

·信号与信息处理·

## 基于序列图像的复杂背景下字符识别技术研究

姜月秋<sup>1</sup>, 于大飞<sup>2</sup>, 高宏伟<sup>2</sup>

(1. 沈阳理工大学通信与网络工程中心, 辽宁 沈阳 110159;

2. 沈阳理工大学信息科学与工程学院, 辽宁 沈阳 110159)

**摘要:**针对舰船模型其横摆度与纵摆度量的检测问题, 研究了一种基于序列图像的复杂背景下字符识别方法用以检测舰船模型的摆度量。首先利用背景图像相邻区域灰度值变化缓慢的特性, 采用高斯低通滤波算法对图像背景进行实时更新; 其次提出了一种基于差分图像统计信息的自适应阈值分割算法, 用以消除光线和环境的变化对背景的影响; 最后研究了基于改进扫描线算法与模板匹配算法的字符识别算法。实验结果表明, 研究的算法可以在不同光照情况下完整、快速地识别出舰船模型上印刷的字符, 完全可以用于摆度量的检测, 具有较大的实用价值。

**关键词:**高斯滤波; 背景更新; 线性扫描; 图像分割; 字符识别

中图分类号: TP391.4

文献标识码: A

文章编号: 1673-1255(2012)06-0055-05

## Research on Character Recognition Technology Based on Sequence Images in Complex Environment

JIANG Yue-qiu<sup>1</sup>, YU Da-fei<sup>2</sup>, GAO Hong-wei<sup>2</sup>

(1. Communication and Network Engineering Center, Shenyang University of Science and Technology, Shenyang 110159, China; 2. Information Science and Engineering Institute, Shenyang University of Science and Technology, Shenyang 110159, China)

**Abstract:** According to inspection problems of horizontal and vertical pendulum amplitude of ship models, a method of character recognition used to inspect pendulum amplitude of ship models based on sequence images in complex background is discussed. Firstly, Gaussian low-pass filtering algorithm is adopted to update image background in real time based on gray value with the characteristic of slow change, which is at the adjacent regions of background images. Secondly, an adaptive threshold segmentation algorithm based on statistical information of difference image is put forward to eliminate the influence of the change of light and environment on background. Finally, character recognition algorithm based on the improved scan line algorithm and template matching algorithm is researched. The experiment results show that the algorithm can identify the characters printed on ship model quickly and completely in the different illumination circumstances. And it can be used to inspect pendulum amplitude. So it has great practical value.

**Key words:** Gaussian low-pass filter; background update; linear sweep; image segmentation; character recognition

视频目标的分割与跟踪是当前计算机视觉中一个重要课题。近年来引起越来越多的研究者们关注, 这主要有两个原因: 第一, 计算和存储成本的大幅度下跌使得以视频速率或近似视频速率采集存储图像序列成为可能; 另一方面, 视频跟踪技术广阔的

市场应用前景也是推动此研究的主要动力。视频跟踪技术除了在智能视频监控系统中具有非常重要的应用外, 在人机交互<sup>[1]</sup>、运动分析、目标识别<sup>[2-4]</sup>、目标分类、机器人视觉导航<sup>[5]</sup>、图像压缩、交通检测和虚拟现实等领域也有重要应用。运动图像序列中包含了

比静态图像更多的有用信息。运动对象的分割,是将视频图像序列划分成若干的运动对象,并在时间轴上对这些运动对象进行跟踪,为以后的研究工作奠定基础,如目标识别、目标分类、基于对象的编码技术以及基于内容的视频检索等。但是复杂的现场环境以及跟踪应用的实时性,对目标的跟踪算法都提出很高的要求。

目前几种常用的动态视频目标检测方法主要有:背景差分(background subtraction)方法,时间差分(temporal difference 又称相邻帧差)方法,光流方法<sup>[8]</sup>(optical flow)等。背景差分(background subtraction)方法是目前运动检测中最常用的一种方法,它是利用当前图像与背景图像的差分来检测出运动目标的一种技术。它一般能够提供相对来说比较全面的运动目标的特征数据,但对光线的敏感度较高;时间差分(temporal difference 又称相邻帧差)方法充分利用了视频图像的特征,从连续得到的视频流中提取所需要的动态目标信息,对于动态环境具有较强的自适应性,但一般不能完全提取出所有相关的特征像素点,在运动实体内部容易产生空洞现象,只能检测到目标的边缘<sup>[6,7]</sup>。而且,当运动目标停止运动时,一般时间差分方法便失效。基于光流方法的运动检测采用了运动目标随时间变化的光流特性,如Meyer等作者通过计算位移向量光流场来初始化基于轮廓的跟踪算法,从而有效地提取和跟踪运动目标。该方法的优点是在所摄场所运动存在的前提下也能检测出独立的运动目标。然而,大多数的光流计算方法相当复杂,且抗噪性能差,如果没有特别的硬件装置则不能被应用于全帧视频流的实时处理。针对大型舰船模型横摆度与纵摆度的检测问题,文中提出了改进的背景差分方法与扫描线算法相结合的方法对基于序列图像的字符进行识别以检测舰船模型的摆度量,在主频为2.6 GHz的PC机上对视频图像大小为768×576的实验结果表明,该方法克服了对光线特别敏感的缺点,而且具有较好的实时性和准确性,有一定的实用价值。

## 1 实时背景提取算法

背景图像差分算法是基于静止背景的,而实际情况下基于序列图像的运动目标提取,背景并不是静止的。而背景图像的变化为运动目标检测带来了很大的难度,因此必须对背景图像进行实时更新。

传统的背景更新算法一般采用差分图像直方图算法。此算法更新背景时,要计算差分图像统计直方图,因此这种算法非常耗时,同时由于计算的是图像的整体灰度值,当背景中物体位置发生变化时,其统计直方图基本不变,此时无法进行背景更新。通过研究发现,一幅图像相邻背景区域,灰度值变化非常缓慢,其灰度值之差实际上很小。因此采用高低通滤波算法来提取背景,其原理图如图1所示。高

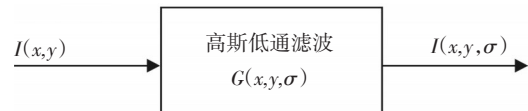


图1 时域高低通原理图

斯低通滤波是作为一种运动检测降噪的方法,只要方差 $\sigma^2$ 取合适的值,就可以达到滤除颗粒噪声,还有一定消除摄像机抖动的不良效果的作用,为下一步提取感兴趣的运动目标创造了有利条件,而且获得的初始背景的质量不依赖起始时间。经过实验确定,背景随光线的变化自适应更新能力较强。

当图像通过这个高斯低通滤波器时,图像序列的缓变部分可以从图像的快速变化过程中分离出来。其时域递归低通滤波器表示为

$$G(x_i, y_i, \sigma) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} \exp\left(-\frac{(x-x_i)^2 + (y-y_i)^2}{2\sigma^2}\right) \quad (1)$$

$$L(x, y, \sigma) = G(x, y, \sigma) \times I(x, y) \quad (2)$$

在实际应用中,在计算高斯函数的离散近似时,在大概 $3\sigma$ 距离之外的像素都可以看作不起作用,这些像素的计算也就可以忽略,通常,图像处理程序只需要计算 $(6\sigma+1) \times (6\sigma+1)$ 。

通过实验证实,这种改进的实时背景更新算法运算速度快,更新效果好,可以有效地消除由照明或天气的缓慢变化引起的背景变化以及背景突变带来的影响。

## 2 背景图像差分算法

背景图像差分算法是常用的基于图像灰度信息的运动检测算法之一,其特点是位置精确,运算速度快,能够分割出完整的运动对象,但算法对背景图像的变化比较敏感,需要对背景进行更新。背景图像差分算法的公式如下

$$D(x, y) = I(x, y) - B(x, y) \quad (3)$$

式中, $D(x, y)$ 为当前检测图像差分后在 $(x, y)$ 处的灰

度值;  $I(x, y)$  为当前检测图像在  $(x, y)$  处的灰度值;  $B(x, y)$  为更新后的背景图像在  $(x, y)$  处的灰度值。

### 3 基于差分图像统计信息的自适应阈值分割算法

差分后的图像需要进行图像分割。阈值分割算法是最常见的并行直接检测区域的分割算法。图像分成前景和背景, 阈值分割相当于对图像进行二值化, 实质是对每个像素确定一个阈值  $Threshold$ , 根据阈值  $[Threshold]$  判定像素  $I(x, y)$  是前景像素还是背景像素。阈值的选取是一个难点, 固定阈值分割算法简单, 但分割效果不理想。直方图阈值分割算法要求被分割图像的灰度直方图有明显双峰, 没有双峰时则不能采用。

利用正态分布的“ $3\sigma$  原则”, 考虑选用像素  $I(x, y)$  在相邻两帧图像中灰度值之差的变化分布方差的三倍值作为阈值, 即  $[Threshold] = 3\sigma$ 。实验发现, 在差分图像中, 字符图像区域像素的灰度值与当前检测图像的平均灰度值有直接关系, 当前检测图像的平均灰度值大时, 字符区域像素的灰度值之差的均值大, 当前检测图像的平均灰度值小时, 字符区域像素的灰度值之差的均值小。选用阈值  $Threshold = 3\sigma$  进行图像分割时, 在因照明光线较暗导致当前检测图像的平均灰度值较小的情况下, 字符图像区域出现大面积的断裂和漏空, 大量的前景像素被误判为背景像素。

因此, 文中提出一种基于图像平均灰度值的阈值分割算法, 即用当前差分图像的平均灰度值  $Average-Gray$  与比例系数  $u$  的乘积作为差分后图像分割的阈值

$$[Threshold] = u \times Average-Gray \quad (4)$$

式中,  $[Threshold]$  为差分图像分割的阈值;  $u$  为比例系数;  $Average-Gray$  为当前差分图像的平均灰度值。

实验研究发现, 当  $u$  在范围(2.5, 4.0)内取值时, 在照明光线较暗和较强的情况下, 图像分割的效果都非常理想。在算法的编程实现时, 选用  $\mu=3.5$ , 并在文章后面给出  $Threshold=3.5$  时的实验效果。

## 4 基于改进扫描线算法与模板匹配的认识算法

### 4.1 区域定位

经典区域填充扫描线算法的基本思想是: 首先

利用区域在扫描线上的连贯性, 填充当前扫描线上的一个区段, 然后利用相邻扫描线上区段的连贯性, 在上下两条相邻扫描线上寻找新的区段, 并以种子点堆栈的形式保存这些区段。反复处理堆栈内的区段, 直到保存的所有区段都处理完为止。这一过程可以分为如下5个步骤进行:

步骤1:(初始化) 将算法设置的堆栈置为空, 将给定的种子点  $(x, y)$  压入堆栈。

步骤2:(出栈) 如果堆栈为空, 算法结束; 否则取栈顶元素  $(x, y)$  作为种子点。

步骤3:(区段填充) 从种子点  $(x, y)$  开始沿纵坐标  $y$  的当前扫描线向左右两个方向逐个像素进行填充, 其值置为 128, 直到到达边界为止。

步骤4:(定范围) 以  $x-l$  和  $x-r$  分别表示在步骤3中填充的区段两端点的横坐标。

步骤5:(进栈) 分别确定当前扫描线的上下相邻两条的扫描线上位于  $[x-l, x-r]$  区域内的区段。如果这些区段内的像素的颜色值为 128 或者 255(边界上像素的颜色值), 则不产生新的区段, 直接转到步骤2, 否则取区段的右端点为种子点压入堆栈(可能不止一个), 再转到步骤2 继续执行。

而改进型的扫描性算法不是作为区域填充算法, 而是作为区域定位算法, 它不仅确定兴趣区域的位置, 而且可以确定兴趣区域的大小。具体步骤如下:

步骤1: 对图像进行行扫描, 将扫描到第一个黑色像素点的位置坐标  $(x, y)$  赋值给  $CPoint_{Current}$ , 并将其像素值赋值为 128, 将其坐标  $(x, y)$  确定为种子点, 并确定最大值点为  $(x, y)$ , 最小值点也为  $(x, y)$ 。

$$CPoint_{max} = (x, y), CPoint_{min} = (x, y) \quad (5)$$

步骤2: 用扫描线算法进行区域填充, 将区域中的黑色像素点的像素值全部赋值为 128, 并将其与  $max$ ,  $min$  像素点比较, 若大于  $max$ , 则  $max$  等于当前像素点的值; 若小于  $min$ , 则  $min$  等于当前像素点的值。

步骤3: 知道该区域无黑色像素点, 结束该次扫描, 然后比较  $max.x - min.x$  与  $max.y - min.y$  是否符合感兴趣区域的大小, 若符合则令  $interest[i][0] = min$ ,  $interest[i][1] = max$ 。

步骤4: 跳转到步骤1 从  $Current$  像素点开始扫描。直至扫描整个图像为止。



#### 4.2 区域归一化

从  $\text{interest}[i][0]$ 、 $\text{interest}[i][1]$  数组中读出区域的最大值与最小值,然后将该区域的图像归一化到  $32 \times 32$  区域。

$$\begin{cases} x = \frac{32 \times l - x - \text{interest}[i][0].x}{\text{interest}[i][1].x - \text{interest}[i][0].x} \\ y = \frac{32 \times l - y - \text{interest}[i][0].y}{\text{interest}[i][1].y - \text{interest}[i][0].y} \end{cases} \quad (6)$$

#### 4.3 特征提取与模板匹配识别

提取两种统计特征,一种是网格特征,由于输入的图像都是  $32 \times 32$  大小的,所以图像分成了  $4 \times 4 = 16$  个小格子,在每个格子里统计其黑色像素的个数,形成一个 16 维的矢量,另外一种特征是交叉点特征,在水平方向以及垂直方向四等分的地方,作水平线或垂直线穿过字符,看其与字符边缘相交的次数,这样又获得了 9 个数值,加起来一共获得了 25 维的特征量。将模板的特征提取出来,保存在系统文件中,识别一个新字符的时候,提取出它的特征矢量,然后求出其特征矢量与 26 个字符模板特征矢量的马氏距离,距离最短的,即为识别出的结果。

### 5 试验及结果分析

该算法是基于 Visual C++ 6.0 平台上开发与实现。舰船模型的摆度量检测系统通过大恒的 DH\_CG400 采集卡与模拟摄像头,获取舰船模型上 M、Z、H、B、K 五个特征字符,然后通过上述的一系列

图像处理算法,解算出舰船的横纵摆量。其全过程主要包括背景图像更新、计算当前图像与背景的差异图像、用差异图像平均灰度值与比例系数的乘积作为阈值进行图像二值化、依据基于改进扫描线算法与模板匹配的认识算法对图像进行定位识别。流程图如图 2。

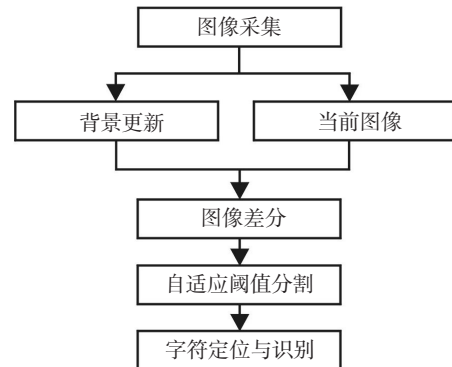


图2 字符检测流程图

图3这组图像是分别在阳光直射、阳光正常、傍晚光线微弱情况下获得的。图4是运用一般的背景差分法提出的字符实验效果,无论光线较强还是较弱,字符所在的前景图都不能与背景图完全分离开。图5是用文中的背景差分法提出的字符实验效果。可以看出,不论在阳光直射情况下,还在傍晚微弱光线情况下,都能够明确地分离出前景图与背景图。图6是基于差分图像统计信息的分割效果图,这是一种自适应阈值分割法,结合文中的背景差分法可以有效地克服光线、环境与噪声带来的影响。图7使用基于改进扫描线算法与模板匹配的认识算法识

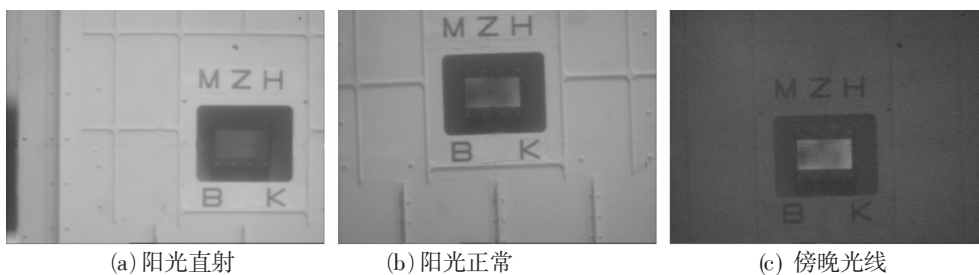


图3 不同光线下的图像

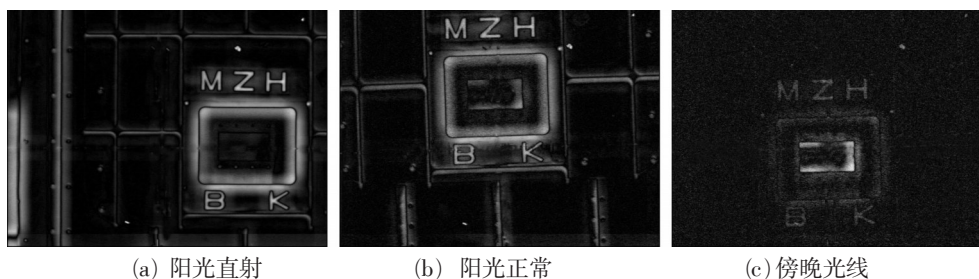


图4 一般背景差分算法的效果图

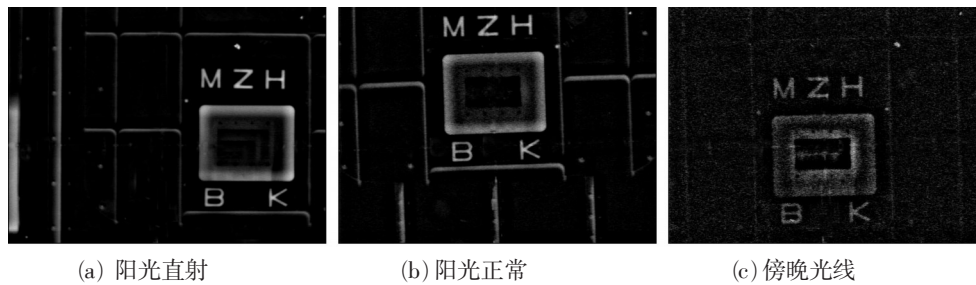


图5 基于文中背景差分算法的效果图

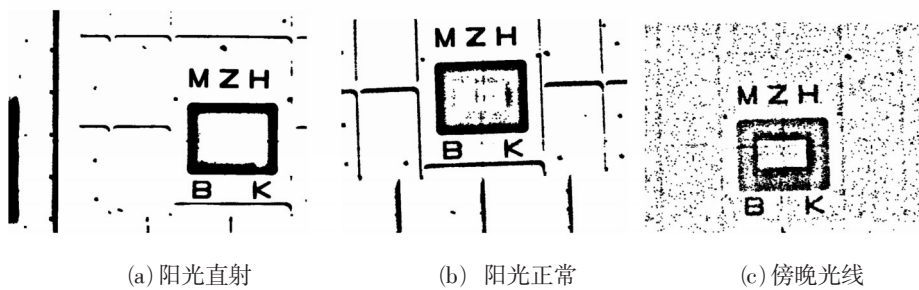


图6 基于差分图像统计信息的自适应阈值分割算法的分割效果图

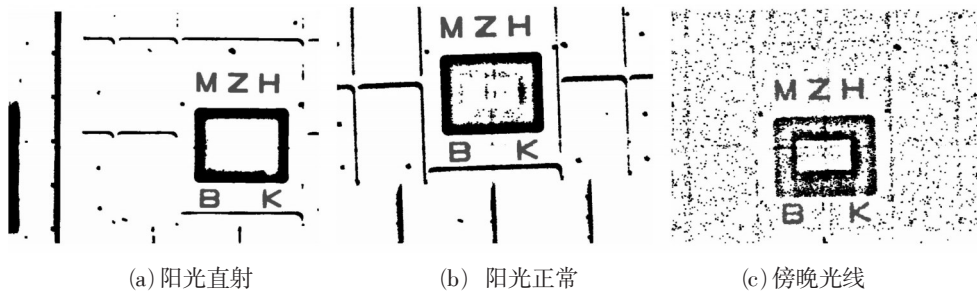


图7 基于改进扫描线算法与模板匹配的识别算法的识别效果图

别出的字符。实验结果表明,该算法对光线、噪声有很好的消除效果,能够完整准确地分割识别出字符(识别出的字符用红色显示)。

## 6 结 论

提出了一种在复杂环境下对序列图像中字符检测与跟踪算法。在不需要已知背景图像的条件下,该算法首先将一帧图像经过高斯低通滤波器后与该帧图像相差分,可以较完整地检测出动态字符的全貌。然后,通过自适应阈值分割和改进的扫描线算法可以得到舰船特征字符在视频窗口中的位置信息,其中改进的扫描线算法只需要对图像扫描一遍,这大大地提高了算法的速度,便于软件的实时处理。最后经过模板匹配识别算法确知字符信息。在确知字符信息,字符位置信息及它们的相对位置关系信息后,通过演算得出舰船模型的横纵摇摆度。

## 参考文献

- [1] 严勇,黄席樾,刘爱君. Kalman 滤波在运动图像背景提取及更新中的应用[J]. 自动化与仪器仪表,2006(2):28-30.
- [2] 刘贵喜,邵明礼,刘先红. 真实场景下视频运动目标自动提取方法[J]. 光学学报,2006,26(8):1150-1155.
- [3] 罗洪艳,杨维萍,郑小林,等. 小鼠切片图像自动去背景方法的研究[J]. 电子科技大学学报,2011,40(4):625-629.
- [4] 李晋惠,容慧. 一种静态背景下的运动目标检测算法研究[J]. 西安工业大学学报,2008,28(6):573-576.
- [5] 唐宜清,彭可,罗湘运. 视频监控中一种完整提取运动目标的检测算法[J]. 计算技术与自动化,2007,26(2):42-45.
- [6] Opelt A, Pinz A, Zisserman A. A boundary-fragment-model for object detection[M]. London:Springer-Verlag,2006.
- [7] 唐旭晟,陈丹. 基于局部边缘特征的快速目标检测[J]. 计算机辅助设计与图形学学报,2011,23(11):1902-1907.
- [8] 胡以静,李政访,胡跃明. 基于光流的运动分析理论及应用[J]. 计算机测量与控制,2007,15(2).