

Image Processing

University of Chinese Academy of Sciences

Fall 2023

Weiqliang Wang

Homework 6

Chenkai GUO

2023.11.21

1. 请列举出课堂讲授的各种颜色空间，并指出每个通道的含义。

(1) *RGB* 颜色空间：*RGB* 是由三个通道表示一幅图像，分别为红色 (*R*)，绿色 (*G*) 和蓝色 (*B*)。这三种颜色的不同组合可以形成几乎所有的其他颜色。*RGB* 颜色空间是图像处理中最基本、最常用、面向硬件的颜色空间；

(2) *XYZ* 颜色空间：*XYZ* 是由三个通道表示一幅图像，分别为 *X*、*Y* 和 *Z*，它们分别代表了颜色中红色、绿色和蓝色的比例，以及颜色的亮度。*X* 和 *Z* 通道只代表色度，没有亮度，*Y* 通道既可以代表亮度，也可以代表色度。三个通道的单位都是流明每平方米 (lm/m^2)。*XYZ* 颜色空间是一种设备无关的色彩空间，它不受任何特定设备的呈现能力的限制，它可以表示人眼能够感知的所有颜色；

$$X = \frac{R}{R+G+B}, Y = \frac{G}{R+G+B}, Z = \frac{B}{R+G+B}, X+Y+Z=1$$

(3) *NTSC* 颜色空间：*NTSC* 是由三个通道表示一幅图像，分别为亮度 (*Y*)，色度 (*I*) 和色度 (*Q*)。亮度通道表示图像的明暗程度，色度通道表示图像的色彩信息。*NTSC* 颜色空间是一种模拟电视制式，主要用于美国、日本等国家的电视广播；

$$\begin{bmatrix} Y \\ I \\ Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ 0.596 & -0.274 & -0.322 \\ 0.211 & -0.523 & 0.312 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.000 & 0.956 & 0.621 \\ 1.000 & -0.272 & -0.647 \\ 1.000 & -1.106 & 1.703 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y \\ I \\ Q \end{bmatrix}$$

(4) *YCbCr* 颜色空间：*YCbCr* 是由三个通道表示一幅图像，分别为亮度 (*Y*)，蓝色差 (*Cb*) 和红色差 (*Cr*)。亮度通道表示图像的明暗程度，蓝色差和红色差通

道表示图像的色彩信息。 $YCbCr$ 颜色空间是一种数字电视制式，主要用于 $JPEG$ 、 $MPEG$ 等图像和视频压缩标准；

$$\begin{bmatrix} Y \\ Cb \\ Cr \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 16 \\ 128 \\ 128 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 65.481 & 128.553 & 24.966 \\ -37.797 & -74.203 & 112.000 \\ 112.000 & -93.786 & -18.214 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} / 256(\text{about})$$

(5) HSV 颜色空间： HSV 是由三个通道表示一幅图像，分别为色调 (H)，饱和度 (S) 和明度 (V)。色调通道表示图像的色彩信息，即所处的光谱颜色的位置。饱和度通道表示图像的色彩纯净度，即颜色接近光谱色的程度。明度通道表示图像的明暗程度，即颜色的亮度。 HSV 颜色空间比 RGB 更接近人们对彩色的感知经验，非常直观地表达颜色的特征，方便进行颜色的对比和分割；

(6) HSI 颜色空间： HIS 是由三个通道表示一幅图像，分别为色调 (H)，饱和度 (S) 和强度 (I)。色调通道表示图像的色彩信息，即所处的光谱颜色的位置。强度通道表示图像的亮度信息，即颜色的平均亮度。饱和度通道表示图像的色彩纯净度，即颜色接近光谱色的程度。 HSI 颜色空间与 HSV 颜色空间类似，但是强度通道与亮度通道的计算方法不同，强度通道是 RGB 三个通道的平均值，而亮度通道是 RGB 三个通道的最大值；

$$H = \begin{cases} \theta & \text{if } B \leq G \\ 360 - \theta & \text{if } B > G \end{cases}$$

$$\theta = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2}[(R - G) + (R - B)]}{[(R - G)^2 + (R - B)(G - B)]^{\frac{1}{2}}} \right\}$$

$$S = 1 - \frac{3}{R + G + B} [\min(R, G, B)]$$

$$I = \frac{1}{3}(R^2 + 2G^2 + 2B^2)$$

(7) CMY 颜色空间： CMY 是由三个通道表示一幅图像，分别为青色 (C)，品红 (M) 和黄色 (Y)。这三种颜色的不同组合可以形成几乎所有的其他颜色。 CMY 颜色空间是一种减色模式，主要用于印刷领域，它是 RGB 颜色空间的补色；

$$\begin{bmatrix} C \\ M \\ Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

(8) $CMYK$ 颜色空间： $CMYK$ 是由四个通道表示一幅图像，分别为青色 (C)，品红 (M)，黄色 (Y) 和黑色 (K)。这四种颜色的不同组合可以形成几乎所有的其

他颜色。 $CMYK$ 颜色空间是一种减色模式，主要用于印刷领域，它是在 CMY 颜色空间的基础上增加了黑色通道，以提高对比度和节省油墨；

2. 如果一幅图像由于几何畸变而发生了退化，我们获得了一幅退化后的图像 $g(x'y')$ 。请基于对课本相关内容的阅读，描述我们如何基于标注好的对应点 $(x_k, y_k), (x'_k, y'_k)$, $k = 1, 2, \dots, n$ ，建立起用于几何校正坐标映射关系，并进一步利用双线性插值完成对的估计的计算。

(1) 建立原始图像与退化图像坐标的线性关系
$$\begin{cases} x' = g(x, y) = c_0 + c_1x + c_2y + c_3xy \\ y' = f(x, y) = d_0 + d_1x + d_2y + d_3xy \end{cases}$$

(2) 代入给定的标注对应点得到线性方程组

(3) 寻找线性方程组的最优近似解（最小二乘解），即满足 $\min \|Ax - b\|$

(4) 采用双线性插值方法，防止映射后像素值不为整数的情况，此时源像素的像素值将有映射后小数像素的 4-最近邻像素加权决定，具体公式为： $f(x, y) \Rightarrow f(x', y') = s_3p_1 + s_4p_2 + s_1p_3 + s_2p_4$ （其中 p_1, p_2, p_3, p_4 为相邻 4 个元素的像素值， s_1, s_2, s_3, s_4 分别为目标小数像素值位置与 p_1, p_2, p_3, p_4 四个像素点围成正方形区域面积）