

Assignment 07: General Weighted Modulus Reversible Data Hiding (GMWRDH) Algorithm

授課教師：王宗銘

2023/12/10

1. 請撰寫 1 個[嵌密程式](學號-ass07-GMWRDH-MEA.py)。該程式以 General Weighted Modulus Reversible Data Hiding (GWMRDH)演算法對單張原始灰階影像(Origin Grayscale Image)嵌入秘密訊息，產生三張嵌密灰階影像(Marked Grayscale Images)。

2. 請撰寫 1 個[取密與回復]程式(學號-ass07-GMWRDH-EXT.py)，練習以 General Weighted Modulus Reversible Data Hiding (GWMRDH)演算法對三張嵌密灰階影像(Marked Grayscale Images)擷取秘密訊息後，回復產出單張原始灰階影像(Origin Grayscale Image)。若嵌密前事先位移像素，以防止 pixel overflow/underflow，則回復後之影像(restored image)略異於原始影像，此可藉由計算 MSE 得知差異程度 詳見後續之敘述。

3. 使用或儲存結果之檔案目錄，共 7 個目錄，說明如下：

origin: 原始影像 (original image)

marked: 嵌密影像 (marked image)

rpatab: 嵌密參數檔 (RPA Table 參數檔)

mesmea: 嵌入之祕密訊息 (embedding message)

mesext: 取密獲得之祕密訊息 (extracted message)

restor: 恢復之原始影像 (restored image)

imgres: 嵌密、取密、回復數據(quality result)

3.嵌密所需之參數紀錄於 Reversible Pixel Alternation Table (RPA Table)，請讀取位於 rpatab 目錄下的 RPA Table 參數檔。此次嵌密提供 4 個 RPA Table 參數檔，分別嵌入 M=12, 32, 50, 61 進制秘密訊息，使用之嵌入權重 embedding weigh 記載檔案名稱之括號內。

(1). RPA Table 參數檔名稱 RPA_3_12_(1_3_7)_1.csv

N: no. of pixels in a cluster, N=3

M: M-ary number system, M=12

W: embedding weight, (1, 3, 7)

Z: the maximal pixel variation, Z=1

(2). RPA Table 參數檔名稱 RPA_3_32_(1_4_14)_2.csv

定義同上。

(3). RPA Table 參數檔名稱 RPA_3_50_(1_6_43)_2.csv

定義同上。

(4). RPA Table 參數檔名稱 RPA_3_61_(1_13_47)_3.csv

定義同上。

2. 嵌密時，請讀入 RPA Table 參數檔，自行建構嵌密所需之 RPA Table。以 RPA_3_12_(1_3_7)_1.csv 為例，rows 1-17 為檔案內容，黑線部分為嵌入訊息所需之 RPA Table，如下所示。N=3, M=12, Z=1 在第 1 列，W=(1, 3, 7)在第 2 列，RPA table 在第 3 列以後。

row 1	RPA	3	12	w1	w2	w3	1
row 2	Index	d	SE	1	3	7	
row 3	0	0	0	0	0	0	
row 4	1	1	1	1	0	0	
row 5	2	2	2	-1	1	0	
row 6	3	3	1	0	1	0	
row 7	4	4	2	0	-1	1	
row 8	5	5	1	0	0	-1	
row 9	6	6	2	-1	0	1	
row 10	7	7	1	0	0	1	
row 11	8	8	2	0	1	-1	
row 12	9	9	1	0	-1	0	
row 13	10	10	2	1	-1	0	
row 14	11	11	1	-1	0	0	
row 15	TSE		16				
row 16	MSE		0.444444				
row 17	PSNR		51.65263				

3. 嵌密程式: 學號-ass07-GMWRDH-MEA.py

輸入:

(1)位於 origin 目錄的原始影像 (4 張灰階)。

(2)位於 rpatable 目錄下的 4 個 RPA Table 參數檔，如下

RPA_3_12_(1_3_7)_1.csv

RPA_3_32_(1_4_14)_2.csv

RPA_3_50_(1_6_43)_2.csv

RPA_3_61_(1_13_47)_3.csv

(3)位於 mesmea 目錄的 4 個欲嵌入之秘密訊息檔案，如下。

mes_mea_1.txt

mes_mea_2.txt

mes_mea_3.txt

mes_mea_4.txt

假設訊息長度夠大，足以嵌入整張影像。請自行先以 seed=100, 200, 300, 400 產生對應進制的秘密訊息.txt 檔案。例如，若進制 M=12，以 seed=100 產出一系列整數，並將之 mod 12，即可產出 12 進制秘密訊息。訊息之間以空格分開。例如 11 5 4 2 8 9 10.....。

輸出:

位於 marked 目錄下的 4 組已嵌密影像，每組有 3 張已嵌密影像，編號分別為 I1, I2, I3, I4，共 12 張已嵌密影像。請自行使用 RPA Table 參數檔配對原始影像，原則上 1 個原始影像使用 1 個 RPA Table 參數檔。

(2)輸出之已嵌密影像請加入“mark”與嵌密參數 n, M, weight, Z，以茲識別。例如，若原始影像為 Kodim07.png，使用 RPA_3_12_(1_3_7)_1.csv 參數檔，則嵌密影像檔名分別為
Kodim07_mark_N3_M12_1_3_7_Z1_I1.png
Kodim07_mark_N3_M12_1_3_7_Z1_I2.png
Kodim07_mark_N3_M12_1_3_7_Z1_I3.png

4. 取密與回復程式:學號-ass07-GMWRDH-EXT.py 程式

輸入：

(1) marked 目錄下的 4 組嵌密影像，每組 3 張嵌密影像，編號分別為 I1, I2, I3, I4，共 12 張嵌密影像。例如

Kodim07_mark_N3_M12_1_3_7_Z1_I1.png

Kodim07_mark_N3_M12_1_3_7_Z1_I2.png

Kodim07_mark_N3_M12_1_3_7_Z1_I3.png

(2) 位於 rpatb 目錄下的 4 個 RPA Table 參數檔，如下

RPA_3_12_(1_3_7)_1.csv

RPA_3_32_(1_4_14)_2.csv

RPA_3_50_(1_6_43)_2.csv

RPA_3_61_(1_13_47)_3.csv

輸出：

(1) 位於 mesext 目錄下的 4 個取出訊息檔案，如下

mes_ext_1.txt

mes_ext_2.txt

mes_ext_3.txt

mes_ext_4.txt

(2)位於 restor 目錄下的 4 個回復影像。請加入 “rest”與 RPA Table 參數檔資訊，例如

Kodim07_rest_N3_M12_1_3_7_Z1.png

(3)於 imgres 目錄下的嵌密與取密結果 csv 檔案。請加入 “qualit”與 RPA Table 參數檔資訊，例如 Kodim07_qualit_N3_M12_1_3_7_Z1.csv。其內容如下：其中

第 1 列、第 2 列同於解密參數。

第 3 列：計算 MSE，代表原始影像 (Kodim07) 與回復影像 (Kodim07_rest_N3_M12_1_3_7_Z1.png) 之差異，以 mean square error 量化之。請注意，若原始影像有經過 pixel overflow/underflow 調整，MSE≠0。若無任何像素有先調整，則 MSE=0。

第 4 列：計算 PSNR。PSNR=10*log₁₀(255*255/MSE)。

若 $MSE=0$, $PSNR=infinity$ 。PSNR 取小數 2 位，第 3 位四捨五入。

第 5 列：計算嵌入量(EC)。 $EC = H \times V \times (\log_2 M)$ ， $H \times V$ 代表 Kodim07.png 影像之水平(H)與垂直(V)解析度。PSNR 取整數，小數第 1 位四捨五入。

第 6 列：計算嵌入率(ER)。 $ER = H \times V \times (\log_2 M)/3$ 。ER 取小數 5 位，第 6 位四捨五入。

範例之 Kodim07_qualit_N3_M12_1_3_7_Z1.csv

row 1	RPA	3	12	w1	w2	w3	1
row 2	Index	d	SE	1	3	7	
row 3	MSE	0.002					
row 4	PSNR	75.13					
row 5	EC	1409664					
row 6	ER	1.19499					

5. 撰寫之程式：

- (1)請注意使用課程投影片內建議方法，來解決 pixel overflow 或 pixel underflow 之問題。
- (2)嵌入後，建議可立即使用課程投影片的 Message Extraction 數學式，驗證秘密訊息擷取之正確性。
- (4)可以使用 openCV 套件。
- (5)python 版本 ≥ 3.10 ，請確認程式在 IDLE python 64 bit 是可執行的。
- (6) 請遵守檔案編號原則，以免助教判定繳交格式錯誤，導致錯誤執行，不予評分。

6.提供：作業提供已規劃建構之 7 個目錄。目錄內之影像隨舉例影像，並非嵌密、取密回復之結果。

7.繳交：請繳交壓縮檔案，壓縮方式請選 zip 或 rar。

壓縮檔案名稱：學號-ass07.rar，包含下列 2 個程式、7 個目錄、1 個 readme.txt

- (1) 1 個嵌密程式(學號-ass07-GMWRDH-MEA.py)，此程式可由 Assignment 06 修改之。
- (2) 1 個取密與回復程式(學號-ass07-GMWRDH-EXT.py)
- (3) 7 個目錄
 - origin: 原始影像 (original image)
 - marked: 嵌密影像 (marked image)
 - rpatab: 嵌密參數檔 (RPA Table 參數檔)
 - mesmea: 嵌密使用之祕密訊息 (embedding message)
 - mesext: 取密得出之祕密訊息 (extracted message)
 - restor: 恢復之原始影像 (restored image)
 - imgres: 嵌密、取密、回復結果 (embedding, extraction, image quality result)
- (4) 1 個 readme.txt，請放在與 python 程式同目錄層，敘述如何執行 python 程式，載明是否需要額外的套件。(請提供)