刘 波. 视网膜血管分割方法研究[D]. 长沙:中南大学,2012.

[4] Chong S,Karczewicz M,Chen C,et al. JCTVC-E323;CE8 subtest 2:Block based adaptive loop filter[R]. [s.l.]:JCT-VC,2011.

[5] Yuan Y,Zheng X,Peng X. JCTVC-E376;Asymmetric motion partition with obmc and non-square TU[R]. [s.l.]:JCT-VC,2011.

[6] Auyeung C,Liu W. JCTVC-D260;Parallel processing friendly simplified context selection of significance map[R]. [s.l.]:JCT-VC,2011

[7] Wiegand T,Ohm J,Sullivan G,et al. Special section on the joint call for proposals on high efficiency video coding (HEVC) standardization[J]. IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, 2010, 20 (12): 1661 - 1666.

[8] Chujoh T,Wada N,Yasuda G. Quadtree-based adaptive loop filter,ITU-T Q. 6/SG16 C181[R]. [s.l.]:JCT-VC,2009.

[9] 蔡晓霞,崔岩松,邓中亮,等. 下一代视频编码标准关键技术[J]. 电视技术,2012(2):80-84.

[10] 刘国梁. 从 H. 264 向 H. 265 的数字视频压缩技术升级[J]. 铁路通信信号工程技术,2011,8(3):43-47.

[11] 李军华,王浦林. 解读下一代视频压缩标准 HEVC[J]. 中国多媒体通信,2012(5):56-59.

[12] 陈 清. H. 265 标准现状和发展应用趋势[J]. 中国多媒体通信,2008(10):12-15.

[6] 冯 皓. 图像区域生长算法的稳定性研究[D]. 福州:福建师范大学,2012.

[7] 陈 喆,张丽芳,广崎真史,等. 糖尿病视网膜病变眼底彩色照片的读片可信度分析[J]. 中华眼底病杂志,2006,20(1):47-48.

[8] 顾 乡. 非荧光造影图像的高血压病灶提取方法[D]. 长春:吉林大学,2007.

[9] Xu W H. Detection of microaneurysms in bifrequency space based on SVM[C]//Proc of ICECC2011. Ningbo: IEEE, 2011:1432-1435.

[10] 杨 杰,付忠良,阮 波. 照度不均匀图像的快速自适应灰度修正[J]. 计算机应用,2005,25(3):598-600.

[11] 韩相军,关 永,王雪立. 基于 DSP 的疲劳驾驶实时监测系统研究[J]. 计算机技术与发展,2006,16(2):47-49.

[12] 焦晶萍,廖文和,沈建新. 一种基于模板匹配法的眼底图像拼接方法[J]. 计算机技术与发展,2010,20(4):148-150.

[13] 胡晓东,董辰辉. MATLAB 从入门到精通[M]. 北京:人民邮电出版社,2010.

[14] 曹军峰,史加成,罗海波,等. 采用聚类分割和直方图均衡的图像增强算法[J]. 红外与激光工程,2012,41(12):3436-3441.

一种关于眼底渗血区检测的双标记双分割算法

作者：

何金娇

李巧倩

赖永森

詹宇艺

徐文华

HE Jin-jiao

LI Qiao-qian

LAI Yong-sen

ZHAN Yu-yi

XU Wen-hua

作者单位：

广东药学院 医药信息工程学院, 广东 广州, 510006

刊名：

计算机技术与发展 

英文刊名：

Computer Technology and Development

年, 卷(期):

2014 (4)

本文链接：http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjfz201404053.aspx