

## 低光照增强算法：基于 Retinex

Retinex 理论的不严谨概括如下，其中  $I$  是观测到的图像， $R$  是要预测的图像， $L$  是环境光：

$$I = R * L$$

问题的关键在于  $L$  是什么，怎么求。

### SSR

这个最简单的方法，认为  $L$  可以用  $I$  的高斯模糊图像进行近似。即：

$$\log R = \log(I) - \log(F(I))$$

其中  $F$  表示高斯核，大小由用户自己定义。求完之后对  $\log(R)$  归一化到  $0-\ln 255$ ，然后做一个  $e$  的指数。为什么对  $\log(R)$  进行 scale，而不是  $e$  完后再做？因为  $e$  会后放大了差异。

这里的实现是有注意点的：第一， $I$  是转为  $0-1$  的浮点数；

### MSR

在 SSR 中有一个变量，那就是高斯核的大小。不同大小有不同效果，小的时候，细节多但光晕现象严重；大的时候色彩表现好，但对比度低，细节丢失多。下图是小到大的结果：





MCSR 就是采取几个核进行恢复之后，融合起来（其实就是加权求和）：

$$\sum_{n=1}^N w_n [\log I_i(x, y) - \log(F_n(x, y) * I_i(x, y))]$$

一般而言，取 15、80、200 的 sigma，w 平均分（即各自为 1/3），效果比较好。

## MSRCR

上面的方法有这样的问题：当图片中不满足灰度世界理论（即 RGB 三个通道的值不太平衡，比如红色比较多），得出的结果往往会减小饱和度，使得图片看起来暗淡无光。

MSRCR 就是解决这一问题，实际上在上一个方法得出结果之后，根据 RGB 的值做一些不同权重的调整，其中  $\alpha$  和  $\beta$  是用户的参数，下标 i 表示是红绿蓝哪个通道：

$$I'_i(x, y) = \frac{I_i(x, y)}{\sum_{j=1}^S I_j(x, y)} \quad \Leftrightarrow \quad C_i(x, y) = \beta \log[\alpha I'_i(x, y)]$$

$$\text{MCRCR}_i(x, y) = C_i(x, y) * \text{MSR}_i(x, y)$$

## 对光照分量进一步处理

看到一个博客，里面提到用【二维 Gamma】来对提取出的光照分量处理一下，之后再行图像校正。之所以调整，还是如上面图片所展示的，有的时候会有光晕，说明光照分量不要那么极端。

<p>均匀图像整体质量的目的. 对于输入的图像 <math>F(x, y)</math>, 假设提取出的光照分量为 <math>I(x, y)</math>, 在参考文献[12]的基础上, 构造了一种新的二维伽马函数, 其表达式如下</p> $O(x, y) = 255 \left( \frac{F(x, y)}{255} \right)^\gamma, \gamma = \left( \frac{1}{2} \right)^{\frac{I(x, y) - m}{m}}. \quad (5)$ <p>式中: <math>O(x, y)</math> 为校正后的输出图像的亮度值; <math>\gamma</math> 为用于亮度增强的指数值, 其中包含了图像的光照分量特性; <math>m</math> 为光照分量的亮度均值. 如果光照分量</p>	<p>注意这里指数应该是 <math>m - I(x, y)</math></p>
--	---

## LIME

Low-light Image Enhancement via Illumination Map Estimation, TIP 2017, Xiaojie Guo, CAS (中科院)

这篇文章认为光照  $L$  应该可以用这样的方式来模拟:

$$L^c(x) = \max_{c \in \{R, G, B\}} I^c(x)$$