

Understanding ISP Pipeline - Saturation



已关注

10 人赞同了该文章

Saturation

色饱和度是指彩色的纯度，即颜色掺入白光的程度，或指颜色的深浅程度。某彩色掺入的白光越多，其色饱和度就越低；掺入的白光越少，其色饱和度就越高。不掺入白光，即白光为零，则其色饱和度为100 % ；全为白光，则其色饱和度为零。

知乎 @刘斯宁

在YCbCr空间来看，Cb和Cr等于128时饱和度为0，图像等效于灰度图。|Cr-128|和|Cb-128|越大则饱和度也越大，计算公式如下，

f(cb,s)=(cb-128)*s + 128,

f(cr,s)=(cr-128)*s + 128,

其中 s 即为饱和度系数，一般可以取0~2，即允许一定程度的过饱和以增加颜色的鲜艳度。

理论上饱和度调整也可以合并在CCM或CSC矩阵中，即饱和度调整与颜色校正(CC)和色彩空间变换(CSC)同步完成，所以在一些ISP设计中并不单独提供调整饱和度的步骤，这样做的好处是能够节省一个处理步骤，减少一个噪声来源。

合并CCM、CSC和饱和度的最终变换矩阵的过程如下，

$$\begin{pmatrix} Y \\ Cb' \\ Cr' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & s & 0 \\ 0 & 0 & s \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Y \\ Cb \\ Cr \end{pmatrix}$$
$$\begin{pmatrix} Y \\ Cb' \\ Cr' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & s & 0 \\ 0 & 0 & s \end{pmatrix} \cdot C \cdot M \cdot \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix}$$
$$\begin{pmatrix} Y \\ Cb' \\ Cr' \end{pmatrix} = D \cdot \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix}$$

知乎 @刘斯宁

其中Cb,Cr均已调整为中心值位于0，C是从RGB空间变换到YCbCr空间的变换矩阵，M为CCM矩阵，而D就是合并了饱和度和CCM的色彩还原矩阵。当系统需要调整饱和度或CCM时，控制软件会根据当前的饱和度和CCM参数重新计算色彩还原矩阵。

RGB域饱和度

有人提出可以直接在RGB域改变图像的饱和度，比如用以下公式计算：

B' = B + (B-(R+G)/2)*s;

G' = G + (G-(R+B)/2)*s;

R' = R + (R-(B+G)/2)*s;

其中s的范围一般是 (-1, +5)

当颜色为灰色(r=g=b)时，饱和度矩阵等效于单位矩阵，不改变颜色；

当颜色中存在主色调时，主色调得到增强，其它色调被减弱，达到突出主色调饱和度的效果。

该公式用矩阵形式表示即

有些ISP设计使用以上公式的一个变种，即



人眼能分辨出自然界中各种彩色具有不同的饱和度,但对不同颜色的饱和度变化却有不完全一样的灵敏度。可以进行这样的实验,使各种波长色光的饱和度,由100%逐渐降低一直到零为止,由此确定出视觉所能分辨出的饱和度变化的等级数。结果发现在黄色区人眼只能分辨出四级饱和度,而在红色、蓝色区域,灵敏度较高,可以分辨出25个等级。

知乎 @刘斯宁

编辑于 2019-12-24 15:36

[调色](#) [色彩管理](#) [图像信号处理器ISP \(Image Signal Processor\)](#)