

一种结合 Seam Carving 和人脸检测的人像缩放算法

唐彩虹

(广东轻工职业技术学院 计算机工程系, 广东 广州 510300)

摘要:人脸是人物图像中的重要特征区域。针对应用 Seam Carving 算法缩放人物图像后造成人脸畸变的现象,提出了一种结合人脸检测的人物图像缩放算法。首先识别图像中的人脸区域,其次在使用 Seam Carving 算法缩放图像的过程中提高梯度图中人脸区域的梯度值,防止低能量线穿越人脸区域,进而达到在缩放图像的同时保持人脸特征的目的。实验结果表明,该算法实现非等比缩放人物图像的同时有效保护了人脸区域,提升了缩放后的图像质量。

关键词:细缝提取;人脸检测;图像缩放;梯度图;人脸特征

中图分类号:TP391.41

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2012)06-0111-03

People Image Resizing Algorithm By Combining Seam Carving and Face Detection

TANG Cai-hong

(Department of Computer Engineering, Guangdong Industry Technical College, Guangzhou 510300, China)

Abstract: Face is an important feature of people image. Seam Carving can create serious artifacts upon face area during people images reduction. An algorithm for people image reduction was presented in this paper. This algorithm overcomes this shortcoming by combining Seam Carving and face detection. First, face region is identified, followed by increasing the gradient of the human face region in gradient image during Seam Carving execution to prevent face area from passing through of seams, and thus to retain the facial features while reducing the image. The experimental results show that the proposed approach effectively protects the face region and thus enhances the resized image quality while implementing non-proportional image reduction.

Key words: Seam Carving; face detection; image resizing; gradient image; facial features

0 引言

随着显示设备以及多媒体应用的多样化发展,图像缩放算法已经成为重要的研究课题。人物图像在很多研究和应用领域中发挥着重要的作用。人脸是人物图像的重要特征区域,对于人物图像的缩放,如果缩放后的图片能够完好地保留脸部特征,将会大大提高图片中人物的可辨认程度。

传统的图像缩放算法主要有插值法^[1,2]和裁切法^[3-6]两种。然而,插值法实现的是等比例缩放,不适用于非等比例缩放图像的情况。图像剪切会导致图像信息的丢失,当重要区域的分布比较分散时会造成图像内容的严重破坏。

2007年,Avidan等人^[7]提出了Seam Carving(细

缝提取)算法,奠定了基于内容感知的图像缩放算法^[8-10]的基础。Seam Carving算法首先定义描述图像中内容重要程度的能量函数,其次通过不断插入或删除低能量线实现图像缩放,在实现图像非等比例缩放的同时,能够最大程度地保持图像的重要特征。

虽然Seam Carving算法是保持图像关键内容的,但因为插入和删除低能量线时并没有考虑到图像实际的视觉效果,当图像中的特征区域占据较大面积的情况下,该算法会对图像造成严重的畸变,缩放效果不理想。人脸是人物图像中最重要的区域,也是占据面积较大的区域,使用Seam Carving算法缩放人物图像会造成人脸的扭曲变形。

王会千等人^[11]提出了一种结合Seam Carving和显著度图的改进算法。显著度图的定义基于视觉注意力模型,用来衡量图像各内容的重要程度。该算法对图像中视觉显著的内容起到一定程度的保护作用,但在缩放人像时,如果人物背景较复杂或者人物占据较大面积时,该算法并没有提供有效的解决方案。

收稿日期:2011-11-02;修回日期:2012-02-09

基金项目:广东省自然科学基金资助项目(9451030007003340)

作者简介:唐彩虹(1980-),女,讲师,硕士,主要研究方向为数字图像处理。

文中提出一种结合 Seam Carving 和人脸检测的人物图像缩放算法。识别人脸区域后提高梯度图中人脸区域的梯度值,从而在缩放图像的同时有效保护人物脸部区域。

1 Seam Carving 算法

Seam Carving 算法通过不断删除或插入图像中重要性最低的细缝(seam)实现基于内容的图像缩放。

为了度量像素点的重要性,Avidan 等人采用图像梯度算子(Sobel 算子)定义的能量函数

$$e(I) = \left| \frac{\partial I}{\partial x} \right| + \left| \frac{\partial I}{\partial y} \right| \quad (1)$$

设 I 是一幅 $n \times m$ 的图像,一条纵向(或横向)的 seam 定义为 8 连通的从上到下(或从左到右)穿过整幅图像的像素线。纵向细缝定义为

$$s^x = \{s_i^x\}_{i=1}^n = \{(x(i), i)\}_{i=1}^n$$

$$\text{s.t. } \forall i, |x(i) - x(i-1)| \leq 1 \quad (2)$$

其中: x 是一个映射函数 $x: [1, \dots, n] \rightarrow [1, \dots, m]$ 。同理,其横向细缝定义为

$$s^y = \{s_j^y\}_{j=1}^m = \{(j, y(j))\}_{j=1}^m$$

$$\text{s.t. } \forall j, |y(j) - y(j-1)| \leq 1 \quad (3)$$

其中, y 是一个映射函数 $y: [1, \dots, m] \rightarrow [1, \dots, n]$ 。

一条细缝的总能量值被定义为该细缝上所有像素点的能量的总和。最优细缝为总能量值最小的细缝,定义为

$$s^* = \min_s E(s) = \min_s \sum_{i=1}^n e(I(s_i)) \quad (4)$$

该算法使用动态规划算法求解最优细缝。以纵向细缝为例,其求和能量矩阵 M 为

$$M(i, j) = e(i, j) + \min \{M(i-1, j-1), M(i, j-1), M(i+1, j-1)\} \quad (5)$$

实验 1 使用 Seam Carving 算法将 206×116 大小的图片非等比例缩放至 152×96 , 实验结果如图 1 所示。



(a) 原图



(b) 缩放后

图 1 Seam Carving 算法缩放结果

从图 1 可以看出,缩放后的图像中人脸部分发生了严重畸变。这是由于脸部区域存在较平坦部分,也就是说存在梯度值较低的区域,致使低能量线穿过脸部区域造成的。

2 文中算法

根据实验 1 得出的结论,考虑将 Seam Carving 算法中人脸区域的梯度值提升。文中算法首先使用人脸检测系统^[12]将人物图像中的人脸区域标记出来并使用 Seam Carving 算法计算图像梯度。然后,将梯度图中对应的人脸区域梯度值提升至最高,根据能量提升后的梯度图计算并删除细缝。如果缩放后的图像仍不符合目标尺寸则重复以上过程直至满足要求为止。具体算法流程如图 2 所示。

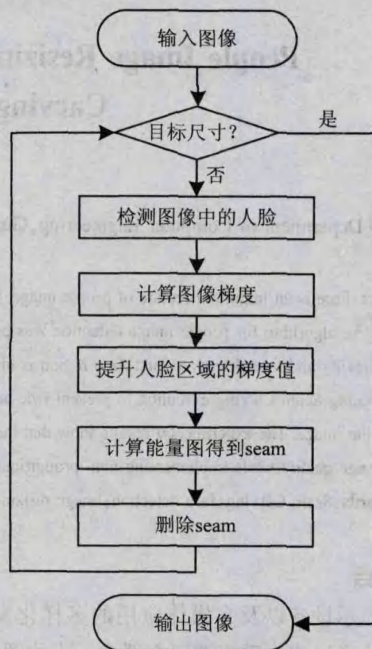


图 2 算法流程图

3 实验结果与分析

为了测试文中算法的性能,进行了仿真实验。程序运行硬件环境:操作系统 Windows XP,内存 1.75G, CPU 3.01GHz,软件环境:Matlab 7.0。仍然将图 1(a) 206×116 的原图非等比例缩放至 152×96 , 实验过程中的图片效果如图 3 所示。

从图 1(b)和图 3(c)对比可以看出,文中算法通过将人脸部分能量提升,较好地保护了脸部区域,大大降低了图片缩放后的失真程度。

为了验证算法的鲁棒性,文中用大量的图片进行了实验。图 4 显示了文中算法与 Seam Carving 算法以及文献[4]提出算法间的比较。从图 4(b)~(d)可以看出,Seam Carving 算法和文献[4]算法缩放图像后对

图像中的人脸造成了扭曲,而文中算法有效保护了人脸区域,使得人物图像的可辨认程度提升。



(a) 人脸检测结果

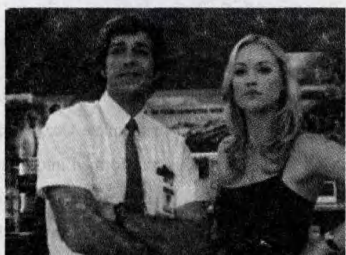


(b) 梯度提升后的梯度图



(c) 文中算法的效果

图3 实验结果1



(a) 原图



(b) Seam Carving 算法



(c) 文中算法

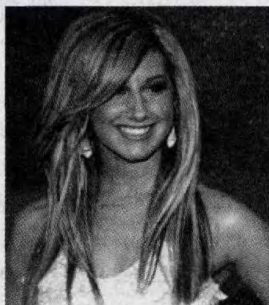


(d) 文献[4]算法

图4 实验结果2

图5显示了文中算法与传统缩放算法之间的比较。对比图5(b)~(d)可以看出,均匀缩放算法造成

了图像长宽比例的失真,不适合用于非等比例缩放图像。而裁切法不能保留图像的完整信息。文中算法能够有效实现图像的非等比例缩放,同时较完整地保留图像中的绝大多数重要内容。



(a) 原图



(b) 均匀图像缩放算法



(c) 裁切法



(d) 文中算法

图5 实验结果3

4 结束语

文中针对 Seam Carving 算法缩放人物图像时,对图像几何结构造成破坏,致使人脸发生畸变的现象,提出一种将 Seam Carving 算法与人脸检测结合的方案,通过提升人脸区域的梯度提高其重要程度,从而防止细缝穿越脸部。实验证明,该算法能够有效保护人脸区域,提升了人物图像缩放后的图像质量。

参考文献:

- [1] 江巨浪. 基于改进 Catmull-Rom 样条的图像缩放算法[J]. 计算机技术与发展, 2007, 17(4): 211-213.
- [2] 何 蕾, 檀结庆, 张 平. 一种线性与非线性相结合的图像缩小方法[J]. 计算机应用研究, 2007, 24(5): 303-307.
- [3] Suh B, Ling Haibin, Benjamin B, et al. Automatic thumbnail cropping and its effectiveness[J]. Proceedings of User Interface Software and Technology, 2003, 10(3): 95-104.
- [4] Santella A, Agrawala M, Decarlo D, et al. Gaze-based interaction for semi-automatic photo cropping [C]//Proc of the CHI. New York: ACM Press, 2006.
- [5] Burton C, Johnston L, Sonenberg E. An Empirical Investigation of Thumbnail Image Recognition [C]//Proceedings on Information Visualization. Atlanta, Georgia: [s. n.], 1995: 115-121.
- [6] Chen L Q, Xie X, Fan X, et al. A visual attention model for adapting images on small displays[J]. Multimedia Systems,

(下转第118页)

下,随着种群规模的增加,算法运行时间并没有大量增加。并且在种群规模为 15 的情况下,运行时间为 11 秒,这个结果是可以接受的。

表 1 算法平均执行时间(s)

P	T = 100	T = 200	T = 300	T = 400
P = 5	1.8	2.8	4.0	5.8
P = 10	2.2	3.6	5.3	9.7
P = 15	2.4	5.2	6.8	11.3

4.3.2 可行性实验

可行性实验的目的,是验证算法寻找到 QoS 最优组合方案的可行性。实验首先用穷举法计算出最优解集,然后用文中的算法在相同条件下计算出的最优解集与其进行比较,计算出文中算法获取到各目标 QoS 属性最优解的概率。表 2 中的数据是通过算法运行 10 次所得结果。其中,取 $T = 400$ 。

表 2 最优解比例(%)

P	Time	Price
P = 5	100%	100%
P = 10	95%	90%
P = 15	100%	95%

从实验结果可以看出,在取进化代数为 400 的情况下,找到各项指标的最优值的概率都在 90% 以上,这个结果是比较理想的,算法具有可行性。

5 结束语

Web 服务以其独特的优势逐步获得大多数人的青睐,服务组合 QoS 的不断成熟,也使得 Web 服务由一种技术转化为人们应用的工具。文中主要采用基于模板的服务组合方法,在组合过程中应用多目标遗传算法进行服务的选择,使得在保障全局 QoS 最优的情况下,算法效率得到有效的提高。实验结果证明了算法的有效性和可行性。现有服务选择算法的容错、失效恢复机制还不够完善。下一步工作中将开展服务选

择算法的自适应研究,在选择算法中融入一定的容错机制、协商机制、失效恢复机制和模板重构机制等以提高服务组合的稳定性和健壮性。

参考文献:

[1] 倪晚成,刘连臣,吴 澄. Web 服务组合方法综述[J]. 计算机工程,2008,34(2):79-81.

[2] 胡海涛,林碧英. 一种基于组合模板的大粒度服务组合方法[J]. 华北电力大学学报,2006,33(5):81-84.

[3] 郑金华. 多目标进化算法及应用[M]. 北京:科学出版社,2007:2-16.

[4] Casati F, Ilnicki S, Jin Lijie, et al. Adaptive and Dynamic Service Composition in eFlow[C]//Proc. of the International Conference on Advanced Information Systems Engineering. Stockholm:Springer-Verlag,2000:13-31.

[5] Zeng Liangzhao, Benatallah B, Ngu A H, et al. Qos-aware middle-ware for web service composition[J]. IEEE Trans. on Software Eng. ,2004,30(5):311-327.

[6] Canfora G, Dipenta M, Esposito R. An approach for QoS-aware service composition based on genetic algorithms[C]//Proc. of the 2005 Conference on Genetic and Evolutionary Computation. Washington:[s. n.],2005:1069-1075.

[7] Cui X X, Lin C. A constrained quality of service routing algorithm with multiple objectives[J]. Journal of Computer Research and Development,2004,41(8):1368-1375.

[8] 莫振华,蔡鸿明,姜丽红. 基于遗传算法的多 Qos 约束服务选择[J]. 计算机应用与软件,2009,26(3):4-6.

[9] Garey M R, Johnson D S. Computers and Intractability: A Guide to the Theory of NP-completeness[M]. New York:W. H. Freeman and Company,1979.

[10] 张建萍,刘希玉,谭业武. 改进免疫遗传算法及其应用研究[J]. 计算机技术与发展,2008,18(10):166-169.

[11] Zhao J F, Xie B, Zhang L, et al. A web services composition method supporting domain feature [J]. Chinese Journal of Computers,2005,28(4):731-738.

[12] 任开军,宋君强,肖 依,等. 基于迭代 Bargaining 策略优化服务合成执行路径[J]. 国防科技大学学报,2009,31(1):80-85.

(上接第 113 页)

2003,9(4):353-364.

[7] Avidan S, Shamir A. Seam carving for content-aware image resizing[J]. ACM Trans on Graphics,2007,27(3):10-18.

[8] 宋静娴. 基于内容的图像缩放算法研究[D]. 杭州:杭州电子科技大学,2009.

[9] 李 冉,谭光兴,宁胜花. 基于内容感知的图像缩放研究[J]. 广西工学院学报,2010,21(3):33-37.

[10] 陈剑辉. 内容敏感的图像缩放[D]. 杭州:浙江大学,2011.

[11] 王会千,杨高波,张兆扬,等. 结合显著度图和自适应能量线的快速图像缩放[J]. 计算机应用研究,2010,27(9):3594-3597.

[12] Schneiderman H, Kanade T. A Statistical Model for 3D Object Detection Applied to Faces and Cars [C]//Proc. of IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. [s. l.];IEEE,2000.