

扫描图片增强

扫描图片增强算法应该包括以下几个基本步骤:

1. 字体加深
2. 曝光增强
3. 图像锐化

后续改进提升效果方案如下:

1. 图像滤波
2. 图像背景去除
3. 图像去模糊

其他图像滤镜操作:

1. 图像黑白化
2. 图像灰度化

一. 基本步骤:

1. 字体加深

字体加深的目的是使得图像的黑色字体变得更黑,看起来更清晰,可以采用简单的算法如 <http://cyrilrose.com/tutorial-how-to-use-photoshop-to-darken-text-in-a-scanned-document/> 所示,即将图像中像素转化到[0,1]区间内,将像素值为(r, g, b)的像素变换为像素值(r*r, g*g, b*b)。效果如下图所示,左边是原图,右边是字体加深后的结果:



2. 曝光增强

字体加深后，图像的亮度会变低，所以要增强图像的曝光度。增强曝光度的公式为： $f(x) = \min(255, \max(0, x * \text{pow}(2, \text{strength})))$ 。其中 x 为增强曝光度之前的像素值， $f(x)$ 为调整后的像素值，即将图像中的每个像素值都乘以 2^{strength} 倍，这样可以使得整体图像的曝光光度增强。效果如下图所示，左边是原图，右边是 字体加深 + 曝光增强 后的结果：



上述曝光增强的公式比较简单，是对整体图像都乘以一个统一的倍数得到的，更好的自适应的方法可以参考这两篇文章：

Automatic Image Enhancement by Content Dependent Exposure Correction
<https://www.semanticscholar.org/paper/Automatic-Image-Enhancement-by-Content-Dependent-Battiato-Bosco/008f324fc22184cb204182548f629ba7d8793c73/pdf>

以及 Automatic Exposure Correction of Consumer Photographs
http://www.msr-waypoint.com/en-us/um/people/luyuan/paper/AutoExposure_ECCV2012.pdf，
这两篇文章都是内容相关的图像曝光度调整。

3. 图像锐化

图像曝光度调整后需要对图像进行锐化，以增强图像的边缘信息，主要算法步骤如下：

```
// sharpen image using "unsharp mask" algorithm
Mat blurred; double sigma = 1, threshold = 5, amount = 1;
GaussianBlur(img, blurred, Size(), sigma, sigma); //这里高斯滤波可以换成其他滤波
// 如后面讨论的 guided image filter
Mat lowContrastMask = abs(img - blurred) < threshold;
Mat sharpened = img*(1+amount) + blurred*(-amount);
```


img.copyTo(sharpened, lowContrastMask);

效果如下图所示，左边是原图，右边是 字体加深 + 曝光增强 + 锐化 后的结果：



二. 改进步骤:

1. 图像滤波

手机拍摄照片中，往往含有很多噪声，这时可以预先对图像进行滤波，去除掉图像中的噪声，改善图像增强结果。

图像滤波算法很多，需要选择边缘保持的图像滤波，最简单的就是双边滤波 (bilateral image filter)，但这种滤波方法最简单的实现计算开销较大，有一些方法对这种滤波算法做了加速，可以达到实时的结果。另外一种选择是使用 guided image filter (<http://kaiminghe.com/publications/eccv10guidedfilter.pdf>)，这种方法是 $O(n)$ 的复杂度，并且由于只需要计算一些 boxfilter，非常适合 GPU 实现；作者还提供了 fast guided image filter (<http://arxiv.org/abs/1505.00996>) 的实现，能在基本没有性能损失的前提下实现进 10 倍的加速，适合 CPU 实现。效果如下图所示，左边是原图，右边是 guided image filter 滤波 + 字体加深 + 曝光增强 + 锐化 后的结果：



这里滤波是在做 字体加深 + 曝光增强 + 锐化等一系列操作之前进行的，另外锐化操作中的高斯滤波也可以换成是 guided image filter。

2. 图像背景去除

拍摄的照片中的文档背景往往含有很多噪声或者背景本身含有杂质，需要把这些都去除。一个简单的方法是使用 closing 操作（一种形态学操作，见 <http://dsp.stackexchange.com/questions/1932/what-are-the-best-algorithms-for-document-image-thresholding-in-this-example>）。closing 操作需要设置滤波核的大小，而不同的滤波核大小对结果有不同的影响，例如，使用小尺寸的滤波核，结果如图所示，左图是原图，右图是 字体加深 + 曝光增强 + 小尺寸背景去除 + 锐化 后的结果：



如果使用大尺寸的滤波核，结果如下所示：



可以看到，使用小尺寸的滤波核，背景的细小纹理去除的更完整，但大尺寸的区域颜色保持的会有问题（如图中下方中间红色区域）；使用大尺寸的滤波核，大尺寸的区域颜色保持的

更好，但小尺寸的纹理去除的并不干净。因此，如果采用这种方法的话，需要设置一种自适应的滤波尺寸选择算法（SPATIALLY ADAPTIVE MORPHOLOGICAL IMAGE FILTERING USING INTRINSIC STRUCTURING ELEMENTS, <http://www.ias-iss.org/ojs/IAS/article/viewFile/782/685>）。

另 外 的 解 决 方 法 可 以 参 考 ImageMagick 的 textcleaner 脚 本（<http://www.fmwconcepts.com/imagemagick/textcleaner/>），或者参看一些最新的文章，如 A new automatic framework for document image enhancement process based on anisotropic diffusion（ICDAR2015），Enhanced Text Extraction from Arabic Degraded Document Images using EM Algorithm（ICDAR 2009），Automatic Enhancement and Binarization of Degraded Document Images, Degraded Document Image Enhancement, Low quality document image modeling and enhancement, Show-through Cancellation and Image Enhancement by Multiresolution Contrast Processing。

3. 图像去模糊

手机拍摄的照片往往含有模糊，可以采用去模糊的方法来提高图像清晰度。最新的图像去模糊技术可以参考文章 Blind Image Deblurring Using Dark Channel Prior http://faculty.ucmerced.edu/mhyang/papers/cvpr16_dark_channel_deblurring.pdf 这篇文章。另外，在连拍模式下，手机可能会拍多幅照片，可以利用这多幅照片来进行图像去模糊，参考 Handling motion blur in multi-frame super-resolution http://www.cs.toronto.edu/~rjliao/papers/CVPR_2015_Handling.pdf 这篇文章。

三. 其他滤镜操作

1. 图像黑白化

图像黑白化是指把图像划分为黑白两色，简单的可以采用 OpenCV 的 threshold 和 adaptiveThreshold 来实现，但结果显然不会很好。可以参考最近的两个竞赛 H-DIBCO 2014 (http://users.iit.demokritos.gr/~bgat/H-DIBCO_2014.pdf) 以及 DIBCO 2013 (<http://users.iit.demokritos.gr/~bgat/pratikakis2013.pdf>) 的结果，从中选择合适的算法。

2. 图像灰度化

图像灰度化可以采用最简单的方法通过对 r,g,b 像素值线性变换来得到，但可能会结果不好，可以采用这篇文章 Contrast Preserving Decolorization 的方法，现在该方法已经包含在 OpenCV3.0 中(<http://docs.opencv.org/3.0-beta/modules/photo/doc/decolor.html>)。