

用修正的直方图法进行实时视频图像分割

张 涛

(中国科学院长春光学精密机械研究所, 长春 130021)

摘要 介绍了一种用修正的直方图进行实时图像分割的方法, 它能使图像直方图的双峰锐化, 易于分割, 适用于实时视频图像的处理。

关键词: 直方图; 实时图象处理; 视频图像分割

1 引 言

随着图像处理技术的发展, 数字图像处理技术在科学研究上、工业生产上得到愈来愈多的应用。例如用于实时目标的跟踪、机器人导航、医用图像处理等领域。阈值分割技术是图像处理中重要的处理方法, 特别在实时电视跟踪系统中, 视频图像的实时分割是系统中必不可少的一环, 它的技术水平直接影响到全系统的精度和稳定性。过去我们经常采用模拟处理的办法, 如微分切割, 传感器输出的信号经微分后, 图像中缓慢变化的部分变为零电平, 强烈变化的部分输出幅度较高的脉冲, 信号中保留了变化剧烈的边沿, 用一切割电平取出边沿, 就可实现对边沿的跟踪。另一种方法为背景抵消, 将从传感器输出的信号中求得的背景电平的平均值用于抵消缓慢变化的背景后, 再用一浮动的电平提取有效信号, 从而实现在电视实时跟踪系统中的图像信号的分割。上述两种方法在背景变化不剧烈时效果比较好, 但在背景不均匀情况下变得不很理想。

随着科学技术的发展特别是计算机技术的发展, 数字处理开始越来越多地用于视频实时处理系统。如常用的直方图统计, 实时统计信号灰度的分布, 通过一个阈值来分割背景和目标。正确选取阈值对于分割目标和背景有直接关系, 而且直方图的灰度频数分布亦直接影响阈值的选取, 在存在噪声的情况下, 直方图可能呈多峰、没有明显的双峰或谷底平坦都给阈值的选取带来困难。我们总结了过去的经验, 提出了一个用修正的直方图统计阈值分割的方法。

2 修正的直方图原理

收稿日期: 1994年8月10日

修正的直方图法的主要目标,依据为图像的边沿特性。因为图像边缘包含丰富的图像信息,只要找到目标的边缘就能正确地将目标与背景分开,寻找图像边缘有许多成熟的算法。边沿算子大致可分为三大类:梯度算子、方向模板算子、拟合算子。梯度算子是数学上梯度算子的近似形式;方向模板算子是对不同方向使用不同的检测模板;拟合算子是图像中局部灰度值同边沿的参数模型相拟合。我们在实时视频图像分割中采用梯度算子来检测边沿。灰度分布较均匀的区域一般有较低的灰度梯度值,而处于灰度分布不均匀的区域一般有较高的灰度梯度值。

设像点的灰度为 $f(x,y)$, 则此点的灰度梯度为:

$$\nabla f(x,y) = \partial f(x,y)/\partial x\vec{i} + \partial f(x,y)/\partial y\vec{j} \quad (1)$$

梯度的幅值为:

$$|\nabla f(x,y)| = \{[\partial f(x,y)/\partial x]^2 + [\partial f(x,y)/\partial y]^2\}^{1/2} \quad (2)$$

梯度的方向为:

$$\theta f(x,y) = \text{tg}^{-1}[\partial f(x,y)/\partial y/\partial f(x,y)/\partial x] \quad (3)$$

对于数字图像可用差分代替微分,且梯度运算是处于实时图像处理系统中,所以只考虑梯度幅度值的一阶差分情况有:

$$|\nabla f(x,y)| \cong \{[\Delta_x f(x,y)]^2 + [\Delta_y f(x,y)]^2\}^{1/2} \quad (4)$$

为计算方便,用绝对值代替平方和开方有:

$$|\nabla f(x,y)| \cong |f(x,y) - f(x,y+1)| + |f(x,y) - f(x+1,y)| \quad (5)$$

利用(5)式可以计算像点灰度的梯度值。公式的详细推导见文献(3)。

若某一像点的灰度值为 $f(x_0,y_0)$, 梯度值为 $\nabla f(x_0,y_0)$, 令 $\omega_0 = \omega/1 + \nabla f(x_0,y_0)$ 。用它对直方图中该点的出现频数进行加权修正。在统计直方图时灰度值为 $f(x_0,y_0)$ 的统计频数原为 S_0 , 修正后为 $S_{0\#}$

$$S_{0\#} = \omega[1/1 + \nabla f(x_0,y_0) + 1/1 + \nabla f(x_1,y_1) + \dots + 1/1 + \nabla f(x_n,y_n)]$$

其中 $\nabla f(x_0,y_0), \nabla f(x_1,y_1), \dots, \nabla f(x_n,y_n)$ 为图像中灰度为 $f(x_0,y_0)$ 的各点的灰度梯度值。这样修正以后,改变了原直方图的灰度分布,其结果为处于较均匀区域点的频数增加,不均匀区域点的频数减小。

如图1所示,使加权后的直方图比原直方图有更明显的双峰,可以准确地计算分割阈值。实现对视频图像的分割。

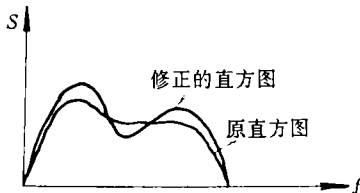


图1 直方图

在梯度运算时实际是对像点进行微分运算,而微分对于噪声来讲是十分敏感的,因此在计算梯度之前应对噪声进行滤波。

对于脉冲干扰和椒盐噪声,平滑滤波的效果比较明显,平滑滤波的方法很多,效果和复杂程度也不尽相同。实时视频处理的时间概念非常强,采用快速的中值滤波法,将二维的图像信号简化为一维的数字信号,进行中值滤波的效果较好,既能滤除椒盐噪声又能较好地保持图像的边沿,窗口大小的选取关系到滤波的时间和效果。

3 修正的直方图法处理系统硬件及软件的实现

处理系统采用模拟处理和数字处理相结合，在模拟系统中采用较精确的背景抵消法抵消

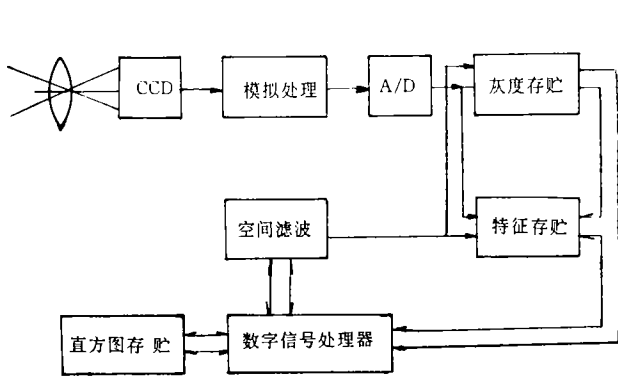
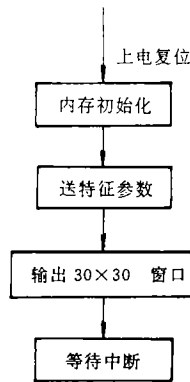


图 2 硬件原理结构框图



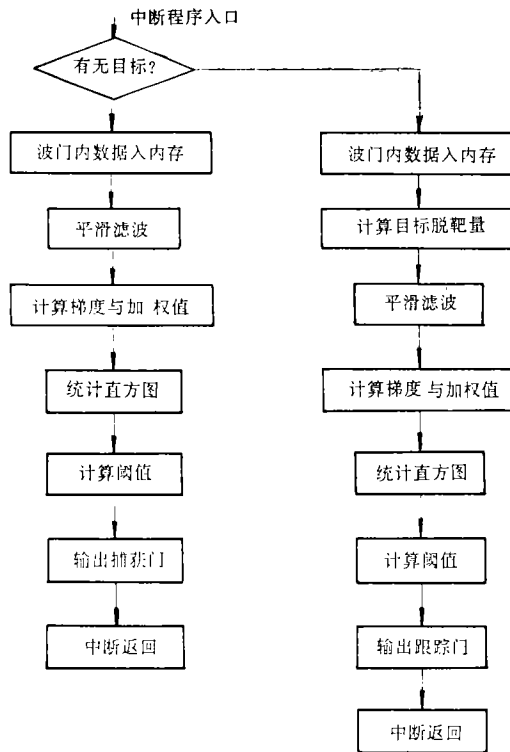
(a) 主程序

背景但不提取目标,输出的信频信号经 A/D 转换后存贮,在数字处理中实时统计修正的直方图实时计算分割阈值。硬件的原理结构框图如图 2 所示。

首先输出 30×30 的捕获窗,对全视场进行扫描,在场正程中,对捕获窗内的图像灰度数据进行平滑,滤波后计算相应点的梯度值和加权频度值统计加权后的直方图,计算阈值。其软件原理框图如图 3。

4 仿真结果

根据上述原理,进行计算机仿真,输入一幅带有噪声的数字图像信号如图 4 所示。经过中值滤波后的信号如图 5。从图 4 与图 5 的比较中看出,经滤波后噪声带变窄,脉冲干扰明显被抑制,同时有效信号基本没有受损,如果窗口扩大效果会更加明显,这里窗口取值为 1×3 窗口扩大后,程序运行时间会成倍增加。



(b) 中断处理程序

图 3 软件原理框图

像点的梯度值如图 6, 加权值为图 7。图 8 为不经滤波和加权修正的直方图, 图内双峰不明显, 在计算阈值时不能准确地计算, 容易造成误分割。图 9 是经过修正的直方图, 图上有明显的双峰呈现, 结果与原图比双峰间频数减小, 而双峰频数增加。

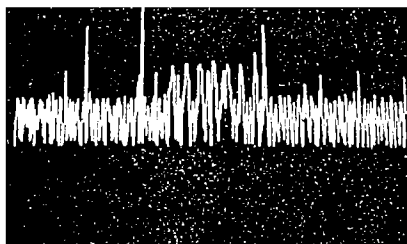


图 4 带有噪声的数字图像信号

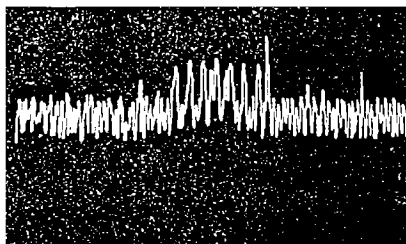


图 5 中值滤波信号

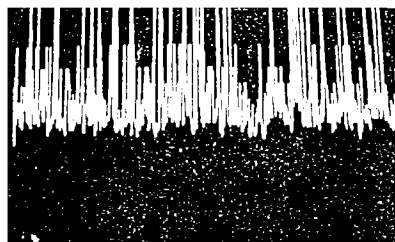


图 6 像点梯度值

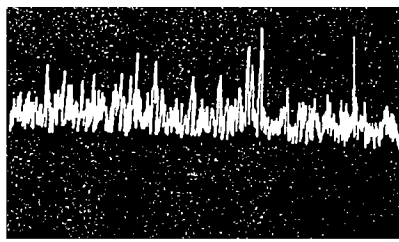


图 7 加权值

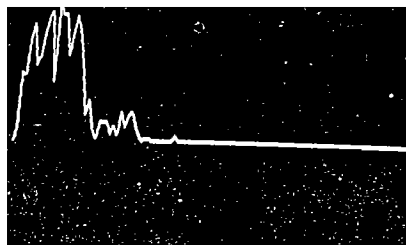


图 8 未经滤波和加权修正的直方图

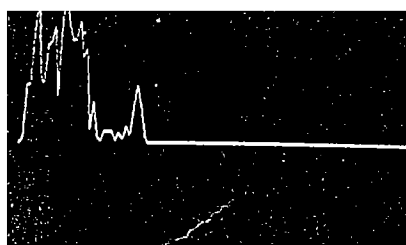


图 9 修正后的直方图

这里我们讨论了视频分割的一种方法, 随着图象处理技术和计算机技术的发展, 将会有更多更好的视频分割方法和手段用于实时电视处理系统, 使实时图像处理电视跟踪技术不断完善、发展和提高。

参 考 文 献

- [1] Digital Signal processing applications with TMS320 family, Texas Instruments
- [2] 荆仁杰等编, 杭州: 浙江大学出版社, 1990
- [3] 边肇祺等编, 北京: 清华大学出版社, 1988

Video Image Segmentation Using a Modified Histogram

Zhang Tao

*(Changchun Institute of optics and Fine Mechanics,
Chinese Academy of Sciences, Changchun 130021)*

Abstract

A method for video image segmentation using a modified histogram is presented in this paper. It can be used in real-time image processing.

Key words: Histograms, Real-time image processing, Video image segmentation