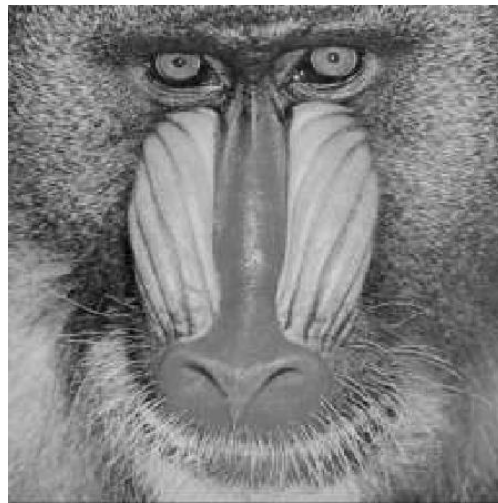


Homework 1

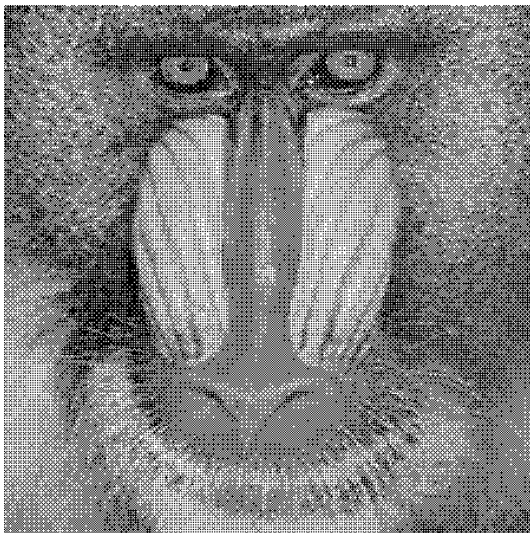
Digital Halftoning

1. Screenshots

Original img

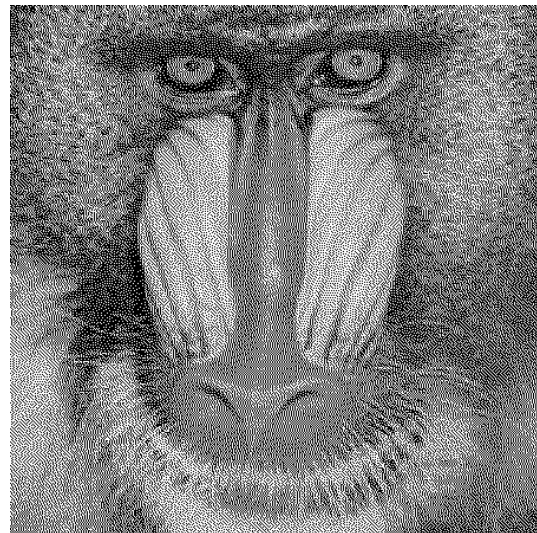


Ordered_Dithering_n=2



HSPNR =28.04

Error_Diffusion



HSPNR =28.05

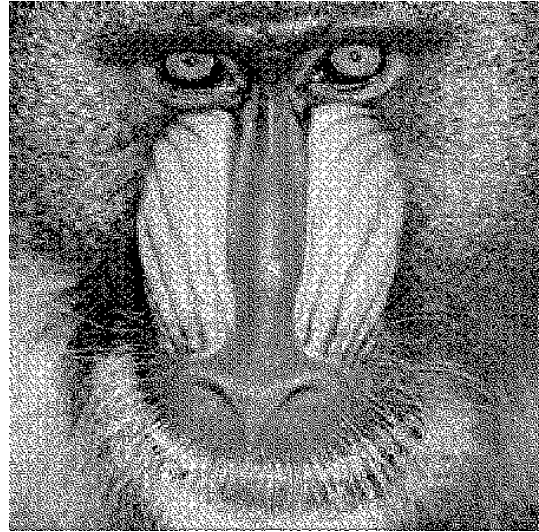
Bonus:

DBS



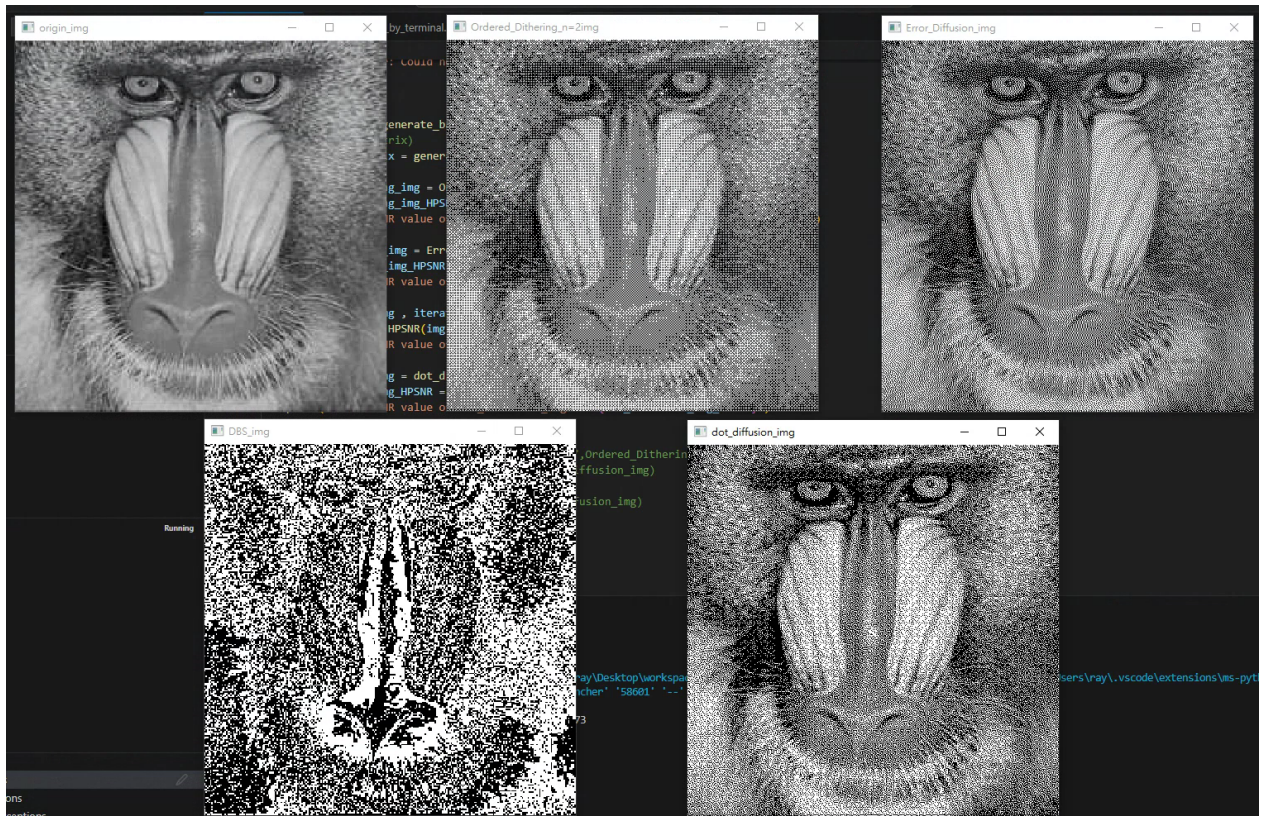
HSPNR =30.09

Dot_Diffusion



HSPNR =28.05

整體:



2. Explain

MSE、HSPNR 計算結果：

```
MSE = 101.29730011259865
The HPSNR value of Ordered_Dithering_img is: 28.040695630210173
MSE = 101.08514342686792
The HPSNR value of Error_Diffusion_img is: 28.049801016038252
MSE = 63.307285182117155
The HPSNR value of DBS_img is: 30.08213743248745
MSE = 101.03942440761702
The HPSNR value of dot_diffusion_img is: 28.05176569735632
```

DBS 的 HPSNR 最高

方法解釋：

Ordered Dithering:

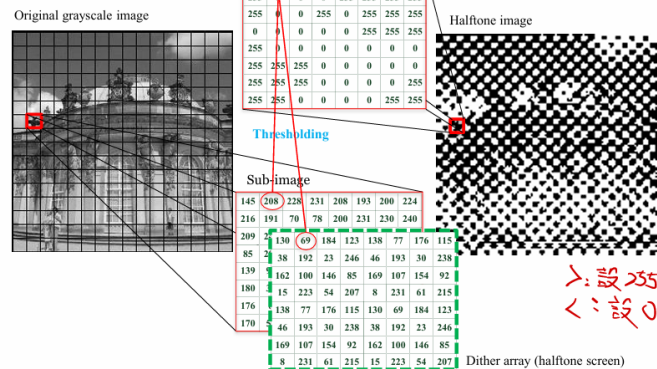
使用 Bayer Matrix 將灰階影像轉換為二值圖像。此方法將影像的像素與閾值矩陣進行比較，產生抖動效果，使灰階層次在視覺上得以保留。

Point Process - Ordered Dithering (OD)

13

有序抖动法

比大小，很有效率

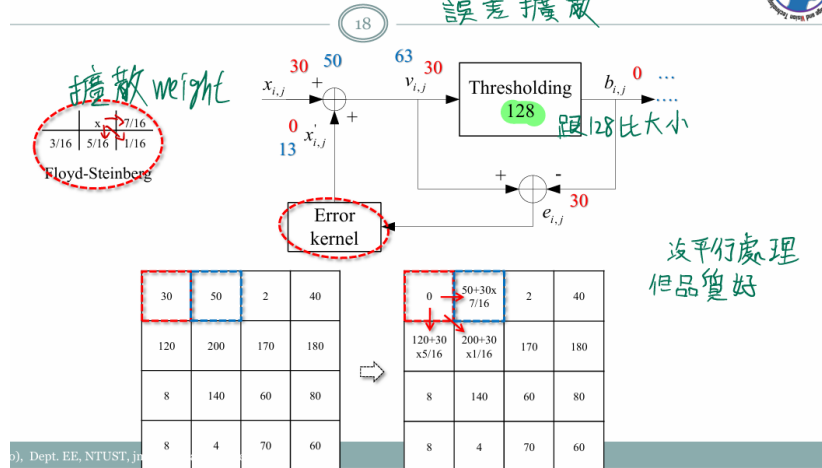


Error Diffusion:

將像素與二值化結果的誤差擴散給鄰近像素，使影像更平滑地轉換成二值影像。

Neighborhood Process - Error Diffusion (ED)

誤差擴散



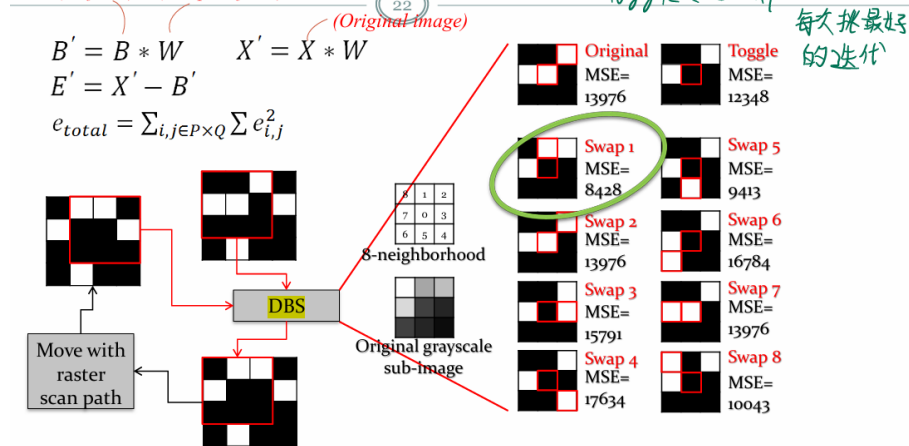
DBS :

逐像素嘗試翻轉 (toggle) 黑白像素，藉由多次迭代尋找誤差最小的二值化結果。

Iterative Process - Direct Binary Search (DBS)

(half-tone) (Lowpass filter)

Toggle, swap



Dot Diffusion:

將誤差擴散分為多個子區域 (Class Matrix)，每次只處理部分像素，並將誤差擴散給鄰近的像素。

HW ③

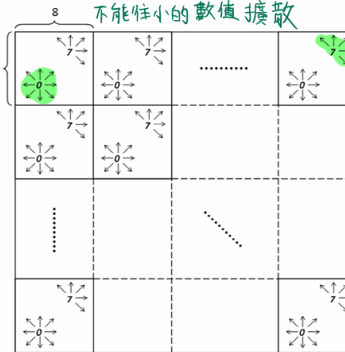
Dot Diffusion 点扩散

一樣和128比大小 $>128 \Rightarrow 255$
 $<128 \Rightarrow 0$

- Dot diffusion provides a trade-off solution between image quality and efficiency.
- Processing order:

| | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 34 | 48 | 40 | 32 | 29 | 15 | 23 | 31 |
| 42 | 58 | 56 | 53 | 21 | 5 | 7 | 10 |
| 50 | 62 | 61 | 45 | 13 | 1 | 2 | 18 |
| 38 | 46 | 54 | 37 | 25 | 17 | 9 | 26 |
| 28 | 14 | 22 | 30 | 35 | 49 | 41 | 33 |
| 20 | 4 | 6 | 11 | 43 | 59 | 57 | 52 |
| 12 | 0 | 3 | 19 | 51 | 63 | 60 | 44 |
| 24 | 16 | 8 | 27 | 39 | 47 | 55 | 36 |

8x8 Class matrix created by Knuth

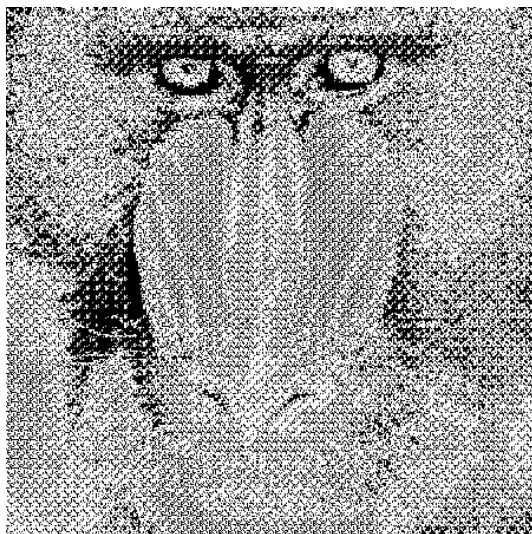


郭景明 (Jing-Ming Guo), Dept. EE, NTUST, jmguo@mail.ntust.edu.tw

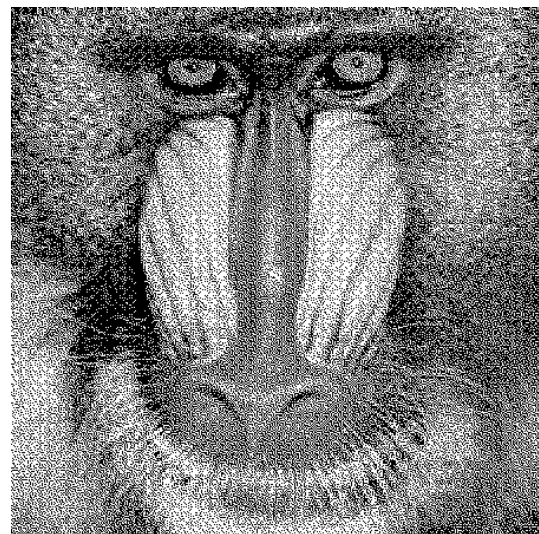
3. Discussion

1. 原本的影像資料型態為 uint8，數值在 0~255 之間。對 pixel value 做計算時可以將 pixel value 轉成 int32 型態，避免產生溢位錯誤，若產生溢位這可能會導致影像跟預期不同，如下圖就是 Dot_Diffusion 產生溢位的樣子。

Dot_Diffusion 產生溢位



Dot_Diffusion 沒有產生溢位



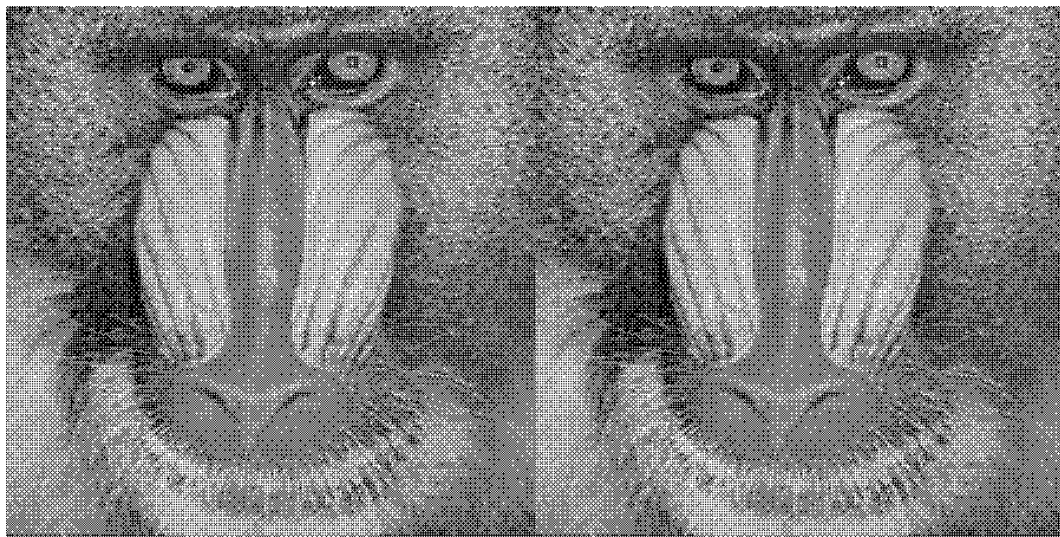
2. Ordered Dithering 測試不同的 bayer matrix 大小的結果

差異：

- 不同大小的矩陣對影像造成不同的顆粒感 (Granularity) 和平滑度 (Smoothness)。
- 顯示品質：小尺寸矩陣在細節表現較差，但計算成本低。大尺寸矩陣則能呈現更多灰階細節，但也會增加運算時間。
- 重複樣式：Bayer Matrix 是周期性重複的，所以大矩陣能更好地分布灰階變化，而小矩陣則容易出現重複花紋。

n=2 (4*4 Matrix)

n=4 (16*16 Matrix)



n=8 (256*256 Matrix)

n=12 (4096*4096 Matrix)

