

视频突变检测的规范化灰度分布帧差方法

沈博超, 周 军

(上海交通大学电子信息与电气工程学院电子工程系, 上海 200240)

摘 要: 研究视频检索中的镜头突变检测问题, 分析造成镜头突变检测中出现误检的原因, 提出一种鲁棒的、适用于自适应阈值突变镜头检测方法的规范化灰度分布帧差的定义。实验表明, 当视频图像中噪声较低时, 采用规范化灰度分布帧差定义, 应用自适应阈值的检测方法, 对视频中镜头突变的检测有较高的准确率。

关键词: 视频检索; 镜头检测; 规范化灰度分布帧差

Method of Normalized Frame Difference of Gray Distribution for Video Shot Detection

SHEN Bo-chao, ZHOU Jun

(Electronic Engineering Department, School of Electronic Information and Electrical Engineering, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200240)

【Abstract】 This paper researches the shot detection of the video indexing problem, analyzes the cause of the error detections of shots, presents a new robust method based on normalized frame difference of gray distribution for shot detection with adaptive threshold. Experiment results demonstrate that it achieves high accuracy for shot detection with adaptive threshold.

【Key words】 video index; shot detection; normalized frame difference of gray distribution

1 概述

镜头分割是视频检索中的第 1 步, 其作用是将视频流分割成一个个镜头, 从而使基于内容的视频分析算法能对该视频流做进一步的分析^[1]。镜头的转换分为突变和渐变。视频中的突变定义为前一镜头和后一镜头的直接衔接。对视频中突变的检测主要基于以下假设: 反映视频中帧间变化的某一种特征值在镜头突变时存在明显的变化, 在该特征值依帧序变化图上表现为明显的峰值。其中, 灰度直方图帧差作为一种特征值, 能够较好地表征视频中帧间图像的变化程度^[2-4]。对于基于灰度直方图帧差变化检测镜头突变来说, 主要有固定阈值和自适应阈值 2 种方法^[3-4]。一般情况下, 对于不同视频段, 能够正确检测出镜头突变的阈值是不同的, 通常只能在分析整个视频后才能设定固定的阈值对突变进行检测。所以, 固定阈值的检测方法的实用性不强。自适应阈值的算法能够根据视频特征值的变化情况自适应地调整突变检测的阈值^[3-4], 能在对一视频流读取的同时, 对该视频流中的镜头突变进行检测。因此, 自适应阈值的方法具有较高的实用性。另一方面, 灰度直方图帧差方法结合智能计算方法在镜头突变的检测中也能获得较好的结果^[5]。但是, 应用这些算法对镜头突变进行检测时, 需要首先对该智能系统进行训练^[5], 这通常需要较大的计算量, 相比自适应阈值的方法, 这些算法的实用性不强。

本文提出了一种规范化灰度分布差的特征值计算方法。通过实验表明, 该方法克服了灰度直方图帧差的缺点。在镜头突变的检测中, 应用该方法结合自适应阈值的算法^[4]能获得更高的准确率。

2 突变检测中的误检发生

视频的突变检测中发生误检的原因主要有: 视频图像的噪声较大, 视频中存在镜头变焦, 视频中存在高速的相机和

物体之间的相对运动等方面因素造成视频中取定的特征值是依帧序的较大波动引起的。

本文主要讨论在低噪声条件下的视频中突变的检测。视频中存在镜头对准某一物体的变焦时, 如果变焦过程中视频图像的变化(该变化被人眼认为同属于一个连续镜头内容), 使得取定的特征值有较大的波动, 那么在突变的检测中就会造成误检。

当前基于灰度直方图帧差的突变镜头检测主要采用下式进行检测^[1,4], 即:

$$Hist_Diff(t) = \left(\sum_{l=0}^{255} abs(hist(t,l) - hist(t-1,l)) \right)$$

其中, 在 $hist(t,l)$ 中, $hist()$ 为第 t 帧的灰度直方图的分布情况, $hist()$ 中的“ l ”为直方图中各灰度级; $Hist_Diff(t)$ 表示第 t 帧和第 $t-1$ 帧的灰度直方图的各个灰度级分量的差值之和。特征值取灰度直方图帧差时, 对视频中变焦片断进行突变检测。图 1 所示的视频为一个镜头变焦的例子, 共 32 帧。特征值取灰度直方图帧差时, 特征值取灰度直方图帧差时, 特征值依帧序有较大波动, 结合应用自适应阈值的方法^[4], 在 29 帧处造成突变的误检, 使得人眼认为同属同一镜头内容的镜头对准某一人物的变焦视频片断中, 被认为存有突变。



图 1 视频镜头变焦片断

作者简介: 沈博超(1985—), 男, 本科生, 主研方向: 视频检索技术; 周 军, 博士

收稿日期: 2008-06-19 **E-mail:** bochao.shen@gmail.com

同样,当视频中存在高速的相机和物体的相对运动时,也会使视频在取定某些特征值时,特征值依帧序数的波动明显,从而造成误检。图2所示视频为一公路对相机的高速运动的例子,共85帧。



图2 汽车公路视频中的公路对相机的运动

特征值取灰度直方图帧差时,得到灰度直方图帧差依帧序数变化图(图3)。从图3中能明显看出其波动明显,结合自适应取阈值的方法^[4],在35帧、45帧处造成突变的误检。

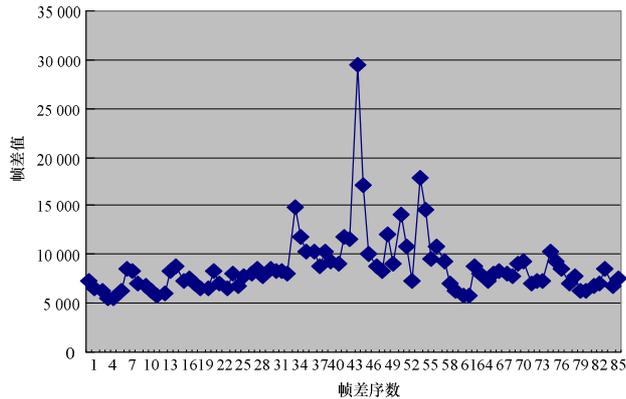


图3 灰度直方图帧差依帧序数变化

可见,灰度直方图帧差依帧序数波动明显,在应用固定阈值和自适应阈值的检测算法时,造成误检。所以,本文提出一种具有特征值能在视频中含有变焦镜头和相机高速运动时依帧序列变化相对平坦特点的规范化灰度分布帧差方法。基于该方法结合自适应阈值算法^[4]在镜头突变的检测中能获得较高的准确率。

3 规范化灰度分布帧差方法

基于第2节的分析,可以得出以下结论:由于视频中镜头变焦和镜头与物体之间相对运动的存在,使得灰度直方图帧差依帧序数的变化中存在较大的波动。这种较大波动的存在,使得无论是应用固定阈值的方法还是基于自适应取阈值的方法,都会造成较大的误检率。所以,新的特征值的取法包括以下2个方面的要求:

(1)应使得在镜头变焦或较高速相对运动下,具有大致相同的直方图形状的前后两帧(被人眼认为是属于同一镜头内容的前后两帧)的帧间差别的值较小。

(2)应保留在正确的突变点前后的新的直方图帧间差别有明显的变化,即在新的直方图帧间差别曲线上,在正确的突变点上有明显的峰值。

另一方面,通过分析比较基于灰度直方图帧差结合阈值法检测镜头突变中误检镜头突变的前后2帧的灰度直方图与正确检出的镜头突变的前后2帧的灰度直方图,可以得到以下结论:

(1)误检出的镜头突变的前后2帧的灰度直方图具有大致相同的形状,但在某些特定的直方图灰度级分量上具有较大的差别。这些在局部的灰度级上的较大差别造成了灰度直方图帧差依帧序数的较大波动,从而造成误检。误检突变前后2帧的灰度直方图如图4所示。

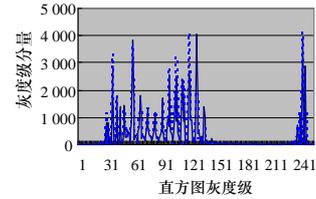


图4 误检突变前后2帧的灰度直方图

(2)正确的突变前后两帧的灰度直方图通常具有不同的包络(形状),如图5所示。

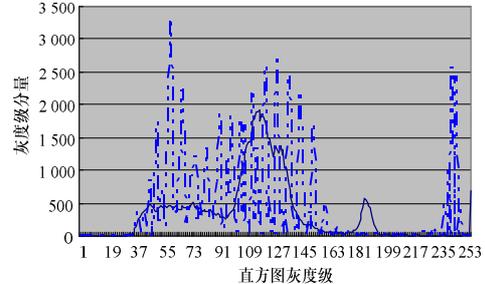


图5 正确检出突变前后两帧的灰度直方图

在图1、图2中,虚线为误检突变前一帧图像的灰度直方图分布,实线为误检突变后一帧图像的灰度直方图分布。

为了能表征突变发生的前后2帧图像的灰度直方图的形状上的差异的大小,采用了对每个相对应的灰度级计算“绝对倍数”,由规范化灰度分布帧差算法的第1步和第2步实现。最后,对所有的这些“绝对倍数”进行累加,得到规范化灰度分布帧差。这样,当前后2帧图像的灰度直方图形状大致相同,但在局部的灰度级上有较大的差异时,其余绝大部分灰度级上的“绝对倍数”接近于“1”。当前后两帧图像的灰度直方图具有不同形状,即被认为是正确的镜头突变时,在大多数得灰度级上的“绝对倍数”为较大的值(远大于“1”)。将这些灰度级上的“绝对倍数”做累加后,就可以使前后2帧具有相近灰度直方图分布的规范化灰度分布帧差变化平坦,前后2帧具有不同形状灰度直方图分布的规范化灰度分布帧差急剧上升,以此来达到结合自适应阈值算法^[4]获得更高的突变检测准确率的效果。

基于上述分析,本文提出一种规范化灰度分布帧差算法如下:

(1)将前一帧图像的直方图各灰度级分量加1除以对应的后一帧图像的直方图灰度分量加1。

$$Diff(i,l) = (Hist(i-1,l)+1)/(Hist(i,l)+1)$$

其中, $Hist(i-1,l)$ 表示在第 $i-1$ 帧图像的直方图中的第 l 个灰度级,“+1”为了防止出现“除数为零”的情况,同时,能够保证值的相对大小不变。

(2)对计算所得的0~255个 $Diff(i,l)$ 执行以下操作:

IF $Diff(i,l) < 1$ THEN $Diff(i,l) = 1/Diff(i,l)$ 即,对每个值小于1的灰度级分量商,取其倒数。将此 $Diff$ 定义为2个数之间的“绝对倍数”。

(3)将0~255的 $Diff(i,l)$ 累加,得到新的直方图帧间差别:

$$NewHistDiff(i) = \sum_{l=0}^{255} Diff(i,l)$$

便得到了第 i 个规范化灰度分布帧差。

4 实验结果

基于规范化灰度分布帧差方法,选取上述视频片断中灰

度直方图帧差波动明显的视频 2 作对比实验。

图 6 为在新定义下的特征值变化情况, 明显较图 3 中特征值变化情况平坦。从而能够保证较低的误检率。上述实验说明了该直方图帧差的定义满足了第 3 节中所提要求的第(1)点。

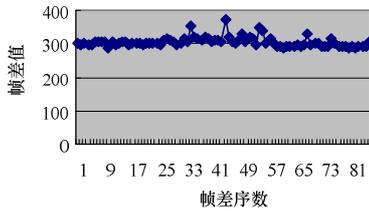


图 6 视频 2 的规范化灰度分布帧差变化

为验证规范化灰度分布帧差方法能满足第 3 节中所提要求的第(2)点, 需做进一步的实验来说明。包含视频 1 的长视频如图 7 所示。



图 7 包含视频 1 的长视频

该视频中包括 3 处突变, 并且视频中第 3 次突变到视频尾部为视频 1(镜头变焦)部分。

从图 8 中, 可见规范化灰度分布帧差满足第 3 节中所提要求的第(2)点, 即在正确发生突变的地方仍能体现明显的峰值。

包含视频 2 的长视频如图 9 所示。

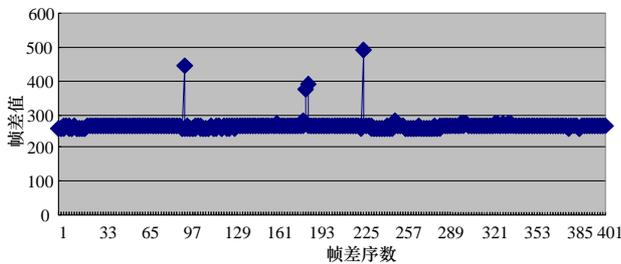


图 8 新直方图帧差变化



图 9 包含视频 2 的长视频

该视频中包括 1 处突变, 并且视频中发生突变后的视频片断为视频 2(相机运动)部分。

从图 10 中可见新直方图帧差的定义也能满足第 3 节中所提要求的第(2)点。

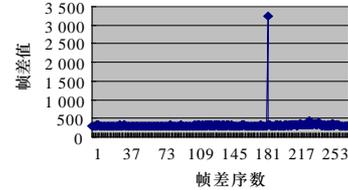


图 10 新直方图帧差变化

5 结束语

本文分析了基于灰度直方图方法对视频中突变检测中产生误检的原因(镜头变焦和相机与物体之间的高速运动), 提出解决这方面原因造成误判所需特征值变化的 2 点要求, 并给出一种规范化灰度分布帧差方法。实验结果表明, 规范化灰度分布帧差变化满足上述 2 点要求, 对于视频中突变检测有很高的鲁棒性。在实际对视频中突变的检测中, 应用规范化灰度分布帧差结合自适应阈值方法^[4], 能获得较高的突变检测的准确率, 并且同时具有实时性高和计算量小的特点。

参考文献

- [1] 张晓燕, 赵荣椿, 聂 烜. 基于内容视频分析的发展研究[J]. 计算机应用研究, 2005, 22(4): 12-14.
- [2] Lienhart R. Comparison of Automatic Shot Boundary Detection Algorithms[C]//Proc. of SPIE Conference on Storage and Retrieval for Still Image and Video Databases. NY, USA: [s. n.], 1999: 290-301.
- [3] 郭汉龙, 陈福民, 张敏芳. 基于自动门限的分区直方图的镜头分割[J]. 计算机工程与科学, 2005, 27(8): 41-43.
- [4] 曾昭平, 马仲华, 张文军. 自适应实时镜头分割方法[J]. 通信技术, 2002, 36(6): 1-3.
- [5] 沈淑娟, 姜建国, 曹建春. 基于模糊聚类神经网络的镜头突变检测算法[J]. 计算机工程与设计, 2004, 25(9): 1612-1614.

(上接第 234 页)

冲噪声。本算法可应用于多种不同的颜色空间。对于多通道彩色图像可以应用主成分分析(PCA), 得出应用相关的通道, 以减少数据量提高运算效率。另外, 工业现场会将高斯噪声引入图像。如何将本文方法与处理高斯噪声的滤波器结合, 使其适应混合噪声环境, 需要作进一步研究。

参考文献

- [1] Schults S, Witte V D, Nachtgael M, et al. Fuzzy Two-step Filter for Impulse Noise Reduction from Color Images[J]. IEEE Trans. on Image Processing, 2006, 15(11): 3568-3579.
- [2] Chan Raymond H, Ho Chung-Wa, Nikolova M. Salt and Pepper Noise Removal by Median Type Noise Detectors and Detail Preserving Regularization[J]. IEEE Trans. on Image Processing, 2005, 14(10): 1479-1485.
- [3] Venetsanopoulos A N, Plataniotis K N. Adaptive Filters and

Multichannel Signal Processing[C]//Proc. of Adaptive Systems for Signal Processing, Communications, and Control Symposium. [S. l.]: IEEE Press, 2000: 147-152.

- [4] Garnett R, Huegerich T. A Universal Noise Removal Algorithm With an Impulse Detector[J]. IEEE Trans. on Image Processing, 2005, 14(11): 1747-1754.
- [5] Indu S, Ramesh C. A Noise Fading Technique for Images Highly Corrupted with Impulse Noise[C]//Proceedings of International Conference on Computing: Theory and Applications. [S. l.]: IEEE Press, 2007.
- [6] Han Xiaowei, Li Junsheng, Li Yanping, et al. Adaptive Image Filters Algorithm Based on Impulse Yawp Detecting[C]// Proceedings of the 5th World Congress on Intelligent Control and Automation. [S. l.]: IEEE Press, 2004: 4156-4159.