

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 $\text{avg}(R) = \text{avg}(G) = \text{avg}(B)$ 。因此计算这三个值，然后将 RB 近似于 G，即 $\text{new}(R) = \text{avg}(G) / \text{avg}(R) * R$ 。
- b) 完美反射：认为 $\text{max}(R) = \text{max}(G) = \text{max}(B)$ 。同样， $R = \text{max}(G) / \text{max}(R) * R$ ，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：

$$\begin{aligned} Y > \epsilon_1 \quad |U| < \epsilon_2 \quad |V| < \epsilon_3 \\ Y - |U| - |V| > \epsilon \\ (|U| + |V|) / Y < \epsilon \end{aligned}$$

以下只验证最后一个的合理性：假设光源有一点偏红，则 $\text{bad}(R) = (1 + k) * R$ ，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（ M_r 和 M_b 是平均值）

按下式计算每个区域的 $C_b \setminus C_r$ 分量的绝对差的累积值 D_b / D_r ：

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

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

按下述规则初步确定哪些点是属于白色参考点：

$$|C_b(i,j) - (M_b + D_b \times \text{sign}(M_b))| < 1.5 \times D_b$$

$$|C_r(i,j) - (1.5 \times M_r + D_r \times \text{sign}(M_r))| < 1.5 \times D_r$$

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

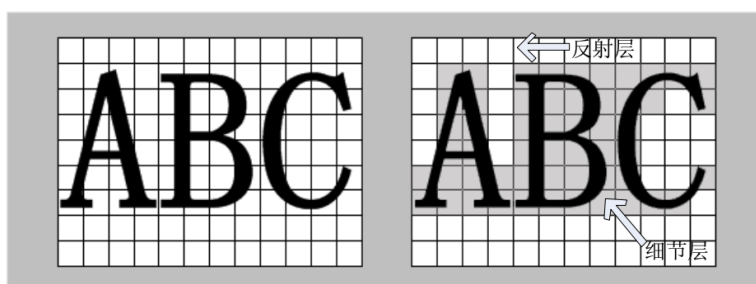


图 5-11 图像的子块划分与属性判断

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

$$\begin{aligned} \text{avg}(\text{new}(R)) &= \mu * \text{avg}(R^2) + \nu * \text{avg}(R) = \text{avg}(G) \\ \text{max}(\text{new}(R)) &= \mu * \text{max}(R^2) + \nu * \text{max}(R) = \text{max}(G) \end{aligned}$$

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

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。

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

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