



DEPARTAMENTO DE COMPUTACION

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - UBA

Trabajo Práctico 1

10/04/2015

Introducción al Procesamiento Digital de Imágenes

Integrante	LU	Correo electrónico
Dellanzo, Claudia Antonella	019/13	antodellanzo@gmail.com
Julián Bayardo	850/13	julian@bayardo.info

Instancia	Docente	Nota
Primera entrega		
Segunda entrega		



Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Universidad de Buenos Aires

Ciudad Universitaria - (Pabellón I/Planta Baja)

Intendente Güiraldes 2160 - C1428EGA

Ciudad Autónoma de Buenos Aires - Rep. Argentina

Tel/Fax: (54 11) 4576-3359

<http://www.fcen.uba.ar>

Contents

1	Introducción	2
2	Implementación	2
3	Experimentación	3
3.1	Experimentando con imágenes tanto claras como oscuras	3
3.1.1	Experimento 1	3
3.1.2	Experimento 2	4
3.2	Experimentos con imágenes oscuras	5
3.3	Variación de parámetros	5
3.3.1	Experimento 1	5
3.3.2	Experimento 2	7

1 Introducción

El objetivo de este trabajo práctico es implementar un algoritmo para realzar imágenes a través de la ecualización de histogramas siguiendo lo propuesto en el paper *Adaptive extended piecewise histogram equalisation for dark image enhancement* [1]. Aparte de esto, se buscará realizar un estudio sobre la selección de parámetros (en cuántos histogramas partir el original y la selección de α y β).

2 Implementación

Para la implementación del algoritmo seguimos el propuesto en el paper, el cual es:

Input: the input image \mathbf{I} and N .

Output: the equalized image.

- 1) Compute the luminance component histogram of the input image \mathbf{I} .
 - 2) Partition the luminance component histogram into N piecewise histograms and extend them to obtain extended piecewise histogram \mathbf{H}_k^x ($k = 1, 2, \dots, N$) via (6).
 - 3) Apply adaptive HE to each extended piecewise histogram \mathbf{H}_k^x
 - (1) Compute $\alpha(k)$ and $\beta(k)$ via (7) and (8).
 - (2) Modify the uniformly distributed histogram \mathbf{H}_k^u via (9-10).
 - (3) Solve the target histogram \mathbf{H}_k^t via (3).
 - 4) Obtain the final equalized histogram by Eq.(11).
 - 5) Output the equalized image through histogram modification.
-

Figure 1: Algoritmo propuesto

El método llamado **AEPHE** toma como parámetro obligatorio de entrada la imagen y le aplica todas las transformaciones propuestas. Aparte, hay otros parámetros de entrada opcionales:

- *Alphas:* Toma un vector de α 's, los cuales serán aplicados en orden a cada subhistograma generado durante el algoritmo.
- *Betas:* Toma un vector de β 's, los cuales serán aplicados en orden a cada subhistograma generado durante el algoritmo.
- *Gammas:* Toma un vector de γ 's, los cuales serán aplicados en orden a cada subhistograma generado durante el algoritmo.
- *number_of_histogramas:* Cantidad de histogramas en los que se desea partir el histograma original de la imagen de entrada. El valor es 3 por defecto.
- *discretization_bin_width:* Cantidad de *bins* en los que se dividirá el histograma al momento de realizar la conversión para trabajar con enteros o floats. El valor es 1/255 (255 bins) por defecto.
- *plot_intermediate_histograms:* Booleano que indica si se quiere ir mostrando las figuras de todos los subhistogramas generados durante la ejecución del algoritmo. El valor es *False* por defecto.

La razón por la cual tomamos vectores de valores en algunos parámetros será explicada posteriormente cuando hablemos sobre la experimentación y los problemas con los que nos encontramos al realizar los mismos.

Si el vector de γ 's no se especifica, tomamos todos los valores como 0 ya que dicho parámetro no contribuye notablemente al realce de la imagen. Si alguno de los otro dos vectores (vector de α 's o β 's) es nulo, luego se procede a calcularlos de la manera que lo indica el paper:

$$\alpha = \frac{M_i}{M_i + M_c} \quad (1)$$

$$\beta = \frac{M_c}{M_i + M_c} \quad (2)$$

$$M_c = \min\left(\frac{1}{\sum_{i=1}^L n_i} \sum_{i=1}^L \left(\sum_{x_j \in R(i)} G_n(x_j)\right), M_c^h\right) \quad M_I = \max\left(\frac{1}{\sum_{i=1}^L n_i} \sum_{i=1}^L n_i \varphi(i), M_I^l\right)$$

Cada uno de estos valores se calcula para cada subhistograma generado.

3 Experimentación

3.1 Experimentando con imágenes tanto claras como oscuras

Para los siguientes experimentos utilizamos fotos tomadas por nosotros de día cuya característica es que poseen partes muy claras y otras muy oscuras. La idea era observar cómo se comporta nuestro algoritmo seleccionando los valores de α y β de manera automática, y tomando valores de $\gamma = 0$ y $k = 3$.

3.1.1 Experimento 1

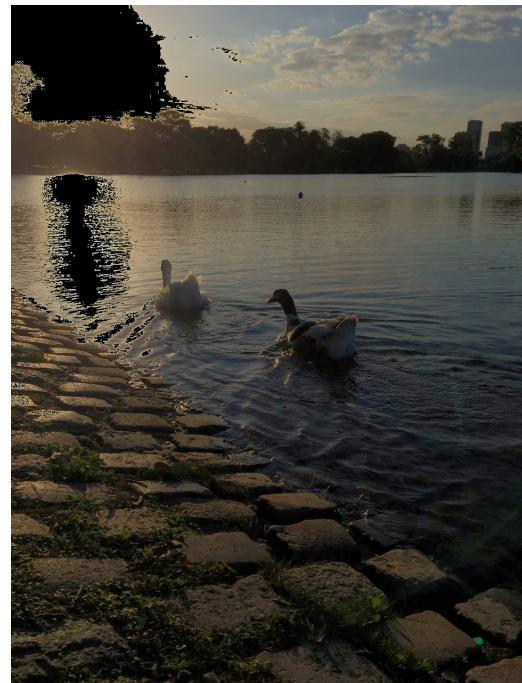
Para realizar este experimento seleccionamos imágenes tomadas a contra luz para ver cómo afectaba la presencia del sol en la misma. Al comienzo de este experimento, utilizábamos siempre un único valor de α y β . Estos valores nos sirven para decidir cuánto peso darle al histograma uniforme y original, lo cual se deduce de la fórmula:

$$\mathbf{H}^t = ((\alpha + \beta)\mathbf{U} + \gamma\mathbf{D}^T\mathbf{D})^{-1}(\alpha\mathbf{H}^x + \beta\mathbf{H}^u)$$

Obteníamos secciones de la imagen que en la original eran muy claras y en la ecualizada final quedaban completamente negras:

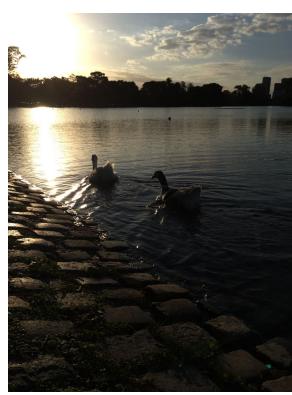


(a) Imagen original

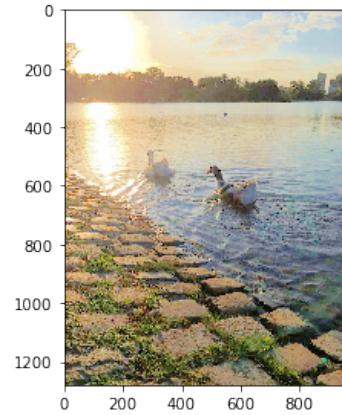


(b) Imagen luego de ser ecualizada

Así, encontramos que dado que la imagen posee partes muy claras, hay un problema al momento de ecualizar aquellas secciones. Por esta razón, decidimos que nuestro algoritmo tome un vector de valores de α 's y β 's, para poder decidir en cada subhistograma si darle más peso al original o al uniforme. Luego, procedimos a seleccionar valores específicos para dichos parámetros de forma tal que nuestra imagen sea correctamente ecualizada. Por ejemplo, variando los parámetros de la imagen anterior obtuvimos el siguiente resultado:



(a) Imagen original



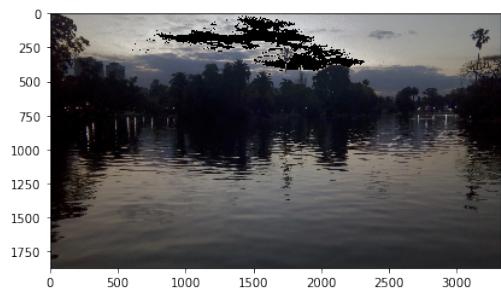
(b) Imagen luego de ser ecualizada con $k = 3, \alpha = [1, 1, 0], \beta = [0, 0, 1]$

3.1.2 Experimento 2

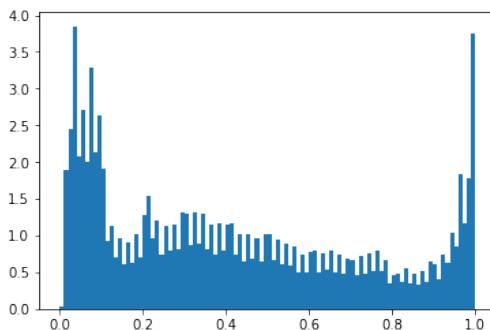
En este experimento utilizamos unas imágenes tomadas mientras anochecía, en las cuales todavía había rastros de luz en el cielo. Éstas tienen la particularidad de ser tanto muy oscuras como muy claras. Al ejecutar nuestro algoritmo, ya trabajando con vectores automatizados de parámetros, obtuvimos problemas similares que con el experimento anterior, en los que el cielo se pintaba de negro:



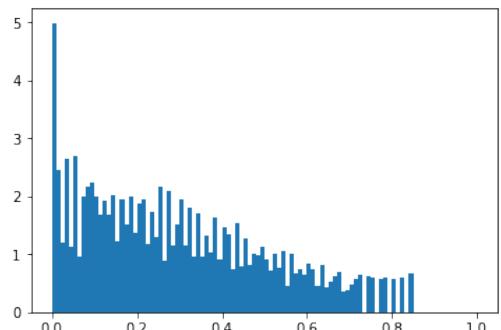
(a) Imagen original



(b) Imagen luego de ser ecualizada



(a) Histograma de imagen original



(b) Histograma ecualizado final

Al ir viendo los valores de α y β que nuestro algoritmo generaba, veíamos que tomaba valores

muy altos de β , dándole muy poco peso a la imagen original. Por esto decidimos modificar la cota inferior de M_I (M_I^l) utilizada al momento de calcular el α y β automatizado, para exigirle que mantenga parte de la imagen original siempre y no le asigne tanto peso al histograma uniforme, obtuviendo el siguiente resultado:



(a) Imagen original

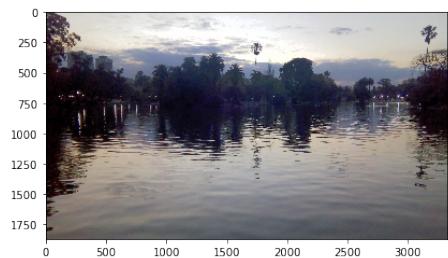


(b) Imagen luego de ser ecualizada

Acá se puede observar que la imagen, si bien no quedó con secciones negras, se oscureció en vez de aclararse. Por esta razón decidimos que para imágenes con características como estas, seleccionar automatizadamente los valores de los parámetros no nos estaba resultando, por lo que recurrimos a seleccionarlos nosotros mismos para intentar ecualizar correctamente la imagen. Obtuvimos el siguiente resultado:



(a) Imagen original



(b) Imagen luego de ser ecualizada con $k = 3, \alpha = [1, 0, 1], \beta = [0, 1, 0]$

3.2 Experimentos con imágenes oscuras

Para este experimento observamos el comportamiento de nuestro algoritmo sobre imágenes oscuras, varias de ellas provistas por la cátedra. Utilizamos el cálculo automatizado de valores de α y β , con $\gamma = 0$ y $k = 3$.

Al observar estos problemas, decidimos modificar el valor de M_I^l para mantener parte de la imagen original y no provocar una sobrecualización de la imagen. Por ejemplo, tomando $M_I^l = 0.8$, obtuvimos los siguientes resultados:

3.3 Variación de parámetros

Para esta parte buscamos experimentar variar el valor de K , el cual indica la cantidad de histogramas en los que se va a partir el original.

3.3.1 Experimento 1

Para este experimento decidimos utilizamos el α y β que se calcula de manera automática, y fuimos variando el valor de k . Utilizamos varias de las imágenes tomadas por nosotros y fuimos observando cómo iba quedando la imagen ecualizada.

Obtuvimos los siguientes resultados:

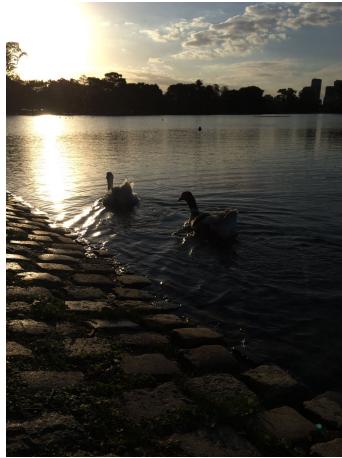
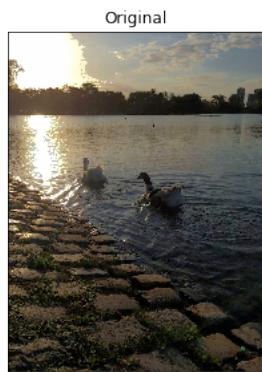
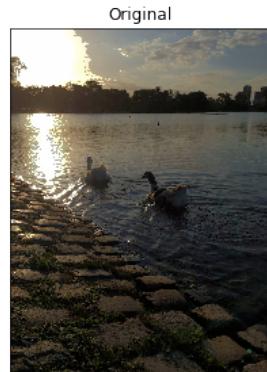


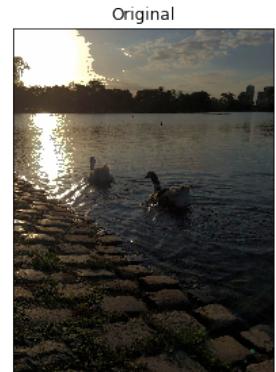
Figure 9: Imagen original



(a) $k = 2$



(b) $k = 4$



(c) $k = 16$

Al comparar las imágenes, se puede observar que a medida que se aumenta el K , la imagen se iba oscureciendo cada vez más. Debido a esto, nos fijamos en los histogramas de cada imagen:

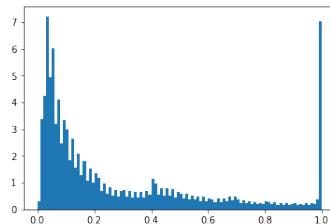
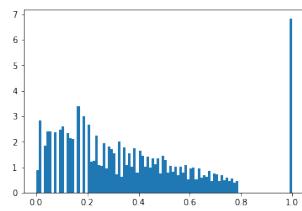
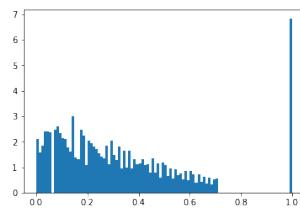


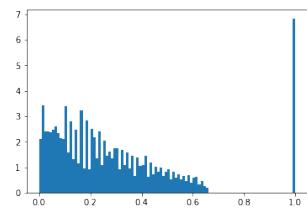
Figure 11: Histograma de imagen original



(a) Histograma de imagen ecualizada con $k = 2$



(b) Histograma de imagen ecualizada con $k = 4$



(c) Histograma de imagen ecualizada con $k = 16$

Así pudimos ver que en el caso de imágenes que poseen muchos píxeles oscuros y muchos claros,

a medida que se va aumentando el valor de k , los histogramas tienden a ir concentrándose hacia el lado de estos valores elevados, en vez de generarse una ecualización equilibrada sobre todos los valores de gris. Esto mismo nos pasó con otras imágenes tomadas por nosotros que poseían características similares en cuanto a la distribución de colores.

3.3.2 Experimento 2

Realizamos otros experimentos tomando imágenes provistas por la cátedra, cuya característica es que en su mayoría son oscuras, fijamos los parámetros α y β , y fuimos variando los valores de k . Obtuvimos los siguientes resultados:



Figure 13: Imagen original



(a) $k = 4$



(b) $k = 8$



(c) $k = 16$

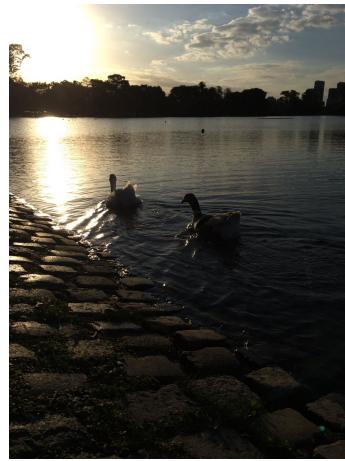
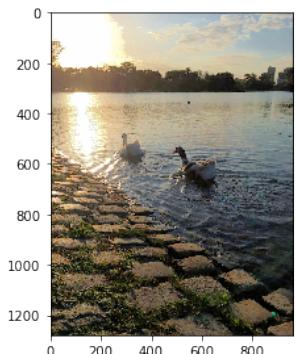
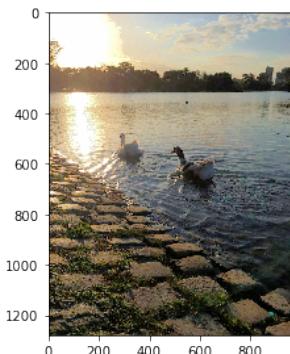


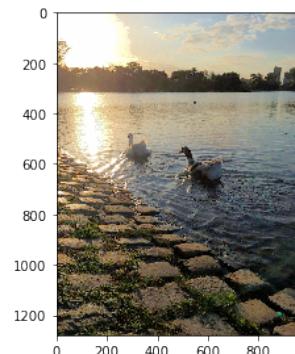
Figure 15: Imagen original



(a) $k = 4$



(b) $k = 8$



(c) $k = 16$

Si bien se puede observar un muy leve cambio entre las imágenes con $k = 4$ y las demás, pudimos ver que a medida que se va aumentando el valor de k para $k \geq 4$ no se producían cambios muy significativos y que el tiempo de cómputo aumentaba, por lo cual el valor de éste parámetro puede dejarse fijo en $k = 3$ por ejemplo, como lo propone el paper.

References

- [1] Zhigang Ling, Yan Liang, Yaonan Wang, He Shen, Xiao Lu. *Adaptive extended piecewise histogram equalisation for dark image enhancement*. IET Image Processing. 2015.