

## 基于彩色图像边缘差分的运动目标检测算法\*

宋宁<sup>1</sup>, 尚振宏<sup>1</sup>, 刘辉<sup>2</sup>, 舒国锋<sup>2</sup>

(1. 昆明理工大学 信息工程与自动化学院, 云南 昆明 610000;

2. 昆明理工大学 云南省计算机技术应用重点实验室, 云南 昆明 610000)

**摘要:** 针对目前常用的运动目标提取易受到噪声影响、易出现阴影和误检漏检等情况, 提出了一种基于 Sobel 算子的彩色边缘图像检测和帧差分相结合的检测方法。首先用 Sobel 算子提取视频流中连续 4 帧图像的彩色边缘图像, 然后将边缘图像进行隔帧差分相与, 提取出较精确的运动目标边缘轮廓。提取的轮廓经过一系列的形态学操作填充, 可得到完整的运动目标。实验结果表明, 该方法对运动目标边缘轮廓提取准确, 抗噪能力强, 且鲁棒性好。

**关键词:** 彩色边缘检测; 隔帧差分; 运动目标提取

中图分类号: TP391.4

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2011)24-0036-03

## Moving object detection algorithm based on color image edge-differencing extraction

Song Ning<sup>1</sup>, Shang Zhenhong<sup>1</sup>, Liu Hui<sup>2</sup>, Shu Guofeng<sup>2</sup>

(1. School of Information Engineering and Automation Institute, Kunming University of Science and Technology, Kunming 610000, China;

2. Computer Technology Application Key Laboratories of Yunnan, School of Kunming University of Science and Technology, Kunming 610000, China)

**Abstract:** To improve the moving object detection which susceptible to noises and shadows, which has incorrect leak detection, an algorithm based on color edge extraction of Sobel, kenal and frame differencing is presented in this paper. Firstly, four continuous frames of color edge image are extracted by the edge extraction from video. Then, the edge-image-differencing is made so as to extract edge contours of moving object. Finally, the edge contours are filled with morphology method. The test results shows that the proposed algorithm can detect the moving object accurately and quickly with less noise.

**Key words:** color edge extraction; frame-differencing; moving object detection

运动目标检测是目标识别、跟踪的难点和关键环节, 目标提取的好坏直接影响处理结果。而在运动目标检测中遇到最多的问题是提取的前景不准确, 受环境影响噪声较多, 且阴影难消除。很多文献也提出了改进方法, 常用的经典算法有: 背景差分、混合高斯背景模型、帧差法等。背景差分<sup>[1]</sup>首先构建一个背景图像, 然后利用当前帧图像与背景图像相减, 得到差分图像, 通过阈值分割来提取目标。混合高斯模型<sup>[2]</sup>使用  $K$  个(基本为 3~5 个)高斯模型来表征图像中各个像素点的特征, 在新一帧图像获得后更新混合高斯模型, 用当前图像中的每个像素点与混合高斯模型匹配, 如果成功, 则判定该

点为背景点, 否则为前景点。混合高斯背景模型检测运动目标易出现阴影, 而对阴影的去除目前存在较大困难。帧差法通过视频流中相邻两帧或 3 帧图像相减, 根据差分图像来检测目标。常用的相邻差分法检测目标存在两帧目标重叠部分不易检测、出现虚假目标等问题。一般来说, 图像的边缘信息不易受噪声和亮度突变的影响。本文提出一种边缘差分的思想, 将传统 Sobel 算子边缘检测应用到彩色图像边缘检测, 将边缘检测与帧间差分相结合, 很好地克服了阴影以及噪声的影响, 经形态学处理最后得到较为清晰准确的运动目标。

## 1 边缘检测

边缘检测算法的基本步骤为: 滤波、增强、检测和定位。经典的检测算法主要采用梯度算子, 常用的梯度算

\* 基金项目: 昆明市科技局重点项目“多 PTZ 摄像头融合跟踪技术在社会治安视频监控中的应用”

子有 Sobel 算子、Prewitt 算子、Canny 算子、Laplacian 算子和 LOG 算子<sup>[3]</sup>等。

### 1.1 Sobel 算子检测边缘

Sobel 算子把重点放在接近于模板中心的像素点,是边缘检测器中最常用的算子之一。

#### 1.1.1 Sobel 算法原理

由于图像边缘附近的亮度变化比较大,因此把那些邻域内灰度超过某个值的像素点当作边缘点。算法的主要步骤如下。

(1) 分别将两个方向模板沿着图像从一个像素移动到另一像素,并将像素的中心与某个像素位置相重合;

(2) 将模板内的系数与其图像上相对应的像素值相乘;

(3) 将所有相乘的值相加;

(4) 将两个卷积的最大值赋给图像中对应模板中心位置的像素作为该像素新的灰度值;

(5) 选取合适的阈值  $TH$ ,若新像素灰度值  $\geq TH$ ,则判断该像素点为图像边缘点。

Sobel 算子也是一种梯度幅值<sup>[4]</sup>,其梯度计算公式为:

$$G = \sqrt{G_x^2 + G_y^2} \quad (1)$$

其中,  $G_x$ 、 $G_y$  分别为像素的水平方向梯度和垂直方向梯度。

图 1(a)为一幅图像的  $3 \times 3$  区域,图 1(b)和图 1(c)分别为 Sobel 算子水平方向和垂直方向的梯度算子,则图 1(a)中  $z_5$  像素点的水平方向和垂直方向梯度向量可近似计算为:

$$G_x = (z_7 + 2z_8 + z_9) - (z_1 + 2z_2 + z_3) \quad (2)$$

$$G_y = (z_3 + 2z_6 + z_9) - (z_1 + 2z_4 + z_7) \quad (3)$$

$z_1$	$z_2$	$z_3$
$z_4$	$z_5$	$z_6$
$z_7$	$z_8$	$z_9$

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

-1	-2	-1
0	0	0
1	2	1

(a) 图像  $3 \times 3$  区域 (b) 水平方向梯度 (c) 垂直方向梯度

图 1 图像  $3 \times 3$  区域及水平和垂直方向的梯度

#### 1.1.2 Sobel 算子彩色图像边缘检测的实现和改进

本文算法针对彩色图像,建立水平方向和垂直方向的彩色分量图<sup>[5]</sup>,具体步骤如下。

(1) 遍历一幅彩色图像,取图像上像素的颜色值;

(2) 将像素的 R、G、B 灰度值分别赋给水平方向和垂直方向彩色分量图对应像素的 R、G、B 值;

(3) 分别计算原图像中像素的 R、G、B 分量在水平和垂直方向与模板(掩膜)卷积的累加值,卷积模板选用上述 Sobel 核,Sobel 算子使用权重 2 的思想是通过突出中心点的作用而达到平滑的目的;

(4) 将累加值除以某个权重,取绝对值赋给上述分量图的 R、G、B 值;

(5) 用式(1)计算该像素的 R、G、B 梯度值,赋给原图

像对应的 R、G、B 值,得到彩色边缘图像。

Sobel 算子利用像素的上、下、左、右邻域的灰度值加权算法,算法利用图 1(a)所示的模板分别与图 1(b)和图 1(c)所示的两个核做卷积,一个核对垂直边缘影响最大,而另一个核对水平边缘影响最大。该方法不但产生较好的检测效果,而且对噪声具有平滑作用,可以提供较为精确的边缘,因此选用 Sobel 算子进行边缘检测,结合后面的帧差分,可以得到准确、良好的边缘轮廓图像<sup>[6]</sup>。

## 2 边缘差分

### 2.1 帧间差分

帧间差分<sup>[7]</sup>主要利用视频序列中连续的两帧或几帧图像的差异来检测运动目标。帧间差分的表达式为:

$$D_n(x,y) = |I_n(x,y) - I_{n-1}(x,y)| \quad (4)$$

$$B_n(x,y) = \begin{cases} 1, & D_n(x,y) \geq T \\ 0, & D_n(x,y) < T \end{cases} \quad (5)$$

其中,  $I_n(x,y)$  表示在第  $n$  帧  $(x,y)$  处的像素灰度值;  $I_{n-1}(x,y)$  表示在第  $n-1$  帧  $(x,y)$  处的像素灰度值;  $D_n(x,y)$  表示差分后在  $(x,y)$  处的像素灰度值;  $B_n(x,y)$  表示差分图像二值化后像素灰度值;  $T$  为设定的阈值。

当运动目标速度较慢时,目标变化可能不大,帧间差分会产生孤立点的噪声。为避免目标丢失,可选取连续 3 帧或 4 帧图像两两相减进行与运算,得到运动目标。本文采用连续 4 帧图像进行差分。连续 4 帧差分是相邻两帧差分算法的一种改进方法,它选取连续 4 帧的图像,消除两帧差分目标重叠部分不易检测的缺点,从而提取精确的运动目标轮廓信息。

设视频图像序列中连续 4 帧图像分别为  $I_n(x,y)$ 、 $I_{n+1}(x,y)$ 、 $I_{n+2}(x,y)$ 、 $I_{n+3}(x,y)$ ,将第 1 帧图像与第 3 帧图像、第 2 帧与第 4 帧图像作差分:

$$\begin{cases} D_{(n+1,n)}(x,y) = |I_{n+1}(x,y) - I_n(x,y)| \\ D_{(n+3,n+2)}(x,y) = |I_{n+3}(x,y) - I_{n+2}(x,y)| \end{cases} \quad (6)$$

对得到的差值图像选取适当的阈值  $T$  进行二值化,得到的二值化图像为:

$$\begin{cases} B_{(n+1,n)}(x,y) = \begin{cases} 1, & D_{(n+1,n)}(x,y) \geq T \\ 0, & D_{(n+1,n)}(x,y) < T \end{cases} \\ B_{(n+3,n+2)}(x,y) = \begin{cases} 1, & D_{(n+3,n+2)}(x,y) \geq T \\ 0, & D_{(n+3,n+2)}(x,y) < T \end{cases} \end{cases} \quad (7)$$

在每一个点  $(x,y)$  处将得到的二值图像逻辑相与,得到二值图像  $B_n(x,y)$ :

$$B_n(x,y) = \begin{cases} 1, & B_{(n+1,n)}(x,y) \text{I} B_{(n+3,n+2)}(x,y) = 1 \\ 0, & B_{(n+1,n)}(x,y) \text{I} B_{(n+3,n+2)}(x,y) \neq 1 \end{cases} \quad (8)$$

### 2.2 边缘检测与差分相结合

本文算法的流程如图 2 所示。

用本文提出的改进 Sobel 算子彩色图像边缘检测方法从视频流中提取连续的 4 帧图像,得到它们的边缘图像,然后用上述 4 帧差分的思想作边缘图像的隔帧差分,得到准确、噪声很小的运动目标边缘轮廓。

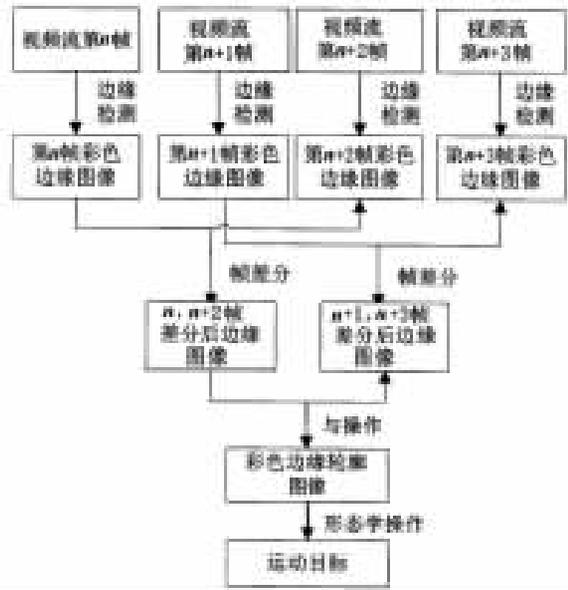


图2 算法流程

## 2.3 形态学处理

### 2.3.1 腐蚀运算

腐蚀是指用某种形状的基元对一个图像进行探测，以便找出在图像中能够放下该基元的区域。集合  $A$  被集合  $B$  腐蚀，表示为  $A \ominus B$ ，其定义为

$$A \ominus B = \{x: B+x \subset A\} \quad (9)$$

式中， $\subset$  表示子集关系。 $A$  为输入元素， $B$  为结构元素。 $A \ominus B$  将由  $B$  平移  $x$  但仍包含在  $A$  内的所有  $x$  点组成。如果将  $B$  看作模板，那么  $A \ominus B$  则由在平移模板的过程中所有可以填入  $A$  内部的模板的原点组成。

腐蚀的方法：用  $B$  的中心点与  $A$  上的每一点依次比较，若  $B$  上所有点都在  $A$  内，则保留该点，否则，删除该点。

### 2.3.2 膨胀运算

膨胀定义为：

$$A \oplus B = \cup \{A+b: b \in B\} \quad (10)$$

膨胀通过相对结构元素的所有点平移输入图像，然后计算其并集得到。如果结构元素为一个圆盘，那么膨胀可填充图像中的小孔以及在图像边缘处的小凹陷部分。

膨胀的方法：用  $B$  的中心点与  $A$  上的点以及  $A$  周围的点逐个比较，若  $B$  上有一个点落在  $A$  中，则该点就为黑点。

对运动物体的目标轮廓进行形态学处理，选取自定义的结构元素进行腐蚀膨胀操作，从而将运动目标完整地检测出来。

## 3 实验结果

对比传统 Sobel 算子灰度边缘检测和本文方法，对室外行人运动视频流进行检测，结果如图 3 所示。左边一列分别为原图第 20 帧、第 50 帧、第 100 帧，中间为传统 Sobel 算子灰度边缘检测结果，右边一列为本文提出的 Sobel 算子彩色边缘检测结果。

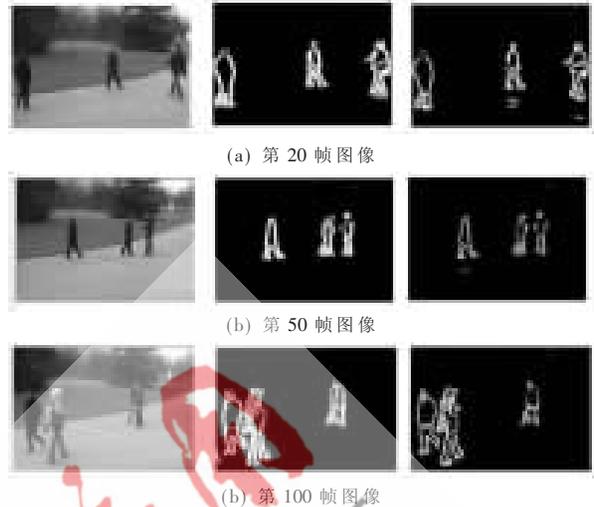


图3 第20、50、100帧图像的原图、传统 Sobel 算子灰度边缘检测结果及本文算法的彩色边缘检测结果

3 帧图像经形态学处理后的结果如图 4 所示。



图4 第20、50和100帧图像的形态学处理结果

从视频流中截取 3 帧图像，分别使用传统 Sobel 算子和本文算法作边缘差分，可以看出，传统 Sobel 算子灰度边缘检测结果边缘较粗，边缘部分噪声较多，造成交叉处的轮廓不清晰；而用本文方法检测得到的运动行人边缘较细，提取出的边缘轮廓精确，最后通过形态学操作填充轮廓，便可得到噪声较少的运动行人。相比于其他算法，该方法在行人阴影较大的场景有着其显著优势，能很好地克服阴影带来的影响，精确检测到行人。

参考文献

- [1] 于仕琪,刘瑞祯.OpenCV 教程:基础篇[M].北京:北京航空航天大学出版社,2007.
- [2] PONG P K T K, BOWDEN R. An improved adaptive background mixture model for real-time tracking with shadow detection[C]. Proceedings of 2nd European Workshop on Advanced Video Based Surveillance Systems, AVBS01. Kluwer Academic Publishers, 2001:1-5.
- [3] 段瑞玲,李庆详,李玉和.图像边缘检测方法研究综述[J].光学技术,2005,31(3):415-419.
- [4] GONZALEZ R C, WOODS R E. 数字图像处理(第二版)[M].阮秋琦,阮宇智,译.北京:电子工业出版社,2007.
- [5] 黄伟,周鸣争,李小牛.一种基于四元数的彩色图像边缘检测改进算法[J].计算机技术与发展,2008,18(3):121-124.
- [6] 甘明刚,陈杰,刘劲,等.一种基于三帧差分 and 边缘信息的运动目标检测方法[J].电子与信息学报,2010(4):894-

897.

- [7] 朱明早,罗大庸,曹倩霞.帧间差分与背景差分相融合的运动目标检测算法[J].计算机测量与控制,2005,13(3):215-217.  
(收稿日期:2011-10-19)

作者简介:

宋宁,女,1986年,硕士研究生,主要研究方向:数字图像处理。

尚振宏,男,1975年生,博士,副教授,硕士生导师,主要研究方向:计算机视觉、数字图像处理。

电子技术应用  
APPLICATION OF ELECTRONIC TECHNIQUE  
www.ChinaAET.com