

# Workpaper

SA21010060 周俊亦

## Abstract

本报告复现了论文 *Color Transfer between Images* 中的工作。该算法将图像映射到空间进行伸缩变换，得到改变图像的色调的效果。

## 1 算法原理

### 1.1 算法介绍

彩色图像由一个个像素构成，操纵图像的色调，势必将对图像的一个个像素进行操作。图像的色彩空间是一堆三维点簇，一个显而易见的想法是在 RGB 的三维点空间进行一系列变换。然而，RGB 空间的点与点之间有很强的相关性。

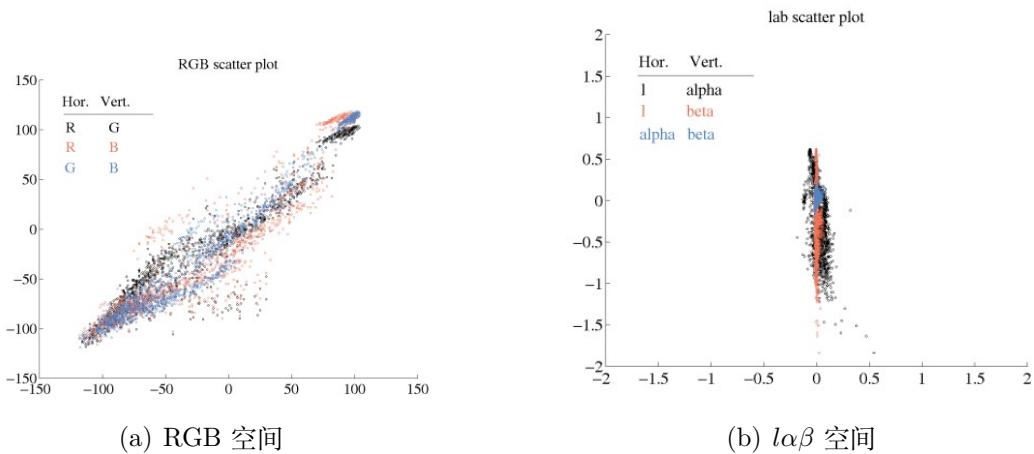


图 1: RGB 空间与  $l\alpha\beta$  空间的散点图

如图 1(a) 所示，RGB 空间的图像点云是一个三维椭球，在 RGB 点云上进行变换很难达到良好的效果。因此，本文作者将相关性较强的 RGB 空间点云变换到相关性较弱的空间点云（如图 1(b) 所示，空间的图像点云近似为直线，有较弱的相关性），在此基础上进行点云变换，完成图像的色调转换。

## 1.2 原理

算法的输入为：原始图像 source、色调样例 target; 算法输出为 result。即算法将 target 的色调映射到 source 上，使 source 改变色调。

图像转换过程总体分为两个步骤：

**第一步：**通过：

$$\begin{bmatrix} L \\ M \\ S \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.3811 & 0.5783 & 0.0402 \\ 0.1967 & 0.7244 & 0.0782 \\ 0.0241 & 0.1288 & 0.8444 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{L} = \log(L)$$

$$\mathbf{M} = \log(M)$$

$$\mathbf{S} = \log(S)$$

$$\begin{bmatrix} l \\ \alpha \\ \beta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{\sqrt{3}} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{\sqrt{6}} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{\sqrt{2}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -2 \\ 1 & -1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{L} \\ \mathbf{M} \\ \mathbf{S} \end{bmatrix}$$

将 source 和 target 转换到  $l\alpha\beta$  空间，随后计算 source 和 target 的均值和标准差  $\mu_s, \sigma_s, \mu_t, \sigma_t$ 。

**第二步：**对 source 的每一个像素 s，通过：

$$s' = \frac{\sigma_t}{\sigma_s}(s - \mu_s) + \mu_t$$

作变换。

## 2 实验分析

在 i5-8300H CPU @ 2.30GHz 下，使用 opencv 3.4.15 进行算法验证。表 1 列出了部分样例算法用时。由于除了像素计算工作，没有别的数据处理工作，所以算法的时间复杂度是  $O(n \times m)$ 。一般大小的图片都可以在 1s 以内换完毕。之后列出了部分测试用例。

表 1: 算法效率

source	target	read time(s)	algorithm(s)	total(s)
270 x 180	240 x 180	0.0014265	0.0243411	0.0257676
1024 x 640	1440 x 900	0.0285507	0.407667	0.436218
1920 x 1200	1080 x 1080	0.0600101	0.87057	0.93058



(a) source(270x180)



(b) target(240x180)



(c) result

图 2: Example-1



(a) source(240x180)



(b) target(270x180)



(c) result

图 3: Example-2



(a) source(1024x640)



(b) target(1440x900)



(c) result

图 4: Example-3



(a) source(1920x1200)



(b) target(1080x1080)



(c) result

图 5: Example-4



图 6: Example-5(语义不一致)



图 7: Example-6(语义不一致)

通过以上样例发现，在图片语义类似的情况下，主观评测测试用例效果良好。在语义不一致的情况下，整体色调转换效果同样良好，但是原图较暗的区域转化后存在白点。

### 3 实验总结

本次实验复现了论文中的算法，对算法的理解得到了提升。文中对图像的处理只是简单的利用了均值和方差，利用主成分分析或许能得到更好的效果。

### 参考文献

- [1] Color Transfer: E. Reinhard et al. Color Transfer between Images. IEEE CGA, 2001.