

# Spatial Image Enhancement

蕭昱凱

Data due:11/07

Data handed in:10/22

## (一)Technical description

把圖片讀入之後，分別對不同圖片進行前處理(將 index 圖片轉成 intensity 圖片)，之後運用不同的 enhancement 方式再對圖片進行輸出。

**Histogram equalization**：計算每個灰階值的 pdf，再把每個灰階值的 cdf 算出，以 cdf 取代原本的灰階值，達到值方均值化的目的。值方均值化：將聚集在某範圍的灰階值盡量平均分布，達到更為清楚的效果，但若原本就集中在某個灰階值(如 255 此值)，處理過後可能仍無法達到效果。

公式：  $(cdf(v) * (L - 1)) / (m * n)$

cdf : cumulative distribution function

v : vertex

L : 灰階值數目

m : 圖片 row 數目

n : 圖片 column 數目

**Power-law**：先將圖片的 gray-level 轉成 double[0,1](很重要)，再對每個 pixel 做 f(x) 運算，並取代原先的 gray-level。

公式：  $f(x) = c (r + \epsilon)^\gamma$

c : constant

r : gray-level

$\epsilon$  : offset

$\gamma$  : 選定的次方

**Laplacian**：將整張圖片的 gray-level 進行 fourier transform，以 3\*3 的 filter 對每個 pixel 進行運算，最後 inverse fourier transform 取 real 得到結果。

公式：  $F(u) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x)e^{-j2\pi ux} dx$  (FT)

x = gray-level

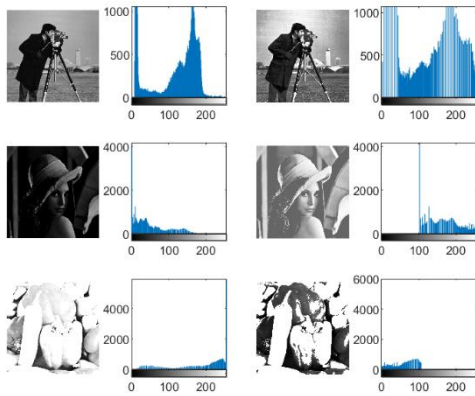
u = gray-level(FT)

$f(x) = \int_{-\infty}^{\infty} F(u)e^{j2\pi ux} du$  (IFT)

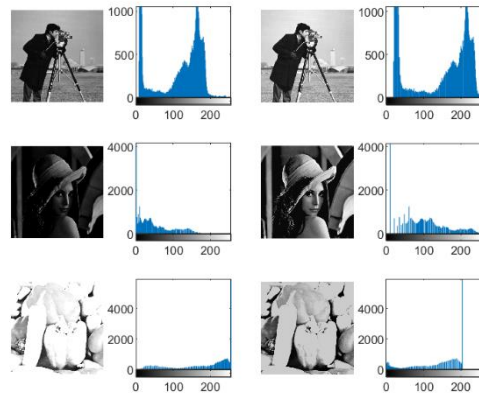
x = gray-level

u = gray-level(FT)

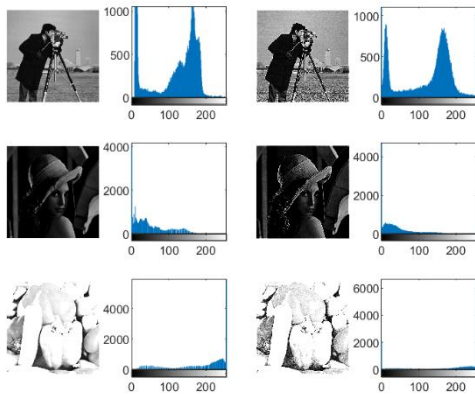
## (二)Experimental results



↑圖(一) histogram equalization



↑圖(二)Power-law



↑圖(三) Laplacian

### (三)Discussions

在 Histogram equalization 的 Cameraman、Lena 中，灰階值原本集中在某兩區塊，處理之後可發現可以把原本的高峰向兩側平均分布，使其達到更加清楚的效果，但若像 Peppers 這張圖片集中在灰階值 100 的話，仍無法使其分開(因為 cdf 皆相同，無法分開)

在 Power-law 的部分，每張圖都代入不同的  $c$ 、 $\gamma$ 、 $\varepsilon$  進行處理，否則同一公式會使大多在低灰階值和大多在高灰階值造成衝突(如：Peppers 和 Lena)，Peppers 盡量將  $\gamma$  調高使亮度降低，而 Lena 則反之。

最後是 Laplacian，相較前兩種，Laplacian 比較注重邊緣的銳化，從三張圖片可知，在邊緣的部分有明顯的強化，使其看起來像浮雕，看起來更有立體感。

### (四)References and Appendix

<https://blog.csdn.net/xiajun07061225/article/details/6910129>

<https://zhuanlan.zhihu.com/p/32857009>

<https://zhuanlan.zhihu.com/p/37168516>