**色彩科學導論與應用3147**

**Assignment 10: Final Term Report**

資工三 4109056001 施昶宇

目錄

[圖目錄 II](#_Toc137328039)

[表目錄 IV](#_Toc137328040)

[HW1 : 擷取影像統計特徵 1](#_Toc137328041)

[HW2 : Basic Color Transfer 2](#_Toc137328042)

[HW3 : Ordinary Color Transfer 3](#_Toc137328043)

[HW4 : Automatically Weighted Color Transfer 4](#_Toc137328044)

[HW5 : LSB Matching Revisited 6](#_Toc137328045)

[HW6 : LSB-K and OPAP-K Comparison 7](#_Toc137328046)

[HW7 : Equilateral Arnold Transform (EAT) 10](#_Toc137328047)

[HW8 : Image Encryption by 2D EAT and RP 12](#_Toc137328048)

[HW9 : Metrics to measure the performance of the image encryption 14](#_Toc137328049)

[● 最感到興趣的作業 17](#_Toc137328050)

[● 最感到困難的作業與原因 17](#_Toc137328051)

[● 整個課程的述評 17](#_Toc137328052)

[◎ 教師教學之優點與缺點、課程內容之優點與缺失 17](#_Toc137328053)

[◎ 建議後續課程改進之事項 18](#_Toc137328054)

[◎ 其他課程感想與心得 18](#_Toc137328055)

圖目錄

[圖 1.1寫檔格式 1](#_Toc137328056)

[圖1.2 mantiuk 1](#_Toc137328057)

[圖1.3 mantiuk的影像特徵 1](#_Toc137328058)

[圖1.4 mountain 2](#_Toc137328059)

[圖1.5 mountain的影像特徵 2](#_Toc137328060)

[圖2.1 Basic Color Transfer 公式 2](#_Toc137328061)

[圖2.2 source\_img 2](#_Toc137328062)

[圖2.3 target\_img 2](#_Toc137328063)

[圖2.4 resoult\_img 2](#_Toc137328064)

[圖3.1 Ordinary Color Transfer 3](#_Toc137328065)

[圖3.2 source\_img 3](#_Toc137328066)

[圖3.3 target\_img 3](#_Toc137328067)

[圖3.4 resoult\_img 3](#_Toc137328068)

[圖4.1權重色彩轉移(WCT)公式 4](#_Toc137328069)

[圖4.2 source\_img 5](#_Toc137328070)

[圖4.3 target\_img 5](#_Toc137328071)

[圖4.4 result\_img 5](#_Toc137328072)

[圖5.1 LSBMR 訊息嵌入演算法 6](#_Toc137328073)

[圖5.2檢查加密是否正確 7](#_Toc137328074)

[圖5.3 cover\_img 7](#_Toc137328075)

[圖5.4 stego\_img 7](#_Toc137328076)

[圖6.1 MSE(LSB-K) 7](#_Toc137328077)

[圖6.2 MSE(OPAP-K) 7](#_Toc137328078)

[圖6.3 MSE(LSB-K)證明 8](#_Toc137328079)

[圖6.4 MSE(OPAP-K)證明 9](#_Toc137328080)

[圖7.1 EAT加密公式 10](#_Toc137328081)

[圖7.2各個影像解析度 2D EAT cycle 的數值 10](#_Toc137328082)

[圖7.3 EAT解密公式 11](#_Toc137328083)

[圖7.4 Lena 11](#_Toc137328084)

[圖7.5 Lena\_enc 11](#_Toc137328085)

[圖7.6 Lena\_dec 11](#_Toc137328086)

[圖7.7 Lena\_直方圖 11](#_Toc137328087)

[圖7.8 Lena\_enc\_直方圖 11](#_Toc137328088)

[圖8.1座標轉換 12](#_Toc137328089)

[圖8.2 2D-EAT 之逆轉換 12](#_Toc137328090)

[圖8.3 Baboon 13](#_Toc137328091)

[圖8.4 Baboon\_enc 13](#_Toc137328092)

[圖8.5 Baboon\_dec 13](#_Toc137328093)

[圖8.6 Baboon\_直方圖 13](#_Toc137328094)

[圖8.7 Baboon\_enc\_直方圖 13](#_Toc137328095)

表目錄

[表 6.1 LSB-K和OPAP-K的比較表 9](#_Toc137328096)

[表 9.1量測 variance of histogram (VOH) 14](#_Toc137328097)

[表 9.2量測 histogram 的 Chi-square test 15](#_Toc137328098)

[表 9.3量測水平、垂直、對角方向之Pear correlation coefficients 15](#_Toc137328099)

[表 9.4量測 Global information entropy 16](#_Toc137328100)

# 擷取影像統計特徵

1. 分別擷取source、target圖片的RGB平均值和標準差，並將結果依照(圖1.1)寫入csv檔。

|  |
| --- |
|  |
| 圖 1.1寫檔格式 |

1. 以source中的圖1.2，target中的圖1.4為例。

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| 圖1.2 mantiuk | 圖1.3 mantiuk的影像特徵 |
|  |  |
| 圖1.4 mountain | 圖1.5 mountain的影像特徵 |

1. 可以將圖片的RGB分開來看，觀察每張圖片的特徵，了解open CV 如何使用。

# Basic Color Transfer

1. 計算出每個通道的平均值和標準差，並利用圖2.1的公式做轉換。

|  |
| --- |
|  |
| 圖2.1 Basic Color Transfer 公式 |

1. 將source(圖2.2)加上target(圖2.3)經過圖2.1公式轉換後的得到的圖片(圖2.4)。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
| 圖2.2 source\_img | 圖2.3 target\_img | 圖2.4 resoult\_img |

1. 學會將原始的圖片經由Basic Color Transfer轉換得到另一種風格的圖片，看起來就像在不同時間所拍攝的，但實際上只是經由色彩轉換合成的。

# Ordinary Color Transfer

1. A three steps approaches (圖3.1)

* Step 1: Forwardly convert pixels in the RGB color space to the lαβ color space 
* Step 2: Processing each pixel of the image in the lαβ color space 
* Step 3: Reversely convert pixels in the lαβ color space to the RGB color space

|  |
| --- |
|  |
| 圖3.1 Ordinary Color Transfer |

1. 將source(圖3.2)加上target(圖3.3)經過圖3.1 結合圖2.1轉換後的得到的圖片(圖3.4)。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
| 圖3.2 source\_img | 圖3.3 target\_img | 圖3.4 resoult\_img |

1. 一般的彩色轉換方法提供了一種將source\_img的顏色特徵轉移到target\_img的方式。儘管效果可能有限，但在某些情況下，這些方法仍然可以產生有趣和有用的結果。在應用彩色轉換時，適當選擇source\_img和target\_img，可以獲得更好的轉換效果。

# Automatically Weighted Color Transfer

1. 使用暴力法求解三個頻道的最佳的權重，並利用此最佳權重，產出色彩轉換結果，權重色彩轉移(WCT)公式如圖4.1。

|  |
| --- |
|  |
| 圖4.1權重色彩轉移(WCT)公式 |

暴力法做法如下：

1. 輸入 source image 與 target image。利用 OpenCV 內建的函數庫，做出對應的值方圖: Hs, Ht。
2. 以迴圈方式，產出 101 個權重，分別是 w=0.00, 0.01, 0.02, …, 0.99, 1.00，並利用WCT 公式，做出 101 張中介色彩轉移影像，I0.00, I0.01, …, I1.00。請注意，做 101 張中介色彩轉移影像時，RGB 頻道都使用相同的權重。
   * 1. 每做出一張中介影像，利用 OpenCV 內建的函數庫，做出對應的值方圖，H0.00,H0.01, …, H1.00。
     2. 每做出一張中介影像，利用 OpenCV 內建的值方圖距離函數庫(1. CorrelationDistance, 2. Chi-Square Distance, 3. Intersection Distance, 4. Bhattacharyya Distance, 4個選 1 個)函數庫，算出(a)中介影像 Iw 與 source 影像之距離 D(S, Iw)， (b)中介影像 Iw 與 target 影像之距離 D(T, Iw)，(c) difference = absolute (D(S, Iw)- D(S, Iw)) ，absolute 代表絕對值函數。
     3. 將各頻道計算結果輸出成 csv 檔案，並將頻道名稱(red, green, blue)寫入CSV 檔。
3. 將source(圖4.2)和target(圖3.4)經由Weighted Color Transfer利用CorrelationDistance距離函數所計算出的權重分別為0.23、0.53、0.71轉換出來的結果(圖4.4)。

|  |
| --- |
|  |
| 圖4.2 source\_img |
|  |
| 圖4.3 target\_img |
|  |
| 圖4.4 result\_img |

1. 經由Weighted Color Transfer轉換出來結果可以發現，它能自動找到最適合的權重進行色彩轉移，並不用手動調整權重，可以看到原本的圖片較暗，但轉換出來有種接近傍晚黃昏的感覺。

# LSB Matching Revisited

1. 利用LSBMR 訊息嵌入演算法(圖5.1)進行加密，使用seed=100產生隨機整數當成欲嵌入的秘密訊息，並且設定Ratio當作嵌入比例，最後依照圖5.2的公式進行檢查加密是否正確。

|  |
| --- |
|  |
| 圖5.1 LSBMR 訊息嵌入演算法 |
|  |
|  |
| 圖5.2檢查加密是否正確 |

1. 以下兩張分別為加密前(圖5.3)和加密後(圖5.4)的圖片，Ratio=0.5，肉眼可以看出沒甚麼差別，但實際上已經加入了秘密訊息。

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| 圖5.3 cover\_img | 圖5.4 stego\_img |

1. 經由LSBMR 訊息嵌入演算法能夠簡單的嵌入秘密訊息，也可以從加密過後的圖片還原成原始圖片，並獲得加密的訊息。

# LSB-K and OPAP-K Comparison

1. 證明以下兩個公式(圖6.1、圖6.2)，完成LSB-K 和 OPAP-K的比較表，K=1 到 K=7(表6.1)**。**

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| 圖6.1 MSE(LSB-K) | 圖6.2 MSE(OPAP-K) |

1. 證明結果如下:

|  |
| --- |
|  |
| 圖6.3 MSE(LSB-K)證明 |
|  |
| 圖6.4 MSE(OPAP-K)證明 |
|  |
| 表 6.1 LSB-K和OPAP-K的比較表 |
|  |

1. 實際推導一次之後，讓我更了對以上兩個公式更加了解，並從表6.1中可以看出OPAP-K的效果明顯比LSB-K還要來的好。

# Equilateral Arnold Transform (EAT)

1. 練習利用 2D Equilateral Arnold Transform (2D-EAT)對影像作加密處理與解密處理。
   1. 加密程式 ：

使用以下矩陣做 EAT 轉換，並在程式中給定參數(a, b)之數值。只要更改(a, b)數值，即可重新購建不同的矩陣，作 EAT 轉換。例如設定(a, b) = (1, 1)，則轉換矩陣為，代表則座標(x, y)的像素值會被轉換至座標(,)，如下圖7.1所示。

|  |
| --- |
|  |
| 圖7.1 EAT加密公式 |

設定一個變數G，代表做 2D-EAT 的次數，設定之 G值不能是2D EAT cycle 的數值，否則影像不能顯示加密效果。 下表為各個影像解析度 2D EAT cycle 的數值(圖7.2)。

|  |
| --- |
|  |
| 圖7.2各個影像解析度 2D EAT cycle 的數值 |

* 1. 解密程式 ：

使用與加密影像一致的參數 (a, b, G)，對影像 作解密。請注意，解密時，請使用加密處理之反矩陣。座標(𝑥 ′ , 𝑦 ′ )的 像素值會被轉換至座標(x, 𝑦)，如下圖7.3所示。

|  |
| --- |
|  |
| 圖7.3 EAT解密公式 |

1. 以下三張分別為加密前(圖7.4)和加密後(圖7.5)以及解密完(圖7.6)的圖片，加密次數G = 120。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | |  |
| 圖7.4 Lena | 圖7.5 Lena\_enc | | 圖7.6 Lena\_dec |
|  |  | |  |
|  | |  | |
| 圖7.7 Lena\_直方圖 | | 圖7.8 Lena\_enc\_直方圖 | |

1. 經過EAT轉換之後，將圖片的pixel互換完全看不出原始圖片的樣貌，但從直方圖來看幾乎是一樣的，利用反矩陣解密之後，才能得到原始圖片，但如過沒有反矩陣，很難解密回來。

# Image Encryption by 2D EAT and RP

1. 第一個程式練習利用 2D-EAT+Durstenfeld 的 Random Permutation (RP)對影像作加密處理。

第二個程式練習利用 2D 2D-EAT 的 反矩陣 及 Durstenfeld 的 Reverse Random Permutation (RRP)對影像作解密處理。

* 1. 加密程式 ：

step 1 : 先利用矩陣作EAT轉換，並利用圖8.1將座標(x, y)的像素值會被轉換至座標(,)，重複G次。

|  |
| --- |
|  |
| 圖8.1座標轉換 |

step 2 : 根據 Durstenfeld 的 RP 演算法將各個pixel做隨機打亂，得到一個新的十進位數值。

* 1. 解密程式　：

step 1 : 使用加密反矩陣做轉換，將座標(,)的像素會被 轉換至座標(x, 𝑦)，如下圖8.2所示。

|  |
| --- |
|  |
| 圖8.2 2D-EAT 之逆轉換 |

step 2 : 根據 Reverse Random Permutation (RRP) 演算法，依照 2 進制、3 進制…、8 進制之順序，產出原先的二進制序列，將對應的 2進制8個bits表示，如此可順利解密。

1. 以下三張分別為加密前(圖8.3)和加密後(圖8.4)以及解密完(圖8.5)的圖片，加密次數G = 120。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | |  |
| 圖8.3 Baboon | 圖8.4 Baboon\_enc | | 圖8.5 Baboon\_dec |
|  |  | |  |
|  | |  | |
| 圖8.6 Baboon\_直方圖 | | 圖8.7 Baboon\_enc\_直方圖 | |
|  | |  | |

1. 透過加入Random Permutation (RP)，能夠改變原始圖片的直方圖，但從加密後的圖片來看，不容易看出原始的樣貌。

# Metrics to measure the performance of the image encryption

1. 發展量測影像加密成效之各項標準評估方式。

程式-1：量測 variance of histogram (VOH)

程式-2：量測 histogram 的 Chi-square test (𝜒𝑡𝑒𝑠𝑡 2 )

程式-3：對原始、加密影像各取 8000 sample pixels，量測得出的水平、垂直、對角方向之 Pear correlation coefficients.

程式-4：量測 Global information entropy。

1. 下表9.1為VOH的量測結果。

|  |
| --- |
| 表 9.1量測 variance of histogram (VOH) |
|  |

下表9.2為CHI的量測結果。

|  |
| --- |
| 表 9.2量測 histogram 的 Chi-square test |
|  |

下表9.3為COR的量測結果，Plain的Green、Blue通道已隱藏。

|  |
| --- |
| 表 9.3量測水平、垂直、對角方向之Pear correlation coefficients |
|  |

下表9.4為GIE的量測結果。

|  |
| --- |
| 表 9.4量測 Global information entropy |
|  |

1. 由上面幾張表的資料可以得知加密效果其實是不錯的，唯一美中不足的是在Chi-square test的部分，可能是加密在隨機打亂的部分還需要改善，像是加入Chaotic Sequence能夠讓加密效果更好。

● 最感到興趣的作業

整個學期下來，我覺得每份作業都非常有趣，特別是在HW7和HW8的部分，從pixel的交換到每個pixel的Random Permutation (RP)，讓原始圖片經過加密之後完全看不出原本的樣貌，且不管加密過程中有多複雜，都能有相對應的方式解密回來，整體來說非常得充實。

● 最感到困難的作業與原因

我覺得HW9 的部分稍微複雜了一點，特別是在量測 histogram Chi-square test的部分，在寫的過程中發現都不會通過，一直以為有什麼地方有寫錯，甚至上網反覆驗證自己的寫法，以及詢問同學寫出來的結果，在這部分花費了許多的時間，後來發現有可能是加密過程中要加入Chaotic Sequence才能讓加密效果更好。

● 整個課程的述評

◎ 教師教學之優點與缺點、課程內容之優點與缺失

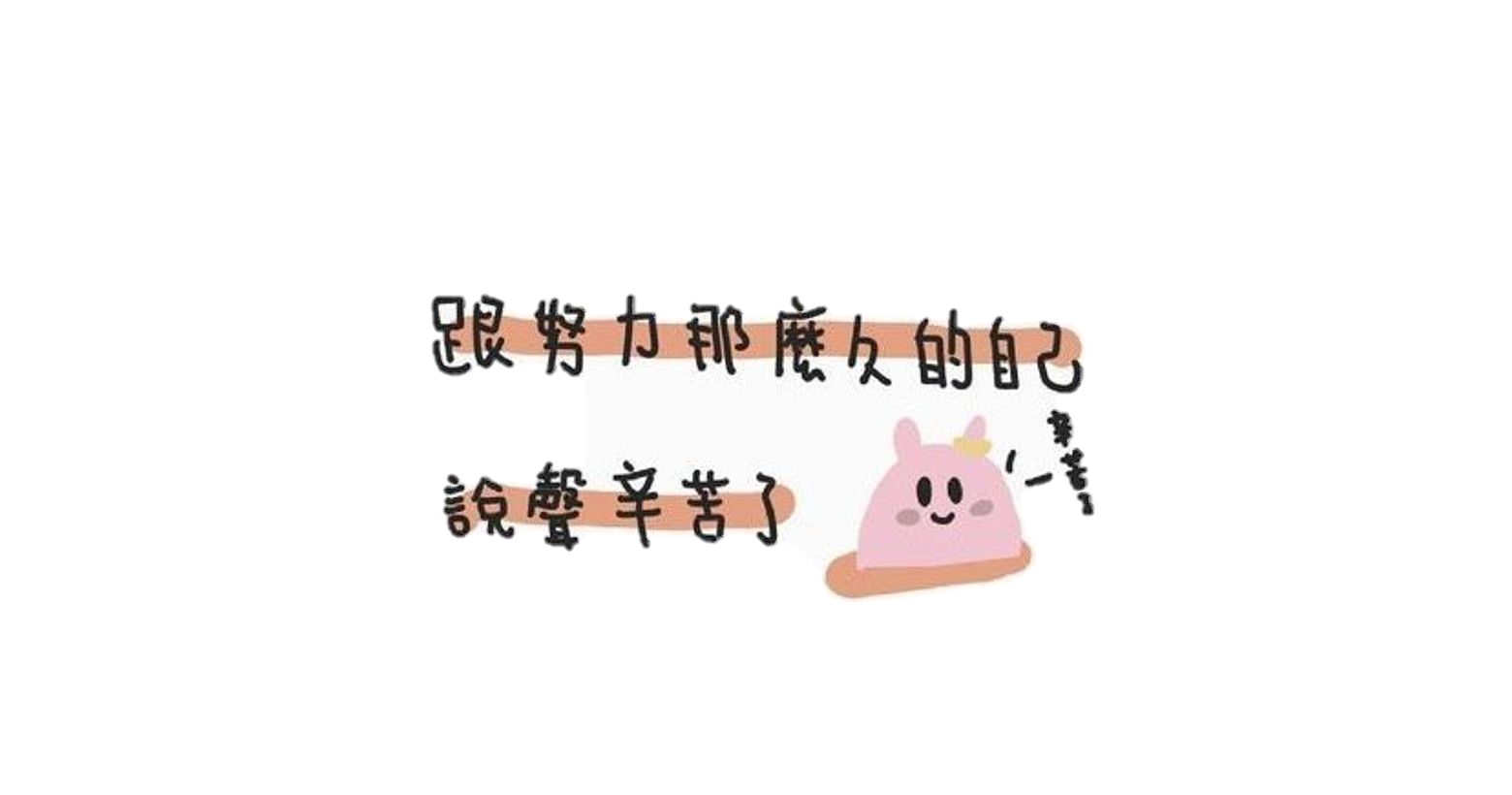
老師上課內容準備得很豐富，並且會隨時詢問大家有沒有不懂的地方，都會按照課程進度教學，講課內容非常充實，希望在課程內容檢測加密效果的投影片，能夠在更詳細一點，有時上課聽懂了，但回去做練習時，想再回顧一下上課內容，但投影片在計算過程的部分沒有過多的解釋，導致複習時有些困難。

◎ 建議後續課程改進之事項

我覺得在評分方式的部分，前5個繳交作業且全對會有加分這部分，可以改為在作業開放後的一段時間內繳交且全對的人可以加分。在作業的部分，可以再多一點，這樣才能每個部分都確實練習到。

◎ 其他課程感想與心得

希望老師能多開幾門不同的選修課，一方面是可以有更多的選修學分，另一方面是老師教學的內容非常充實，可以學到很多東西，並且無論講課內容的難易度，老師都能用最簡單的方式讓我們了解，這門課也是我這學期修到最有收穫且最充實的一門課，能自己實現色彩轉換、影像加密等等的內容，讓我覺得很有成就感。



以下是我這學期所有作業成品以及程式碼的連結

<https://github.com/chang001124/Color-Science>