亮度、色度、饱和度调整

这三个本质上是将 RGB 转为 HSV 或者 HSL 空间进行操作。

以下是对在线 PS 网站 photopea 色彩调整算法进行的逆向分析,工业相机是否这样调整存疑。可以借一个相机进行猜测。

首先 photopea 是将 RGB 转为 HSL 空间来做的, RGB 和 HSL 空间的互相转换方式由于太长, 放在附录中。首先是看一下 photopea 的调节菜单:



其中色相可调节范围是(-180, 180),饱和度和明度可调节范围是(-100, 100)。下面是拉动 这三个滑动条对应的调节函数,即处理单个像素时要做的行为:

色调 H 的调整

色调 H 范围为 0-360, 设原来像素的色调是 srcH, 输入的调整量是 addH (-180<addH<18 0),那么有:

$$newH = (srcH + addH)\%360$$

饱和度 S 的调整

饱和度 S 范围为 0-1,设原来像素的饱和度是 srcS,输入的调整量是 addS (-100<addS<10 0),需要先将 addS 除以 100 (即归一化),然后调整为:

$$newS = \left\{ egin{array}{cc} \displaystyle rac{1}{1-addS} * srcS & if \; addS \ge 0 \ \displaystyle (1+addS) * srcS & if \; addS < 0 \end{array}
ight.$$

亮度 L 的调整

亮度 L 范围为 0-1,但是 photopeo 其实并不是单纯将亮度调整,然后转为 RGB 空间,而是直接在 RGB 空间上进行处理。

假设当前处理红色,设原始像素红色值为 srcR,输入调整的亮度是 addL (-100 < addL < 100), 需要先将 addL 除以 100 (即归一化),然后调整为:

$$newR = \left\{ egin{array}{ll} srcR + addL st (1 - srcR) & if \ addL \geqslant 0 \\ srcR + addL st (srcR - 0) & if \ addL < 0 \end{array}
ight.$$

其他颜色同理。

为什么海康相机手册中可调整系数和上面的菜单不一样

本质上一样,只是需要先归一化系数。如下面这幅图,海康相机可以调整饱和度范围是 0-255。 假设输入的调整量是 k,那么转换为(k – 128)/128,类似于归一化的处理。之后调整方式就可以 和上面的调整方式一样了。

7.19 饱和度
饱和度为彩色相机非 Mono 格式下, 启用色彩校正功能时的参考饱和度, 可调整图像中 颜色的明艳程度, 使图像看上去更饱满、更艳丽、更接近实物。
饱和度通过 Color Transformation Control 属性下的 Saturation 参数进行设置,范围为 0~255。
设置 Saturation 后,相机会根据 Saturation 数值进行色彩校正,使图像饱和度达到目 标值。
设置饱和度的步骤如下:
1. 通过 Image Format Control 属性确保彩色相机的 Pixel Format 参数为 RGB 格式。
2. 开启色彩校正,具体请参考 <i>色彩校正</i> 章节。
3. 开启 Color Transformation Control 属性下的 Saturation Enable 参数。
4. 在 Saturation 参数中输入需要设置的数值。
Color Transformation Control
Color Transformation Selector RGBtoRGB
Color Transformation Enable
Color Transformation Value Selector Gain00
Color Transformation Value 1.2380
Hue 128 🗳
Hue Enable
Saturation
Saturation Enable
图7-32 调节饱和度

实现过程没有必要完全仿照海康的范围,可以采用 photopea 的范围,也可以设计像 photope a 的滑动条。

HSL 和 RGB 的转换

主要摘录自维基百科,为了清楚展示公式,删去了大量文字说明,有疑问可进一步前去查阅。

1. HSL转RGB:

To RGB [edit]

Given a color with hue $H \in [0^\circ, 360^\circ)$, saturation $S_L \in [0, 1]$, and lightness $L \in [0, 1]$

$$egin{aligned} C &= (1 - |2L - 1|) imes S_L \ H' &= rac{H}{60^\circ} \ X &= C imes (1 - |H' \; ext{ mod } 2 - 1|) \end{aligned}$$

 H^\prime is not necessarily an integer.

$$(R_1,G_1,B_1) = egin{cases} (C,X,0) & ext{if } 0 \leq H' < 1 \ (X,C,0) & ext{if } 1 \leq H' < 2 \ (0,C,X) & ext{if } 2 \leq H' < 3 \ (0,X,C) & ext{if } 3 \leq H' < 4 \ (X,0,C) & ext{if } 4 \leq H' < 5 \ (C,0,X) & ext{if } 5 \leq H' < 6 \end{cases}$$

adding the same amount to each component to match lightness:

$$m = L - rac{C}{2} \ (R,G,B) = (R_1 + m,G_1 + m,B_1 + m)$$

2. RGB转HSL:

From RGB [edit]

Value must be in range $R,G,B\in [0,1].$

$$\begin{split} C &:= X_{\max} - X_{\min} = 2(V - L) \\ L &:= \operatorname{mid}(R, G, B) = \frac{X_{\max} + X_{\min}}{2} = V - \frac{C}{2}, \\ H &:= \begin{cases} 0, & \text{if } C = 0 \\ 60^{\circ} \cdot \left(\frac{G - B}{C} \mod 6\right), & \text{if } V = R \\ 60^{\circ} \cdot \left(\frac{B - R}{C} + 2\right), & \text{if } V = G \\ 60^{\circ} \cdot \left(\frac{R - G}{C} + 4\right), & \text{if } V = B \end{cases} \\ S_L &:= \begin{cases} 0, & \bigvee = \chi(\max) \\ \frac{C}{1 - |2| \underbrace{V} - C - 1|} = \frac{2(\underbrace{V} - L)}{1 - |2L - 1|} = \frac{\underbrace{W} - L}{\min(L, 1 - L)}, & \text{otherwise} \end{cases}$$