

电影胶片动态图像高速去噪算法研究^①

马瑞强, 云 静

(内蒙古工业大学信息工程学院, 呼和浩特 010080)

摘 要: 本论文的研究对象是古旧电影胶片中的动态图像。将嵌入线性划痕噪声的动态胶片图像进行数字化处理后高速检索、修复。算法沿用传统的块匹配技术, 并在其基础上做了改进, 即采用平均位移量手段来推断对象像素的位移量、同时修正检索中心的位置, 以达到精准快速的处理效果。这种处理方式在实验中得到了验证, 在没有降低噪声修复质量的前提下提高了处理速度, 基本实现了实时处理。

关键词: 帧; 块匹配; 动态图像; 平均位移; 模拟

The Study of High-speed Denoising Algorithm for Motion Images in Films

MA Rui-Qiang, YUN Jing

(College of Information Engineering, Inner Mongolia University of Technology, Hohhot 010080)

Abstract: The object of the study is the motion images in the old films. After digitization, the motion images with dynamic noise and linear scratches were retrieved and repaired in high-speed. Based on the traditional block matching technology, the algorithm has been improved. Which means to achieve the fast and accurate treatment effect, the average displacement algorithm has been chosen to infer the object's pixel displacement, amend the position of retrieve center. The experiment results show that the approach has improved the processing speed, basically realized real-time processing, without reducing the noise repair quality.

Key words: frame; block matching; motion images; average displacement; simulation

1 引言

大多数旧电影胶片具有很高的学术、史料、文物价值, 一方面由于受当时录制条件的限制, 图象中嵌入噪声(比如划伤)的现象比较常见; 另一方面, 许多珍贵胶片因长年存放或连续放映而导致画质劣化、划伤的现象也比较普遍。此类电影胶片的数字化保存以及修复作业意义深远。基于上述状况, 本研究以数字化的旧电影胶片中的动态图像为实验素材, 以电影胶片中比较典型的胶片四大损伤之一的划伤为对象展开研究的。

噪声去除通常采用的手段是二元空间过滤法以及时间轴方向的三元空间过滤法, 这些手段是可以达到去噪目的, 但是无法避免被修复图像产生模糊的不良现象, 无法取得期待的修复效果。因此可以考虑引用陈年资料的电影胶片的大块雪花点状噪声的去除算法, 将各帧图象间不具有相关性的噪声锁定、并

用噪声对应部分的前一帧或后一帧图象的相应部分进行1行替换以达到去噪的目的。这种去噪手段的特点是能够确保去除噪声^[1,2], 但运算量大, 如果在动态数字图像去噪作业中使用时, 存在着实时处理无法保证的问题。

基于此, 本研究所要解决的问题是确保噪声去除效果的前提下能够实现实时修复处理, 具体采用的改进算法是进行探索位置修正、实施探索时机确定、噪声去除时机确定等块匹配方法高速、准确处理, 来进行实验和性能的分析。

2 陈年电影胶片雪花块噪声去除法被沿用的可能性

2.1 动态数字图像噪声的特点

- 1) 做横向移动的细线状亮点;
- 2) 自下而上移动的带状斑点;

^① 收稿时间:2011-10-11;收到修改稿时间:2011-11-07

3) 图象整体晃动。(个案)

其中, 动态数字图像的噪声以带状划伤噪声最为常见。

2.2 动态数字图像带状噪声与陈年电影胶片雪花块噪声的相似性

1) 画面中随机出现;

2) 两种噪声的发生位置对于每帧图象来说是独立的、不具有时间轴方向的相关性^[3];

3) 噪声的发生位置通常与其周边的辉度值不同。

基于上述特征, 这两种类型的噪声采用同样的去噪方式理论上是可行的。

雪花块噪声的特征是:

1) 画面中随机出现;

2) 以纯黑或纯白居多, 且视觉不适效果明显;

3) 产生噪声的位置具有随机性、不具有时间轴方向的相关性。

4) 动态图象自身时间方向上的相关性强。

因此, 可以考虑采用相同的方法来去除带状噪声。

3 带状噪声去除方法

3.1 块匹配去噪方法的可行性分析

本研究的研究对象是动图象, 动图象是由许多一帧一帧的图象组合而成。动态检索手段时块匹配法 (BM 法、Block Matching) 可以适用。

1) 对象帧图象和前后帧图象之间的做动态处理时, 采用 BM 法^[4,5];

2) 依据 1) 的动态判定所得的移动量, 查出对象帧图象与其前后两帧图象的相对位置, 实施中值滤波法 (Median Filter, 简称 MF)^[6,7]。

BM 法由上述两个过程组成。

3.2 以 BM 法为基础的去噪手段及其存在问题

1) BM 法

过去的平均值 BM 法往往被采用, 但是平均值法对于带状噪声的检出及动态判定失败的案例较多。带状噪声本身的辉度值较周边部分大, 含有噪声的像素的绝对值误差被认为是实验设定的偏离值。因此, 块的绝对值的平均值也被认为是偏离值, 正确的动态判定无法实现。

采用 BM 法, 辉度值剧烈变化的区域认为是噪声, 这种判定方式要做整帧图象的全检索, 自然会存在运算量庞大的缺陷。

2) BM 算法

现在, 经常被采用的 BM 动态判定手法是将对象帧图象分割成 $E \times E$ 的块, 以块为单位进行动态检索、

动态判定。参照帧图象的同一位置为中心、一定范围内 ($\pm P$) 误差最小的对应块进行检索。现在帧图象设为 n 、参照帧图象则为 $n-1$ 。 n 中某位置 x 的辉度值是 $In(x)$, 位置 x 的象素和参照帧图象的那个位置起位移量设为 d , 则移动了的位置 $x+d$ 的象素的绝对值误差 (AE) 可以用式 (1) 表示。

$$AE(x,d) = |In(x) - In-1(x+d)| \quad (1)$$

表示块误差的函数称之为分析函数。过去的 BM (平均值 BM) 的分析函数可由下式表示。(N: 块内部的象素数 $E \times E$)。

$$MAE(d) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N AE(x_i, d) \quad (2)$$

3.3 用 BM 法做判定

噪声去除, 首先将各帧图象分割成 $N \times N$ 微小块, 某个领域的参照帧图象与相对其前后帧图象对应位置用 BM 法做判定, 视为第一过程, 即动态判定过程。所谓第二过程是指根据动态判定对象帧图象和其前后帧图象的对应位置映合, 时间轴方向上进行过滤处理, 也称过滤处理过程。并且, 过滤处理是对正常图象中嵌入了噪声, 只对噪声部分检出、处理。

4 适合带状噪声高速去除的 BM 法

为实现高速化处理, 本研究采用了检索位置修正和检索实行判定两种方案来处理的。

4.1 检索位置的修正

1) 平均动态位移的应用及其原理

求出各帧图象动态位移量, 检索中心随之偏移这个位移量, 以此对检索位置进行修正。

2) 检索位置的修正

为伴随帧图象的运动而微调正后方的位置。这种检索位置的修正方法是在前一帧图象求出图象全体的动态平均位移, 并且依据所得位移量做全体移动。这种做法可以使检索判定率提高而实现高速化处理。

如图 1-2 所示, 在时间轴方向上所表示的连续两帧图象。在这两帧图象中, 背景全体在移动。修复帧图象的背景与其正后面参照帧帧图象的背景比较时, 背景的位置已发生的移动, 位置必须进行修正。

在先行探索中, 求得参照图象全体的平均动态位移量, 用求得的数来修正检索位置并进行检索判定。

4.2 检索实行的判定

为了实现实时处理, 对动态检索部分的高速化进行了考察。一种高速化处理方式是匹配度低的时候实行检索处理。这种认证方式的特点是采用查找匹配度

来实现,而非查看差分。

差分小的时候,无须检索而直接结束。(图 3)

差分大的时候的动态检索是以参照帧图象的正后方为中心而确定的范围±n 之内,检索差分成为最小的对应块。(图 4)

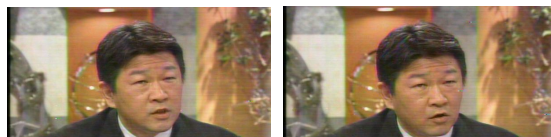


图 1 参照帧图象

图 2 修复帧图象

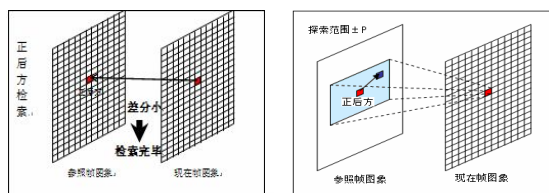


图 3 动态检索 (差分小) 图 4 动态检索 (差分大)

5 模拟实验

5.1 位移的平均处理

采用本方法,可使处理速度大幅提高。本研究应用 VtuneTM 工具得出的分析结果是处理时消耗时间最多的动态检索,利用检索位置修正手段取得了很好的效果(图 5-6)。

下图的[hot spot report]是实行 API 时内部 CPU 的使用率表示、花费时间的部分图被列出。图标可以在地址、函数或程序等单位之间互相转换表示。图的颜色以红、蓝、绿色的顺序来标识 CPU 使用率的高低顺序,其次是水色、紫色。换言之,从图直观的来看,只要降低红、蓝、绿三种颜色表示部分的比率,执行性能就会改善。图中 calc_motion_vector 函数就是动态检索处理函数,本算法采用前的测试结果约占 16%,而采用后变成了约 4%。也就是说,这个函数的 CPU 使用率明显降低,即处理时间缩短了。

动态检索处理的速度提高了,实验证实,每帧动图象的检索时间可降低至 16.2ms,比以往的时间花费缩短了 3 倍多。

5.2 运算量的降低处理

在实际的动态数字图像含有的噪声中,基本上是辉度值成分为(Y)的图象,因此可以只对(Y)进行处理并比较来做性能对比。式 3 是辉度值(Y)的计算方法:

$$Y=0.299R+0.578G+0.114B \quad (3)$$

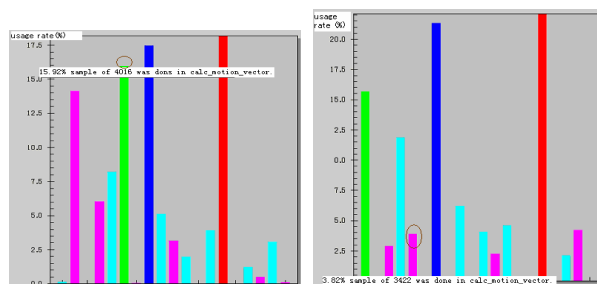


图 5 处理前的数据结果 图 6 处理后的数据结果

彩色图象由红(R)、绿(G)、蓝(B)三种颜色组成,它们亮度均可以用 0~255 的 8 位二进制数来表示,彩色电视的播放与过去完全相同,只有(Y)成分,色差成分的 U、V 是承载电波的,故本研究中只采用 Y 而省略了 U、V 两种成分。以使运算量得到降低。

6 结论

本研究成果在重视动态图象修复效果的前提下,提高修复速度而提出了新算法,使每帧图象的检索时间缩短到了 16.2ms,实现了实时化(Real-Time)处理。并且去噪率保持在 90%以是、且误修复率低。下一步研究是将针对平均位移量不同而设置阈值,从而调整检索范围以求达到高速去噪目的。

参考文献

- 1 Hagiwara M, Estimation method of frame displacement for old films using phase-only correlation, Journal of Signal Processing, 2004: 8-5,421-429.
- 2 Abe M, Digital restoration processing of film image with old high resolution, Electronic telecommunication society technology research report, no. SIS2006-68, 2006: 57-62.
- 3 A.C.Kokaram, R.D.Morris, W.J.fitzgerald and P.J.W.Raner, Detection of missing data in image sequences, Vol.4, No.11, 1995: 1496-1508.
- 4 P.M.B.van Roosmalen, Restoration and storage of film and video archive material, Signal Processing for Multimedia (Ed. by J. S. Bynes), IOS Press, 1999: 167-192.
- 5 Y.Notoya, M.Kawamata, Movement estimation algorithm based on order statistics for image restoration, The 13th digital signal processing symposium lecture thesis collection, 1998: 243-248.
- 6 Y.Notoya, M.Kawamata, Nonlinear movement presumption for image restoration, Journal of Signal Processing, Vol.3, No.6, Nov.1999.
- 7 A.C.Kokaram, Motion picture restoration, Springer-Verlag London, 1998.