

基于边缘信息的图像去马赛克方法^①

刘元杰, 李洪波

(中国科学院 数学与系统科学研究院, 北京 100190)

摘 要: 提出了一种去马赛克方法, 能够有效提高由低分辨率设备以及噪声干扰得到的马赛克图像的质量。主要基于经典的边缘及滤波算法, 利用几何特征及概率思想将马赛克区域定位并去除。方法的实施能够明显提高放大图像的主观质量。进一步的研究工作将通过并行的技术提高运算速度, 并重点关注减少系统资源的开销, 从而降低方法部署的成本。

关键词: 边缘检测; 矢量放大; 圆检测; 区域内平滑; 轮廓叠加

Demosaics Method Based on Edge Detection

LIU Yuan-Jie, LI Hong-Bo

(Academy of Mathematics and Systems Science, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China)

Abstract: A method for demosaics is proposed, and it is able to improve the quality of images which are taken from low-resolution devices. The method is mainly based on classical algorithms for edge detection and filtering, and the mosaics are removed following particular geometric features as well as probability ideas. The implementation of this method leads to significant enhancement. Further works will aim to improve the efficiency through parallel computation, concerning the reduction of resource consuming.

Key words: edge detection; vector amplify; circle detection; local smoothing; outline imposing

在实际中, 由于成本及安装条件等因素的限制, 使得获取的图像质量难以满足要求成为一种普遍现象。例如交通探头等公共设备, 微型摄像头等便携设备, 甚至间谍监控设备等等。在众多应用场合都需要对获取的马赛克图像进行抗锯齿清晰化处理, 提高图像质量, 强化景物对比, 突出关键内容。本文的方法采用图像块内采样缩小, 边缘多级提取, 矢量放大, 基于概率的马赛克检测, 区域平滑化以及边缘叠加等技术步骤, 对实际的摄像头采样数据进行了增强处理, 获得了明显的提升效果。不同于传统的聚类分析处理方法, 本文的处理流程无须复杂的统计模型, 不需要参数学习的过程, 针对明确的问题设计, 是一种快速高效的解决方案。

下面的内容依次介绍了处理管线的主要步骤。第一节说明流程的结构。第二节至第五节依次解释如何操作边缘信息、定位并去除图像中的马赛克区域以及

叠加轮廓和细节。第六节对方法做了总结。

1 处理流程

图片马赛克的来源可以被认为有两类: 一是原始的图片采集由于镜头本身受环境及传输过程中干扰等影响而产生的马赛克; 二是图片直接放大所产生的单一颜色值的马赛克。为了有效提高图像质量, 需要区分这两类现象并分别对待。

我们的策略是将图像进行缩小, 在小尺寸下图像基本可排除由第二类原因产生的马赛克。此时处理的对象可认为是以第一类为主。于是首先要通过采样的方法将图片缩小到小的尺寸。这一过程可以采用简化的模型快速执行, 即在指定的放大倍数之下, 依据一定的概率^[1]设定固定大小 block 覆盖图像, 以随机抽样的方法在每个 block 内采若干点取平均作为新的像素值实现缩小。

^① 基金项目: 国家重点基础研究发展计划(973)(2011CB302400)

收稿时间: 2011-06-07; 收到修改稿时间: 2011-07-08

接着开始进行图像的处理:

在小尺寸下: 利用边缘对马赛克进行定位和处理, 实现对第一类马赛克的去除。再次提取边缘, 获得轮廓信息。

放大为原尺寸图像: 对整幅图像进行平滑化, 去除第二类马赛克。叠加边缘信息, 突出景物轮廓及细节。

将此过程迭代若干步。

整个处理的流程如图 1 所示。

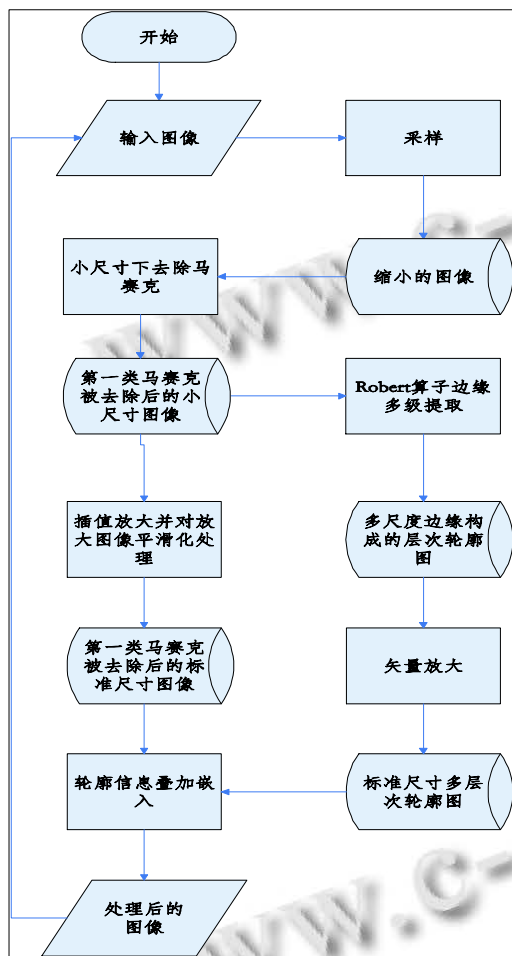


图 1 处理流程

2 边缘信息的提取与利用

边缘作为处理图像时所依赖的至关重要的信息^[2], 在本文的方法中起着基础性的作用。马赛克图像被认为是具有矩形边缘的区域。根据边缘信息将这些区域定位后进行局部的平滑化。对经过去马赛克后的小尺寸图像进行不同层次的边缘提取。即采用由大到小不同阈值的算子得到细节越来越多的边缘图像。这一过程是为了以边缘为基础对原图像中的景物进行突出增强。

小尺寸下得到的边缘需要进行放大。边缘图像不同于一般图像, 一般是单像素宽度的线条。这里采用像素的邻接关系对边缘灰度图进行放大处理, 使得到的放大图像依然保持原来的单像素宽度, 简称其为矢量放大。具体过程如图 2 所描述。

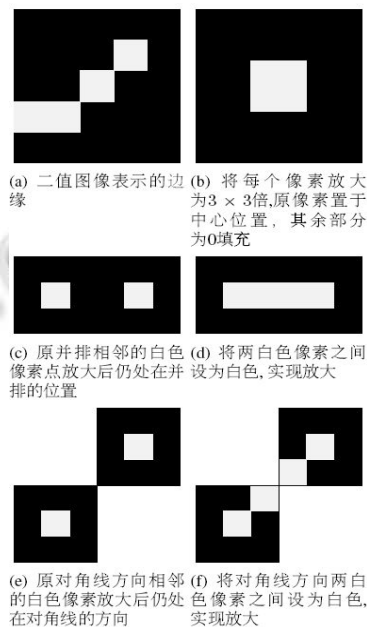


图 2 边缘二值图的矢量放大

放大后的边缘图像与去马赛克后的图像进行叠加处理, 即可得到细节突出, 内部平滑的增强图像。这里我们采用的是 Robert 算子^[3]对图像进行边缘提取。

3 马赛克区域的定位

从图像平面中找到一块马赛克区域可以采用聚类^[4]等机器学习的方法。但是这一类的方法模型相对复杂, 计算开销大。在实际应用的场合, 往往不需要这样相对精确严密的推理算法, 而希望在容许的质量之下做到尽可能快速的处理。依据一个简单的特征来描述马赛克块状区域: 该区域是矩形的, 边缘构成矩形, 边缘的角点是某个圆的两对对径点。我们的方法直接扫描角点图像中的每个像素 (用 o 表示任一像素), 根据 o 周围是否有关于其中心对称并构成矩形顶点的四个白色点来确定其是否是马赛克的中心点。

判断的过程也是一个扫描的过程。

确定一个最大半径 r, 以 o 为圆心, 以半径从 1 到 r 在 o 的右上方 1/4 圆弧内扫描。设 o 点像素位置为

(x, y), 如果遇到坐标为(a,b) 的白色点 p1, 则检查 p2 : (2a-x,y), p3 : (2a-x,2b-y), p4 : (a,2b-y) 是否为白色。如果有一个点不是白色, 扫描下一个点。如果都是白色点, 则(x,y) 被认为是马赛克的中心的候选点, p1、p2、p3、p4 为可能的马赛克区域角点。统计线段 p1p2、p2p3、p3p4、p4p1 内的白色点占线段长度的比例。如果大于给定的判断值 δ , 则认为以 o 为中心确实构成了一块具有矩形边缘的马赛克区域, 将 o 标记为马赛克中心点, 转到对下一个像素的判定。计算相邻马赛克中心点的距离, 如果小于半径 r, 则认为其为相邻马赛克块, 放入同一编号以示处于连续马赛克区域。该过程如图 3 所示。

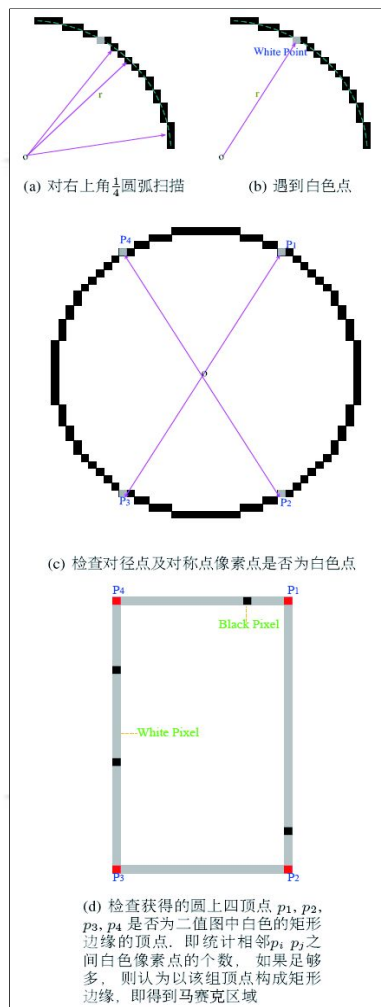


图 3 马赛克区域的判断

如果 o 被判断为有效的中心点, 将 o 与 p1 进行存储。o 所决定的马赛克区域内的点将不再进行判断。下一个待判定的像素点位于区域外。

4 区域内平滑化

对于一块马赛克区域, 采取将其与周围临域进行平滑化的方法进行马赛克效果的去除。设 D 为一块连续马赛克区, 取 D 周围宽度为 w 的一圈区域将其包围。取 $2w \times 2w$ 平滑算子 S 对包围 D 的区域作卷积。这样保证了平滑后的区域能够光滑的嵌入原图像。

该过程如图 4 所示。

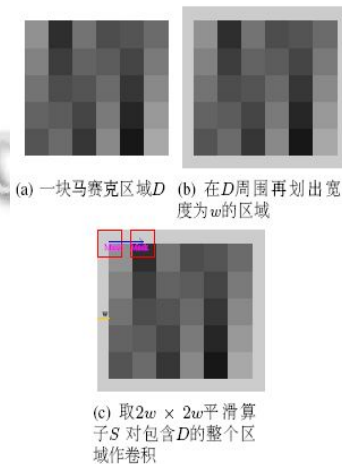


图 4 对马赛克区域的平滑处理

5 边缘的突出

所谓边缘的突出, 是为了在图像放大后将矢量放大的边缘叠加进去, 从而能够将由边缘所携带的重要特征信息尽量得以保持, 实现效果增强的作用。利用 Robert 算子得到图像的边缘构成的二值图。将边缘线条看作“脊线”, 赋予高的灰度值。然后向两侧递减赋值, 得到一张边缘线上亮度突出的灰度图。将此灰度图与放大图像对应像素点相乘, 得到了边缘突出的增强图像。具体的操作可如下进行: 出于减少原始图像噪声影响的目的, 我们采取分层的步骤, 在 Robert 算子中设置不同的阈值进行边缘提取。阈值越小, 获得的细节部分的边缘越多。但是越细节的边缘可能受到噪声等影响的可能就越大, 因此应当尽量减弱这些边缘信息的权重。为了实现这一特性, 第一步采取边缘多层次提取的策略: 给定图像 I, 选取一组阈值 x_1, x_2, \dots, x_n 并有 $x_1 < x_2 < \dots < x_n$; 令 $I_i = \text{Roberts}(I, x_i)$; $P_i = P_i \times \delta + I_i$; 其中 δ 为某个固定比例, 只要保证 P_i 的像素值不超过上限即可, 例如可以令 $\delta = 0.5$ 。这样得到的分层边缘图像 P 为一组边缘线条越细小灰度值越低, 其余部分为黑色的灰度图。令 $Q = P$, 对 Q 进行

如下迭代： $Q = P + \text{conv}(Q,s)$; $Q = Q \times \delta 2$; 其中 s 为平滑化算子模板， $\text{conv}(Q, s)$ 表示用 s 对 Q 作卷积， $\delta 2$ 的作用与 $\delta 1$ 相同。对 Q 进行若干次迭代后得到的为一张以原边缘线为中心向两侧递减的灰度图。将原始图像 I 与 Q 逐点相乘，得到 I 的边缘增强图像 I' 。将 I 与 I' 的衍射组合作为新的 I 。即 $I = \beta \times I + (1 - \beta) \times I'$ ；其中 β 为衍射系数， $0 < \beta < 1$ 。 β 越小，边缘部分会越被突出。 I 即为最终的结果。图 5、图 6 及图 7 显示了根据本文算法所实现的在交通监控项目中对摄像头数据的处理效果。注：图 5 中原图经过算法增强后图像。从无线电接收器这一景物的比较中可以看出，增强后的图像具有清晰的边缘，景物更加分明。楼宇的窗户也浮现的更明显。整幅图像从细节到对比都得到了增强。图 6 原图经过算法处理，对各种尺度的马赛克定位并局部平滑后细节得到了很大程度的保持；再单独加入去噪后提取的边缘信息，突出了轮廓，景物更加明晰。图像变得柔和而细腻。图-7 经增强处理后的效果，可以看到道路标志线等重要特征被突出；车灯更明显，不成形的车辆区域被恢复出了可辨认的轮廓；明显的马赛克现象被有效的平滑。图像质量得到显著的改善。



图 6 效果对比：马赛克被很好克服



图 5 效果对比：无线接收器及窗口等增强明显



图 7 效果对比：车辆及标志线等增强明显

(下转第 191 页)



(e) 分割出的露白区域

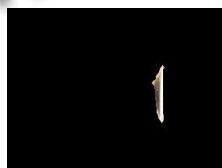
图 1 分割效果 1



(a) 原始图像

(b) I_1 分量(c) 去除背景的 I_1 分量

(d) 去除引线效果图



(e) 分割出的露白区域

图 2 分割效果

表 1 算法所需时间对比

	第一次分割处理 时间 t/s	第二次分割处理 时间 t/s	总时间 t/s
图 1	1.0503	0.5229	1.5732
图 2	1.0469	0.5723	1.6192

可见本文的算法能较好地分割出露白电容器图像中的露白区域,且运行时间较短,分割结果令人满意。

4 结论

本文结合露白电容器图像的特点,根据最终分割的目的,确定聚类个数为 2 类,同时根据粗糙集的理论,确定初始聚类中心;利用 Ohta 等人的研究成果,选取能有效表示彩色像素特征的彩色特征集中的第一个分量用来替代图像分割中的灰度,大大降低了运算量。实验表明,本文的算法能有效分割出电容器图像中的露白区域,具有较高的精度和准确度,分割效果良好,且运行时间较短。

参考文献

- 1 Navon E, Miller O, Averbuch A. Color image segmentation based on adaptive local thresholds. *Image and Vision Computing*, 2005,23,(1):69-85.
- 2 Chnada B, Kundu MK, Padmaja YV. A multi-scale morphological edge detector. *Pattern Recognition*, 1998, 31 (10):1469-1478.
- 3 Adams R, Bischof L. Seeded region growing. *IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 1994,16(6):641-647.
- 4 马兆敏,黄玲,等.基于神经网络的杂草图像分割算法. *计算机工程与应用*,2009,45(24):216-218.
- 5 杨润玲,高新波.基于加权模糊 c 均值聚类的快速图像自动分割算法. *中国图像图形学报*,2007,12(12):2105-2112.
- 6 王易循,赵勋杰.基于 K 均值聚类分割彩色图像算法的改进. *计算机应用与软件*,2010,27(8):127-130.
- 7 杨善林,李永森,胡笑旋,潘若愚.K-means 算法中 k 值优化问题研究. *系统工程理论与实践*,2006,2:97-101.

(上接第 184 页)

6 总结

本文介绍了一种通过边缘突出及马赛克去除以改善图像质量的综合处理流程。整个过程包括区域采样缩小,边缘信息提取,线条图像矢量放大,马赛克区域定位,区域内平滑化,以及轮廓边缘信息的扩展、突出和叠加等步骤。该方法的实施不仅能够达到质量要求,并具有相对快速的执行效率。在实例测试中获得了良好的效果。该流程实施部署于图像监控设备,发挥实际效能。

参考文献

- 1 陈萍.概率与统计.北京:电子工业出版社,2001.
- 2 Shi J, Tomasi C. Good Features to track. *IEEE Trans. on Computers*, 9th IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Seattle: Springer, 1994: 593-600.
- 3 Davis LS. A survey of edge detection techniques. *Computer graphics and image processing*, 1975,4(3):248-260.
- 4 米哈尔斯基.机器学习与数据挖掘.北京:电子工业出版社,2004.