

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 $addH$ ($-180 < addH < 180$)，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 $addS$ ($-100 < addS < 100$)，需要先将 $addS$ 除以 100 (即归一化)，然后调整为：

$$newS = \begin{cases} \frac{1}{1 - addS} * srcS & \text{if } addS \geq 0 \\ (1 + addS) * srcS & \text{if } addS < 0 \end{cases}$$

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：

$$newR = \begin{cases} srcR + addL * (1 - srcR) & \text{if } addL \geq 0 \\ srcR + addL * (srcR - 0) & \text{if } addL < 0 \end{cases}$$

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 *色彩校正* 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。

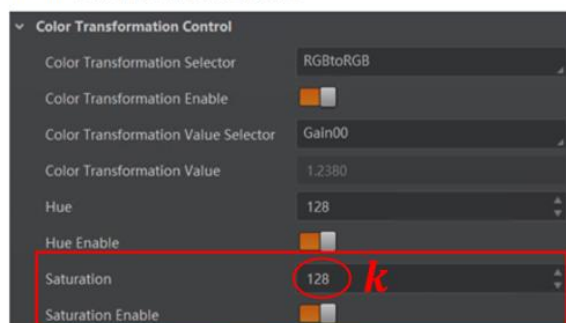


图7-32 调节饱和度

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 photopea 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 $L \in [0, 1]$

$$C = (1 - |2L - 1|) \times S_L$$

$$H' = \frac{H}{60^\circ}$$

$$X = C \times (1 - |H' \bmod 2 - 1|)$$

H' is not necessarily an integer.

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

adding the same amount to each component to match lightness:

$$m = L - \frac{C}{2}$$

$$(R, G, B) = (R_1 + m, G_1 + m, B_1 + m)$$

2. RGB 转 HSL:

From RGB [\[edit\]](#)

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

$$C := X_{\max} - X_{\min} = 2(V - L)$$

$$L := \text{mid}(R, G, B) = \frac{X_{\max} + X_{\min}}{2} = V - \frac{C}{2},$$

$$H := \begin{cases} 0, & \text{if } C = 0 \\ 60^\circ \cdot \left(\frac{G-B}{C} \bmod 6 \right), & \text{if } V = R \\ 60^\circ \cdot \left(\frac{B-R}{C} + 2 \right), & \text{if } V = G \\ 60^\circ \cdot \left(\frac{R-G}{C} + 4 \right), & \text{if } V = B \end{cases}$$

$$S_L := \begin{cases} 0, & \text{if } L = 0 \text{ or } L = 1 \\ \frac{C}{1 - |2V - C - 1|} = \frac{2(\overset{V=X(\max)}{V} - L)}{1 - |2L - 1|} = \frac{\overset{V}{V} - L}{\min(L, 1 - L)}, & \text{otherwise} \end{cases}$$