

# 2016 ICG Final Report

## Color Harmonization



R05944002 曾瑪

R05944013 高滿馨

## 1 Introduction

色彩是生活中不可或缺的元素，不同的色彩可以給人不同的感受。和諧的色調讓人看了賞心悅目，不和諧的色調則讓人看了生厭，因此，如何讓整個畫面的色調看起來更和諧，一直是許多攝影師、電影導演終其一生所追求的。因此我們參考了Daniel在Color Harmonization[1]裡的做法，用matlab實作出一個平台，讓使用者可以上傳圖片，我們會透過演算法將圖片的色調調整成較和諧的顏色，提升相片的品質。

## 2 Implementation

參考Daniel在Color Harmonization[1]裡的做法，先選定一個harmonic template，再調整原圖的hue circle，讓圖片的 hue distribution符合所選定的harmonic template。

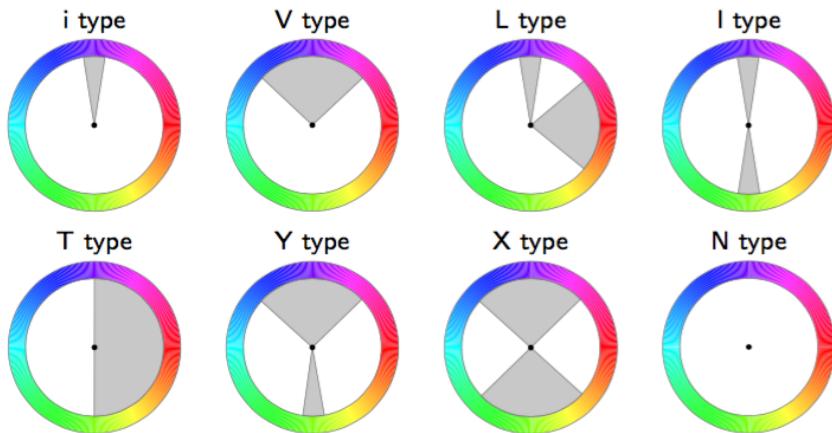


Figure1. Harmonic template

先取得原圖的hue histogram circle, 並計算與各個template(Figure1)之間的分數, 選定分數最小的那個template當作最佳的template。最後再將原圖的hue histogram distribution調整成harmonic template的hue histogram distribution。計算分數的方法會在2.1介紹，調整hue circle的方法會在2.2介紹。

### 2.1 Template Scoring

這部分參考paper裡面的做法，計算與harmonic template之間的分數的關係式如下，H與S分別表示Hue和Saturation。

$$F(X, (m, \alpha)) = \sum_{p \in X} \|H(p) - E_{T_m(\alpha)}(p)\| \cdot S(p)$$

在這邊有把Saturation考慮進去，因為Saturation較大的顏色，對於人眼而言，差異會比較大，所以Saturation較大的值有較大的penalty。另外，因為template上的color distribution是可以旋轉的，所以對於每個template，我們必須先找到一個角度，使得原圖的color distribution與template的color distribution最matching，如下式的 $M(X, T_m)$ 。

$$M(X, T_m) = (m, \alpha_0) \text{ s.t. } \alpha_0 = \operatorname{argmin}_{\alpha} F(X, (m, \alpha))$$

最後再找選定分數最小的那個template當作最佳的template。

$$B(X) = (m_0, \alpha_0) \text{ s.t. } m_0 = \operatorname{argmin}_m F(X, M(X, T_m))$$

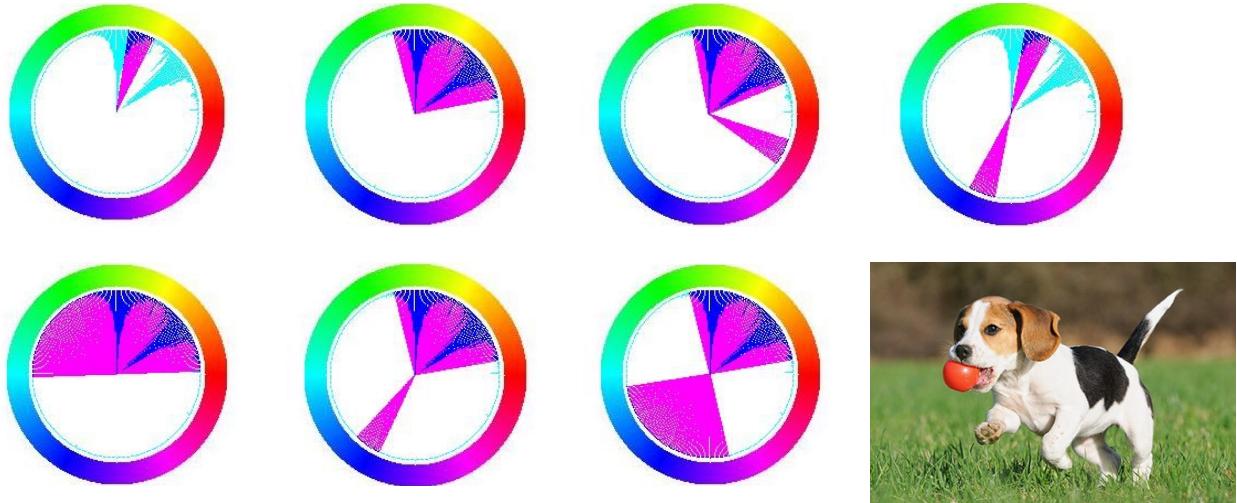


Figure2. Hue circle圖

右下角是原圖，其他的是與計算各個template的最佳角度的結果圖。最後選出來的最佳template是T type(下圖左一)，雖然乍看之下應該會是V type，但仔細看會發現有些比較零星的值沒有被V type cover到，但卻被T type cover到，所以最後的最佳template會是T type。

## 2.2 Hue Circle Adjusting

選定最好的template後，參考paper的做法，我們把原圖的hue histogram切割成數個sector，再分別做color shifting，把histogram distribution調整成template的histogram distribution。如Figure2，會把原圖的color histogram從中切成兩半，再分別map到最近的template的sector裡。不過作者在paper內有提到，這樣的切法會造成顏色不連續的問題，如Figure4的孔雀，身體會有兩種不同的顏色。作者在paper內有提出可以使用graph cut的方式來解決這個問題，但因為較複雜且速度較慢，所以我們沒有使用。Nikhil

Sawant在Color Harmonization for Videos[2]裡有提到，會有顏色不連續的問題是因為剛好切在histogram的峰值處(如Figure3)，所以如果可以避開這個峰值處，就不會有這個問題。作者在paper裡面有提出一個演算法，但我們最後決定使用otsu threshold來找切割點，較簡單且可以有效地避開histogram的峰值。

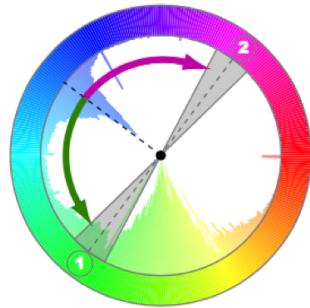


Figure3. template切割法

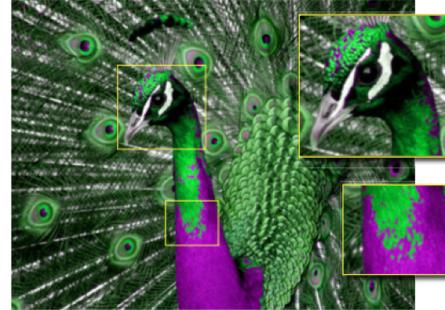
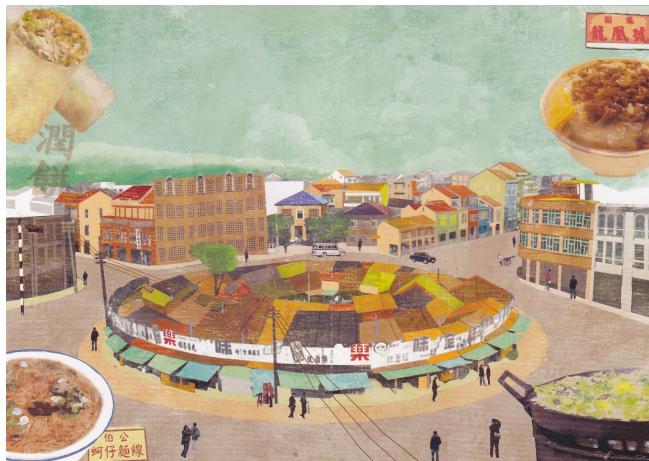


Figure4.

### 3 Result



Original Image



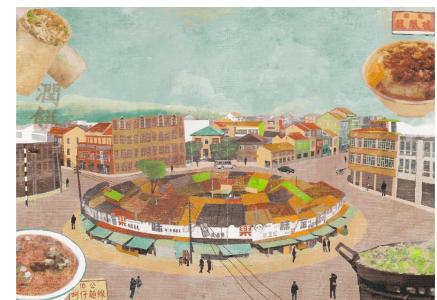
Best Template T



I type



i type



L type



V type



X type



Y type

### Result Set 1



Original Image



Best Template T



I type



i type



L type



V type



X type



Y type

### Result set 2

從兩個result set可以發現，best template不一定是人眼看起來覺得最好看的，沒有被選中的harmonic template不一定就不適合這張圖。另外我們覺得，有些最佳template看起來效果不好的原因是因為，電腦只會生硬的依照演算法算出來的hue去做mapping，他會把hue histogram調整成“最符合”我們指定的那個hue distribution，但同時會忽略許多自然法則，而導致圖片效果不佳。如Result set2的Best Template看起來怪怪的原因有很大一部分是因為正常的花不會是那個顏色。因此我們在不改變color distribution的前提下，去轉動hue circle，藉由這樣的方式，將原本人眼覺得不正常的顏色，轉換成人眼覺得正常的顏色。



Figure5. 轉動 Result Set2 Type T的hue circle的結果圖

#### 4 Demo

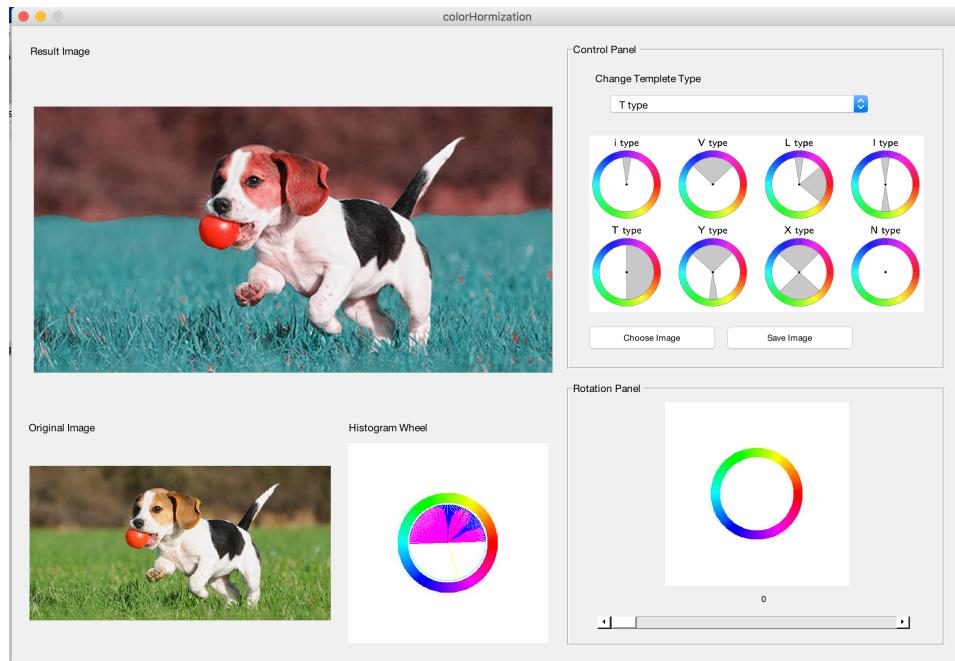


Figure6. GUI

Figure6是我們實作出的平台介面圖，使用者可以上傳圖片。運算完後，上圖會顯示出演算法算出的最佳template的結果，但使用者可以用右方的下拉式選單切換想要的template並儲存圖片。右下角的rotation panel是我們針對產生的圖片顏色不符合自然法則的問題想出的解法，可以讓使用者旋轉Hue Circle，得到較好的圖片結果。調整好圖片後，可以按Save Image，將新圖片儲存下來。

## 5 Conclusion and Future Work

我們的方法得到了許多令人滿意的結果圖，但仍有許多不足之處。在影像品質的部分，因為我們並沒有實作出graph cut的部分，只用了otsu threshold來找切割點，因此顏色不連續的問題並沒有完全的解決，如Figure.7，柳丁的皮跟果肉分別屬於不同的顏色，有些果肉也會有兩個顏色。另外，速度的部分也有很多優化空間，目前一張1600\*1140的影像大約需跑10分鐘左右。

結果圖的部分，我們發現我們的方法在“人工顏色”上可以得到較佳的結果，如藝術作品，因為我們的方法在大部分的情況下會把hue histogram distribution的範圍縮小，顏色會變得較單一，所以對於一些自然的圖片來說，顏色變得較少會讓影像品質變差，但對於人工顏色來說，顏色原本就單一，所以較不會受到影響。

我們的方法未來有許多發展性，技術優化的部分，可以考慮使用graph cut來解決顏色連續問題，或直接對圖片做object detection，抓出semantic資訊，直接針對物體顏色做優化。功能的部分，可以固定某些物體的顏色，去調整其他的周邊顏色，讓整體畫面更和諧，例如固定前景顏色，將背景的顏色調整成適合前景的色彩。應用的部分，可以更進一步做“色彩建議”，例如室內設計的配色(Figure.8)、海報網頁的配色、衣服的配色等等。



Figure.7

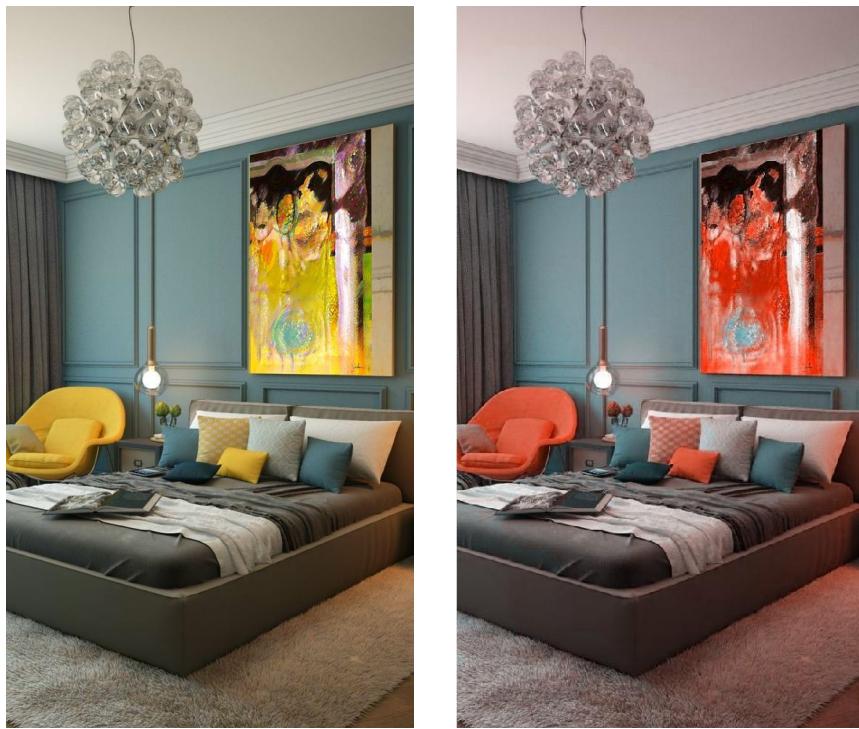


Figure.8 我們的方法跑出來的室內設計建議範例，  
左邊是原圖，右邊是我們建議的顏色

## 6 Reference

- [1] Daniel Cohen-Or, Olga Sorkine, Ran Gal, Tommer, Leyvand, and Ying-Qing Xu.  
Color harmonization.
- [2]Nikhil Sawant, Niloy J. Mitra  
Color Harmonization for Videos