

·信号与信息处理·

## 浮动阈值算法在小目标图像提取中的应用

胡宏伟<sup>1</sup>, 李鸿鹏<sup>1</sup>, 李世诚<sup>2</sup>

(1.东北电子技术研究所, 辽宁 锦州 121000; 2.第二炮兵某军事代表室)

**摘要:**针对相对复杂图像目标对象的提取问题,介绍了像素图像处理常用算法(背景差法、光流法、帧间差分法)的优点和缺点及适用范围。提出浮动阈值在小目标图像提取的方法及算法流程设计的详细组成。实验表明,这种方法能快速准确提取目标,还原模糊分类后的图像目标,并使背景部分替换成其他颜色,从而实现目标的提取。

**关键词:**像素处理;算法流程设计;图像目标提取

中图分类号:TP391.41

文献标识码:A

文章编号:1673-1255(2012)03-0074-03

## Application of Floating Threshold Algorithm in Small Target Image Extraction Process

HU Hong-wei<sup>1</sup>, LI Hong-peng<sup>1</sup>, LI Shi-cheng<sup>2</sup>

(1. Northeast Research Institute of Electronics Technology, Jinzhou 121000, China;

2. Military Representative Office of The Second Artillery)

**Abstract:** Aiming at the problem of the extraction for the target object in the complex images, the advantages and disadvantages of the common algorithm (background subtraction, optical flow and frames differences) in the pixel image processing and the applicable range are introduced. The method of the floating threshold in the small target image extraction and the algorithm design process are proposed. The experiment shows that the object can be quickly extracted by using this method, the image object after fuzzy classification is restored and the background is replaced by other color. The object extraction can be realized.

**Key words:** pixel processing; algorithm design process; object extraction

浮动阈值算法是在背景差法的运动目标提取算法流程的基础上,增加了阈值的浮动求解步骤,使阈值随着环境等因素的变化而改变。以下部分对像素数字图像处理原理、算法流程设计等,作进一步的研究和探讨<sup>[1]</sup>。

### 1 小目标像素数字图像处理方法

小目标像素数字图像处理是从图像序列中提取出目标光源信息,尽量简化提取图像的处理过程,快速得到被测目标信息,从而达到进一步识别和跟踪的目的。常用的算法主要分为以下几种:背景差法、光流法、帧间差分法等<sup>[2]</sup>。

背景差法是目标运动检测中最常用的一种方法。这种方法是根据事先构建好的背景图像,利用当前图像与背景图像之间的差分来检测运动目标,实现目标的提取。其优点是被测运动目标位置定位准确,缺点是背景发生变化(如背景颤动、阴影拖尾、光光明暗闪烁)时,会影响到最终的检测结果,得到失真的目标图像<sup>[3]</sup>。

光流法是针对运动目标随时间变化的光流特性,对目标特性进行分割和跟踪的一种方法。此法能在CCD移动的情况下检测出独立的运动目标,但光流场的计算非常复杂,且抗噪性能相对较差,对硬件装置的配置要求也极高,因此难以应用于实时处理,实现起来非常困难<sup>[4]</sup>。

帧间差分法是在连续的相邻帧间图像中,采用基于像素的时间差分的方式来提取运动目标的方法。连续帧间差分法对动态环境有很强的适应性,但目标定位的准确性不高,运动目标的相关点不能被完全提取,容易在运动实体内部产生空蚀现象,从而导致目标的检测结果出现偏差<sup>[5]</sup>。

针对以上传统目标检测方法存在的不足,提出了一种基于背景差法和帧间差分法相结合的动态浮动阈值算法。浮动阈值算法是通过对比图像中的两帧或者三帧分别进行目标的提取初步运算,然后对提取的初步图像进行阈值分析和目标的检测,最终完成在背景图像中对被测目标质心的求解。该方法算法简单,速度快,易于实现。

## 2 小目标像素数字图像处理原理分析

在CCD输出的数字图像处理中,一幅图像可以看成是由许多像素组成的二维的整数矩阵,每个像素具有2个属性:位置和灰度。位置是由行扫描线内一个像素点的2个行列坐标决定,这些数值均为整数,而灰度是表示像素点的亮暗程度的整数。在实时图像的处理过程中,一般都采用灰度图像,一幅灰度图像可以用 $\varphi(m, n)$ 来表示图像在坐标 $(m, n)$ 的灰度值,对数字图像而言, $m, n$ 和 $\varphi(m, n)$ 均为整数值<sup>[6]</sup>。

在数据图像的处理中,常会对像素点的坐标值或灰度值进行一系列的运算,这里可以用统一的表达式来表示

$$g(m, n) = \sum a_k \times \varphi(m_i, n_j) \quad (1)$$

$$(m, n) = \sum b_k \times \varphi(m_i, n_j) \quad (2)$$

式(1)是对像素点的灰度值进行处理,式(2)是对像素点的坐标值进行处理, $(m, n)$ 和 $\varphi(m, n)$ 是经过一定算法后的坐标值和灰度值。其中的 $a_k, b_k$ 是随着不同的算法而变的参数。通常像素点的灰度值反映了该像素点亮暗差异,像素点的位置则反映了该像素点与其他像素点的邻近关系,像素点与其邻域的空间信息则反映了该像素点在一定区域内与其他像素点关联的信息,它也是像素点间相关性的一个体现。

对于图像采集系统来说,它的一幅图像中包含目标的场景图像 $\varphi(m_i, n_j)$ 可描述为

$$\varphi(m_i, n_j) = \varphi_T(m_i, n_j) + \varphi_B(m_i, n_j) + h(m_i, n_j) \quad (3)$$

式中, $\varphi_T(m_i, n_j)$ 为目标图像; $\varphi_B(m_i, n_j)$ 为背景图像;

$h(m_i, n_j)$ 为噪声图像。

### 2.1 目标图像 $\varphi_T(m_i, n_j)$

远距离目标在CCD光敏面上的图像 $\varphi_T(m_i, n_j)$ 通常占据 $n \times n$ 个像素( $n$ 不大于10), $\varphi_T(m_i, n_j)$ 在多帧图像之间是相关的,帧间信号位置具有连续性且灰度数值变化连续,这构成了信号识别的2个有用判据<sup>[7]</sup>

$$\text{判据 1: } R_{\varphi_1}(m_0, n_0) \approx R_{\varphi_2}(m_0, n_0) \approx R_{\varphi_3}(m_0, n_0) \quad (4)$$

$$\text{判据 2: } \varphi_{\varphi_3}(m_0, n_0) > \varphi_{\varphi_2}(m_0, n_0) > \varphi_{\varphi_1}(m_0, n_0) \quad (5)$$

式中, $R$ 代表位置。

### 2.2 背景图像 $\varphi_B(m_i, n_j)$

$\varphi_B(m_i, n_j)$ 来自空间带外残留背景,通常有较长的相关长度,占据了场景图像 $\varphi(m, n)$ 空间频率中的低频信息,同时 $\varphi_B(m_i, n_j)$ 是一个非平稳过程,图像中局部灰度值可能有较大变化,另外,它也包含部分高频分量,主要分布在图像各个同质区的边缘处。

### 2.3 噪声图像 $h(m_i, n_j)$

在背景中提取目标,只须考虑背景噪声。噪声 $h(m_i, n_j)$ 主要来自于空间杂散光子,在空间频率中空域中占据高频信息,在空间分布是高度随机的,因此帧间的空间分布没有相关性。

## 3 算法流程设计

图像采集系统的软件由浮动阈值运算模块、质心运算求解帧相关处理程序模块、通信程序模块组成<sup>[8]</sup>。主程序的流程图如图1所示。

### 3.1 图像数据帧相关——浮动阈值算法

图像的帧相关处理就是处理相邻的几帧图像时,对同一贯彻区域、不同的时间序列上的图像进行相关运算。

微处理器读取一帧数据后,存在内部存储器中。微处理器对每个像素的地址进行坐标变换,计算出坐标值,根据地址中的数据(D0~D7),算出每个像素对应灰度等级数值。在算出整帧像素的平均灰度值后,再对高于平均灰度值的像素点的参数值(坐标值、灰度值)进行记忆,按照同样的方法,处理相邻几帧图像数据,接

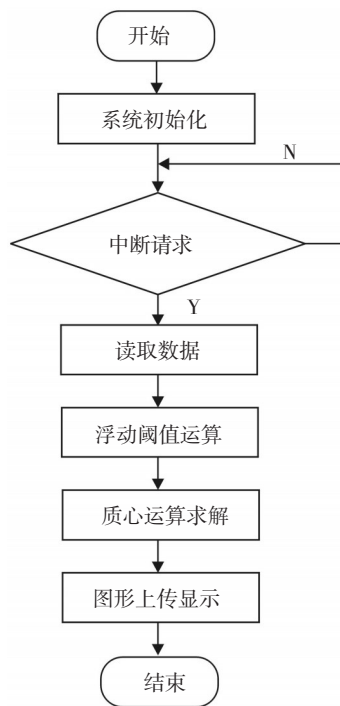


图1 主程序流程图

着对相邻几帧图像的目标信息进行坐标的相关比较,灰度级的相关比较,进而给出目标方位。由于这种方法是对相邻的几帧图像做相关处理,各帧图像背景不同,取的平均阈值也不同,阈值的取值不是固定的,因而称之为浮动阈值法。采用浮动阈值算法,可以抑制掉CCD图像输出信号因光源强弱变化等不稳定因素造成的像素灰度误差,准确从背景中提取目标信号<sup>[9]</sup>。

### 3.2 被测目标质心的求解运算

被测目标质心的求解是实现目标识别与跟踪的关键<sup>[10]</sup>。该算法在目标图像噪声背景下运用质心估算算法的原理是<sup>[11]</sup>:如果  $g(x, y)$  是连续的,只在  $xy$  平面的有限部分中有非零值,则所有各阶矩皆存在,并且矩序列  $M_{cd}$  唯一地被  $g(x, y)$  所确定;反之,  $M_{cd}$  也唯一地确定  $g(x, y)$ 。即  $M_{cd}$  与  $g(x, y)$  完成一一对应的映射关系。图像的  $(c+d)$  阶矩的离散形式为:

$$M_{cd} = \sum \sum g(x, y) x^c y^d$$

设目标的质心坐标为  $O(m_i, n_j)$ , 目标区域的质心公式如下

$$m_i = \frac{M_{12}}{M_{11}} \quad (6)$$

$$m_j = \frac{M_{21}}{M_{11}} \quad (7)$$

其中,  $M_{11} = \sum \sum g(x, y)xy$  是区域密度之和;  $M_{12} = \sum_x \sum_y xg(x, y)$  及  $M_{21} = \sum_x \sum_y yg(x, y)$  是一阶矩。

在浮动阈值法的质心求解运算的验证试验中,利用分辨率为  $256 \times 256$  的摄像头采集数据,试验结果显示:在噪声背景下,质心的估算较为准确,图2是采集图像后,在浮动阈值算法的过程中,结合目标质心的求解运算后给出的小目标识别图像。

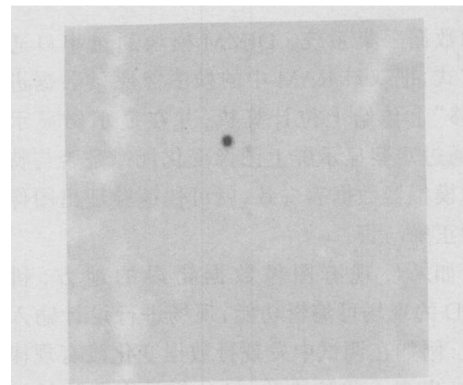


图2 浮动阈值法给出的小目标识别图像

## 4 结束语

浮动阈值方法针对多帧图像相关运算,达到从背景图像中提取出目标信号的灰度等级,并给出目标方位的目的。在实际应用中,验证了该算法的实时性、准确性,且性能稳定、工作可靠。该设计方法具备良好的可扩展性,通过修改软件中的一些技术参数,并与不同类别的存储器结合,可适应不同的数据采集系统<sup>[12]</sup>。

## 参考文献

- [1] 明英,蒋晶钰. 基于cauchy分布的红外视频运动目标检测[J]. 红外与毫米波学报, 2008, 27(1): 65-71.
- [2] 姚敏. 数字图像处理[M]. 北京:机械工业出版社, 2006.
- [3] (美)冈萨雷斯. 数字图像处理[M]. 北京:电子工业出版社, 2009.
- [4] 李杰. 基于边缘光流法向分量的运动区域划分[J]. 北京理工大学学报, 2011, 21(4): 452-455.
- [5] 黄福珍,苏剑波. 人脸检测[M]. 上海:上海交通大学出版社, 2006: 137-146.
- [6] 徐世伟,张威. 基于FPGA实时红外图像自适应线性增强算法的实现[J]. 光电技术应用, 2009, 24(6): 67-68.

(下转第88页)

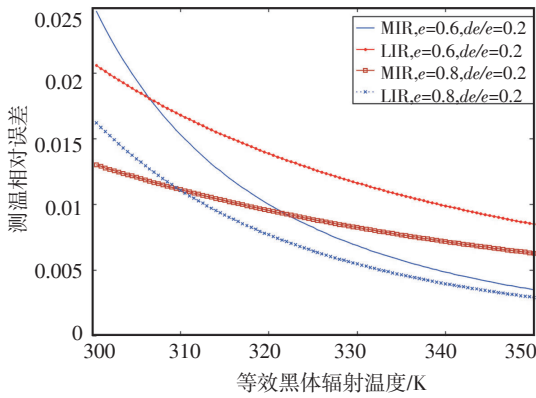


图6 中波红外热像仪测温最大误差与目标等效黑体温度之间的关系曲线

发射率分别为  $0.6 \pm 20\%$ 、 $0.8 \pm 20\%$  的条件下获得的。可以看到：当所测目标等效黑体辐射增强（目标等效黑体辐射温度），则测温精度升高；目标发射率增大，测温精度提高；且目标等效辐射温度高于 310 K 后，中波红外测温精度高于长波红外测温精度。以上计算所使用的参数分别如表 1 所示。

表1 计算参数

$\varepsilon=0.6$	$\tau=0.98$	$T_{sur}=300\text{ K}$	$T_{atm}=300\text{ K}$	$n_{MIR3.7-4.8}=10$	$T_{ir}=313.15\text{ K}$
$d\varepsilon=0.12$	$d\tau=-0.2$	$dT_{sur}=3\text{ K}$	$dT_{atm}=0.5\text{ K}$	$n_{LIR7.7-9.3}=4$	--

### 3 结 论

从上述分析可以看出：采用红外热像仪对目标

(上接第 76 页)

[7] 岑峰,戚飞虎,陈茂林.长期视频监控系统的分布模型差方法[J].红外与毫米波学报,2002,21(1):59-63.  
 [8] 侯志张,韩崇昭.基于像素灰度归类的背景重构算法[J].软件学报,2005,16(9):1568-1576.  
 [9] 胡敏,石美,汪荣贵.一种具有抗噪性的图像分割方法[J].计算机工程,2011,37(8):231-232.

(上接第 84 页)

[7] 姚连兴,仇维礼,王福恒.目标和环境的光学特性[M].北京:宇航出版社,1995:274.  
 [8] 巨养锋,薛建国,张乐,等.激光隐身效果评估方法研究[J].

场景进行测温精度主要受到目标发射率 $\varepsilon$ 、大气透过率 $\tau$ 、环境等效辐射温度 $T_{sur}$ 、大气温度 $T_{atm}$ 和它们的误差、以及探测器响应参数等因素相关。在保证以上参数精度的情况下,能保证系统的测温精度优于2%。对于存在高温辐射源的环境等效辐射温度很难准确测量,其测量误差对系统的测温精度影响最大。在其他条件相同时,中波红外成像系统测温精度比长波红外测温精度高。

### 参考文献

[1] 刘慧开,杨立.红外热像仪的最大测温误差分析[J].热科学与技术,2002(12):170-172.  
 [2] 张建奇,方小平.红外物理[M].西安:西安电子科技大学出版社,2004:2-5.  
 [3] Gerald C Holst.红外成像系统测试与评价[M].张正辉,魏宇飞.昆明:《红外与激光工程》编辑部,2006:80-85.  
 [4] 李旭东,胡铁力.红外热像仪 SiTF 的测试研究[J].应用光学,2005(10):22-24.  
 [5] 杨立.红外热像仪测温计算与误差分析[J].红外技术,1999(7):21-23.  
 [6] 李云红,孙晓刚,原桂彬.红外热像仪精确测温技术[J].光学精密工程,2007(9):1337-1339.  
 [7] 张健,杨立,刘慧开.环境高温物体对红外热像仪测温误差的影响[J].红外技术,2005(9):420-422.  
 [8] 杨立,寇蔚,刘慧开,等.热像仪测量物体表面辐射率及误差分析[J].激光与红外,2002(2):43-45.  
 [9] 胡剑虹,宁飞,沈湘衡,等.目标表面发射率对红外热像仪测温精度的影响[J].中国光学与应用光学,2010(4):152-155.

[10] 文志强,蔡自信.目标跟踪中巴氏系数误差的分析及其消除方法[J].计算机学报,2008,31(7):1165-1174.  
 [11] 于雪莲,宋洋,刘晓红.运动目标检测和目标区域的估算[J].通讯技术,2011,44(5):119-120.  
 [12] 陶文兵,金海.一种新的基于图谱理论的图像阈值分割方法[J].计算机学报,2007,30(1):110-119.

半导体光电,2011,32(3):436-438.  
 [9] 韩意,孙华燕,李迎春,等.空间目标激光雷达散射截面仿真分析[J].红外与激光工程,2010,39(5):819-823.