

文章编号:1001-9081(2010)10-2823-02

基于彩色图像势能的非线性缩放算法

徐敏杰,沈庆宏

(南京大学电子科学与工程学院,南京210093)

(mjie.xu@gmail.com; xuminjie0318@sina.com)

摘要:非线性缩放能够保持图像主体的特征与比例。基于图像梯度函数,在RGB模型下提出彩色图像的势能算法,利用势能找出图像强势区域。在弱势区域采用快速线性插值法缩放,维持强势区域比例以保护图像重要特征物。与传统图像缩放算法相比,所提算法有效克服了图像在拉伸时产生畸变的缺点。

关键词:非线性缩放;梯度函数;RGB模型;图像势能;线性插值

中图分类号:TP317.4 **文献标志码:**A

Non-linear scaling algorithm based on potential energy of color images

XU Min-jie, SHEN Qing-hong

(School of Electronic Science and Engineering, Nanjing University, Nanjing Jiangsu 210093, China)

Abstract: Non-linear scaling can maintain the main characteristics and the ratio of the image. Based on the image gradient function, a new potential energy algorithm for color images was proposed in RGB model, and the strong regions were found using potential energy. Fast linear interpolation scaling was used in low energy regions, and it preserved those strong areas in order to protect important features of the image objects. Compared with the traditional image scaling algorithm, the proposed algorithm can overcome the shortcomings of image distortion generated by the scaling effectively.

Key words: non-linear scaling; gradient function; RGB model; image potential energy; linear interpolation

0 引言

在现代图像应用,例如网页设计、电视视频和图片处理中,为使同一图像适应不同的应用环境,常常要对图像进行适当的缩放操作。当在水平和垂直方向缩放比例不同时,采用常规的插值方法,会使图像拉伸产生畸变,严重时,将影响图像的显示效果。为解决拉伸畸变问题,人们提出了非线性缩放方法,如基于区域分割,基于最佳缝络等方法。文献[1]提出了基于区域的方法,以图像中心为主景区,对两边进行缩放,是一种最简单的非线性缩放方法,但只适用于主体位于中央的图像;文献[2]提出了基于缝络删节的方法,它找出能量最小的通道,称为一个缝络,并通过增删缝络实现缩放,但算法实现复杂,当缩放比例较大时,仍会对主体产生影响,无法彻底解决畸变问题。本文提出一种基于图像势能的非线性缩放算法。由势能大小判断图像强弱区域。一般意义上,图像强势区域即可认为是图像的主景区。将强势区域保护起来,在缩放时,对弱势区操作,通过快速线性插值法,满足缩放要求。该方法可有效解决缩放时的畸变问题,能适应不同的图像和任意大小缩放比例,算法实现简单,易于硬件实现。

1 非线性算法原理

1.1 图像梯度

把图像数据看做一矩阵 f ,将梯度算子作用于图像 $f(x,y)$ 上,就形成了向量场。定义为:

$$G[f(x,y)] = \begin{bmatrix} \frac{\partial f}{\partial x} \\ \frac{\partial f}{\partial y} \end{bmatrix} \quad (1)$$

梯度的强度:

收稿日期:2010-03-22;修回日期:2010-05-07。

作者简介:徐敏杰(1987-),男,江苏无锡人,硕士研究生,主要研究方向:视频图像处理、嵌入式系统; 沈庆宏(1969-),男,江苏无锡人,副教授,硕士,主要研究方向:视频图像处理。

$$|\text{grad } f(x,y)| = \sqrt{(\frac{\partial f}{\partial x})^2 + (\frac{\partial f}{\partial y})^2} \quad (2)$$

采用Roberts梯度算子:

$$|\text{Tf}(x,y)| = \sqrt{[f(x,y) - f(x+1,y+1)]^2 + [f(x+1,y) - f(x,y+1)]^2} \quad (3)$$

得到图像的一阶微分,如图1、2所示。



图1 原图(600×400)



图2 图1的一阶微分

1.2 图像势能

在数字图像处理中,RGB模型是最常用的一种彩色图像模型,含有R(红)、G(绿)、B(蓝)三种色彩分量,每个分量幅值表示该颜色的像素深度 h ,则:

$$E_p(x,y) = k \sum_i^{RGB} |\text{grad } f(x,y)| \cdot h_i \quad (4)$$

其中: $E_p(x,y)$ 为彩色图像像素点在RGB模型下各分量梯度强度的加权和, k 为权系数。反映在图像中为图像的势能,就是蕴藏在图像中的色彩能量。将 $E_p(x,y)$ 值赋予图像中对应的点:

$$F(x,y) = E_p(x,y); x = 1, 2, \dots, m, y = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

即可产生图像势能图 F ,如图3所示。

1.3 图像区域分割

从图3可以看出,每幅图像的势能图反映了图中景物的

能量。图像中重要特征的边沿因梯度值大被反映成了白色,即图像的强势区;而灰度变化缓慢的区域,梯度值也相应地比较小,对于灰度相同的区域,梯度值将减到零,相应被反映成灰黑色,即图像的弱势区。弱势区对应图像中不重要的背景区域,如果对图像的缩放在此区域中进行,而保持强势区,就不会破坏图像中主要景物的比例及质量。

以图像在 X 轴横向缩放为例,首先在 X 轴方向上对图像势能进行强弱分割。

$$E_x(x) = \sum_{i=1}^n E_p(x, i); x = 1, 2, \dots, m \quad (6)$$

其中 $E_x(x)$ 为势能图 Y 轴上势能累加和。

如图 4 所示, X 轴势能图如同丘陵地貌,由高低不等的峰和谷组成。其中,最高最宽的山峰群即可认为是图像强势区,山谷即为弱势区。图像的缩放即在山谷中进行。



图 3 图像势能

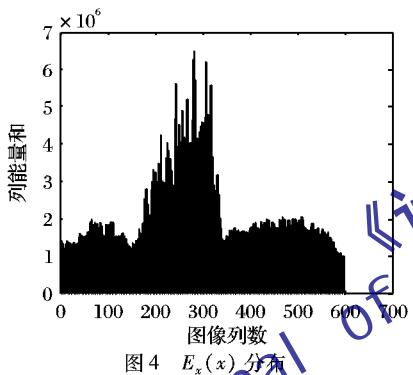


图 4 $E_x(x)$ 分布

2 图像插值

仍以 X 轴横向缩放为例。通过对图像弱势区山谷的观测,从谷底开始势能由小到大排序,图像的缩放根据比例要求依次在这些谷底中进行。弱势区图像能量小,主要反映为图像背景,采用线性插值法即能满足缩放要求,对图像影响小,效果良好,且算法简单易实现。

对于非线性缩放,图像各像素缩放比例不同,使用传统的线性插值法(如图 5 所示)计算复杂,每完成一段像素的缩放都要重新计算下一段的缩放比例,实现困难。

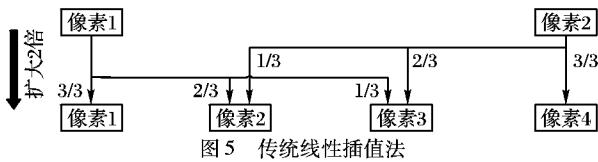


图 5 传统线性插值法

快速线性插值法是对传统插值法的一种改进,特别适合于非线性缩放算法。对于需要缩放的像素,采用分步法。每次操作只增加(或减少)一个单位像素,完成一次像素遍历后,对未到达要求的像素重复上述操作,直到完成缩放,如图 6 所示。由于进行缩放的像素势能低,采用该方法缩放后得到的相邻像素间变化更小,进一步减少了缩放产生的误差。

计算方法为:

$$f(u) = \frac{1}{2}[f(v) + f(v+1)]$$

其中: u 为增加像素点, v 为原像素点。

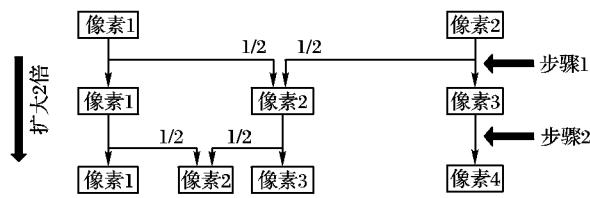


图 6 快速线性插值法

运用以上图像缩放算法,将图 1 横向拉伸 2 倍(X 轴方向),得到效果如图 7 所示。可以看出,图像中心人物与原图相比,拉伸后基本保持不变,只在背景区进行了拉伸操作。



图 7 图像拉伸 2 倍效果图(1200×400)

3 算法效果比较

以图像放大来说明,图 8 分别显示了采用传统双线性内插法、区域非线性缩放法和本文算法的放大效果。图 9 为拉伸图像势能和比较。

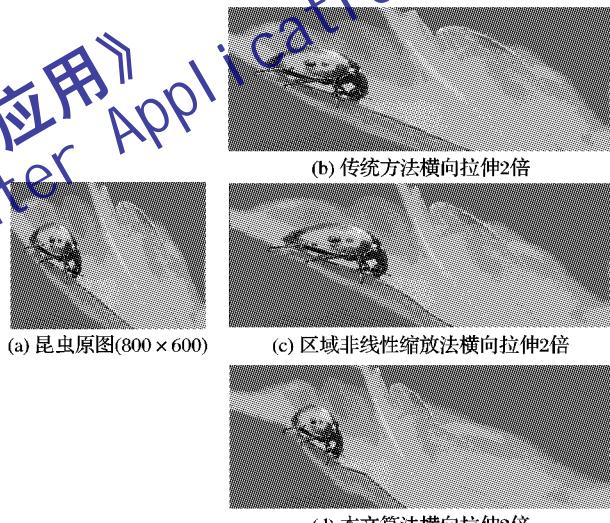


图 8 昆虫图的放大效果

从放大效果来看,本文算法明显优于其他两种,保证了图像主景(昆虫等)在拉伸过程不产生畸变,而基于区域的非线性算法由于主景偏离图像中央而失去了作用。

从图像放大后的势能的角度来看,传统的双线性内插法大覆盖图像所有像素点,能量几乎是成比例增长;而基于区域的非线性缩放算法单纯从图像的中心区向两边辐射,能量的增幅受图像本身影响;采用本文算法,由于图像的放大在弱势区,像素增加产生的能量最小,对图像的影响也最小,如图 9 所示。

4 结语

本文提出了一种基于图像势能的非线性缩放方法。通过势能算法,可从图像中检测出强势区加以保护,对图像进行任意比例的非线性缩放。利用快速线性插值运算,可简化算法,提高速度。进一步改良插值算法、减少插值带来的伪信号和锯齿现象、使用硬件实现是下一步需要研究的内容。

(下转第 2837 页)

表 2 故障检测结果

算法	训练时间/s	正常样本检出条数	虚警率/%	故障样本检出条数	漏报率/%	检测精度/%
标准 SVM	82.32	4738	5.24	2648	11.73	92.32
ν -OCSVM	62.89	3884	22.32	2227	25.77	76.39
LSFOC-SVM $\frac{\theta=0.7}{\theta=0.6}$	16.04	4179	16.42	2749	8.37	86.60
		4118	17.64	2962	1.27	88.85

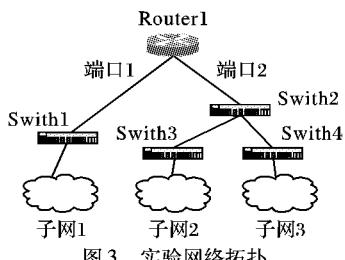


表3 样本特征结构

编号	特征名称	数值范围
1	链路协议状态	1-up 2-down
2	端口管理状态	1-up 2-down
3	端口当前状态	1-up 2-down
4	输入丢包率	0 ~ 100%
5	输出丢包率	0 ~ 100%
6	CRC 错误率	0 ~ 100%
7	平均输入流量	0 ~ 100%
8	平均输出流量	0 ~ 100%

表4 检测结果

检测集	检测条数	检出条数	检测率/%
正常样本	168	152	90.5
故障样本	127	127	100.0
总计	295	279	94.6

4 结语

本文提出的 LSFOC-SVM 融合了 ν -OCSVM 的异常检测、LSSVM 的最小二乘和等式化约束以及基于特征空间距离的模糊检测等思想。与同类检测算法相比,具有训练快速、判别准确、漏报率低及对未知故障适应性强等特点,可以满足网络故障检测的实际需要,对事故的预防起到积极的作用。然而, LSFOC-SVM 求得的 α 虽然满足极值条件,但不能保证是全局

最优解,这体现在其检测精度略低于标准 SVM 以及较高的虚警率上。进一步提高 LSFOC-SVM 的泛化性能,使之减少对后续识别环节的依赖,是下一步的研究方向。

参考文献:

- [1] HAJI H. Statistical analysis of network traffic for adaptive faults detection [J]. IEEE Transactions on Neural Network, 2005, 16(5): 1053 - 1063.
- [2] HABIB T, INCLADA J, MERCIER G, et al. Support vector reduction in SVM algorithm for abrupt change detection in remote sensing [J]. IEEE Geoscience and Remote Sensing letters, 2009, 6(3): 606 - 610.
- [3] 李千目,许满武,张宏,等.基于支持向量机的网络应用层故障检测系统[J].系统仿真学报,2006,18(7):1806 - 1809.
- [4] ZHANG LI, MENG XIANG-RU, ZHOU HUA. Network fault diagnosis using hierarchical SVMs based on kernel method [C]// 2009 Second International Workshop on Knowledge Discovery and Data Mining. Washington, DC: IEEE Computer Society, 2009: 753 - 756.
- [5] SCHÖLKOPF B, PLATT J C, SHAWE-TAYLOR J, et al. Estimating the support of a high-dimension distribution [J]. Neural Computation, 2001, 7(13): 1443 - 1471.
- [6] 张新峰,刘垚巍.广义超球面 SVM 研究[J].计算机研究与发展,2008,45(11):1807 - 1816.
- [7] SUYKENS J A K, VANDEWALLE J. Least squares support vector machine classifiers [J]. Neural Processing Letters, 1999, 9(3): 293 - 300.
- [8] University of California Irvine. UCI KDD Archive [DB/OL]. [2009-12-16]. <http://kdd.ics.uci.edu/>.
- [9] ZHANG LI, MENG XIANG-RU, WU WEI-JIA, et al. Network fault feature selection based on adaptive immune clonal selection algorithm [C]// CSO 2009: International Joint Conference on Computation Sciences and Optimization. Washington, DC: IEEE, 2009, 2: 969 - 973.
- [10] PIETRASZEK T. On the use of roc analysis for the optimization of abstaining classifiers [J]. Machine Learning, 2007, 68(2): 137 - 169.

(上接第 2824 页)

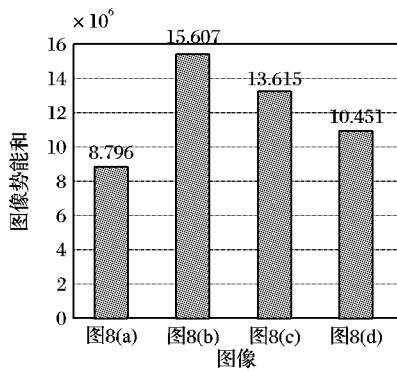


图9 拉伸图像势能和比较

参考文献:

- [1] 任卫军,褚洪东,贺昱曜.可变区域的视频图像幅型比非线性缩

放算法[J].电视技术,2008,32(311):41 - 42.

- [2] 侯发忠,邹北骥,李跃强.基于罗伯茨梯度的彩色图像缩放新法[J].计算机工程与设计,2009,30(14):3367 - 3370.
- [3] 李将云,杨勋年,汪国昭.图像缩放的分片连续算法[J].浙江大学学报:理学版,2002,29(5):530 - 534.
- [4] PRATT W K. Digital image processing [M]. New York, USA: John Wiley & Sons, 2001.
- [5] 王森,杨克俭.基于双线性插值的图像缩放算法的研究与实现[J].计算机应用,2008,28(7):44 - 45.
- [6] 曹凤莲,沈庆宏,盛任农,等.一款基于新型 Field Programmable Gate Array 芯片的投影仪梯形校正系统研究与实现[J].南京大学学报,2006,42(4):362 - 367.
- [7] 田敏雄,沈庆宏,曹凤莲,等.基于图像空间变换和插值运算的投影仪梯形校正法[J].电子测量技术,2007,30(3):10 - 12.