

文章编号:1001-9081(2009)03-0755-02

## 基于边缘基元的图像内插质量评价方法

何宇清,王成优

(天津大学 电子信息工程学院,天津 300072)

(heyuqing@tju.edu.cn)

**摘 要:**图像质量评价方法可以分成主观评价方法和客观评价方法两类。主观评价在具体应用时难以使用,常用客观评价方法 PSNR 是代表图像保真度的统计指标,但有时和主观评价不一致。针对内插重建图像这种特殊的缩减参考图像的质量评价,提出了基于边缘基元的评价方法。实验表明,该方法简便易行,符合人眼的视觉特点,可以和其他评价方法结合在一起作为参考。

**关键词:**图像内插;图像质量评价;边缘基元

**中图分类号:** TN911.73 **文献标志码:** A

## Assessment method of image interpolation based on edge primitive

HE Yu-qing, WANG Cheng-you

(School of Electronic Information Engineering, Tianjin University, Tianjin 300072, China)

**Abstract:** Image quality assessment methods are divided into subjective ones and objective ones. Subjective assessment methods are difficult to use in actual applications. As a statistical parameter, PSNR is commonly used in objective way about image fidelity; but sometimes it is not consistent with the subjective way. This paper proposed an assessment method of image interpolation based on edge primitive, which was a special reduced-reference image quality assessment. The experimental results show that this method is easier to implement and accords with HVS. Combined with other methods, this method can be used as a reference method in quality assessment of image interpolation.

**Key words:** image interpolation; image quality assessment; edge primitive

### 0 引言

图像质量评价方法可以分成主观评价方法和客观评价方法两类<sup>[1-3]</sup>。现有的主观评价方法 MOS(Mean Option Score)根据规定的评价标准和尺度(如 ITU-R. BT. 500),通过人眼直接观察图像打分评级,经统计平均得到相应的质量等级。通过 MOS 方法得到的图像质量评价与实际情况比较吻合,但也有着不易准确测量、带有明显主观性,且实现过程繁琐、耗时、耗力、耗资等缺点,在评价图像内插质量时很少采用。目前提出的大多数客观图像质量评价方法衡量的是图像保真度,而不是感知的图像质量<sup>[4-5]</sup>。图像保真度是衡量成像系统生成的图像和原始图像的相似程度。根据用于比较的原始的图像的可用性可以分为三类:“全参考”方法、“缩减参考”方法和“无参考”方法。

目前图像内插算法的质量评价多采用全参考图像质量评价方法,首先对原图像进行下采样,然后由下采样图像通过不同的内插算法得到和原图像同样大小的图像,计算 PSNR 进行比较。实际的图像内插问题是不知道原图像的,只知道图像下采样之后的一个子集,属于“缩减参考”评价方法的范畴。

对数字图像进行内插,是多媒体技术和图像显示技术的一个常见问题,如何对不同内插算法获得的图像进行评价,本文考虑人眼的视觉特性,提出了基于边缘基元的图像内插质量评价方法。

### 1 基于边缘基元的图像内插质量评价

#### 1.1 边缘基元的定义

图像放大操作需要利用原始数字图像的数据来确定放大后图像的数据,对于自然图像,边缘处的几何约束是提高图像质量的关键,理想插值应当总是能跟随边缘的取向,这样才会避免边缘降晰,很好地保持边缘方向上的光滑性。

图像内插的方法一般可以分成两种:传统插值方法(最近邻插值法、双线性插值法、三次样条插值<sup>[6]</sup>等)和自适应方法。

观察最简单的图像内插重建方法,如图 1 所示为 Cameraman 下采样后放大 4 倍的局部示意图。图 1(a)是最近邻内插放大的图像,图 1(b)是双线性内插放大的图像。比较这两幅图像可以看出,最近邻内插会在斜向的边缘方向造成锯齿,而双线性内插会在水平或垂直边缘造成模糊。这两种情况都明显降低了图像的主观质量。



(a) 最近邻内插 (b) 双线性内插  
图 1 Cameraman 下采样后放大 4 倍的局部示意图

收稿日期:2008-09-17;修回日期:2008-11-13。

基金项目:高等学校博士学科点专项科研基金资助项目(20060056051);天津市自然科学基金重点项目(07JCZDJC05800)。

作者简介:何宇清(1973-),男,天津人,讲师,博士,主要研究方向:数字图像处理、数字电视;王成优(1979-),男,山东梁山人,博士研究生,主要研究方向:数字图像处理、小波分析及应用。

图 2 是 Caneraman 图像下采样后,分别进行最近邻内插和双线性内插,对它们的差值取绝对值之后反转显示的图像。从图中可以看出,这两种内插方法的主要差别在边缘处,本文通过试验比较发现用不同重建方法得到的图像和原图的差别主要体现在边缘区域。



图 2 最近邻内插与双线性内插差值示意图

对于没有原参考图像的质量评价,本文认为从人眼观看图像的角度,对斜向边缘,最近邻内插的结果是最差的;对于水平和垂直边缘,双线性内插的结果是最差的。这是本文提出基于边缘基元评价方法的基本思路。

对于放大 4 倍的图像(即水平放大 2 倍、垂直放大 2 倍),本文设计了如图 3 所示的两种 6 像素 × 6 像素的基元。

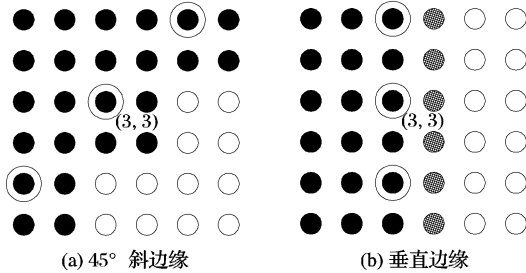


图 3 基元示意图

对于 135°的斜边缘和水平方向边缘可仿照图 3 类似得到。内插放大后的图像,若斜边缘接近于图 3(a),则人眼会感觉到锯齿效应;如果垂直边缘接近于图 3(b),则会造成边缘模糊。这样的局部图像块是内插放大算法不希望的。

## 1.2 加权相似度函数

本文提出的基于边缘基元的评价方法用两个加权相似度函数来表示:一个用来评价水平垂直边缘,用  $WMSIM_1$  来表示;另一个用来评价斜向边缘,用  $WMSIM_2$  来表示。它们的计算公式统一为:

$$WMSIM = \frac{1}{T_1} \sum_{j=1}^{T_1} [w_j \cdot |SIM(F, F') - 1|] \quad (1)$$

其中,  $T_1$  是边缘点计算的块数,每一块定义为以边缘点为参考点(图 3 中的(3,3)点)的一个 6 × 6 大小的块,  $w_j$  是权值,它的计算公式如下:

$$w_j = D_j / \sum_{j=1}^{T_1} D_j \quad (2)$$

其中,  $D_j$  为参考图像每一块的方差。方差大表示该块灰度变化明显,会造成人眼观看的锯齿比较明显,故赋给较大的权值。

式(1)中的  $SIM(F, F')$  是相似度指标,它反映了两个图像块灰度值的相似程度,本文用 6 × 6 的图像块(如图 3 所示),用下式计算:

$$SIM(F, F') = \frac{\sum_{i=-2}^3 \sum_{j=-2}^3 F(i, j) F'(i, j)}{\sum_{i=-2}^3 \sum_{j=-2}^3 F(i, j)^2} \quad (3)$$

其中,  $F(i, j)$  是边缘参考的图像块,  $F'(i, j)$  是内插后的边缘图像块。对于 45°的斜边缘,  $F(i, j)$  采用图 3(a)所示的图

像块,对垂直边缘,  $F(i, j)$  采用图 3(b)所示的图像块,对 135°斜边缘和水平边缘也采用类似的图像块。  $F(i, j)$  与  $F'(i, j)$  越相似,  $SIM(F, F')$  的结果越接近于 1。

执行本算法时,先用 Canny 算子在低分辨率图像上求得边缘,再在高分辨率图像上以边缘点为中心计算  $WMSIM_1$ ,  $WMSIM_2$ 。

## 2 实验结果及分析

本文用 lena 256 × 256 的图像进行 1/4 抽取,即行列都按 1/2 抽取得到 128 × 128 的图像,分别利用最近邻内插、双线性内插、三次样条插值、全相位 Walsh 插值放大图像<sup>[7]</sup>,图 4 是 Lena 256 图像的比较结果。

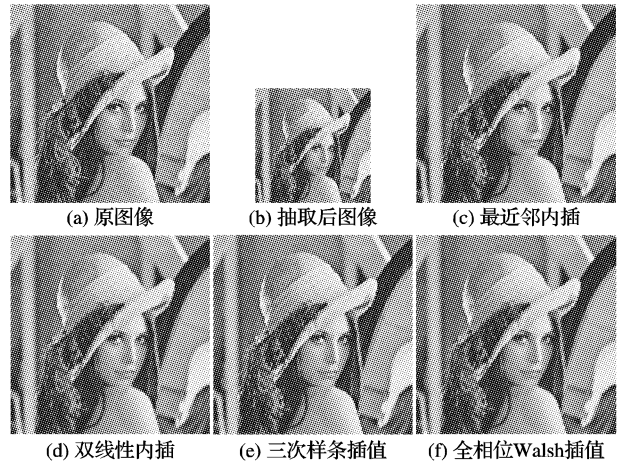


图 4 Lena256 图像比较

表 1 为用本文提出的基于边缘基元的评价方法对图 4 中的内插放大图像进行评价而得到的实验结果。需要说明的是,由于式(2)中的  $\sum_{j=1}^{T_1} D_j$  很大,除以它之后的数很小会导致

运算不准确,表 1 中的数字都是没有除  $\sum_{j=1}^{T_1} D_j$  之前的数字,这并不影响数字表达的意义。表 1 中  $WMSIM_1$  代表水平垂直边缘,  $WMSIM_2$  代表斜向边缘,它们的数值越大,表示它们与图 3 所示的基元差别越大,图 3 所示的基元是人眼所不希望看到的。从表 1 中还可以看出,三次样条插值、全相位 Walsh 插值的结果较好,并且和常用的 PSNR 客观指标以及主观观测结果是一致的。其中的全相位 Walsh 内插评价结果较好是因为全相位内插中考虑了图像局部的频率特性的结果。

表 1 评价结果的比较

插值方法	$WMSIM_1$	$WMSIM_2$	PSNR/dB
最近邻内插	18.04	0.00	24.25
双线性内插	0.05	25.92	25.55
三次样条内插	9.94	12.63	27.84
7 阶全相位 Walsh 内插	42.12	63.85	28.02

内插重建图像质量评价属于缩减参考图像质量评价,目前还很难用单一的指标进行评价,本文提出的评价方法还应该和其他评价方法结合在一起作为参考。

## 3 结语

内插重建图像质量如何,目前没有统一的评价方法,以主观评价和 PSNR 评价为主。其中的主观评价在具体应用时难以使用,PSNR 是表示图像保真度的客观统计指标,但有时和

(下转第 760 页)

约为 1.8 ms, 采用 ACSTA 算法的平均每帧处理时间约为 23 ms, 满足视频监控系统的实时性要求。

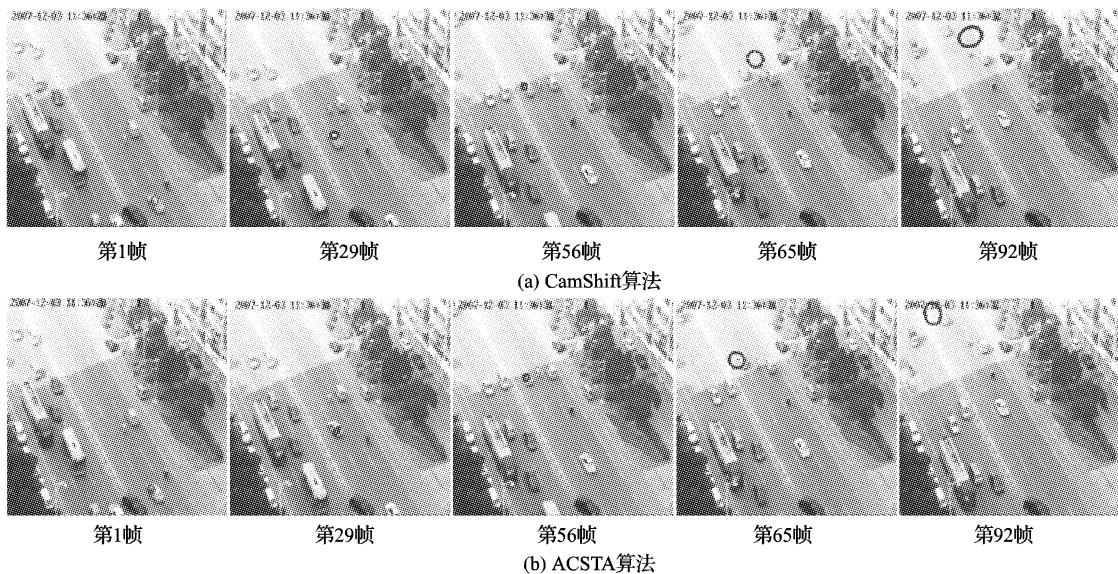


图 5 跟踪结果 2

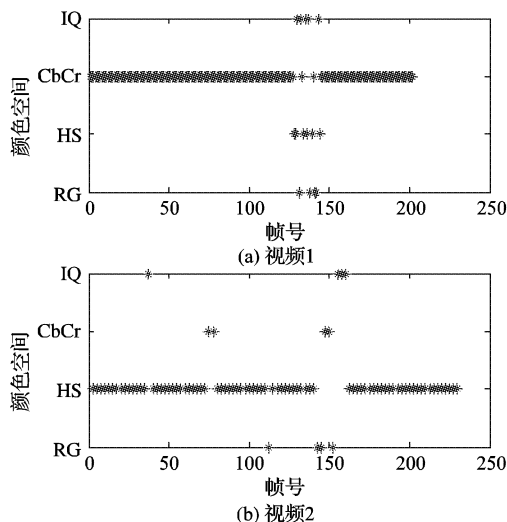


图 6 ACSTA 算法颜色空间的使用情况

## 5 结语

针对 CamShift 算法只适于跟踪简单背景下人脸等特定颜色目标的不足, 本文提出了自适应颜色空间目标跟踪算法。首先在候选颜色空间集中依据目标与背景特征向量之间的平均距离选择最佳颜色空间, 在此基础上执行 CamShift 算法, 获得目标的位置、大小等参数。相似性判定准则的引入提高了算法的实时性。将该算法应用于多色彩目标及光线变化的复

杂背景下的目标跟踪, 获得了比经典 CamShift 算法更加准确、更加稳定的跟踪结果。

### 参考文献:

- [1] COMANICIU D, RAMESH V, MEER P. Kernel-based object tracking[J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2003, 25(5): 564 - 577.
- [2] GUSTAFSSON F, GUNNARSSON F, BERGMAN N, *et al.* Particle filters for positioning, navigation, and tracking[J]. IEEE Transactions on Signal Processing, 2002, 50(2): 425 - 437.
- [3] COLLINS R. Mean-Shift blob tracking through scale space[C]// IEEE International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. Madison: IEEE, 2003: 234 - 240.
- [4] 彭宁嵩, 杨杰, 刘志, 等. Mean-Shift 跟踪算法中核函数窗宽的自动选取[J]. 软件学报, 2005, 16(9): 1542 - 1550.
- [5] BRADSKI G R. Computer vision face tracking for use in a perceptual user interface[C]// Proceedings of Fourth IEEE Workshop Applications of Computer Vision. Berlin: IEEE, 1998: 214 - 219.
- [6] COLLINS R T, LIU YAN-XI. On-line selection of discriminative tracking features[J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2005, 27(10): 1631 - 1643.
- [7] ALLEN J G, XU R Y D, JIN J S. Object tracking using camshift algorithm and multiple quantized feature space[C]// Proceedings of 2003 Pan-Sydney Area Workshop on Visual Information Processing. Darlinghurst, Australia: Australian Computer Society, 2004: 3 - 7.
- [8] 徐战武, 朱森良. 基于颜色的皮肤检测综述[J]. 中国图象图形学报, 2007, 12(3): 377 - 388.

(上接第 756 页)

主观评价不一致。本文在介绍常用的主客观评价方法的基础上, 针对图像内插重建这种特定的缩减参考图像质量评价, 提出了一种基于边缘基元的评价方法。实验比较结果表明, 这种方法可在一定程度上反映内插重建图像的质量。

### 参考文献:

- [1] 狄红卫, 刘显峰. 基于结构相似度的图像融合质量评价[J]. 光子学报, 2006, 35(5): 766 - 771.
- [2] WANG ZHOU, BOVIK A C, SHEIKH H R, *et al.* Image quality assessment: from error visibility to structural similarity[J]. IEEE Transactions on Image Processing, 2004, 13(4): 600 - 612.

- [3] 李桂苓, 王楠楠, 张强. MPEG-2 系统运动图像质量评价技术的研究[J]. 天津大学学报, 2001, 34(5): 573 - 576.
- [4] 徐宗琦, 高璐. 一种盲复原图像振铃效应的后处理与质量评价方法[J]. 计算机应用, 2007, 27(4): 986 - 988.
- [5] 佟雨兵, 张其善, 祁云平. 基于 PSNR 与 SSIM 联合的图像质量评价模型[J]. 中国图象图形学报, 2007, 12(11): 1760 - 1763.
- [6] CASTLEMAN K R. 数字图像处理[M]. 朱志刚, 译. 北京: 电子工业出版社, 2002: 176 - 210.
- [7] 何宇清, 侯正信. 基于全相位沃尔什内插核的图像插值[J]. 中国图象图形学报, 2007, 12(10): 1865 - 1868.