

基于人眼微动机理的红外图像边缘提取

刘辉, 赵文杰, 吴畏

(空军航空大学 特种专业系, 吉林 长春 130022)

摘要: 提出了一种基于人眼微动机理的边缘提取算法。通过模拟眼球的微动, 提取图像的微动边缘, 同时为了减少伪边缘的产生, 对其微动边缘图像进行均值滤波处理, 最后应用非极大值抑制和双阈值检测边缘连接提取图像的二值化边缘。实验结果显示, 该算法边缘提取效果较好, 达到了预期的效果。

关键词: 人眼微动; 红外图像; 边缘提取

中图分类号: TP391

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2010)20-0056-03

Edge extraction of infrared image based on the eye movement mechanism

LIU Hui, ZHAO Wen Jie, WU Wei

(Special Profession Department, Aviation University of Air Force, Changchun 130022, China)

Abstract: According to the characteristics of the infrared images, a new algorithm of the edge extracting is advanced, which based on the human eyes mechanism. The algorithm simulates the ocular microtremor, and extracts the fetting images edge. What is more, in order to reduce the production of pseudo-edge image operate the micro-edge image on average filter processing. We had better to take advantages of both non-maximum inhibition and the connection of dual-threshold detection to extract the binarization edge of the images at last. The experimental results show that the edge detection algorithm has a better effect, and achieves the desired results.

Key words: eye microsaccade; infrared image; edge detection

图像边缘是图像不同属性区域之间交接的地方, 是区域属性发生突变的地方。图像的边缘包含了图像大部分的信息, 是图像识别和分类的重要依据, 也是图像处理研究的重要内容。各国学者提出了许多图像边缘提取算法, 如经典的 Sobel、Prewitt、LOG、Canny 等算法^[1]。这些算法原理简单易于实现, 但是由于它们大多都是基于局部窗口的微分梯度算子, 对噪声敏感, 因此不适合处理受噪声干扰严重的图像。随着计算机技术的发展以及其他学科理论在图像处理中的应用, 学者们提出了许多基于新理论边缘提取算法, 如基于形态学、模糊数学、小波变换、分形学的边缘提取算法等^[2-4]。各种算法各有特色, 同时都有一定的适用范围。基于红外成像机理的特殊性, 红外图像普遍存在着对比度低、边缘模糊, 图像信噪比低等特点, 红外图像边缘提取难度较大。由于人眼微动具有超分辨率的特性, 对红外图像处理提供了良好的启示。本文就是根据人眼微动机理研究红外图像边缘

的提取, 并通过实验加以验证。实验结果表明, 基于人眼微动机理的红外图像边缘提取算法不但能够精确提取图像的边缘, 同时能够很好地减少图像中的伪边缘, 具有良好的边缘提取效果。

1 人眼微动成像原理

早在 1952 年, DITCHBURN 和 GINSBORG 等人就注意到人眼在固视状态下具有无意识的微小运动, 即人眼微动^[5,6], 它分为三种模式: 高频振颤、飘移运动和闪动。由于前两种幅度不大, 同时目前的眼球检测技术难以精确地测量, 因此这里提到的人眼微动主要指闪动。国外学者对眼球微动进行了大量的实验研究。实验表明, 人眼在停止眼球所有运动的时候, 静止的图像将突然变模糊继而消失, 眼球微动与视觉的产生存在直接的关系, 且双目微动优于单目微动。近年来, CONDE M 等^[7]学者通过测量图像消失或再现前后微动发生的概率、速率以及振幅的变化, 进一步揭示了眼球微动与图像消失有着

图形、图像与多媒体

Image Processing and Multimedia Technology

直接关系,微动与固视图像的清晰度有因果联系。

人眼微动的成像原理^[8,9]为:人眼微动使感兴趣信息更准确地落入视网膜的中央凹区,信息越精确地落于中央凹区,人眼所感受到的图像锐化程度越强;人眼微动会使近凹区反应增强,它们通过横向连接具有抑制作用的神经网络对中央凹区的信息进行修正,如一次修正不够理想,人眼微动会使信息重新更精确地回到中央凹区,同时随着信息尺度的大小调整微动幅度,如此反复直到精确地辨识出信息为止。信息尺度越小,微动幅度就越小,反之亦然。同时随着微动速率的提高,对视网膜上感受视野的锐化能力就会越强。本文通过对图像进行平移来近似模拟人眼这种微动机制,并将其应用于红外图像的边缘提取。

2 算法基本过程

2.1 算法基本原理

人眼主要依靠微动机制来分辨图像的边缘,眼球微动幅度越小,图像的边缘越细致,随着幅度增大,图像边缘线条变粗,但是对大尺度边缘突出能力强于小幅度的情形。人眼微动理论具有强大的边缘提取能力。算法的基本原理如图1所示^[10]。结合视网膜节细胞对方向的敏感性,首先选择人眼微动的方向,然后通过微动图像计算微动方向的边缘图像,之后各个微动方向边缘图像进入竞争环节,竞争的结果则为各个微动方向最优的整体灰度边缘图像,最后进行二值化处理生成二值边缘图像。



图1 人眼微动边缘提取算法基本原理

设原始图像为 $f(x,y)$,则在某一微动方向上图像的微动边缘图像由下式表示:

$$g(x,y) = \{f(x,y) - f_0(x+k_1 \cdot \Delta x, y+k_2 \cdot \Delta y)\} \quad (1)$$

式中, Δx 、 Δy 分别表示图像向 x 、 y 方向移动的距离单元, k_1 、 k_2 表示移动的大小, θ 表示移动的方向,计算公式为:

$$\theta = \arctan(k_2/k_1) \quad (2)$$

以 $r(x,y)$ 表示竞争网络的输出,则竞争灰度边缘图像可表示为:

$$r(x,y) = \max\{g_i(x,y) \mid \forall i\} \quad (3)$$

设定阈值 t ,得到二值化边缘图像:

$$R(x,y) = \begin{cases} 1 & r(x,y) \geq t \\ 0 & r(x,y) < t \end{cases} \quad (4)$$

2.2 计算步骤

(1)输入原始图像 A ,通过对原始图像 A 在微动方向

上平移,生成综合微动图像 F 。 $F=[A_h, A_v, A_d]$,其中 h 、 v 、 d 分别代表水平、垂直和倾斜方向。本文分别将图像 A 向 8 个方向平移,移动距离为一个像素单位。

(2)计算各微动方向的边缘图像 H :

$$C_i = F_i - A, \quad i=h,v,d \quad (5)$$

(3)计算竞争灰度边缘图像 H :

$$H = \max(C_i), \quad i=h,v,d \quad (6)$$

(4)将竞争灰度边缘图像 H 重新量化到 $[0, 255]$ 。

(5)为了减少伪边缘的产生,对竞争边缘图像 H 进行均值滤波处理:

$$G = \text{mean}(H) \quad (7)$$

(6)对量化滤波后的灰度边缘图像,采用非极大值抑制和双阈值检测边缘连接处理,得到二值边缘图像。

2.3 非极大值抑制

直接对经过量化滤波的竞争灰度边缘图像进行二值化操作并不能准确地提取出图像的边缘,因此需要对经过量化滤波的竞争灰度边缘图像的幅值进行非极大值抑制来进一步确定边缘点。若图像 $G(x,y)$ 上 (i,j) 像素点的边缘强度 $C(i,j)$ 小于沿平移线方向上的两个相邻像素点的边缘强度,则认为该像素点为非边缘点,将其灰度值设为 0。即保留幅值局部变化最大的点,细化幅值图像中的屋脊带。

2.4 双阈值检测及边缘连接

由于图像中噪声和边缘都属于高频部分,经过非极大值抑制处理过的边缘图像仍然有很大一部分是属于噪声的伪边缘点,因此必须进行去噪处理^[7]。本文采用高低双阈值的方法实现此去噪过程。设定高、低两个阈值,高阈值处理后的边缘图像能去除大部分噪声,得到尺寸较大的清晰边缘,但同时也损失了一些有用的细节边缘信息;低阈值去噪处理后图像保留了较多的信息,能保留细微边缘,但是产生了较多的伪边缘。经过双阈值化处理之后能够得到两幅不同特征二值边缘图像。以高阈值边缘图像为基础,以低阈值边缘图像为补充进行边缘连接,实现最终的图像边缘提取。

3 实验结果

实验结果如图2所示,其中图2(a)为一幅大小为 405×401 的原始红外图像,图像整体灰度值较低,受噪声影响严重,对比度不强,边缘模糊;图2(b)和图2(c)分别为 Sobel 和形态学算法边缘提取的效果,图2(d)为本文算法的边缘提取效果。

由图2可以看出,Sobel 算法边缘提取效果较差,目标边缘断裂现象较为严重,且对噪声较为敏感;形态学边缘提取虽然提取目标的边缘较为完整,但产生大量了伪边缘;用本文算法提取边缘,目标边缘提取效果较为理想,且对噪声不敏感,提取的伪边缘较少(图像周围的伪边缘是由于图像在平移过程中产生的,不影响图像的后续处理)。

《微型机与应用》2010年 第29卷 第20期

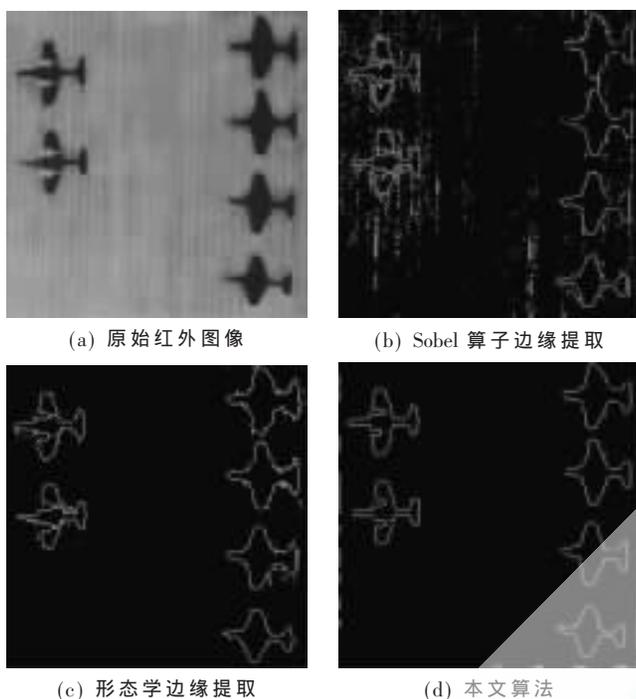


图2 实验结果

红外图像受噪声污染严重,边缘模糊,应用传统的边缘提取算法提取边缘较为困难。本文根据人眼微动视觉成像的基本原理,结合红外图像的特点进行了边缘提取的研究。实验结果显示,基于人眼微动视觉成像机理的边缘提取算法能够快速、准确地提取红外图像的边缘,且能够较好地抑制伪边缘的产生,取得很好的边缘提取效果。

参考文献

[1] 张翔,刘媚洁,陈立伟.基于数学形态学的边缘提取方法

[J].电子科技大学学报,2002,31(5):492-495.

[2] 石振刚,陶耀东,高立群.一种模糊增强图像边缘提取算法[J].小型微型计算机系统,2008,29(11):2145-2148.

[3] 蒲小勤.基于多重分形的图像识别研究[D].西安:西北大学,2009.

[4] DITCHBUM R W.GINSBORG B L.Vision with a stabilized retinal image[J]. Nature, 1952,170(4314):36-37.

[5] DOWNTON A,CROOKES D.Parallel architectures for image processing [J]. Electronics & Communication Engineering Journal,1998,10(3):25-26.

[6] MARTINEZ C,STEPHEN L M. Microsaccades counteract visual fading during fixation[J].Neuron,2006(49):297-305.

[7] 闫金铭,李言俊,张科.基于人眼视觉机理的红外图像边缘提取[J].火力指挥与控制,2009,34(1):60-62.

[8] 李志军,贺明.人眼微动机制实时红外图像边缘提取[J].光电工程,2008,35(12):117-121.

[9] 王立.视觉机制研究及其在红外成像制导中的应用[D].西安:西北工业大学,2003.

[10] GONZALES R C.WOODS R E.数字图像处理[M].北京:电子工业出版社,2005.

(收稿日期:2010-08-10)

作者简介:

刘辉,男,1987年生,在读硕士,主要研究方向:数字图像处理与目标识别。

赵文杰,女,1968年生,教授,硕士生导师,主要研究方向:遥感图像解译与目标识别。

吴畏,男,1982年生,在读硕士,主要研究方向:目标选择与打击。