AWB 算法一: 灰度世界和完美反射

有一些方法认为白色就是白色,这是什么意思,就是指现实物体的白块在图片中的 RGB 值需要和 (255 255 255) 比较像。

按理说这是对的呀?但你想想,在白炽灯下一张白纸,人眼看的时候会是白色吗?所以这一类方法我感觉适用于通常的情况,比如 LED 等下、阳光下等等,这些光源下确实满足这样的条件。

1. 灰度世界和完美反射

两个主要方法: 灰度世界 (Gray World) 和完美反射 (White Patch)。网上有很多资料,这里就快速写一下:

- a) 灰度世界: 认为 avg(R) = avg(G) = avg(B)。因此计算这三个值,然后将 RB 近似于 G, 即 new(R) = avg(G)/avg(R) * R。
- b) 完美反射:认为 max(R) = max(G) = max(B)。同样,R = max(G) / max(R) * R,当然这里计算最大值通常是用前百分之几的像素的平均值得出的。

1.1 主要的问题:

- a) 灰度世界和完美反射通常制造不同的结果,即很少有图片能够同时满足这两的前提假设
- b) 他们属于线性转换,即 linear,这种乘以一个比例,对于小像素而言,提升太小了。

2. 完美反射的找白点

完美反射一个比较重要的就是找白点,下面讲一下如何找白点,先是总览,细节在后面。

- a) 最简单的:通过 R+G+B,由于在去马赛克前,可以将几个像素合成一个像素的方式来做。
- b) YUV:由于YUV上U和V能直接显示色彩相对白色的偏移情况,在YUV上做效果会好。
- c) YCrCb: 和 YUV 差不多,在某个博客上看到的。
- d) 分块来进行,去除单色块
- e) 通过色温曲线,这个建议看 AWB-3.docx 文件。

2.1 YUV 方法

不同文章有不同的方法:

$$Y > \epsilon_1 \quad |U| < \epsilon_2 \quad |V| < \epsilon_3$$

$$Y - |U| - |V| > \epsilon$$

$$(|U| + |V|) / Y < \epsilon$$

以下只验证最后一个的合理性: 假设光源有一点偏红, 则 $\mathrm{bad}\left(\mathbf{R}\right) = (1+k)*\mathbf{R}$, 对于正常光源

下 R=G=B 的点, 我们有:

$$\begin{bmatrix} Y \\ U \\ V \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ -0.147 & -0.289 & 0.436 \\ 0.615 & -0.515 & -0.100 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} (1+k)R \\ R \\ R \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1+0.299k \\ -0.147k \\ 0.615k \end{bmatrix} R$$

$$\frac{|U|+|V|}{Y} = \frac{0.762k}{1+0.299k}$$

由于 k 都是很小的值,上面这个值也会很小,因此只要设定好阈值,找到的白点是正确的,这种方式对于偏色光源有鲁棒性。而且它还有一个好处:它还可以找到灰点,对于没有白块的图而言有效果!

但是我们是假设已经白平衡完了,这个条件是正确的。我们怎么做白平衡?很简单,把阈值调高即可。【TODO:这里有疑问,因为在白平衡前,R和B偏差还是有点大的,也就是上面的k挺大的,不知道这样能检测到吗】

参考论文: Robust_automatic_white_balance_algorithm_using_gray_color_points_in_images (材料文件夹中)

2.2 YCrBr

在某个博客上看的, 反正也是经验公式 (Mr 和 Mb 是平均值)

按下式计算每个区域的Cb\Cr分量的绝对差的累积值Dh/Dr:

$$D_b = \sum_{i,j} (|C_b(i,j) - M_b|) / N$$

$$D_r = \sum_{i,j} (|C_r(i,j) - M_r|) / N$$

按下述规则初步确定哪些点是属于白色参考点:

$$\left|C_b(i,j) - (M_b + D_b \times sign(M_b))\right| < 1.5 \times D_b$$

$$\left|C_r(i,j) - (1.5 \times M_r + D_r \times sign(M_r))\right| < 1.5 \times D_r$$

2.3 分块方法

参考资料:彩色数字相机成像系统的关键性技术研究,中科院,2014

根据 Retinex 理论,分为反射层和细节层,只用细节层来计算灰度世界的系数。区分反射层和细节层通过各个块内部的方差,方差大于某个阈值则是细节层。实际上本质就是为了避免图像中单色块的影响(如一片绿地)。实际上类似基于色温曲线的方法,只不过色温是通过计算 RG 和 BG 的比值来判断是不是白块

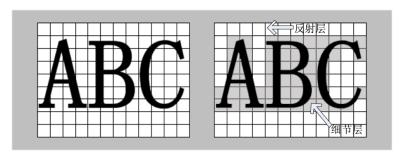


图 5-11 图像的子块划分与属性判断

在上一小节提到的博客, 也是用了分块。他的逻辑是:

- 1. 图像分为 3x4 块, 然后每个块上根据平均值等计算出各自白点集合 (上一小节)
- 2. 进一步筛选: 白点集合合并后, 把这些白点中亮度前 10%作为阈值, 即在前 10%才会被当作最终白点

3. 完美反射和灰度世界的融合

3.1 二次项拟合

假设 $new(R) = \mu * R^2 + \nu * R$,因此这两个方法的假设可以转换为:

$$avg\left(new\left(R\right)\right) = \mu*avg\left(R^2\right) + \nu*avg\left(R\right) = avg\left(G\right)$$
 $max\left(new\left(R\right)\right) = \mu*max\left(R^2\right) + \nu*max\left(R\right) = max\left(G\right)$

$$\text{so:}\quad \begin{bmatrix} \operatorname{avg}\left(R^{2}\right) & \operatorname{avg}\left(R\right) \\ \operatorname{max}\left(R^{2}\right) & \operatorname{max}\left(R\right) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mu \\ \nu \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \operatorname{avg}\left(G\right) \\ \operatorname{max}\left(G\right) \end{bmatrix}$$

求这个方程即可。

3.2 统一方程表达 (SoG)

这两个方法可以用一个方程表达,现在只考虑红色图,其中 f(x) 表示某个位置的像素值,k 表示要求的系数, e 表示某个光源。也就是光源不同,系数不同。

$$\left[rac{\int \left(f(x)
ight)^{p}dx}{\int dx}
ight]^{1/p}=k*e$$

- 1. P=1 时,方程左边等于对全图求平均,相当于是灰度世界
- 2. P=无穷时,方程左边等于 $\max(f(x))$,相当于完美反射
- 3. 因此可以取一些别的 p 值,一般而言 3-6 比较好一些