

Operadores Puntuales e Histogramas de Imágenes

Juliana Gambini

17 de julio de 2010

Organización

- 1 Métodos en el dominio espacial
 - Aumento del Contraste
 - Umbralización
 - negativos de Imágenes
 - Compresión del rango Dinámico
- 2 Histogramas
- 3 Ecuación del Histograma
 - En la forma discreta
- 4 Ejercicios

Utilidades

- Mejorar la calidad visual de una imagen.
- Proveer información estadística sobre la imagen.
- Corregir defectos.
- Analizar el contenido.

Operaciones Puntuales

f y g dos imágenes.

$$f : V \longrightarrow W$$

$$g : V \longrightarrow W$$

$$V \subset \mathbb{Z}^2$$

$$W \subseteq [0, \dots, L - 1]$$

L es la cantidad de niveles de gris.

Operadores Puntuales

r y s los niveles de gris de f y g respectivamente:

$$f(x, y) = r$$

$$g(x, y) = s$$

f : Imagen de Entrada

g : Imagen de Salida

$$T : W \longrightarrow W$$

$$f(x, y) \rightarrow \boxed{T} \rightarrow g(x, y) \text{ Luego } s = T(r)$$

Se oscurece la imagen para lo valores de $r \leq r_1$ y les da luz a los valores de $r \geq r_2$.

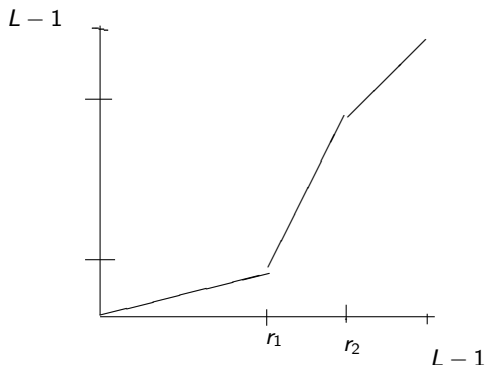


Figura: Transformación que modifica el contraste de la imagen

La Transformación

$$T(r) = \begin{cases} f_1(r) & \text{si } 0 \leq r \leq r_1 \\ f_2(r) & \text{si } r_1 < r \leq r_2 \\ f_3(r) & \text{si } r \geq r_2 \end{cases} \quad (1)$$

siendo $r_1 \leq r_2$.

Umbralización

La Imagen de salida es binaria.

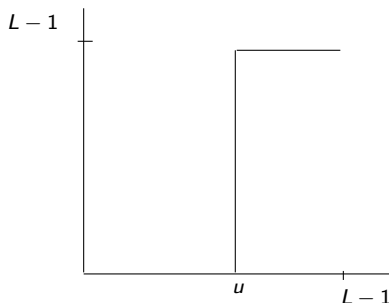
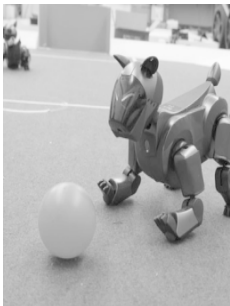


Figura: Transformación de umbralización

Transformación

$$T(r) = \begin{cases} 0 & \text{si } r \leq u \\ 255 & \text{en otro caso} \end{cases} \quad (2)$$

Ejemplo



(a) Imagen Original



(b) Umbral $u = 140$



(c) Umbral $u = 200$

Negativos de Imágenes

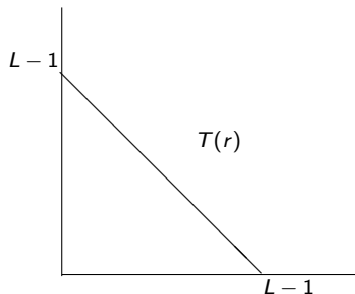


Figura: Transformación que realiza el negativo de la imagen

$$T(r) = -r + L - 1 \quad (3)$$

negativos de Imágenes

Negativo de la Imagen



negativos de Imágenes

Negativo de la Imagen Color



Compresión del rango dinámico

$$T(r) = c * \log(1 + r) \quad (4)$$

tal que $T(0) = c * \log(1) = 0$ y $c * \log(1 + R) = L - 1$, luego debe ser

$$c = \frac{L - 1}{\log(1 + R)} \quad (5)$$

Organización

- 1 Métodos en el dominio espacial
 - Aumento del Contraste
 - Umbralización
 - negativos de Imágenes
 - Compresión del rango Dinámico
- 2 Histogramas
- 3 Ecualización del Histograma
 - En la forma discreta
- 4 Ejercicios

Por qué estudiar el Histograma?

Es la base para el desarrollo de numerosas técnicas de procesamiento de imágenes:

- Realce de imágenes
- Provee estadísticas de la imagen
- Segmentación: determinación de umbrales para binarización
- Herramienta fácil de implementar
- Modificación global de los niveles de gris de la imagen.

Histogramas de Imagen

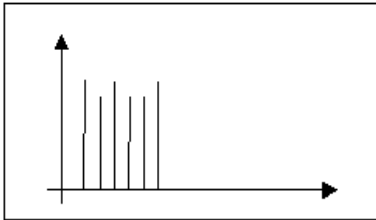
Es la frecuencia relativa de los niveles de gris presentes en la Imagen

$$h_i = \frac{n_i}{NM} \quad (6)$$

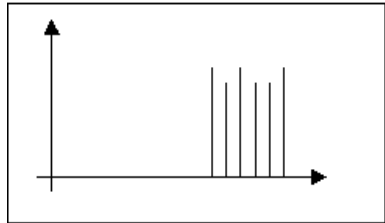
n_i : cantidad de ocurrencias del nivel de gris i

NM : Cantidad total de pixels de la imagen.

El histograma de la imagen nos da una idea de cómo es la imagen



(a) Histograma correspondiente a una imagen oscura

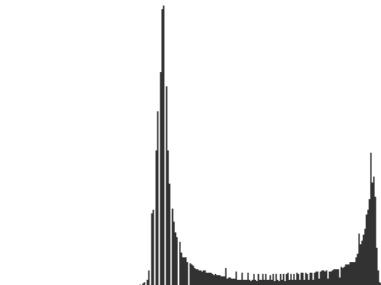


(b) Histograma correspondiente a una imagen con mucho brillo

Histogramas: Ejemplos

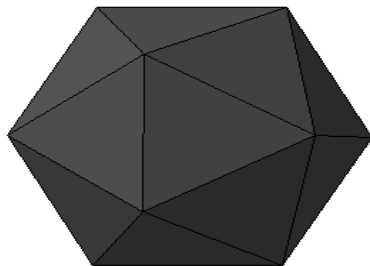


(c)

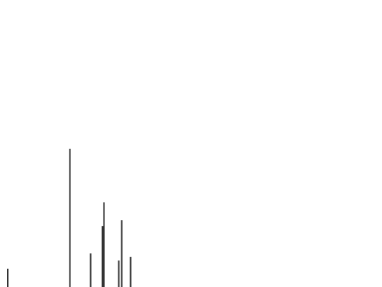


(d)

Histogramas: Ejemplos



(e)

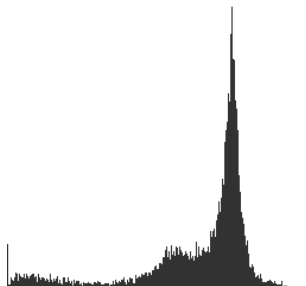


(f)

Histogramas: Ejemplos

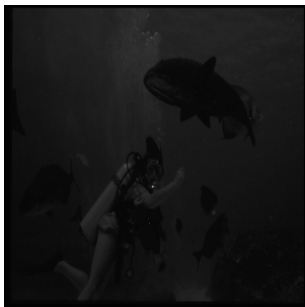


(g)

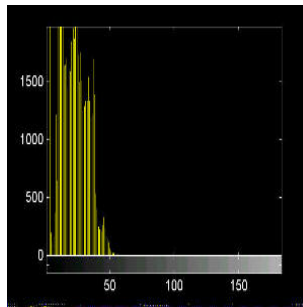


(h)

Histogramas: Ejemplos



(i)

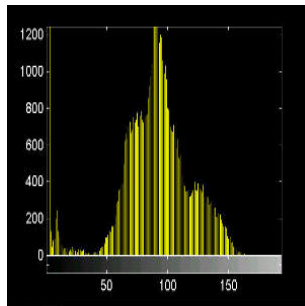


(j)

Histogramas: Ejemplos



(k)



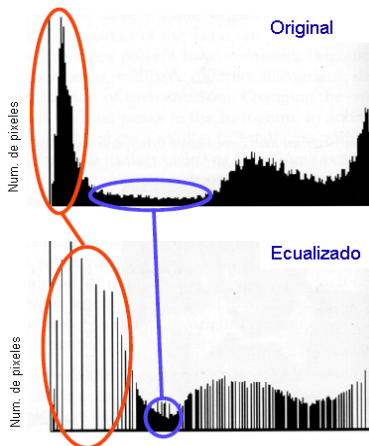
(l)

Organización

- 1 Métodos en el dominio espacial
 - Aumento del Contraste
 - Umbralización
 - negativos de Imágenes
 - Compresión del rango Dinámico
- 2 Histogramas
- 3 Ecualización del Histograma**
 - En la forma discreta
- 4 Ejercicios

Ecualización del Histograma

El efecto de ecualizar el histograma de una imagen es producir una distribución uniforme de los niveles de gris.



Ecualización del Histograma

La manipulación del histograma se basa en controlar la función de densidad de probabilidad de los niveles de gris a través de su función de transformación.

r niveles de gris de la imagen de entrada

s niveles de gris de la imagen de salida.

$r \sim F_r(r)$ cualquiera.

Se desea que $s = T(r)$ tenga distribución $U_{[0,L-1]}$. O,

$$s = F_s(s) \quad (7)$$

Si T es monótona creciente e inyectiva, entonces:

$$s = F_s(s) = P(\mathbf{s} \leq s) = P(T(\mathbf{r}) \leq s) = P(\mathbf{r} \leq T^{-1}(s)) \quad (8)$$

$$= F_r(T^{-1}(s)) = F_r(r) \quad (9)$$

Ecuación del Histograma

$$s = F_r(r) \quad (10)$$

Efectivamente s tiene distribución uniforme:

$$F_s(s) = P(\mathbf{s} \leq s) = P(T(\mathbf{r}) \leq s) = P(F_r(r) \leq s) \quad (11)$$

$$= P(\mathbf{r} \leq F_r^{-1}s) = F_r(F_r^{-1}s) = s \quad (12)$$

Y por lo tanto s resulta una variable aleatoria uniforme.

En la forma discreta

Definimos:

$$s_k = T(r_k) = \sum_{j=0}^k \frac{n_j}{n} \quad (13)$$

donde, r_k es el k -ésimo nivel de gris que varía en el intervalo $[0, L - 1]$.

n_j es el número de pixels de la imagen con nivel de gris r_j .

n es el número total de pixels de la imagen.

$\frac{n_j}{n}$ es la frecuencia relativa del j -ésimo nivel de gris.

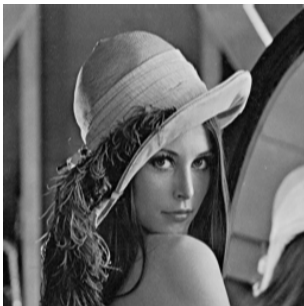
En la forma discreta

De la definición de s_k tenemos que $s_{min} \leq s_k \leq 1$ y nosotros necesitamos $s_k \in [0, L - 1]$, entonces aplicamos la siguiente transformación:

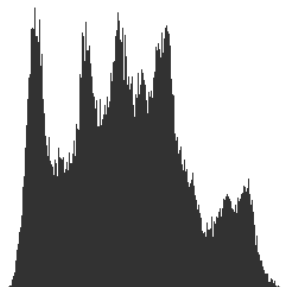
$$\hat{s}_k = \text{int}\left[\frac{s_k - s_{min}}{1 - s_{min}} + 0,5\right] \quad (14)$$

En la forma discreta

Ecualización del Histogramas: Ejemplos



(n) Imagen Original



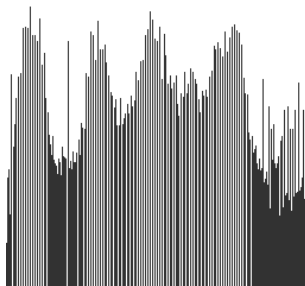
(ñ) Histograma

En la forma discreta

Ecualización del Histogramas: Ejemplos



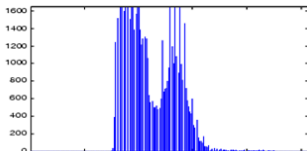
(o) Ecualización



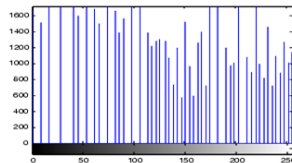
(p) Histograma

En la forma discreta

Ecuación del Histogramas: Ejemplos



(q) Imagen original



(r) Imagen Ecualizada

Organización

- 1 Métodos en el dominio espacial
 - Aumento del Contraste
 - Umbralización
 - negativos de Imágenes
 - Compresión del rango Dinámico
- 2 Histogramas
- 3 Ecualización del Histograma
 - En la forma discreta
- 4 Ejercicios

Ejercicios

Implementar las siguientes funciones:

- 1 Suma, resta y producto de Imágenes.
- 2 Producto de una imagen por un escalar.
- 3 Compresión del rango dinámico: Sean r el nivel de gris de la imagen de entrada y s el nivel de gris de la imagen de salida, tal que $s = f(r)$, $r \in [0, R]$. Entonces la función de compresión del rango dinámico es $f(r) = c * \log(r + 1)$ eligiendo c de manera que $f(r) \in [0, 255]$.

Ejercicios

- 1 Implementar una función que devuelva el negativo de una imagen.
- 2 Implementar una función que devuelva el histograma de niveles de gris de una imagen.
- 3 Examinando el histograma del Ejercicio 2, implementar una función que devuelva una imagen que tenga aumento del contraste.
- 4 Implementar una función que aplique un umbral a una imagen, devolviendo una imagen binaria.
- 5 Implementar una función que resuelva la ecualización del histograma.
- 6 Aplicar la ecualización del histograma por segunda vez a la misma imagen. Observar el resultado y dar una explicación de lo sucedido.