



VC

Informática visual

Imágenes digitales

Universidad de Darmstadt

Prof. Dr. Elke Hergenröther

Björn Frömmel

Prof. Dr. Benjamin Meyer

CAPÍTULO 11

Edición de imágenes - Operadores de puntos

Edición de imágenes - Operadores

de puntos

Histogramas Operaciones puntuales

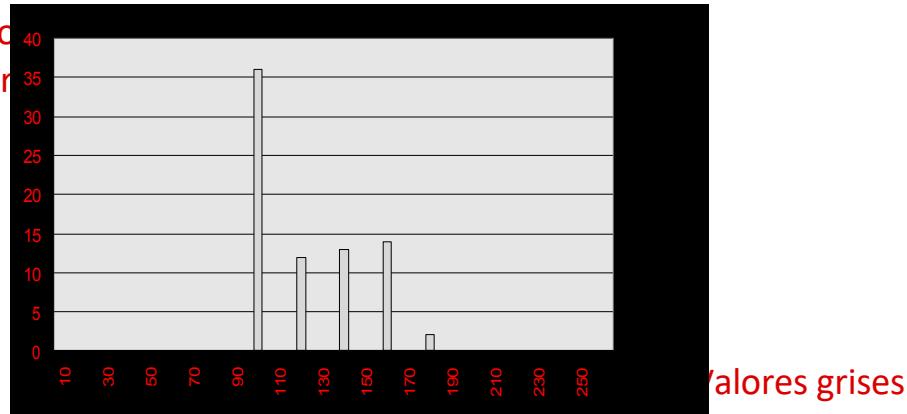
- Cambio lineal de los valores de gris:
 - Cambiar el brillo de la imagen
 - Invertir la imagen
 - Cambiar el contraste
 - Binarización mediante umbralización
- Cambio no lineal de los valores de gris:
 - Corrección gamma
- Transformaciones cromáticas (Transformación del color)

11. imágenes digitales

Edición de imágenes - Operadores de puntos

Histogramas: Representación gráfica de la distribución de frecuencias de los valores de gris en las imágenes.

Frecuencia de los
valores de gris



	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	100	100	100	120	160	160	120	100	100	100	137
1	100	100	100	120	160	160	120	100	100	100	137
2	100	100	100	120	160	160	120	100	100	100	137
3	100	100	100	120	160	160	140	140	140	140	178
4	100	100	100	120	160	160	140	140	140	140	177
5	100	100	100	120	160	160	120	100	100	100	136
6	100	100	100	120	160	160	120	100	100	100	136

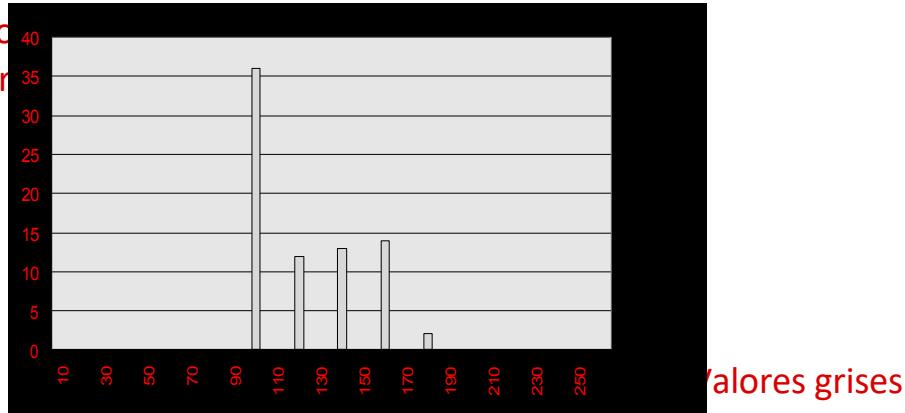
Imagen de tonos grises subyacente en forma de matriz de imagen en la que los valores de gris individuales se representan mediante valores numéricos.

11. imágenes digitales

Edición de imágenes - Operadores de puntos

Histogramas: Representación gráfica de la distribución de frecuencias de los valores de gris en las imágenes.

Frecuencia de los
valores de gris



Frecuencias absolutas y relativas:

Se distingue entre la distribución de frecuencias absolutas, como se muestra en la figura de la derecha, y la distribución de frecuencias relativas. En la distribución relativa, los valores de frecuencia se normalizan, es decir, se transforman en un intervalo entre 0 y 1.

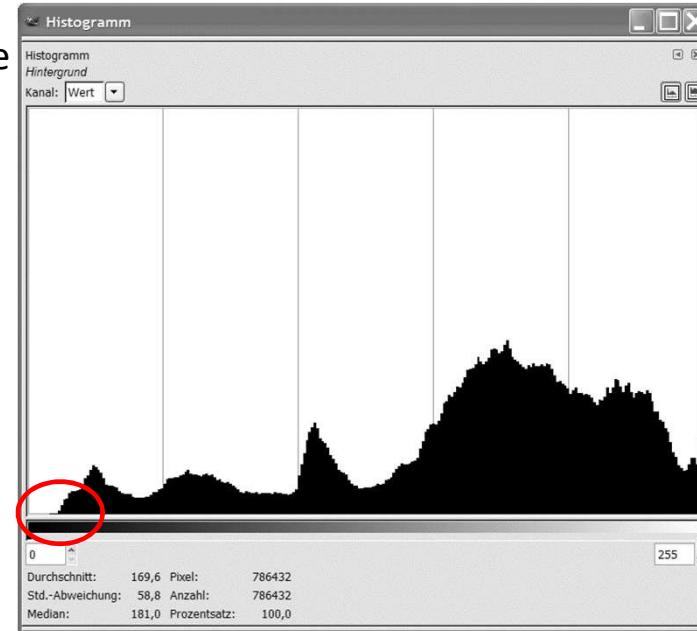
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	100	100	100	120	160	160	120	100	100	100	137
1	100	100	100	120	160	160	120	100	100	100	137
2	100	100	100	120	160	160	120	100	100	100	137
3	100	100	100	120	160	160	140	140	140	140	178
4	100	100	100	120	160	160	140	140	140	140	177
5	100	100	100	120	160	160	120	100	100	100	136
6	100	100	100	120	160	160	120	100	100	100	136

Imagen de tonos grises subyacente en forma de matriz de imagen en la que los valores de gris individuales se representan mediante valores numéricos.

11. imágenes digitales

Edición de imágenes - Operadores de puntos

Histograma de la imagen.



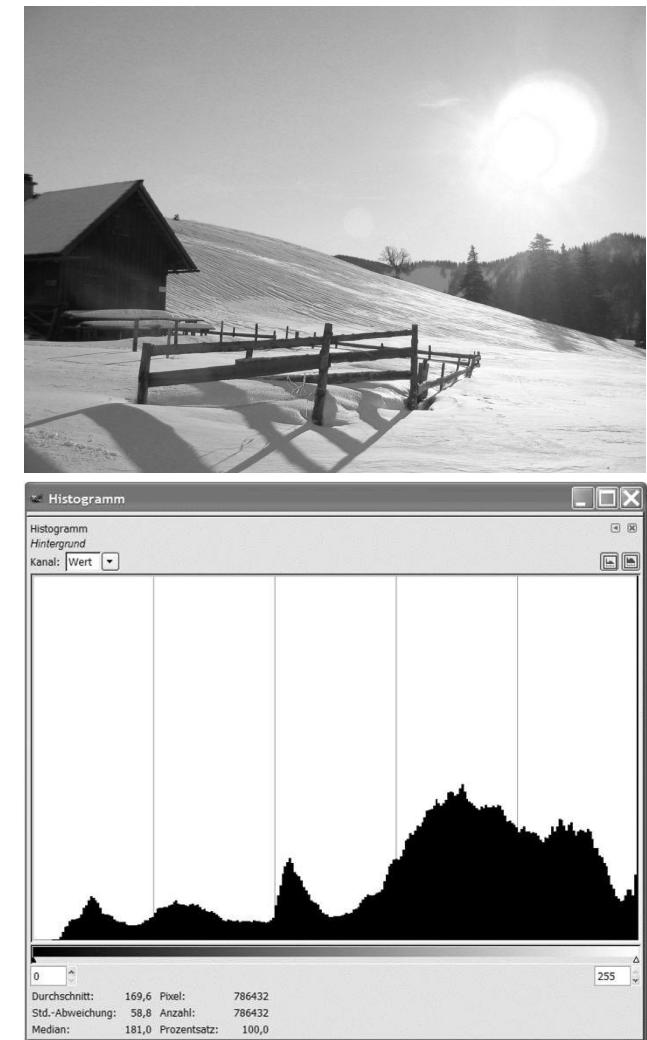
El histograma del canal de luminosidad de una imagen puede utilizarse para decidir si una imagen está sobreexpuesta o subexpuesta. La imagen está sobreexpuesta porque faltan los tonos grises oscuros (véase la marca roja en el histograma).

11. imágenes digitales

Edición de imágenes - Operadores de puntos

Histogramas: Medida utilizada para evaluar la calidad de la imagen.

Un extremo de la escala de valores de gris permanece sin utilizar, mientras que en el otro extremo de la escala hay agrupaciones. A la izquierda del histograma están los valores de gris oscuro (valor de gris 0 = negro), a la derecha los valores de gris claro (valor de gris máximo = blanco).



*) Definiciones de: W. Burger, M. J. Burge, "Digital Image Processing", Springer Verlag

11. imágenes digitales

Edición de imágenes - Operadores de puntos

Histogramas: Medida utilizada para evaluar la calidad de la imagen.

Contrastes*)

El contraste es el intervalo entre los valores de gris mínimo y máximo de la imagen. Por tanto, una imagen con un rango de contraste completo utiliza todo el rango de valores de intensidad (= valores de gris). Para evaluar el contraste, se puede formar la diferencia entre el valor de intensidad máximo y mínimo.

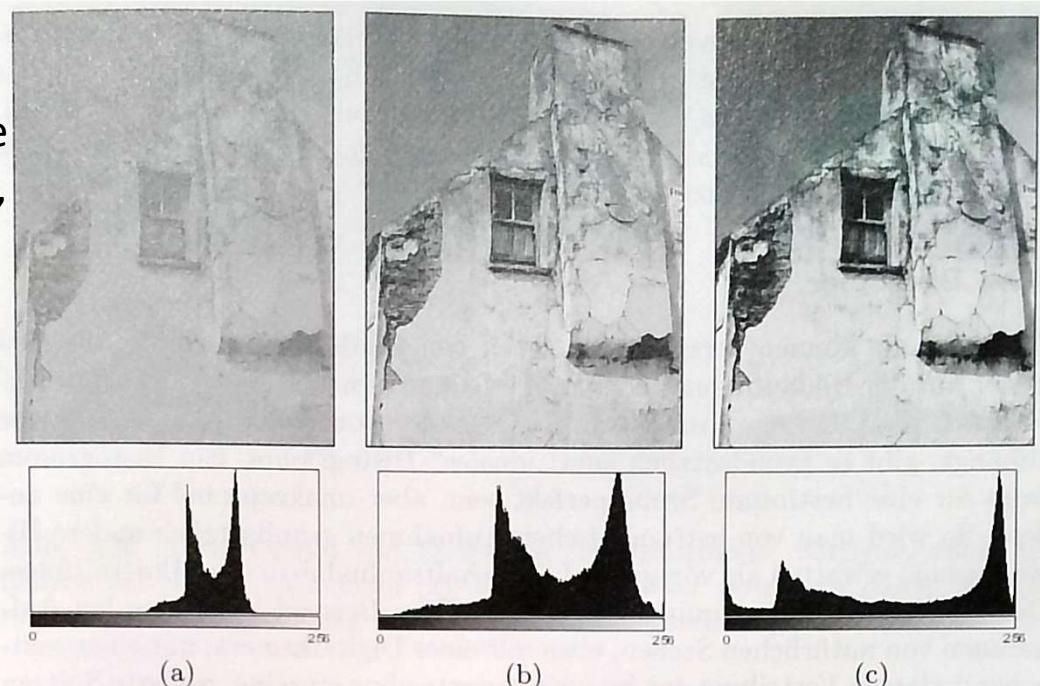


Abb. 4.7. Unterschiedlicher Kontrast und Auswirkungen im Histogramm: niedriger Kontrast (a), normaler Kontrast (b), hoher Kontrast (c).

*) Definiciones e imágenes de: W. Burger, M. J. Burge, "Digital Image Processing", Springer Verlag

11. imágenes digitales

Edición de imágenes - Operadores de puntos

Histogramas: Medida utilizada para evaluar la calidad de la imagen.

Dinámica*)

El rango dinámico es el número de diferentes valores de gris (valores de intensidad) utilizados en una imagen. Lo ideal es que todos los valores de gris estén presentes en la imagen.

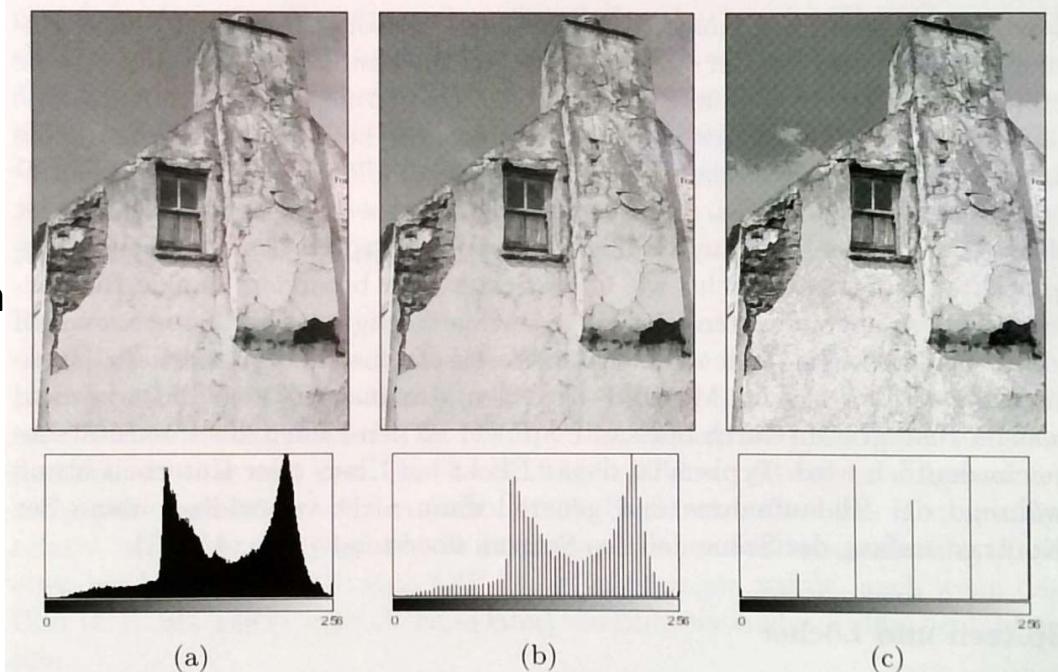


Abb. 4.8. Unterschiedliche Dynamik und Auswirkungen im Histogramm. Hohe Dynamik (a), niedrige Dynamik mit 64 Intensitätswerten (b), extrem niedrige Dynamik mit nur 6 Intensitätswerten (c).

*) Definiciones e imágenes de: W. Burger, M. J. Burge, "Digital Image Processing", Springer Verlag

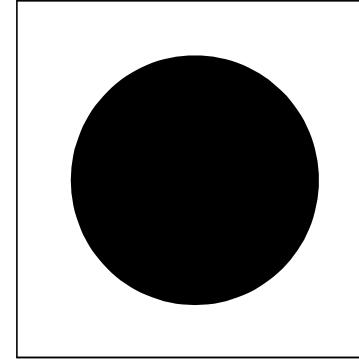
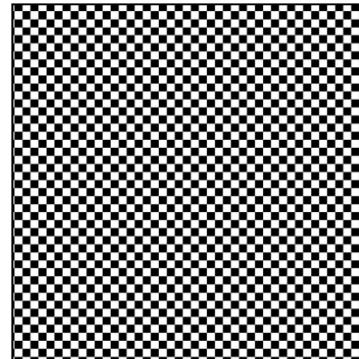
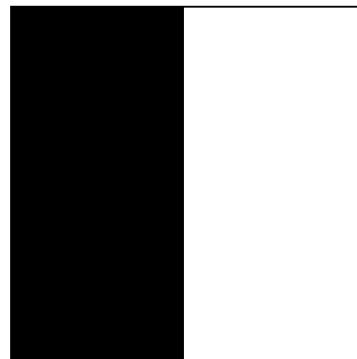
11. imágenes digitales

Edición de imágenes - Operadores de puntos

Histogramas: ¿También una medida para evaluar el contenido

de las imágenes?

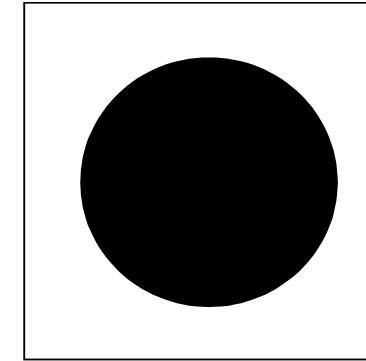
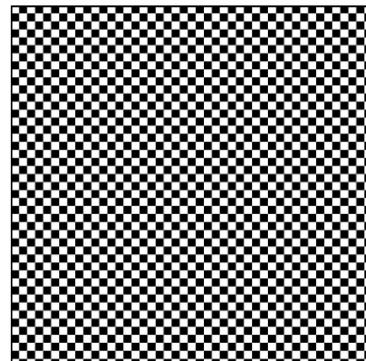
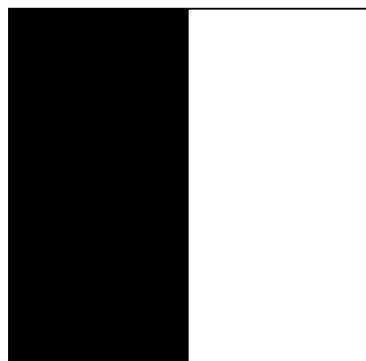
¿Qué aspecto tiene la distribución de frecuencias relativas en los histogramas de las tres imágenes?



11. imágenes digitales

Edición de imágenes - Operadores de puntos

Histogramas: ¿También una medida para evaluar el contenido de las imágenes?
¿Qué aspecto tiene la distribución de frecuencias relativas en los histogramas de las tres imágenes?



Los histogramas de las tres imágenes tienen el mismo aspecto. Hay tantos píxeles negros como blancos.

11. imágenes digitales

Edición de imágenes - Operadores de puntos

Histogramas: **No es una** medida para evaluar el contenido de la imagen, pero en ellos se pueden reconocer manipulaciones de la imagen.

Los efectos de la compresión JPEG pueden verse en el histograma.



Imagen compuesta únicamente por píxeles en blanco y negro.



La compresión JPEG ha añadido más valores de gris.

11. imágenes digitales

Edición de imágenes - Operadores de puntos

Histogramas: No es una medida para evaluar el contenido de la imagen, pero en ellos se pueden reconocer manipulaciones de la imagen.

Reducir el rango de contraste puede provocar picos en el histograma.



Imagen con pleno
contraste y rango
dinámico

Transformación de
la
Gama de valores de
gris

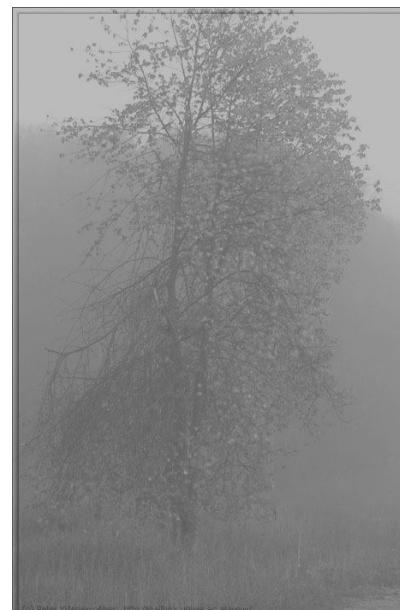
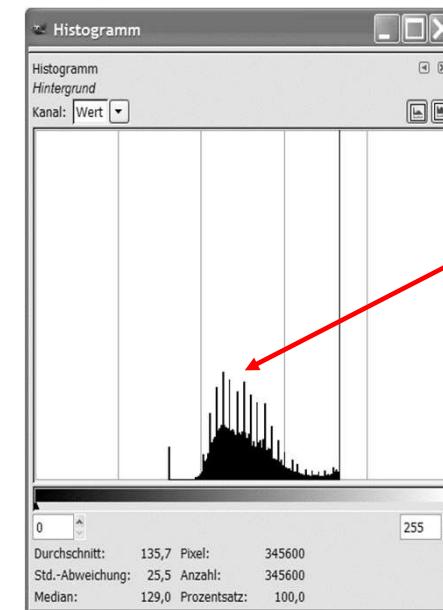


Imagen con limitación
Contraste y rango dinámico



Histograma de la imagen con restricción
Contraste y rango dinámico

Picos del
histograma

11. imágenes digitales

Edición de imágenes - Operadores

de puntos

Histogramas Operaciones

puntuales

- Cambio lineal de los valores de gris:
 - Cambiar el brillo de la imagen
 - Invertir la imagen
 - Cambiar el contraste
 - Binarización mediante umbralización
- Cambio no lineal de los valores de gris:
 - Corrección gamma
- Transformaciones cromáticas (Transformación del color)

Edición de imágenes - Operadores

de puntos

Operación puntual:

- denotan operaciones sobre imágenes que se calculan píxel a píxel
- los valores de gris de los píxeles vecinos no son utilizados por los operadores
- el tamaño y la geometría de la imagen no se modifican

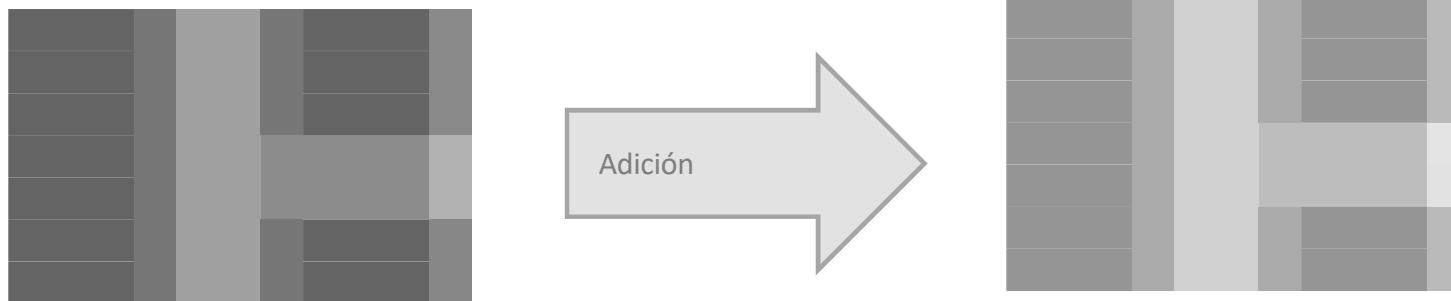
Las operaciones puntuales posibles son:

- Cambiar el brillo de la imagen
- Invertir la imagen
- Cambiar el contraste
- Binarización mediante umbralización
- Corrección gamma
- Transformaciones cromáticas

11. imágenes digitales

Edición de imágenes - Operadores de puntos

Operaciones puntuales: Cambiar el brillo de la imagen
Aclara la imagen añadiendo un valor > 0

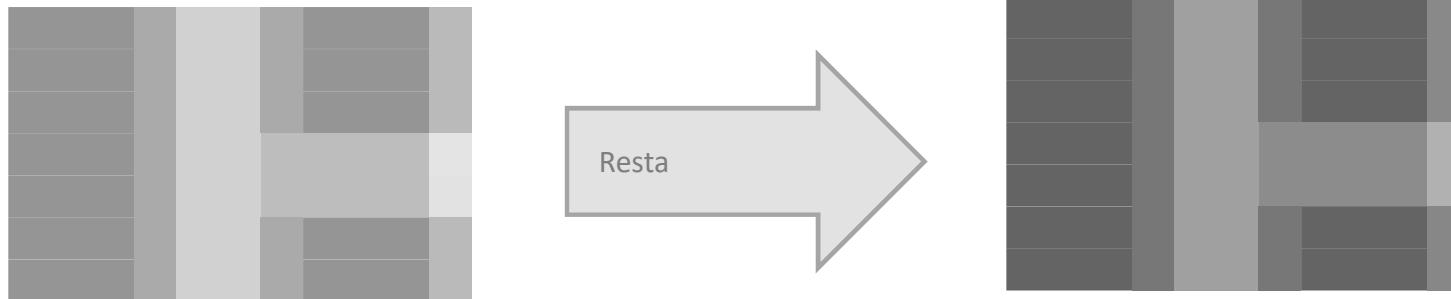


$$g(x, y) \leq 205 \text{ entonces } g'(x, y) = g(x, y) + 50 \\ g(x, y) > 205 \text{ entonces } g'(x, y) = 255$$

11. imágenes digitales

Edición de imágenes - Operadores de puntos

Operaciones puntuales: Cambiar el brillo de la
Oscurecer la imagen restando un valor > 0
de la imagen



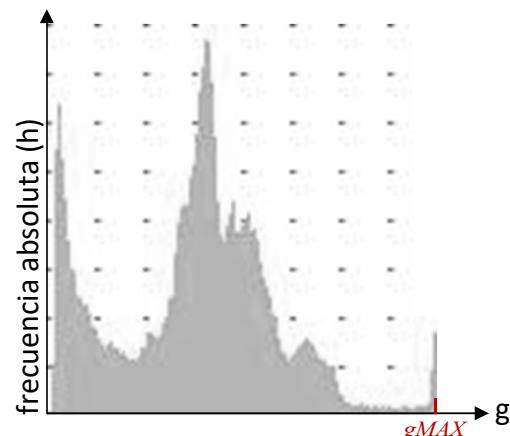
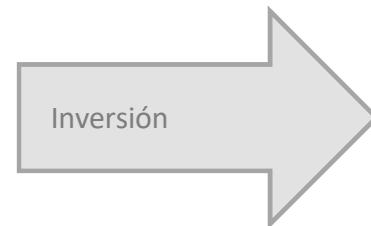
$$g(x, y) \geq 50 \quad , y) = g(x, y) - 50 \quad g(x, y) < 50$$

$$\text{entonces } g'(x, y) = 0$$

11. imágenes digitales

Edición de imágenes - Operadores de puntos

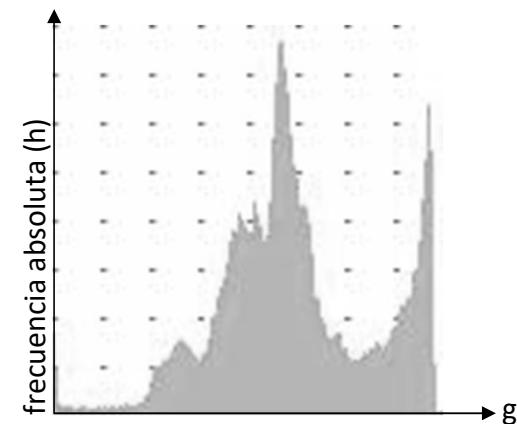
Operaciones puntuales: Invertir la imagen



$$g'(x, y) = g_{MAX} - g(x, y) \text{ se}$$

deduce:

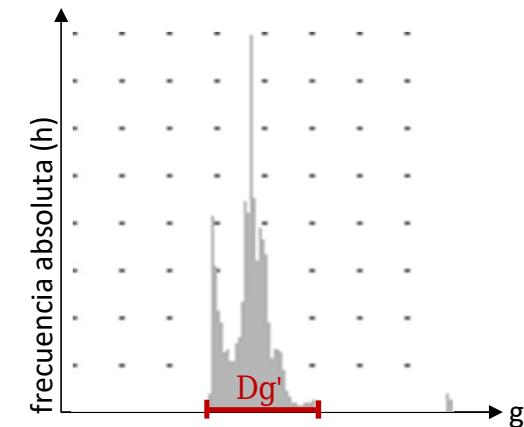
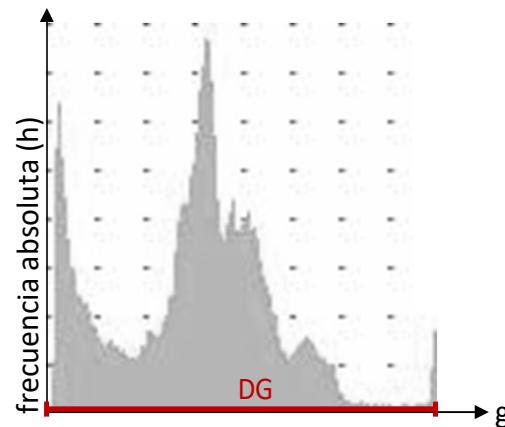
$$h(g'_i) = h(g_{MAX-i})$$



11. imágenes digitales

Edición de imágenes - Operadores de puntos

Operaciones puntuales: Cambiar el contraste



11. imágenes digitales

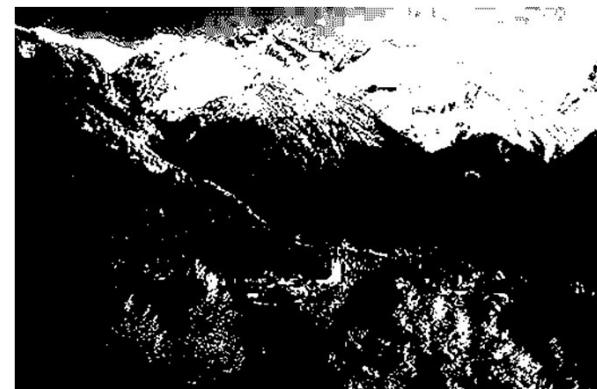
Edición de imágenes - Operadores de puntos

Operadores
umbral



Operación mediante

Binariización con
umbral gS= 127



$$g'(x, y) = 0 \text{ si } g(x, y) < g_s \\ g'(x, y) = 1 \text{ o } 255 \text{ si } g(x, y) \geq g_s$$

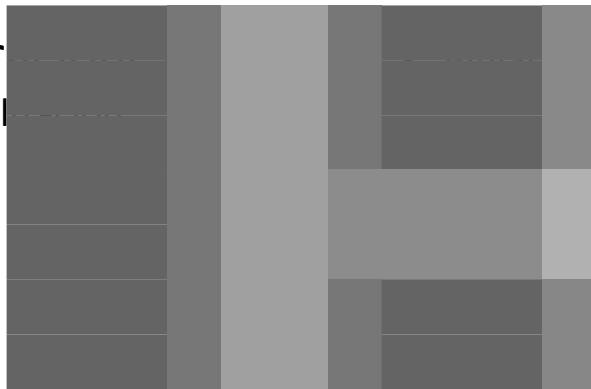
Binariización con
umbral gS= 180



11. imágenes digitales

Edición de imágenes - Operadores de puntos

Operación
umbral



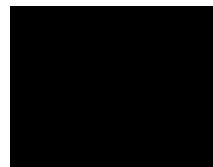
Operación mediante

Binarización con
umbral 112



$$g'(x, y) = 0 \text{ si } g(x, y) < g_s \\ g'(x, y) = 1 \text{ o } 255 \text{ si } g(x, y) \geq g_s$$

Binarización con
umbral 130



11. imágenes digitales

Edición de imágenes - Operadores

de puntos

Histogramas Operaciones

puntuales

- Cambio lineal de los valores de gris:
 - Cambiar el brillo de la imagen
 - Invertir la imagen
 - Cambiar el contraste
 - Binarización mediante umbralización
- Cambio no lineal de los valores de gris:
 - Corrección gamma
- Transformaciones cromáticas (Transformación del color)

11. imágenes digitales

Edición de imágenes - Operadores de puntos

Operadores
de punto



Cambio lineal de los valores de gris



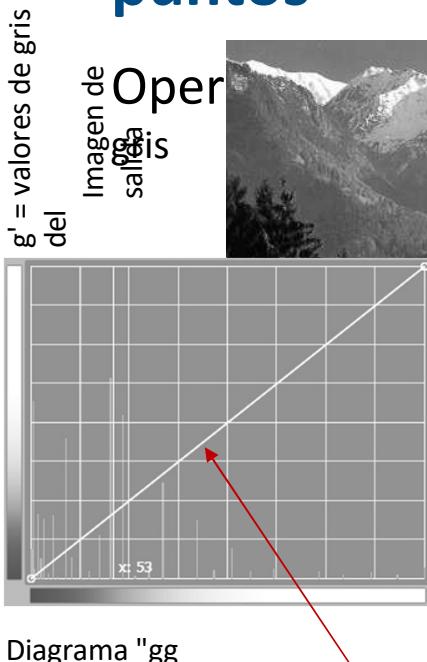
Cambio lineal de los
valores de gris



Cambio no lineal de los
valores de gris

11. imágenes digitales

Edición de imágenes - Operadores de puntos



Cambio lineal de los valores de gris

Cambio lineal de los valores de gris



Histogramas

Operaciones puntuales del diagrama gg

- Cambio lineal de los valores de gris:
 - Cambiar el brillo de la imagen
 - Invertir la imagen
 - Cambiar el contraste
 - Binarización mediante umbralización
- Cambio no lineal de los valores de gris:
 - Corrección gamma
- Transformaciones cromáticas (Transformación del color)

11. imágenes

digitales

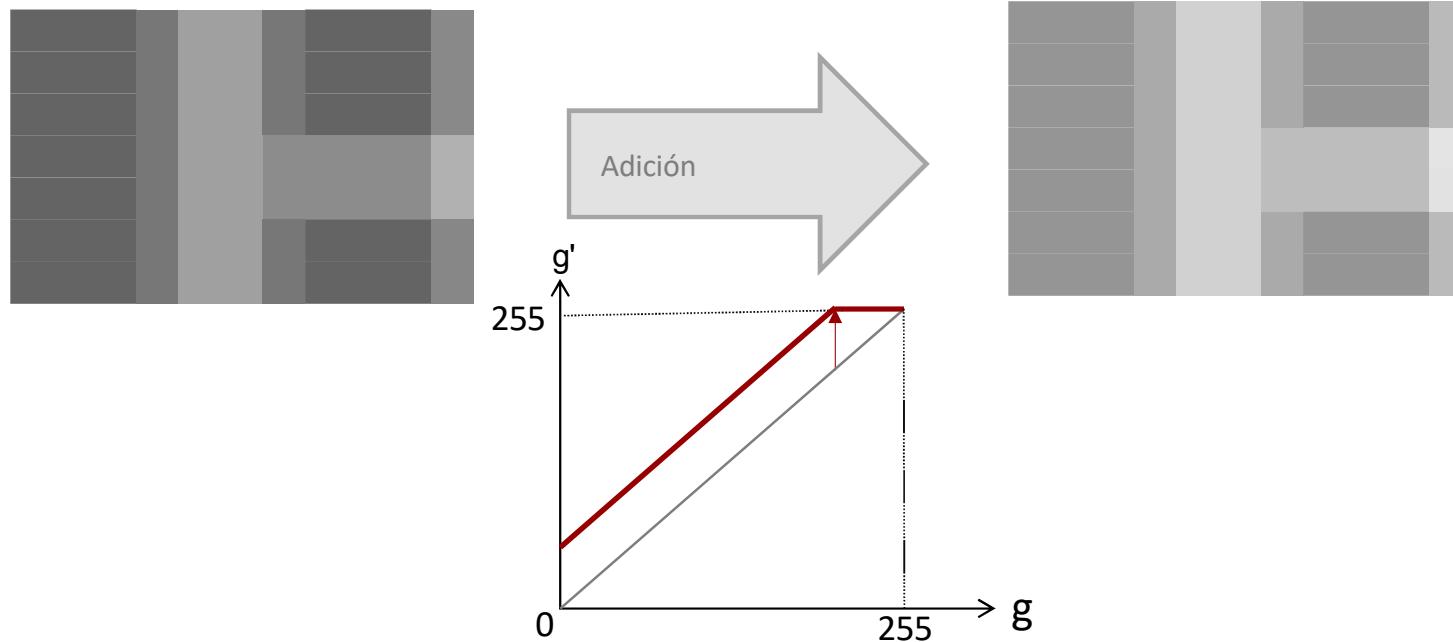
Edición de imágenes - Operadores de puntos

Operaciones puntuales: Cambiar el brillo de la imagen

Aclara la imagen añadiendo un valor > 0

Nota: La imagen se vuelve más brillante cuando el ab-

La bisectriz del ángulo es la bisectriz del ángul



11. imágenes

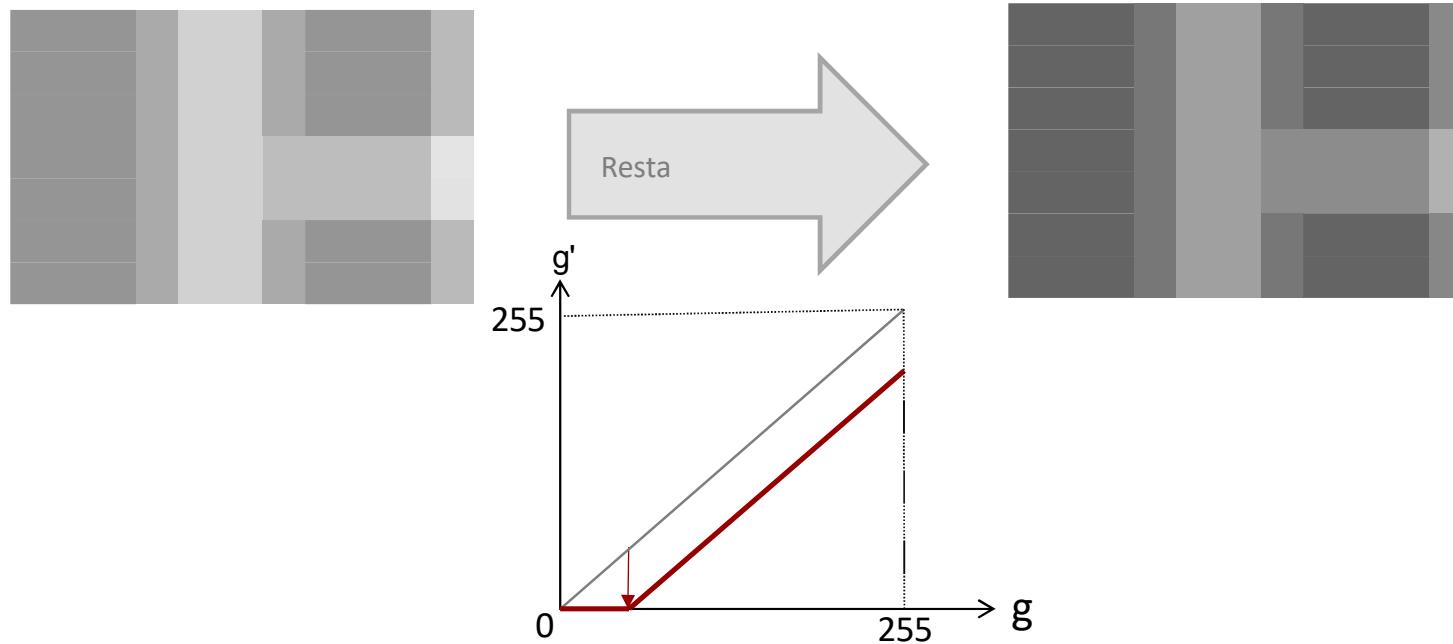
digitales

Edición de imágenes - Operadores de puntos

Nota: La imagen se oscurece cuando el
La función de mapeo discurre
por debajo de la bisectriz del
ángulo.

Operaciones puntuales: Cambiar el brillo de la imagen

Oscurecer la imagen restando un valor > 0



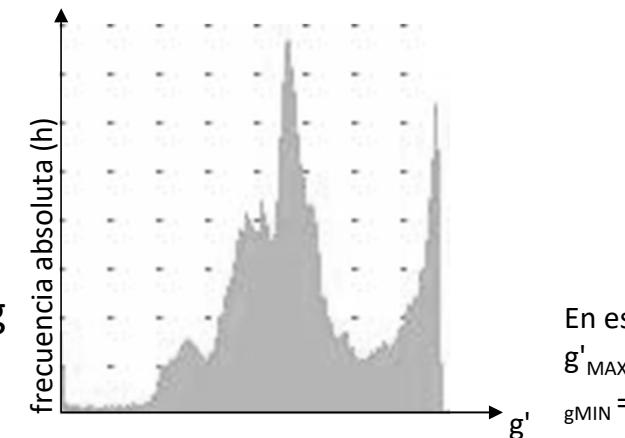
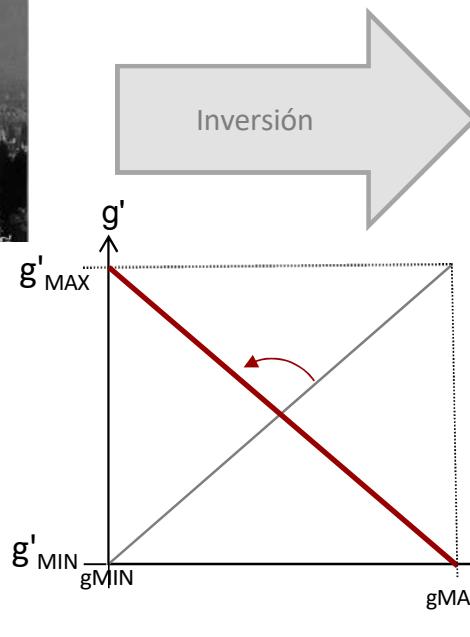
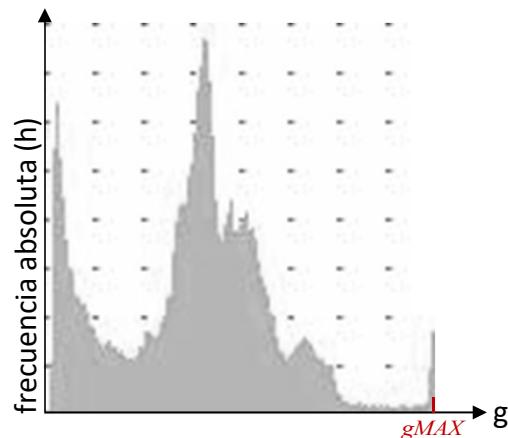
11. imágenes

digitales

Edición de imágenes - Operadores de puntos

Operaciones puntuales: Invertir la imagen

Nota: La imagen se invierte cuando la pendiente de la función cartográfica es negativa.

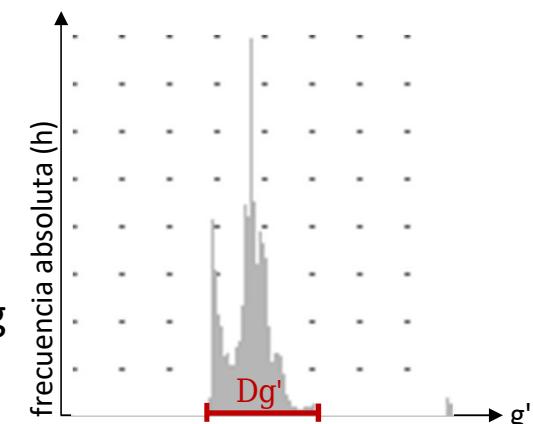
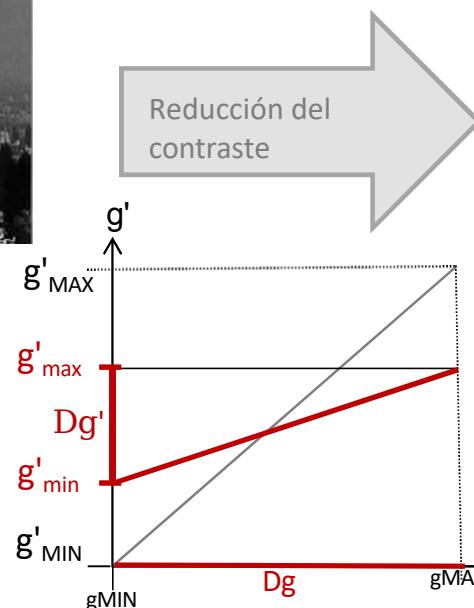
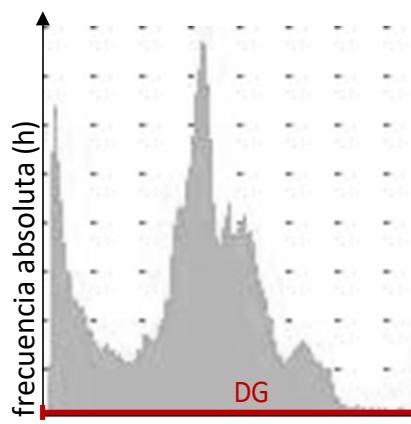


En este caso: $g_{MAX} = g'_{MAX}$
 $g_{MIN} = g'_{MIN}$

Edición de imágenes - Operadores de puntos

Operaciones puntuales: Cambiar el contraste

Nota: La imagen pierde contraste, cuando la pendiente del función de asignación < 1.



11. imágenes

digitales

Edición de imágenes - Operadores de puntos

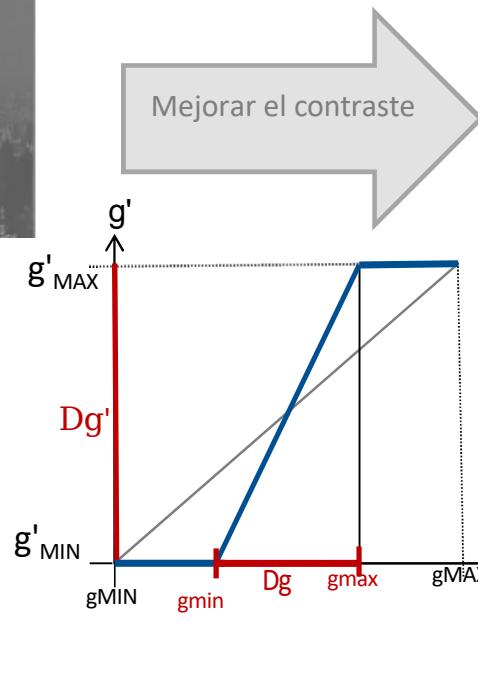
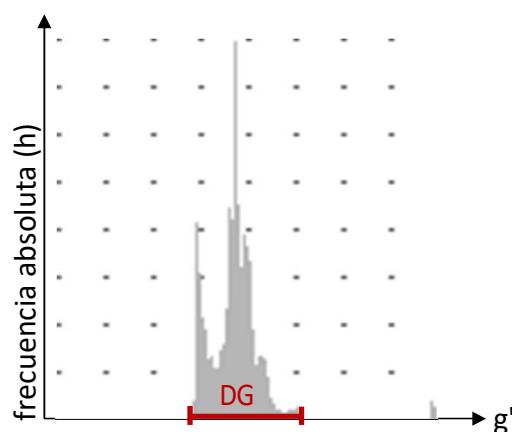
Nota: La imagen adquiere mayor contraste, cuando la perspectiva del 1.

Operaciones puntuales: Cambiar el contraste

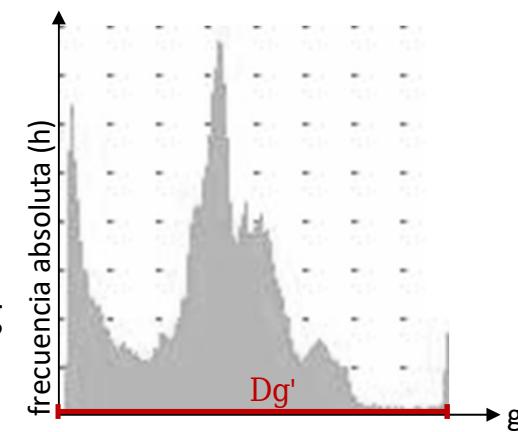


bajo contraste

Mejorar el contraste



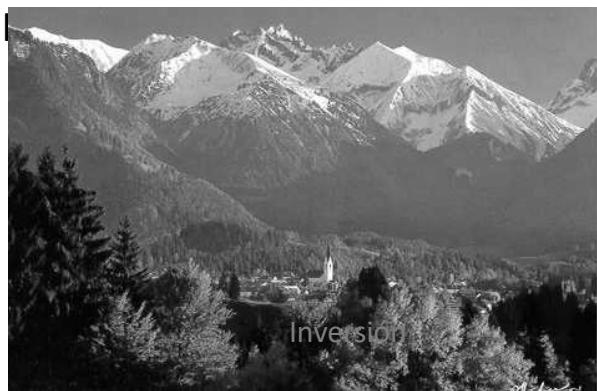
alto contraste



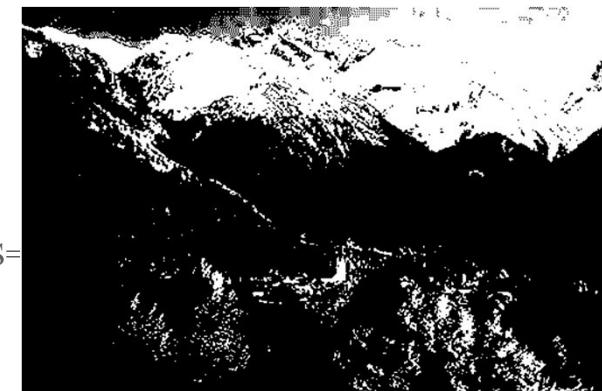
11. imágenes digitales

Edición de imágenes - Operadores de puntos

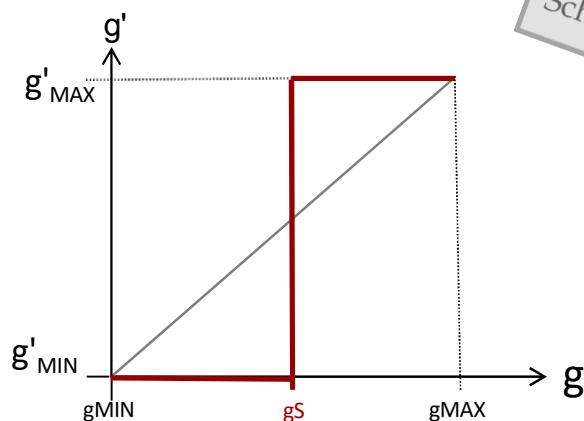
Operaciones puntuales: Binarización mediante umbral



Binarización con umbral $g_S = 127$



Binarisierung mit Schwellwert $g_S = 180$



Nota: La binarización puede utilizarse para dividir una imagen en primer plano (blanco por defecto) y fondo (negro).

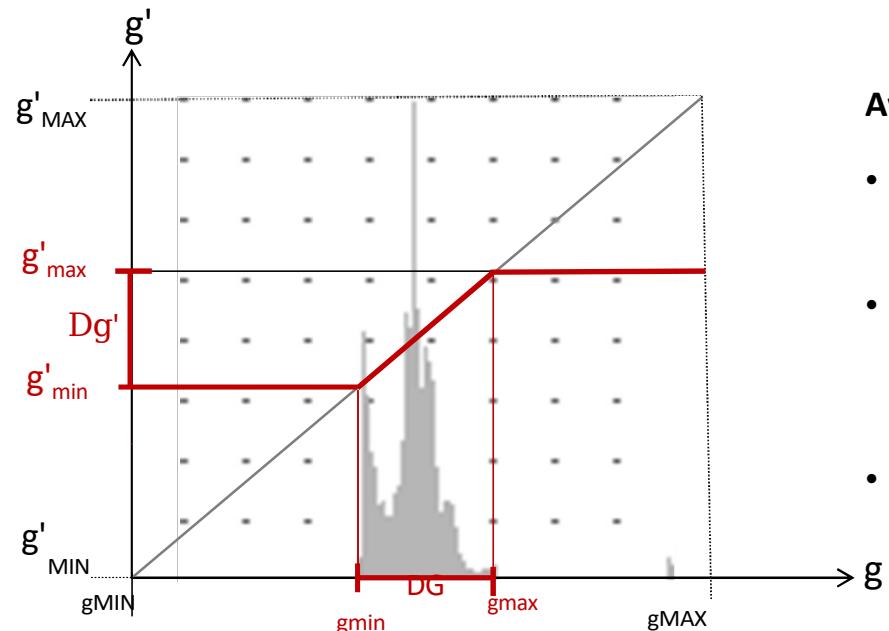
11. imágenes digitales

Edición de imágenes - Operadores

de puntos

Diagrama gg': Una forma eficaz de representación de los operadores puntuales es el diagrama gg', que asigna los valores de gris de la imagen de entrada a los valores de gris de la imagen de salida.

A menudo, el gráfico gg' está vinculado al histograma de la imagen de entrada.



Aviso:

- g_{\min} y g_{\max} son los valores de gris mínimo y máximo presentes en la imagen de entrada.
- g'_{\min} y g'_{\max} son los valores de gris mínimo y máximo disponibles para mostrar la imagen de entrada.
- g'_{\min} y g'_{\max} así como g'_{\min} y g'_{\max} caracterizan la imagen de salida de forma equivalente .

11. imágenes digitales

Edición de imágenes - Operadores de puntos

Primero la motivación: ¿qué se puede hacer con las imágenes de satélite?
Un ejemplo práctico:



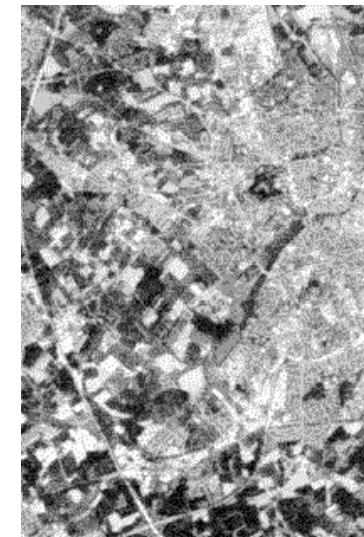
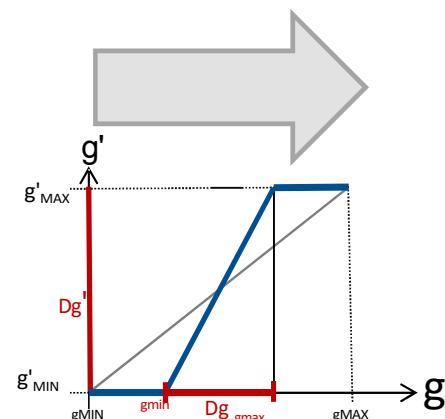
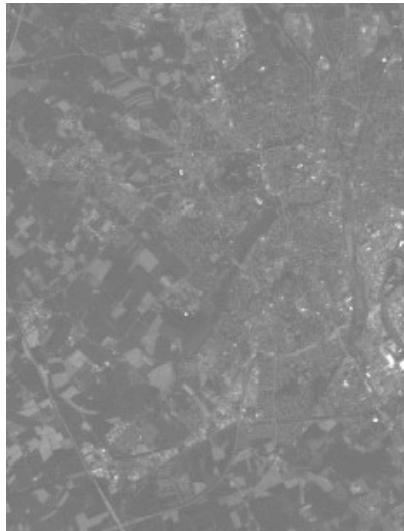
Enlace:

<https://www.youtube.com/watch?v=lrZ-vWzv0as>

11. imágenes digitales

Edición de imágenes - Operadores de puntos

Un primer paso suele ser preparar las imágenes de forma que se utilice el máximo espacio de color disponible, a ser posible sin distorsionar los datos de la imagen. Los datos se distorsionan cuando se añade o elimina información de la imagen (valores de gris).



Imágenes de: http://ivvgeo.uni-muenster.de/Vorlesung/FE_Script/kapitel3/main3-2.html (la página ya no existe)

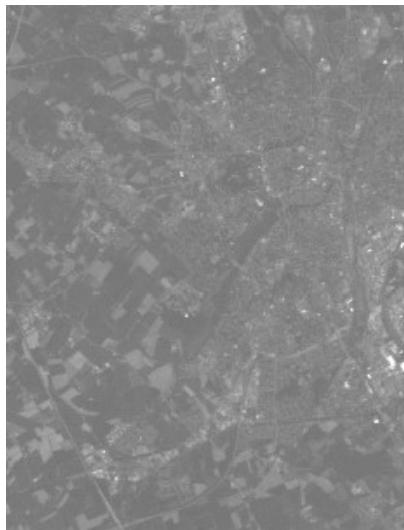
11. imágenes digitales

Edición de imágenes - Operadores

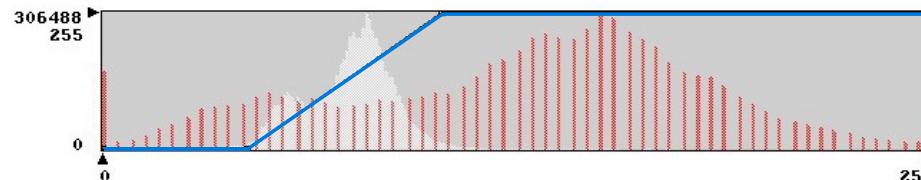
de puntos

Un ejemplo práctico:

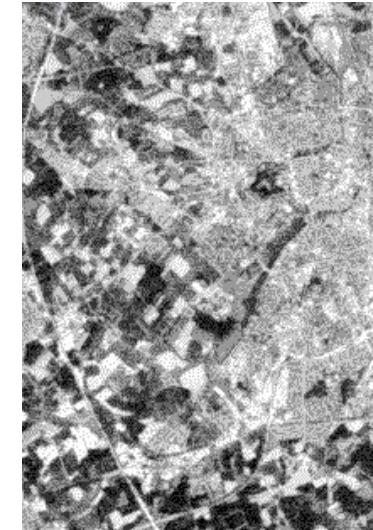
Un primer paso suele ser preparar las imágenes de forma que se utilice el máximo espacio de color disponible, a ser posible sin distorsionar los datos de la imagen. Los datos se distorsionan cuando se añade o elimina información de la imagen (valores de gris).



Transformación lineal del valor de gris



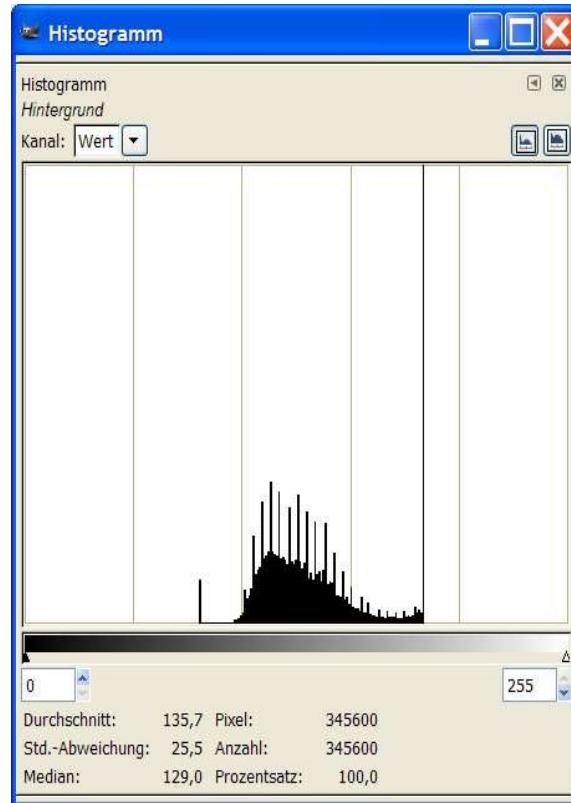
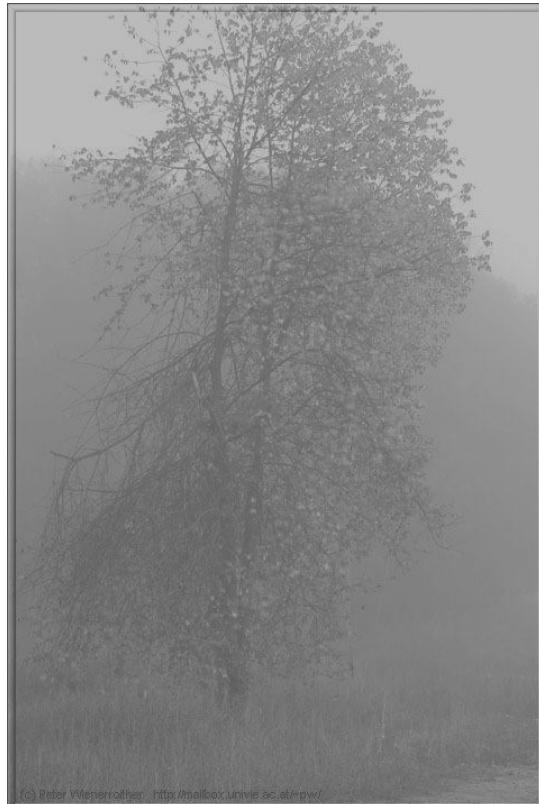
Histograma imagen izquierda=gris claro, imagen derecha=rojo;
transformación lineal=azul.



Imágenes de: http://ivvgeo.uni-muenster.de/Vorlesung/FE_Script/kapitel3/main3-2.html (la página ya no existe)

11. imágenes digitales

Edición de imágenes - Operadores de puntos

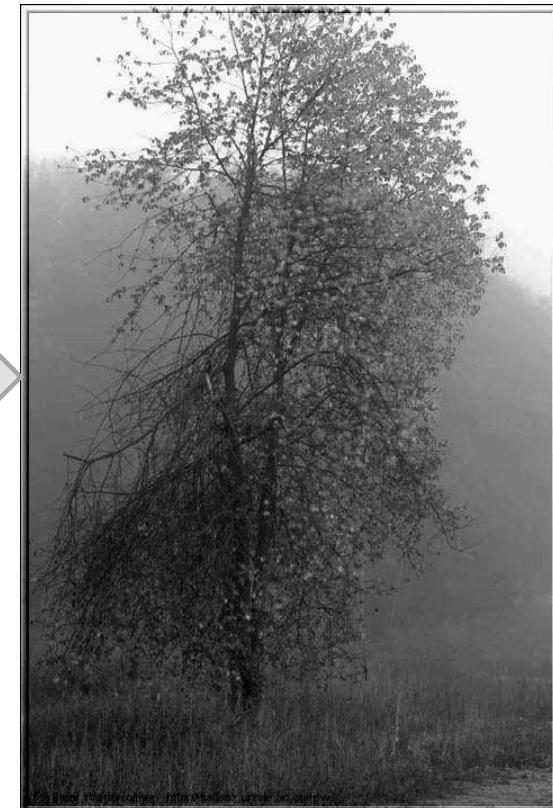
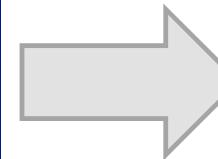
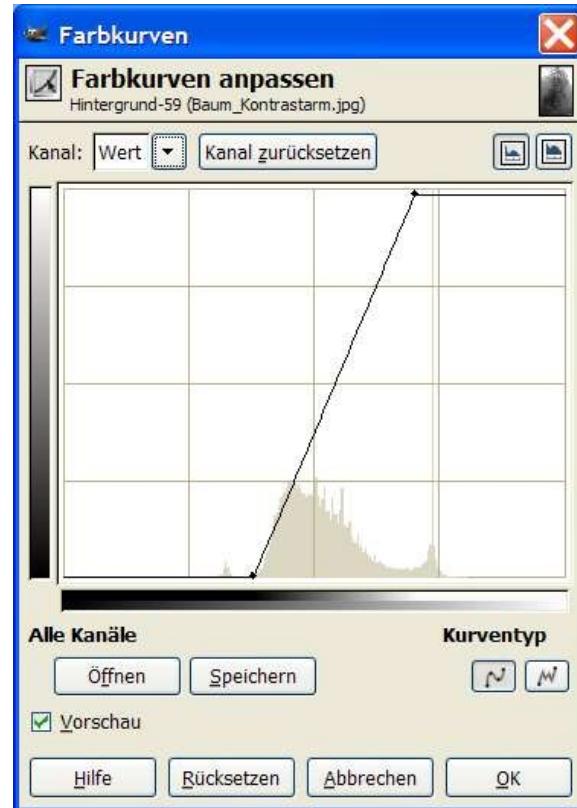
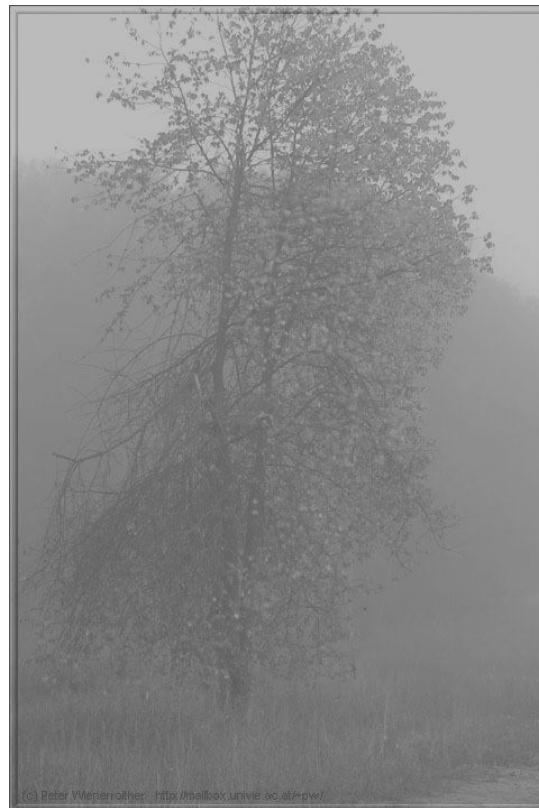


Situación inicial:

Una imagen de bajo contraste cuyos valores de gris están todos en la gama media.

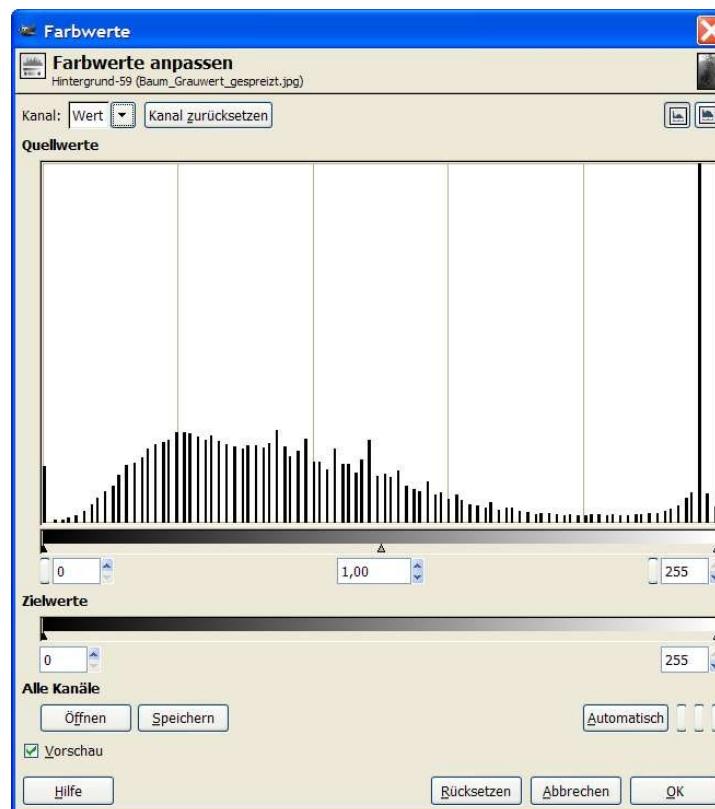
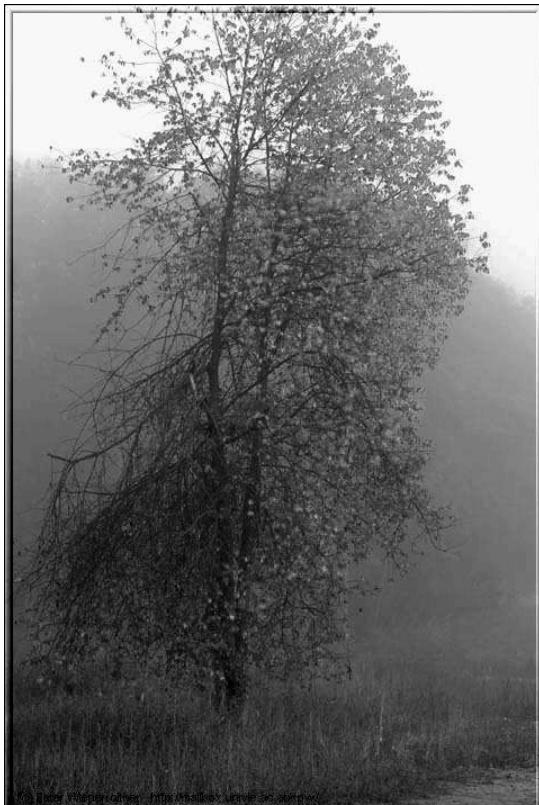
11. imágenes digitales

Edición de imágenes - Operadores de puntos



11. imágenes digitales

Edición de imágenes - Operadores de puntos



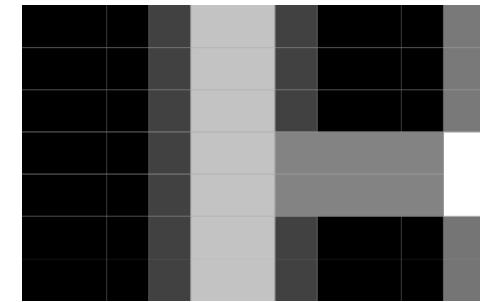
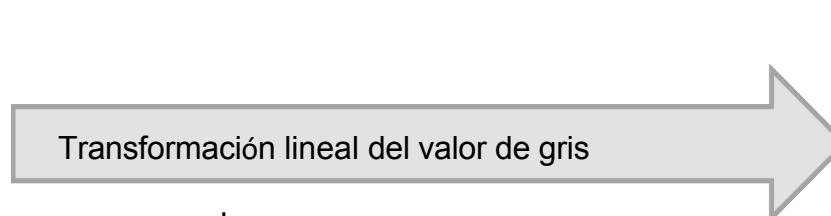
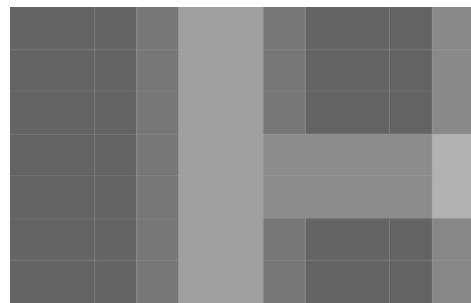
Conclusión:

- Los valores de gris de la imagen de bajo contraste se distribuyeron uniformemente en el intervalo de valores de gris disponible.
- A cada píxel de la imagen de entrada se le asignó un nuevo valor de gris g' mediante la transformación lineal del valor de gris, basándose en el valor de gris g .
- **Así, la información de la imagen no parece haberse distorsionado.**
- **Sólo podremos comprobar si realmente es así si sabemos cómo se realiza el cálculo de la transformación lineal del valor de gris.**

11. imágenes digitales

Edición de imágenes - Operadores de puntos

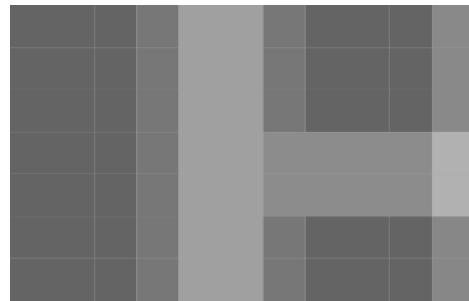
Cálculo de la transformación lineal del valor de gris para la difusión del contraste:



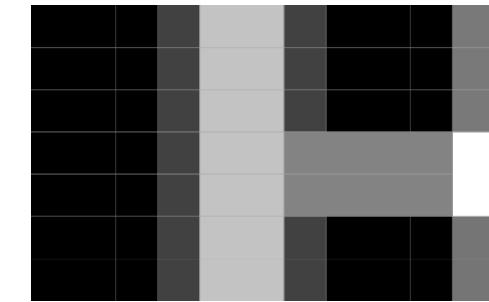
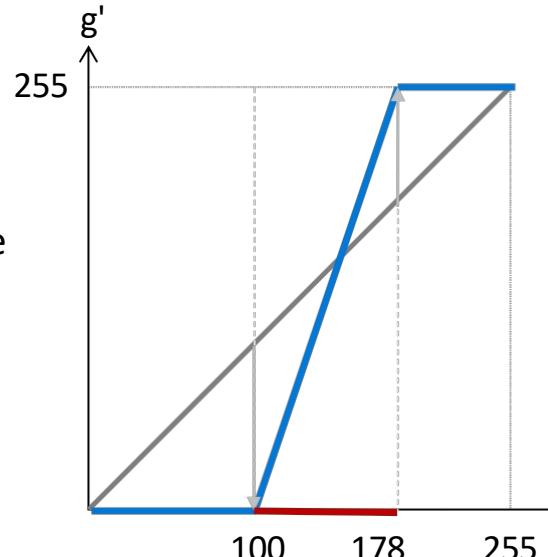
11. imágenes digitales

Edición de imágenes - Operadores de puntos

Cálculo de la transformación lineal del valor de gris para la difusión del contraste:



Transformación lineal del valor de gris



Primer paso:
La pendiente m se calcula: $g' = m \cdot g$

En general:

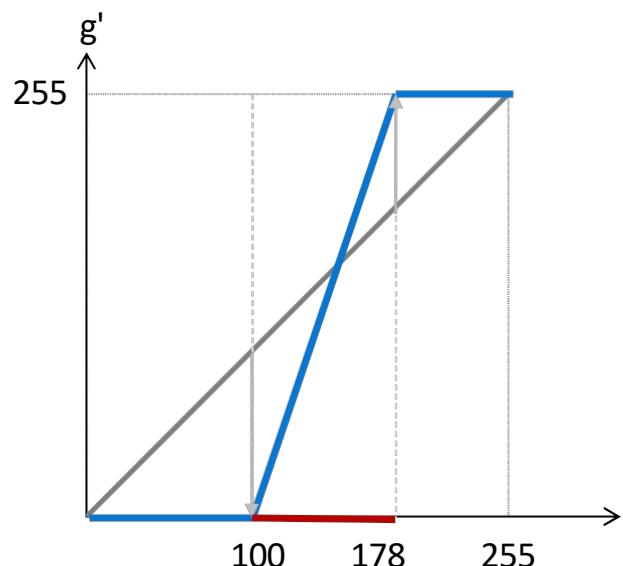
$$g'_m(i, j) = g(i, j) \cdot \frac{g'_{MAX} - g'_{MIN}}{g_{max} - g_{min}}$$

En el ejemplo: $g'_{MAX}=255$, $g'_{MIN}=0$, $g_{max}=178$, $g_{min}=100$

11. imágenes digitales

Edición de imágenes - Operadores de puntos

Cálculo de la transformación lineal del valor de gris para la difusión del contraste:



Primer paso:
La pendiente m se calcula: $g' = m \cdot g$

En general:

$$g'_m(i, j) = g(i, j) \cdot \frac{g'_{MAX} - g'_{MIN}}{g_{max} - g_{min}}$$

En el ejemplo: $g'_{MAX}=255$, $g'_{MIN}=0$, $g_{max}=178$, $g_{min}=100$

11. imágenes digitales

Edición de imágenes - Operadores

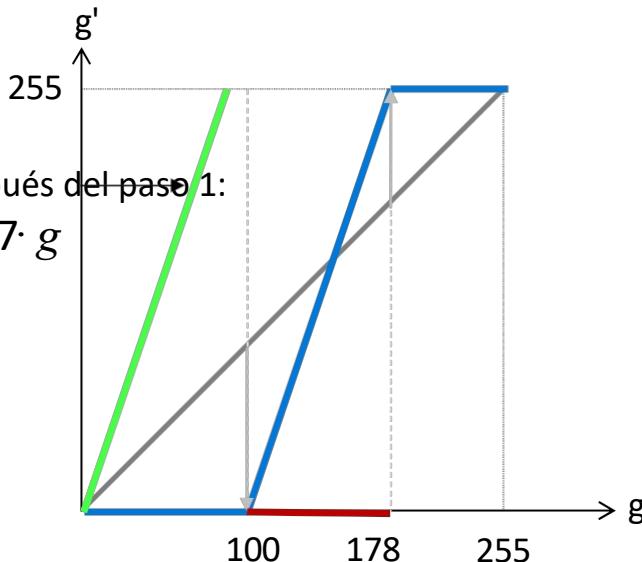
de puntos

Cálculo de la transformación lineal del valor de gris ...

:

Transformación lineal del valor de gris después del paso 1:

$$g' = 3,27 \cdot g$$



1. Paso:

La pendiente m se calcula: $g' = m \cdot g$

En general:

$$g'_m(i, j) = g(i, j) \cdot \frac{g'_{MAX} - g'_{MIN}}{g_{max} - g_{min}}$$

En el ejemplo: $g'_{MAX}=255$, $g'_{MIN}=0$, $g_{max}=178$, $g_{min}=100$

La pendiente m de la transformación lineal del valor de gris $g' = m \cdot g$ es, por tanto: $m = (255-0) / (178-100) = \underline{\underline{3,27}}$

11. imágenes digitales

Edición de imágenes - Operadores

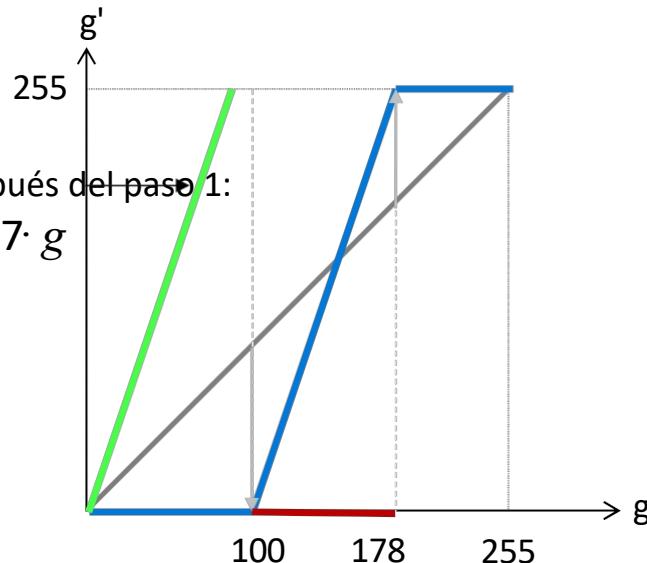
de puntos

Cálculo de la transformación lineal del valor de gris ...

:

Transformación lineal del valor de gris después del paso 1:

$$g' = 3,27 \cdot g$$



1. Paso:

La pendiente m se calcula: $g' = m \cdot g$

En general:

$$g'_m(i, j) = g(i, j) \cdot \frac{g'_{MAX} - g'_{MIN}}{g_{max} - g_{min}}$$

2. Paso:

Se calcula el punto de intersección b del eje Y

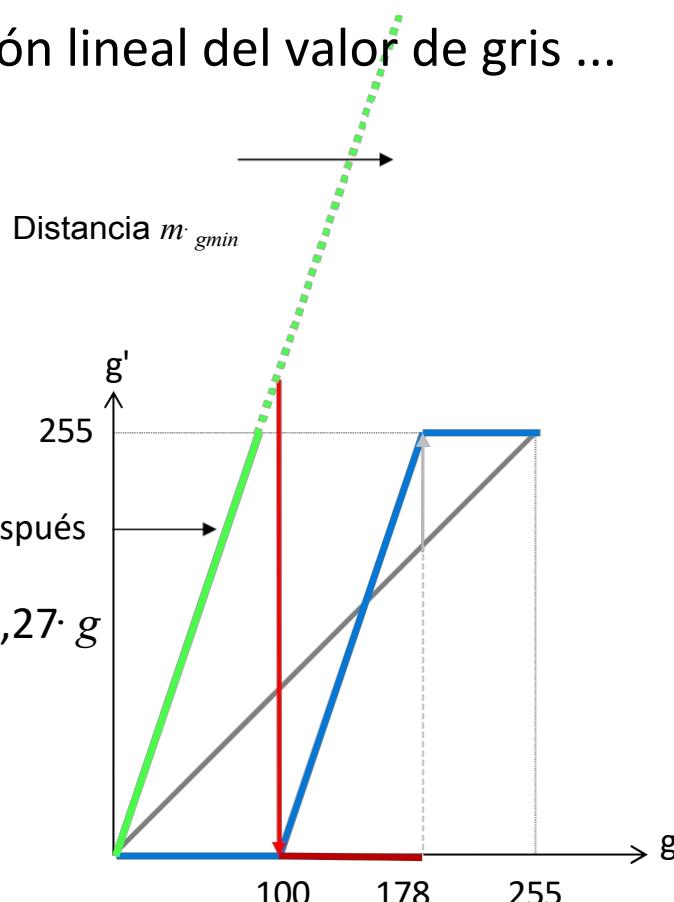
11. imágenes digitales

Edición de imágenes - Operadores

de puntos

Cálculo de la transformación lineal del valor de gris ...

:



1. Paso:

La pendiente m se calcula: $g' = m \cdot g$

En general:

$$g'_m(i, j) = g(i, j) \cdot \frac{g'_{\max} - g'_{\min}}{g_{\max} - g_{\min}}$$

2. Paso:

Se calcula el punto de intersección b del eje Y

Conclusión: El punto de intersección b del eje Y se calcula restando la distancia $m \cdot g_{\min}$ a la recta $g' = m \cdot g$.

$$b = -g_{\min} \cdot \frac{g'_{\max} - g'_{\min}}{g_{\max} - g_{\min}}$$

$$\text{En nuestro caso: } g' = m \cdot g - (100 \cdot m)$$

11. imágenes digitales

Edición de imágenes - Operadores

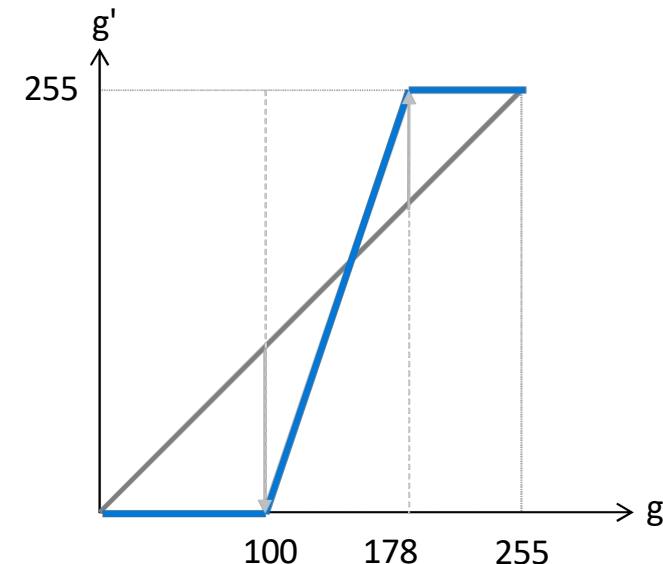
de puntos

Cálculo de la transformación lineal del valor de gris para la difusión del contraste :

Redacción general:

$$g'(i, j) = g(i, j) \left[\frac{g'_{MAX} - g'_{MIN}}{g_{max} - g_{min}} \right] + \left[\frac{g'_{MAX} - g'_{MIN}}{g_{max} - g_{min}} \right]$$

Pendiente Intersección eje Y



transformación lineal del valor de gris asociada:

$$g' = 3,27 \cdot g - (327)$$

con $g' = 0$ para $g < 100$ y $g' = 255$ para $g > 178$

11. imágenes digitales

Edición de imágenes - Operadores

de puntos

Cálculo de la transformación lineal del valor de gris para la difusión del contraste :

Redacción general:

mult

$$\frac{g'_{MAX} - g'_{MIN}}{g_{MAX} - g_{MIN}}$$

da

$$+ \frac{g'_{MAX} - g'_{MIN}}{g_{MAX} - g_{MIN}}$$

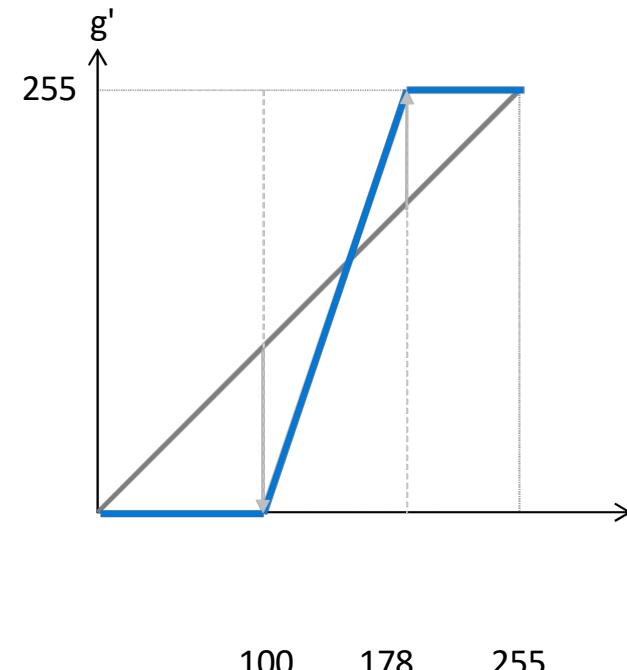
$$g'(i, j) = g(i, j) \square$$

+

$$g'(i, j,) = g(i, j) \square mult + add$$

$$mult = \frac{g'_{MAX} - g'_{MIN}}{g_{MAX} - g_{MIN}}$$

$$añadir = \frac{g'_{MIN}}{g_{MIN}} mult$$



transformación lineal del valor de gris asociada:

$$g' = 3,27 \cdot g - (327)$$

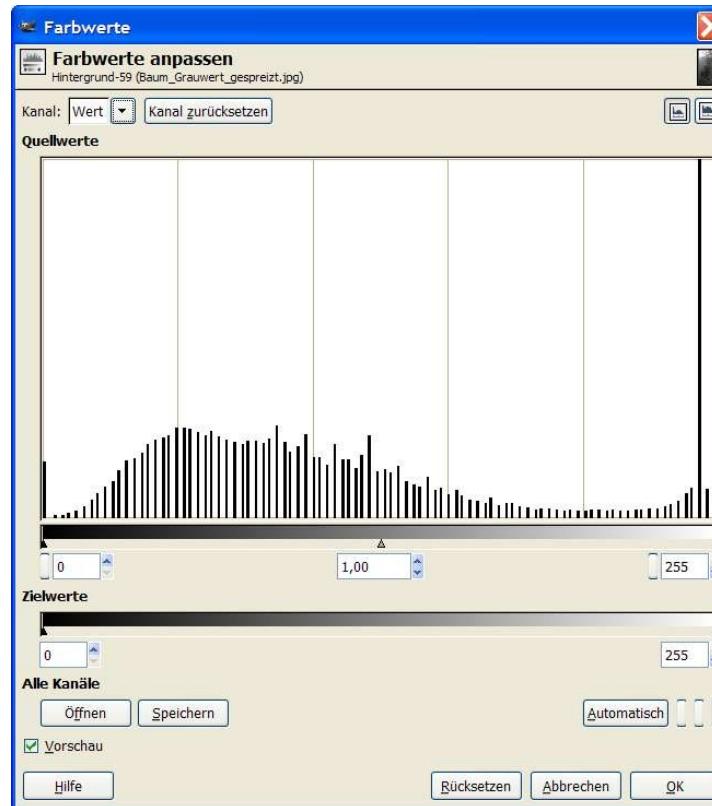
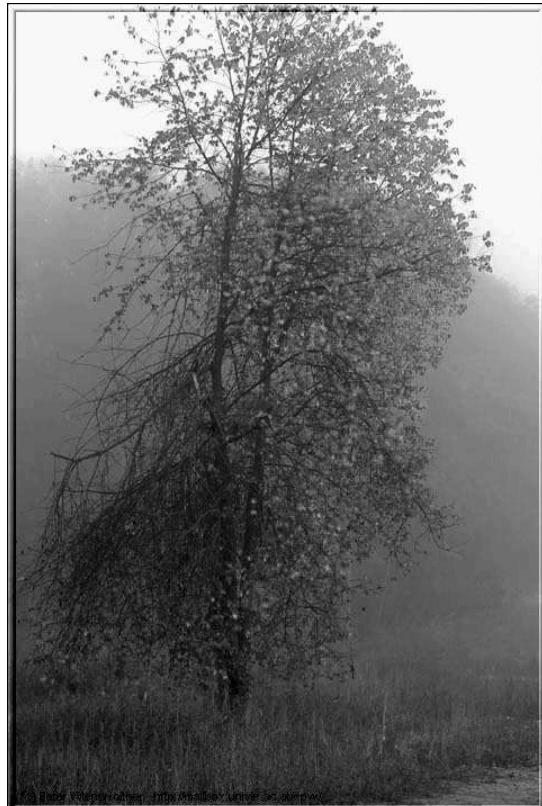
con $g' = 0$ para $g < 100$ y $g' = 255$ para $g > 178$

11. imágenes digitales

Edición de imágenes - Operadores

de puntos

Una pregunta sigue abierta: **¿La transformación lineal del valor de gris distorsiona la información de la imagen?**



Conclusión:

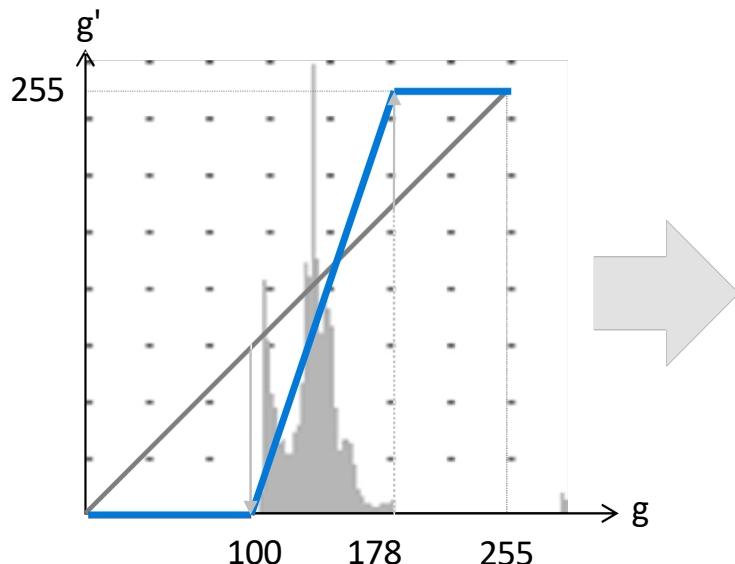
- Los valores de gris de la imagen de bajo contraste se distribuyeron uniformemente en el intervalo de valores de gris disponible.
- A cada píxel de la imagen de entrada se le asignó un nuevo valor de gris g' mediante la transformación lineal del valor de gris basada en el valor de gris g .
- Así, la información de la imagen no parece haberse distorsionado.
- Sólo podremos comprobar si realmente es así si sabemos cómo se realiza el cálculo de la transformación lineal del valor de gris.

11. imágenes digitales

Edición de imágenes - Operadores

de puntos

¿Se distorsiona la información de la imagen con la transformación lineal del valor de gris?



Transformación lineal del valor de gris:
 $g' = 3,27 \cdot g - (327)$

con $g' = 0$ para $g < 100$ y
 $g' = 255$ para $g > 178$

g	g'	Valor de gris visualizable
100	0	0
101	3,27	3
102	6,54	6
...
139	127,53	128
...
176	248,52	249
177	251,79	252
178	255,06	255

Calcular la transformación lineal del valor de gris para los valores de gris de la imagen de entrada que se encuentran entre g_{\min} y g_{\max} .

Objetivo: comprobar si dos valores de gris se corresponden con un valor de gris

- Si se mapean dos valores de gris en un valor de gris, se pierde información de la imagen que ya no puede reconstruirse.
- con nuestra dispersión del contraste, puede excluirse la distorsión de la imagen, ya que no se asignan dos valores de gris a un único valor de gris
- No se trata de una prueba válida en general, pero es un claro indicio de que la mejora del contraste no distorsiona el contenido de la imagen y, por tanto, puede utilizarse también para datos sensibles (imágenes médicas, imágenes de satélite).

11. imágenes digitales

Edición de imágenes - Operadores

de puntos

Histogramas Operaciones

puntuales

- Cambio lineal de los valores de gris:
 - Cambiar el brillo de la imagen
 - Invertir la imagen
 - Cambiar el contraste
 - Binarización mediante umbralización
- Cambio no lineal de los valores de gris:
 - Corrección gamma
- Transformaciones cromáticas (Transformación del color)

11. imágenes digitales

Edición de imágenes - Operadores de puntos

Cambio no lineal de los valores de gris: corrección gamma

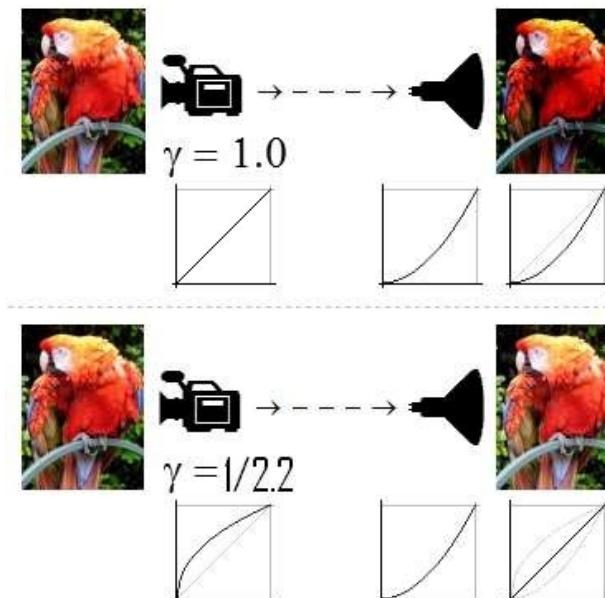
Supuestos hasta ahora:

- Al hacer fotos y vídeos, los valores de gris cambian linealmente con nuestra percepción.
- Al representar el valor de gris en las pantallas, los píxeles de la pantalla cambian linealmente según nuestra percepción

No es así.

La corrección gamma se utiliza para corregir el comportamiento no lineal al tomar y reproducir imágenes.

Imagen de: [Corrección gamma - Wikipedia](#)



Arriba: el sensor de imagen lineal sin corrección gamma ($\gamma=1$) capta una imagen de alto contraste pero poco natural

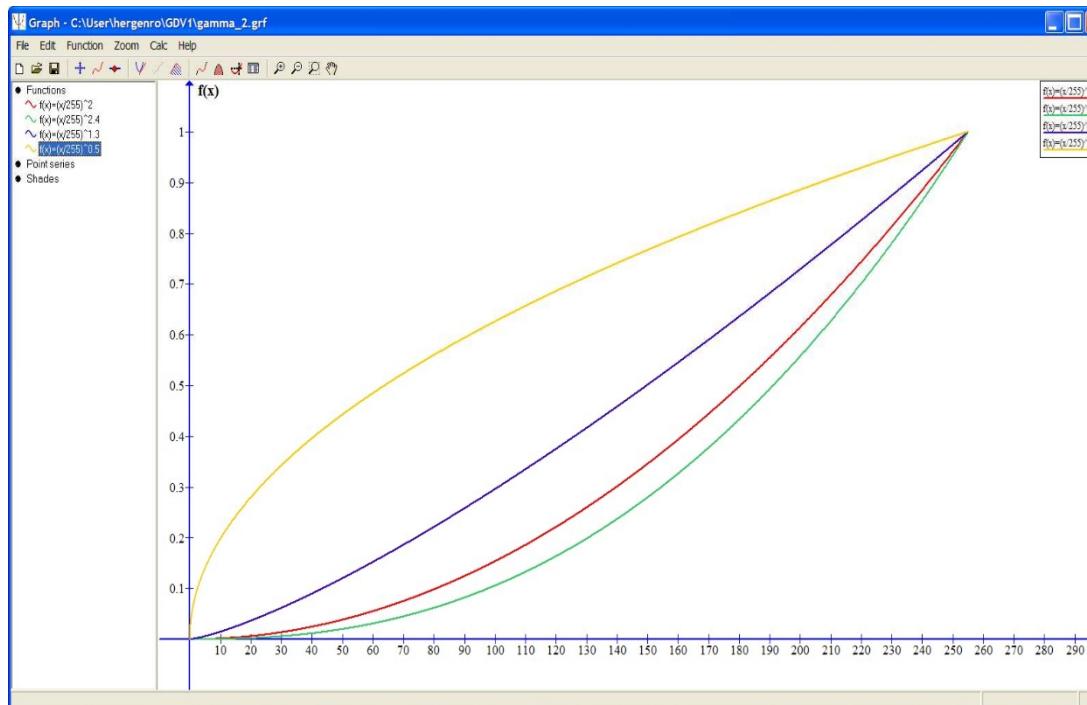
abajo: El sensor de imagen con corrección gamma captura una imagen fielmente perceptible

11. imágenes digitales

Edición de imágenes - Operadores de puntos

Cambio no lineal de los valores de gris: corrección gamma

Representación ejemplar del curso de la función gamma

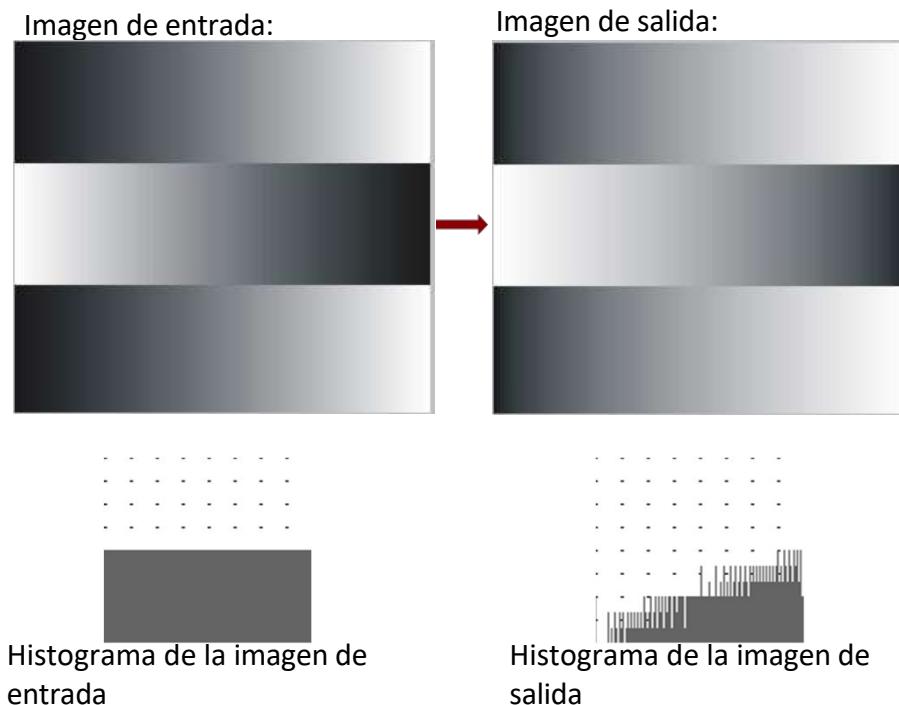


11. imágenes digitales

Edición de imágenes - Operadores de puntos

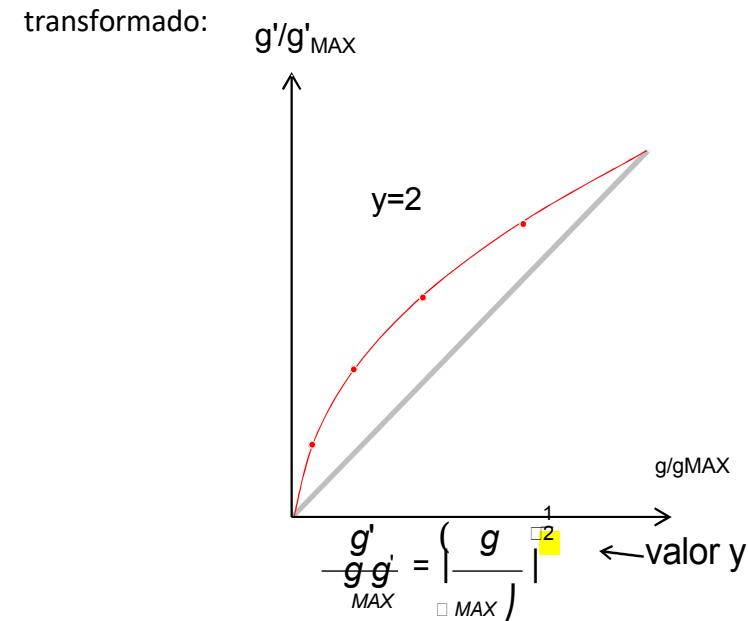
Cambio no lineal de los valores de gris: corrección gamma

Aclarado no lineal del contenido de la imagen



Función gamma que transforma la imagen de entrada en la imagen de salida.

transformado:



11. imágenes digitales

Edición de imágenes - Operadores de puntos

Cambio no lineal de los valores de gris: corrección gamma

Oscurecimiento no lineal del contenido de la imagen

Imagen de entrada:

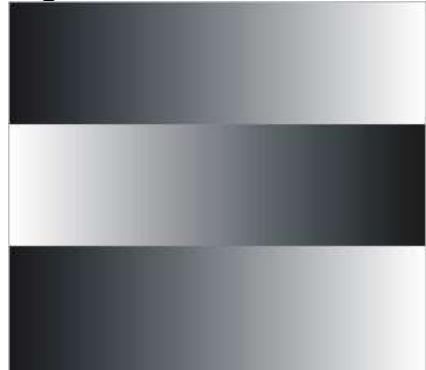
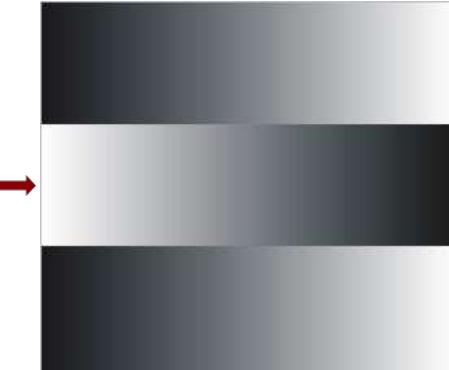
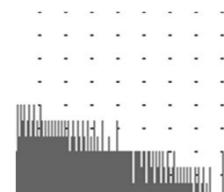


Imagen de salida:



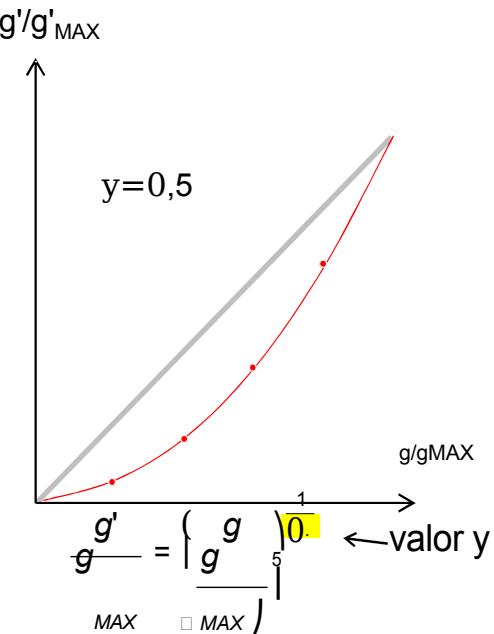
Histograma de la imagen de entrada



Histograma de la imagen de salida

Función gamma que transforma la imagen de entrada en la imagen de salida.

transformado:



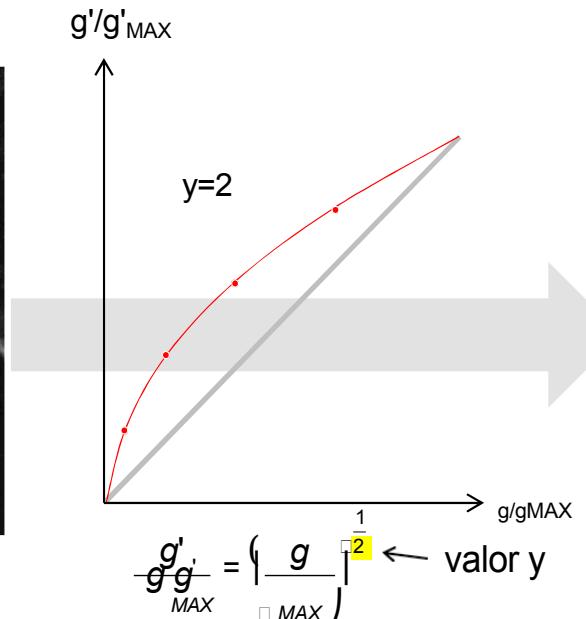
11. imágenes digitales

Edición de imágenes - Operadores de puntos

Cambio no lineal de los valores de gris: corrección gamma

¿Se ha aumentado el contraste en las zonas claras?

¿Cómo se puede saber dónde se ha aumentado o reducido el contraste?



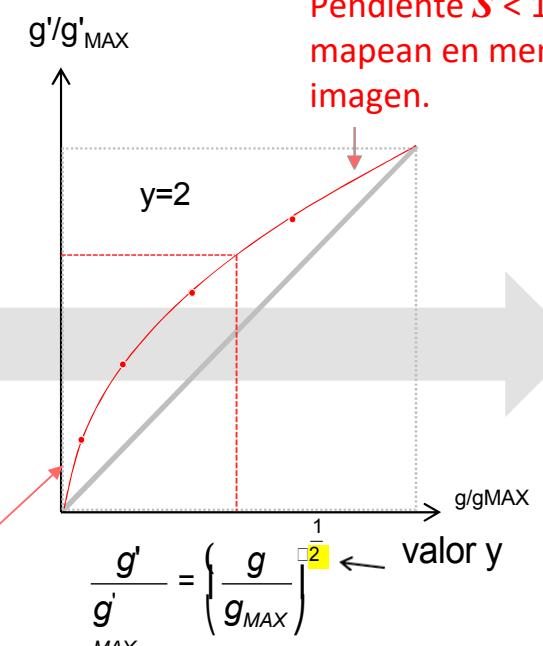
11. imágenes digitales

Edición de imágenes - Operadores de puntos

Cambio no lineal de los valores de gris: corrección gamma

¿Se ha aumentado el contraste en las zonas claras?

¿Cómo se puede saber dónde se ha aumentado o reducido el contraste?



Pendiente $S > 1$, lo que significa: la mitad de los valores de gris g se mapean en un número considerablemente mayor de valores de gris g' .

Pendiente $S < 1$, lo que significa: la mitad de los valores de gris g se mapean en menos valores de gris g' , se pierde información de la imagen.

11. imágenes digitales

Edición de imágenes - Operadores



Corrección gamma combinada en todos los canales rgb igual

Corrección gamma y < 1 igual en todos los canales rgb

Corrección gamma y > 1 igual en todos los canales rgb

- Hasta ahora, la corrección gamma sólo se aplicaba a las imágenes en escala de grises.
- En los ejemplos de la izquierda, se aplicaron las mismas correcciones gamma a los tres canales de color. En los tres casos mostrados, las correcciones tuvieron éxito. Sin embargo, no siempre es así.
- Mejor transfiere las imágenes a HSV, YCbCr o un sistema de color similar y luego corrige el canal de intensidad.
- **Recuerde:** La corrección gamma altera la información de la imagen. Por este motivo, no debe utilizarse en áreas de aplicación sensibles.

11. imágenes digitales

Edición de imágenes - Operadores

de puntos

Histogramas Operaciones

puntuales

- Cambio lineal de los valores de gris:
 - Cambiar el brillo de la imagen
 - Invertir la imagen
 - Cambiar el contraste
 - Binarización mediante umbralización
- Cambio no lineal de los valores de gris:
 - Corrección gamma
- Transformaciones cromáticas (Transformación del color)

11. imágenes digitales

Edición de imágenes - Operadores

de puntos

Transformaciones cromáticas (Transformación del color)

- Para realizar transformaciones de imagen, hay que configurar muchos parámetros.
- Sin embargo, esto sólo funciona bien si tienes conocimientos sobre el funcionamiento de los parámetros.



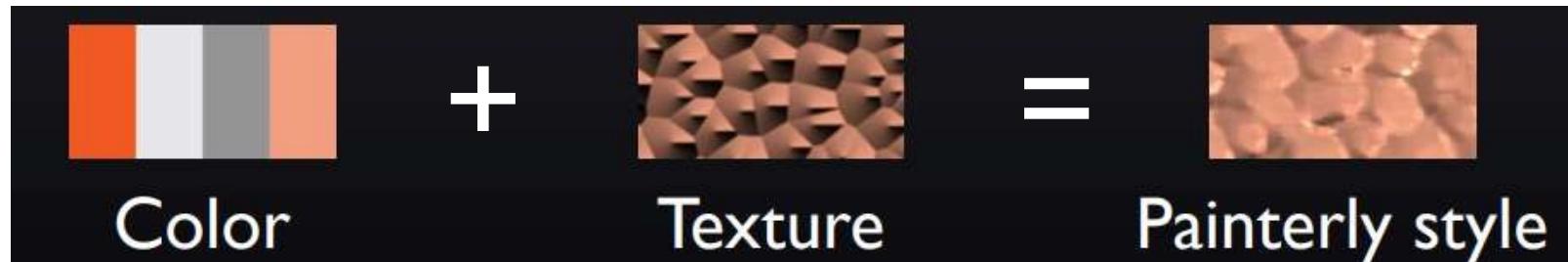
De: T. Pouli, E. Reinhard: "Example-based colour image manipulation and enhancement", SIGGRAPH 2012 Courses, [Example-based colour image manipulation and enhancement | ACM SIGGRAPH 2012 Courses](#)

11. Imágenes digitales

Edición de imágenes - Operadores de puntos

Transformaciones cromáticas (Transformación del color)

- Sería más intuitivo si se pudieran transferir las propiedades de una imagen a otra.
- Esto es exactamente de lo que se trata en el campo de las transformaciones cromáticas.



De: T. Pouli, E. Reinhard: "Example-based colour image manipulation and enhancement", SIGGRAPH 2012 Courses, [Example-based colour image manipulation and enhancement | ACM SIGGRAPH 2012 Courses](#)

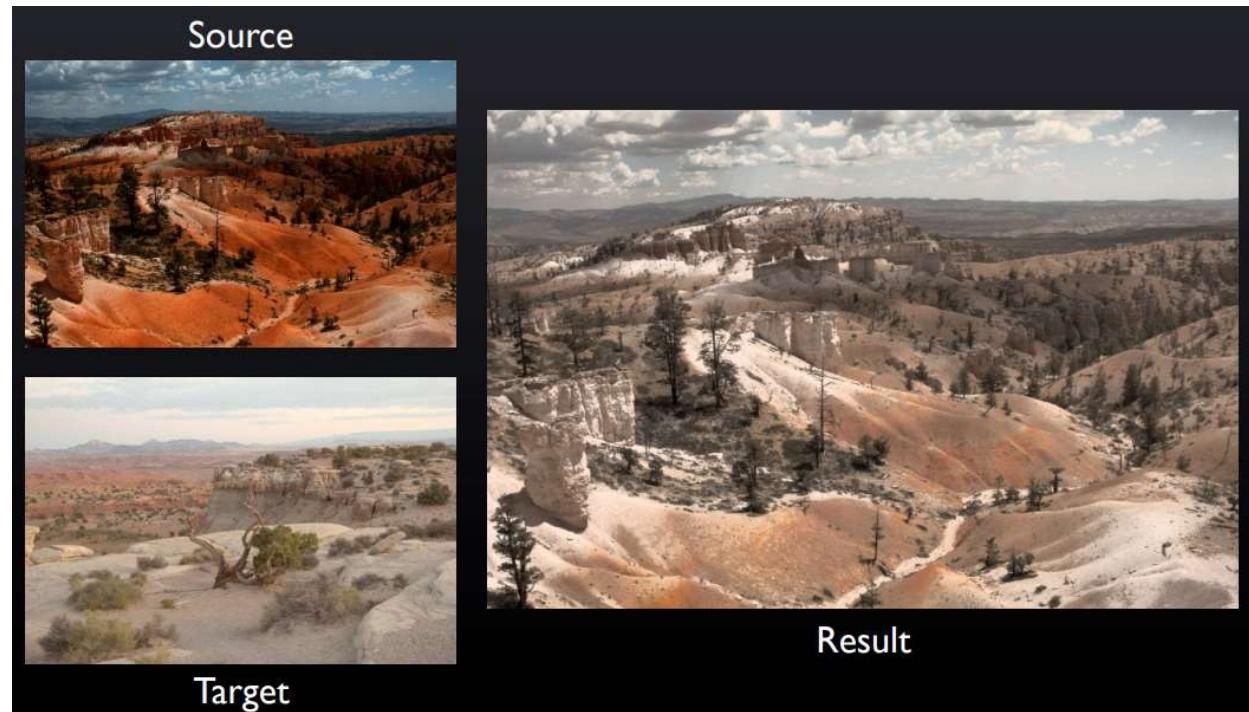
11. Imágenes digitales

Edición de imágenes - Operadores de puntos

Transformaciones cromáticas (Transformación del color)

El objetivo es:

- Transfiere la composición cromática de la imagen de destino a la imagen de entrada (Fuente).
- Debe desarrollarse un método que permita captar el diseño de color de la imagen de destino y transferirlo a la imagen de entrada (fuente). El contenido de imagen de la fuente debe conservarse en la medida de lo posible en la imagen resultante.



De: T. Pouli, E. Reinhard: "Example-based colour image manipulation and enhancement", SIGGRAPH 2012 Courses, [Example-based colour image manipulation and enhancement | ACM SIGGRAPH 2012 Courses](#)

11. imágenes digitales

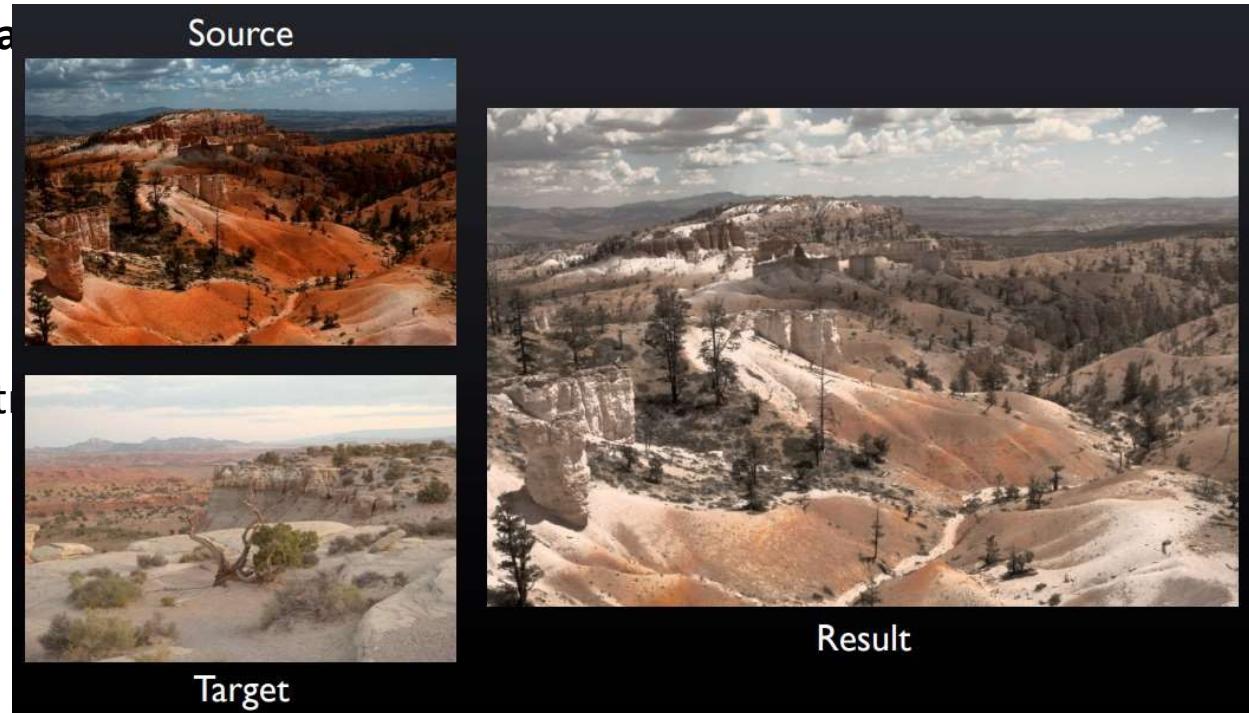
Edición de imágenes - Operadores

de puntos

Transformaciones cromáticas (Transformación del color)

El concepto para poner en práctica la idea

- Para captar la distribución del color en el origen y el destino, transforme ambas imágenes al sistema de color Lab (más adelante se explicará por qué).
- Por canal de color Lab (l , a , b) un registro
 - el brillo medio de la imagen, corresponde al valor medio del gris (valor medio como número en coma flotante)
 - la dispersión de los valores de gris alrededor del valor medio en el histograma (desviación estándar s , número en coma flotante)



De: T. Pouli, E. Reinhard: "Example-based colour image manipulation and enhancement", SIGGRAPH 2012 Courses, [Example-based colour image manipulation and enhancement | ACM SIGGRAPH 2012 Courses](#)

11. imágenes digitales

Edición de imágenes - Operadores de puntos

Transformaciones de color (Color Transformation): Reinhard et al, 'Transferencia de color entre imágenes', IEEE

Cálculo del brillo medio de la imagen mediante la formación del valor medio:

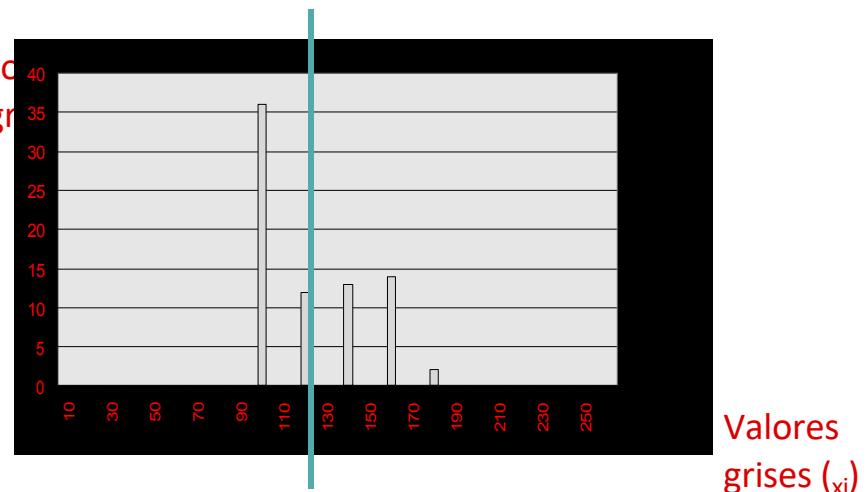
El valor medio es el valor promedio.

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

Mittelwert
Número de valores de gris
Valores de gris en la posición i.

Informática Gráfica y Aplicaciones 21(5), 2001

Frecuencia de los valores de gris



Valor medio (=brillo medio de la imagen) \bar{x}_i :
122,857

De DATAb - muy informativo: <https://datatab.de/tutorial/standardabweichung-varianz-spannweite>

11. imágenes digitales

Edición de imágenes - Operadores de puntos

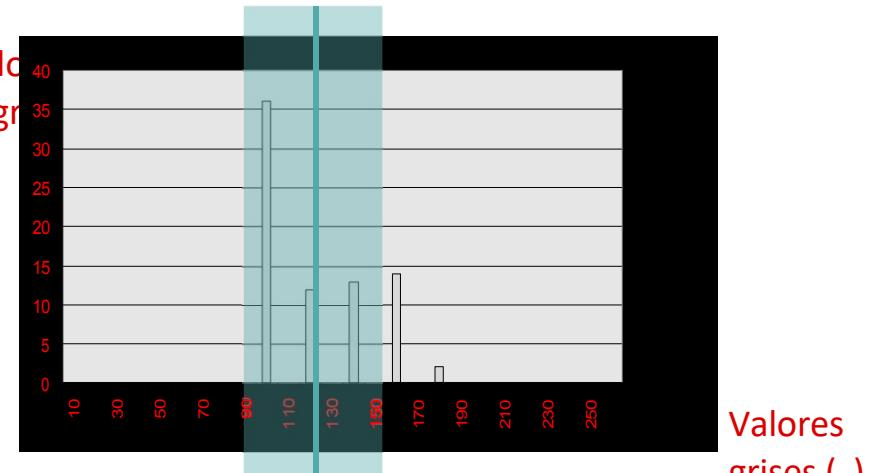
Transformaciones de color (Color Transformation): Reinhard et al, 'Transferencia de color entre imágenes', IEEE

La desviación estándar depende del rango de contraste de la imagen :

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Número de valores de gris
Valores de gris en el i. Lugar
Brillo medio de la imagen = valor medio

Frecuencia de los valores de gris



Desviación típica S: aprox. 30

De DATatab - muy informativo: <https://datatab.de/tutorial/standardabweichung-varianz-spannweite>

11. imágenes digitales

Edición de imágenes - Operadores de puntos

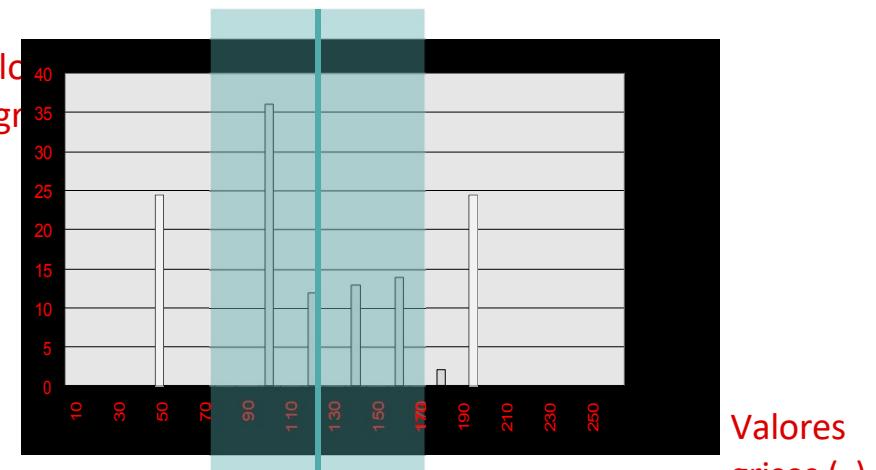
Transformaciones de color (Color Transformation): Reinhard et al, 'Transferencia de color entre imágenes', IEEE

La desviación estándar depende del rango de contraste de la imagen :

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Número de valores de gris
Valores de gris en el i. Lugar
Brillo medio de la imagen = valor medio

Informática Gráfica y Aplicaciones 21(5), 2001



Desviación típica S: aprox. 50

De DATatab - muy informativo: <https://datatab.de/tutorial/standardabweichung-varianz-spannweite>

11. imágenes digitales

Edición de imágenes - Operadores de puntos

Transformaciones de color (Color Transformation): Reinhard et al, 'Transferencia de color entre imágenes', IEEE

1. Calcule los valores medios y la desviación típica de los canales Lab de la fuente y el objetivo:

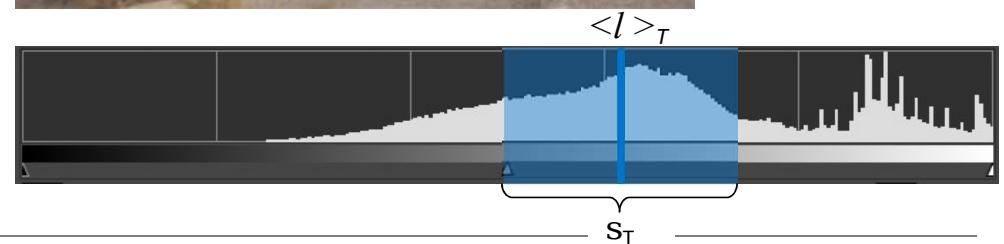
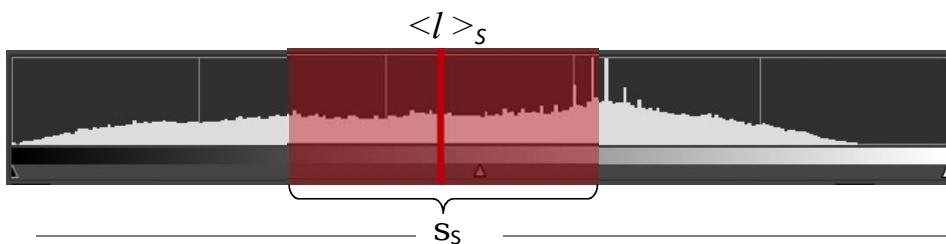
Informática Gráfica y Aplicaciones 21(5), 2001



Fuente



Objetivo

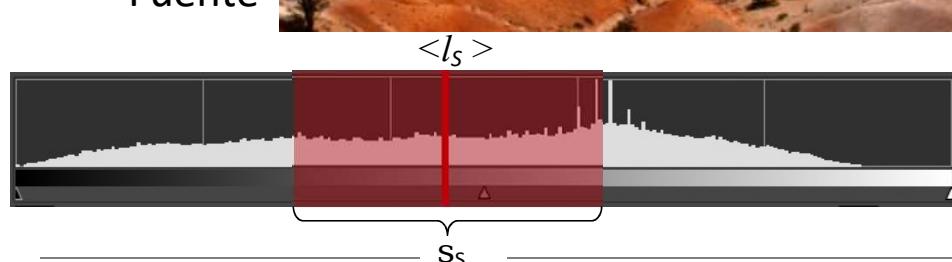


Edición de imágenes - Operadores de puntos

Transformaciones de color (Color Transformation): Reinhard et al, 'Transferencia de color entre imágenes'
IEEE

Informática Gráfica y Aplicaciones 21(5), 2001

2. Reste los valores medios $\langle l_s \rangle$, $\langle a_s \rangle$, $\langle b_s \rangle$ de la fuente de los valores de los canales de fuente correspondientes :



$$l_s^* = l_s - \langle l_s \rangle$$

$$a_s^* = a_s - \langle a_s \rangle$$

$$b_s^* = b_s - \langle b_s \rangle$$

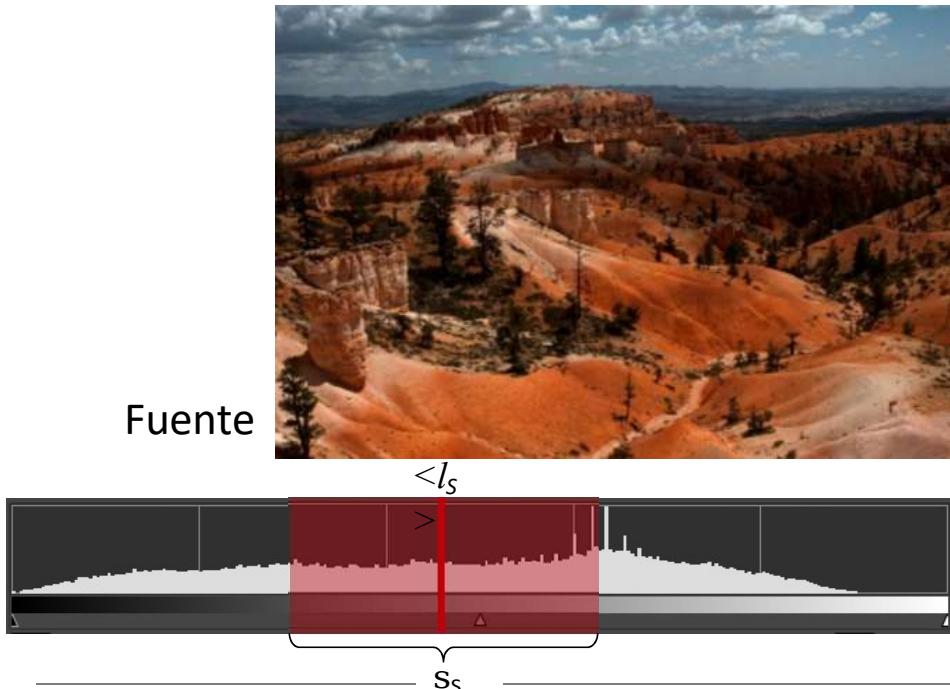
- Todos los canales de color Lab tienen ahora el valor medio 0.
- Los valores de gris de los canales también pueden ser negativos tras esta sustracción.

Edición de imágenes - Operadores de puntos

Transformaciones de color (Color Transformation): Reinhard et al, 'Transferencia de color entre imágenes'
IEEE

Informática Gráfica y Aplicaciones 21(5), 2001

3. Escala los valores de la fuente transformados por sustracción utilizando las desviaciones estándar (s_T / s):



$$l'_s = \frac{s_T^l}{s^l} l^*$$

$$a'_s = \frac{s_T^a}{s^a} a^*$$

$$b'_s = \frac{s_T^b}{s^b} b^*$$

11. imágenes digitales

Edición de imágenes - Operadores de puntos

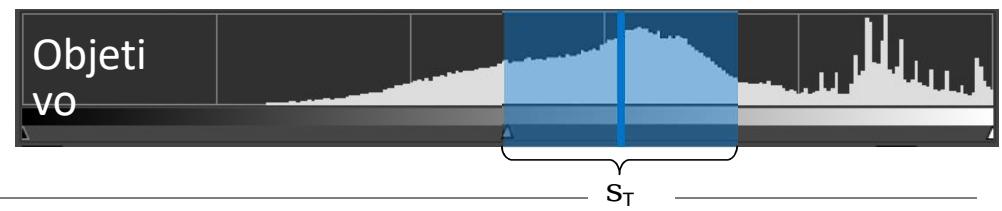
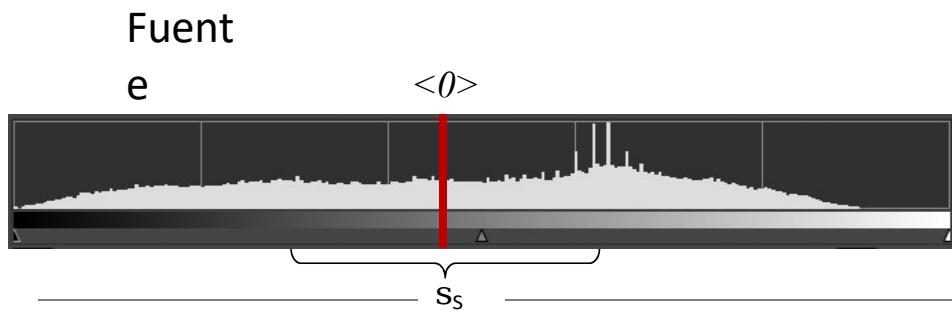
Transformaciones de color (Color Transformation): Reinhard et al, 'Transferencia de color entre imágenes' IEEE

Informática Gráfica y Aplicaciones 21(5), 2001

Escala los valores de la fuente transformados por sustracción utilizando las desviaciones estándar (s_T / s_s):

El escalado acerca el rango de contraste de la fuente a la imagen de destino.

Esta transformación tiene lugar en todos los canales de color Lab. Los valores medios de todos los canales de color de la imagen de origen siguen siendo 0.

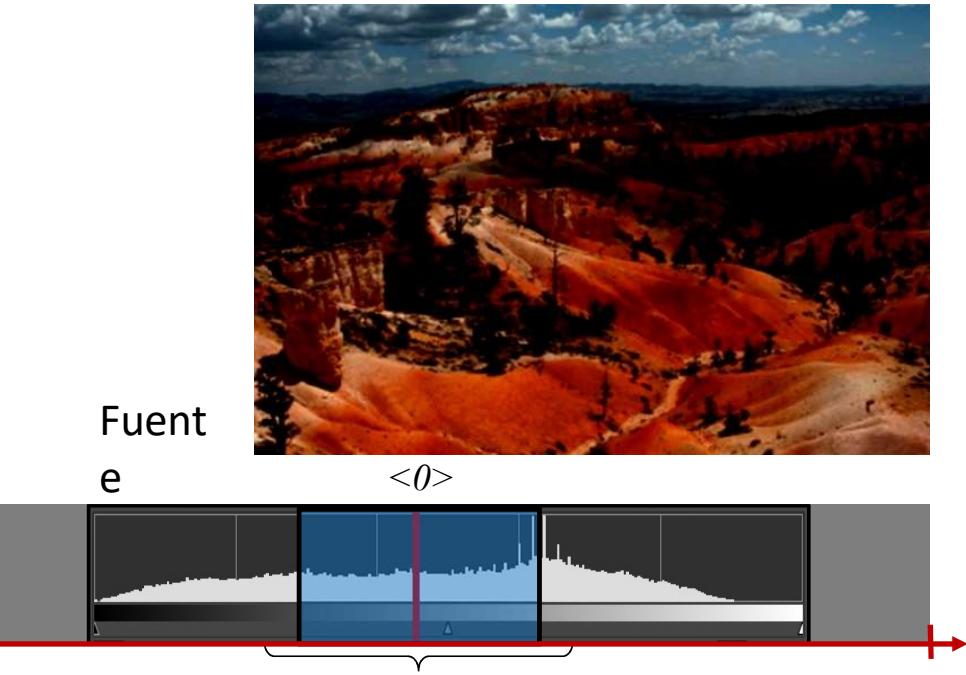


11. imágenes digitales

Edición de imágenes - Operadores de puntos

Transformaciones de color (Color Transformation): Reinhard et al, 'Transferencia de color entre imágenes', IEEE

Escala los valores de la fuente transformados por sustracción utilizando las desviaciones estándar (s_T / s_s):



Informática Gráfica y Aplicaciones 21(5), 2001

El escalado acerca el rango de contraste de la fuente a la imagen de destino.

Véase la imagen de arriba a la izquierda, los valores negativos aparecen en negro.

Esta transformación tiene lugar en todos los canales de color Lab. Los valores medios de todos los canales de color de la imagen de origen siguen siendo 0.

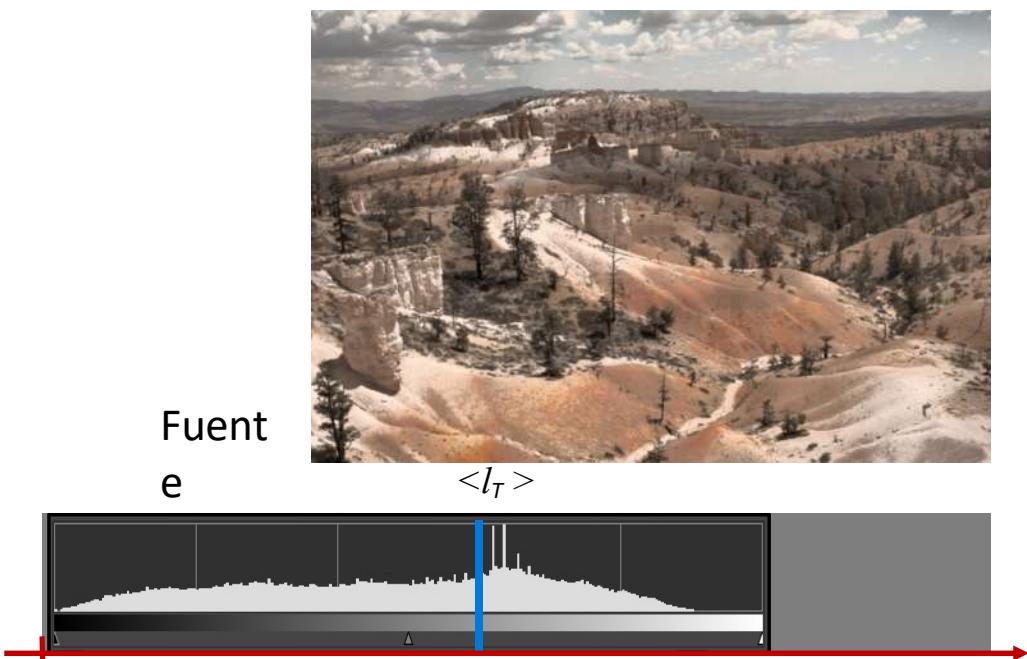
11. imágenes digitales

Edición de imágenes - Operadores de puntos

Transformaciones de color (Color Transformation): Reinhard et al, 'Transferencia de color entre imágenes', IEEE

Añada los valores medios de los respectivos canales de destino a los canales de origen transformados correspondientes (a, b):

Informática Gráfica y Aplicaciones 21(5), 2001



Esto desplaza los valores al rango positivo y los valores vuelven a ser visualizables.

Si aún quedan valores negativos, se asignan al valor 0.
Los valores superiores a 255 se
mapeado en 255.

11. imágenes digitales

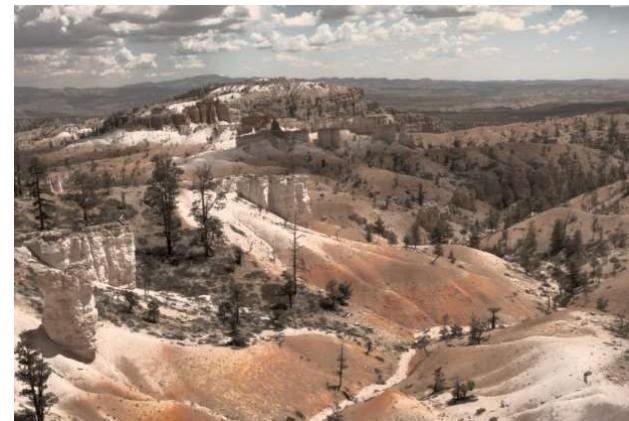
Edición de imágenes - Operadores de puntos

Transformaciones de color (Color Transformation): Reinhard et al, 'Transferencia de color entre imágenes', IEEE

Informática Gráfica y Aplicaciones 21(5), 2001

$$f(, \begin{array}{c} \text{Imagen 1} \\ \text{Imagen 2} \end{array}) =$$

Fuente Objetivo



Resultado

De: T. Pouli, E. Reinhard: "Example-based colour image manipulation and enhancement", [Cursos SIGGRAPH 2012, Example-based colour image manipulation and enhancement | Cursos ACM SIGGRAPH 2012](#)

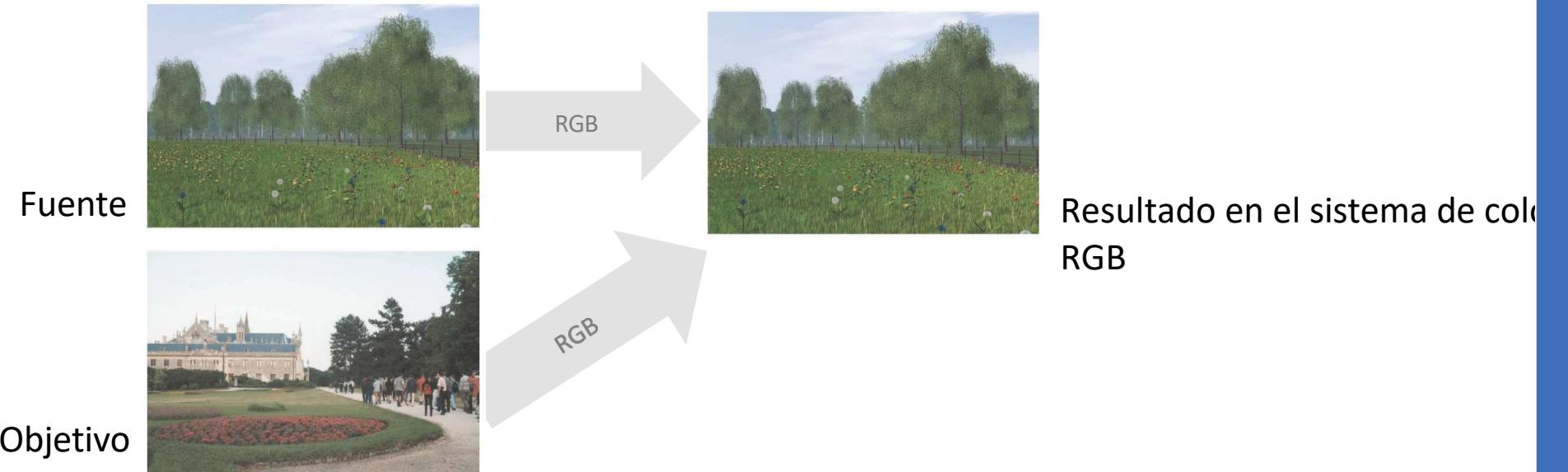
11. imágenes digitales

Edición de imágenes - Operadores de puntos

Transformaciones de color (Color Transformation): Reinhard et al, 'Transferencia de color entre imágenes', IEEE

Informática Gráfica y Aplicaciones 21(5), 2001

¿Por qué esta transformación funciona en el sistema Lab pero no (en todos los casos) en el sistema de color RGB?



De: T. Pouli, E. Reinhard: "Example-based colour image manipulation and enhancement", SIGGRAPH 2012 Courses, [Example-based colour image manipulation and enhancement | ACM SIGGRAPH 2012 Courses](#)

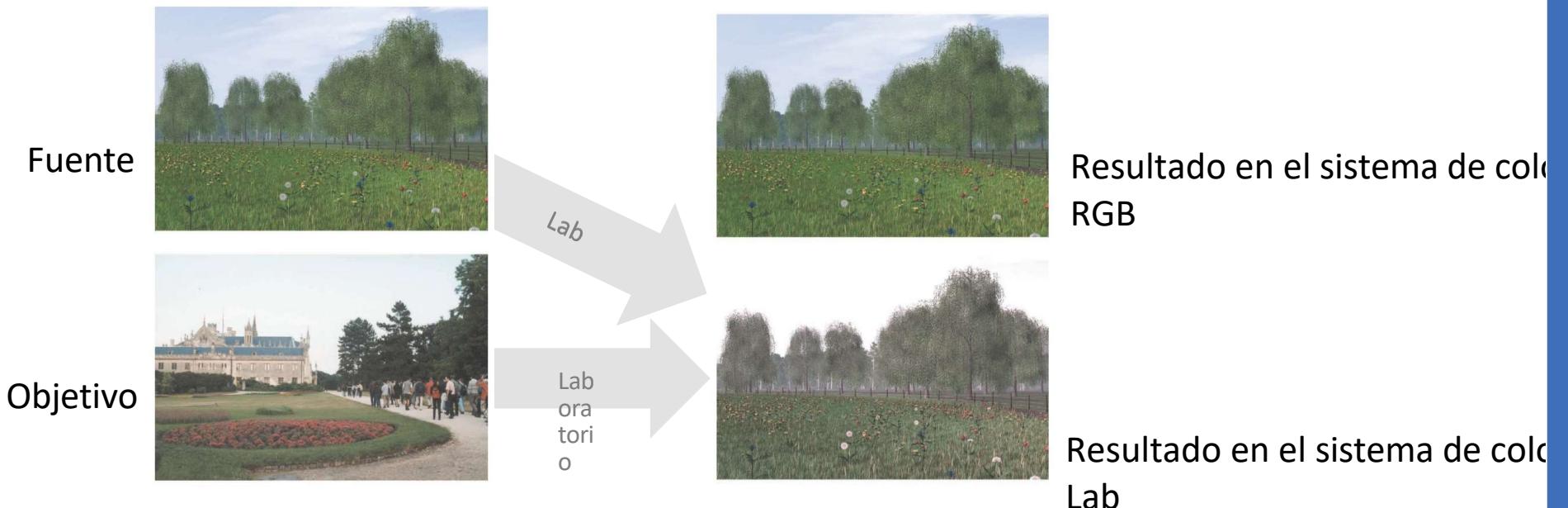
11. imágenes digitales

Edición de imágenes - Operadores de puntos

Transformaciones de color (Color Transformation): Reinhard et al, 'Transferencia de color entre imágenes', IEEE

Informática Gráfica y Aplicaciones 21(5), 2001

¿Por qué esta transformación funciona en el sistema Lab pero no (en todos los casos) en el sistema de color RGB?



De: T. Pouli, E. Reinhard: "Example-based colour image manipulation and enhancement", SIGGRAPH 2012 Courses, [Example-based colour image manipulation and enhancement | ACM SIGGRAPH 2012 Courses](#)

11. imágenes digitales

Edición de imágenes - Operadores de puntos

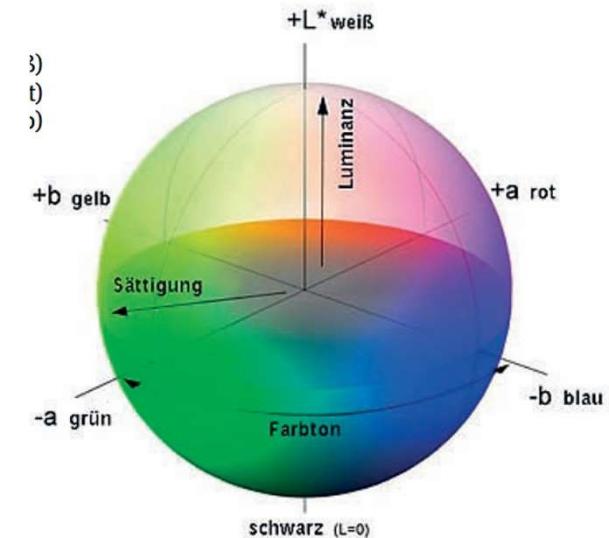
Transformaciones de color (Color Transformation): Reinhard et al, 'Transferencia de color entre imágenes', IEEE

Informática Gráfica y Aplicaciones 21(5), 2001

¿Por qué esta transformación funciona en el sistema Lab pero no (en todos los casos) en el sistema de color RGB?

Hay dos razones principales para ello:

1. En el espacio de color Lab, la longitud de la distancia entre dos colores es directamente proporcional a nuestra capacidad para distinguirlos. Esto no ocurre en el espacio de color RGB.
2. En el espacio de color RGB, los tres canales de color juntos modelan un matiz. En el sistema Lab, los matices se modelan mediante colores complementarios y valores de intensidad que influyen menos entre sí en relación con RGB.



De: T. Pouli, E. Reinhard: "Example-based colour image manipulation and enhancement", SIGGRAPH 2012 Courses, [Example-based colour image manipulation and enhancement | ACM SIGGRAPH 2012 Courses](#)

11. imágenes digitales

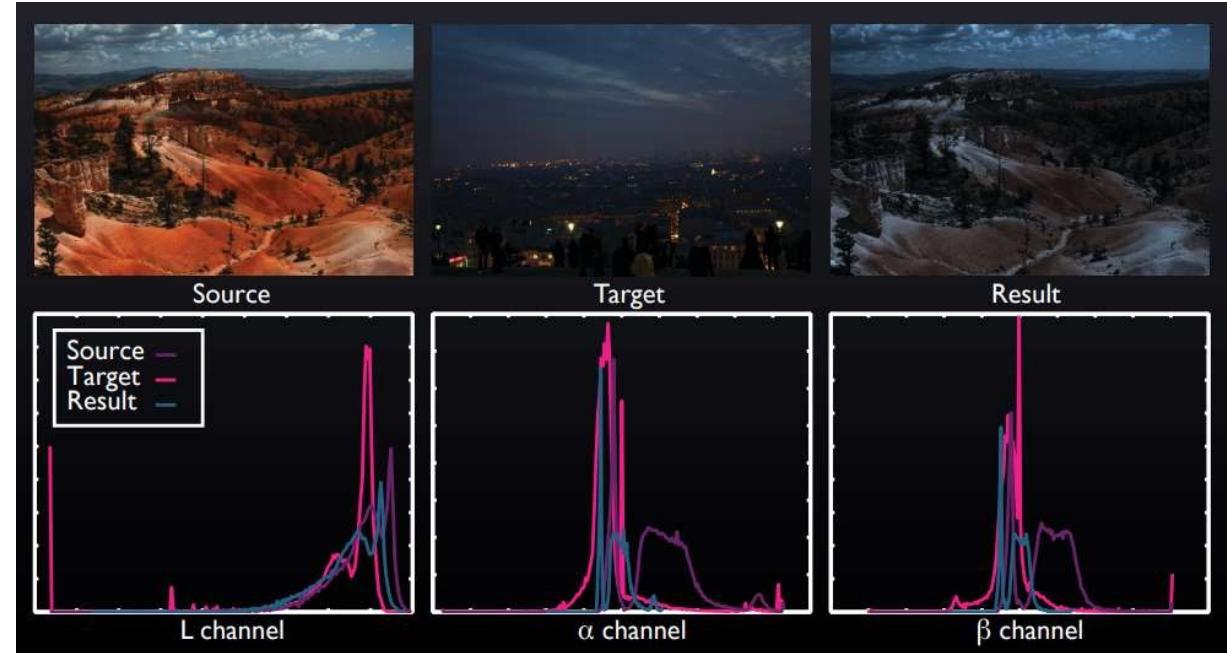
Edición de imágenes - Operadores de puntos

Transformaciones de color (Color Transformation): Reinhard et al, 'Transferencia de color entre imágenes', IEEE

¿Por qué esta transformación funciona en el sistema Lab pero no (en todos los casos) en el sistema de color RGB?

- El objetivo es evitar que los valores de destino se desvíen demasiado de los valores de origen tras la transformación. De este modo, se preserva en gran medida el contenido de la imagen.

Informática Gráfica y Aplicaciones 21(5), 2001



De: T. Pouli, E. Reinhard: "Example-based colour image manipulation and enhancement", [Cursos SIGGRAPH 2012](#), [Example-based colour image manipulation and enhancement | Cursos ACM SIGGRAPH 2012](#)

11. imágenes digitales

Edición de imágenes - Operadores de puntos

Transformaciones de color (Color Transformation): Reinhard et al, 'Transferencia de color entre imágenes', IEEE
Un resultado:



4 Using swatches. We applied (a) the atmosphere of Vincent van Gogh's *Cafe Terrace on the Place du Forum, Arles, at Night* (Arles, September 1888, oil on canvas; image from the Vincent van Gogh Gallery, <http://www.vangoghgallery.com>) to (b) a photograph of Lednice Castle near Brno in the Czech Republic. (c) We matched the blues of the sky in both images, the yellows of the cafe and the castle, and the browns of the tables at the cafe and the people at the castle separately.

11. imágenes digitales

Edición de imágenes - Operadores de puntos

Transformaciones de color (Color Transformation): Reinhard et al, 'Transferencia de color entre imágenes', IEEE

Para reflexionar:

¿Se distorsiona el contenido de la imagen por la transferencia de color, de modo que la transferencia de color no es adecuada para su uso en datos sensibles, como en el ámbito médico o para la evaluación de imágenes de satélite?



4 Using swatches. We applied (a) the atmosphere of Vincent van Gogh's *Cafe Terrace on the Place du Forum, Arles, at Night* (Arles, September 1888, oil on canvas; image from the Vincent van Gogh Gallery, <http://www.vangoghgallery.com>) to (b) a photograph of Lednice Castle near Brno in the Czech Republic. (c) We matched the blues of the sky in both images, the yellows of the cafe and the castle, and the browns of the tables at the cafe and the people at the castle separately.

11. imágenes digitales

Edición de imágenes - Operadores de puntos

Transformaciones de color (Color Transformation): Reinhard et al, 'Transferencia de color entre imágenes', IEEE

Informática Gráfica y Aplicaciones 21(5), 2001

Más imágenes de resultados:



De: T. Pouli, E. Reinhard: "Example-based colour image manipulation and enhancement", SIGGRAPH 2012 Courses, [Example-based colour image manipulation and enhancement | ACM SIGGRAPH 2012 Courses](#)

11. imágenes digitales

Edición de imágenes - Operadores de puntos

Transformaciones de color (Color Transformation): Reinhard et al, 'Transferencia de color entre imágenes', IEEE

Informática Gráfica y Aplicaciones 21(5), 2001

Más imágenes de resultados:



De: T. Pouli, E. Reinhard: "Example-based colour image manipulation and enhancement", SIGGRAPH 2012 Courses, [Example-based colour image manipulation and enhancement | ACM SIGGRAPH 2012 Courses](#)

Edición de imágenes - Operadores de puntos

Transformaciones de color (Color Transformation): Reinhard et al, 'Transferencia de color entre imágenes', IEEE

Informática Gráfica y Aplicaciones 21(5), 2001

Observaciones finales:

La aplicación y evaluación de la transferencia de color de Reinhard et al. tienen lugar en el curso práctico:

Se supone que

- ... el proceso también funciona bien en el espacio de color HSV
- ... Las imágenes que se concentran en un tono de color (por ejemplo, el azul) también funcionan en el espacio de color RGB.

Perspectivas:

La normalización de imágenes mediante el valor medio y la desviación estándar también se utiliza en otros métodos de tratamiento de imágenes. Por ejemplo, esta técnica de transformación también se utiliza en las redes neuronales convolucionales.

11. imágenes digitales

Edición de imágenes - Operadores

de puntos

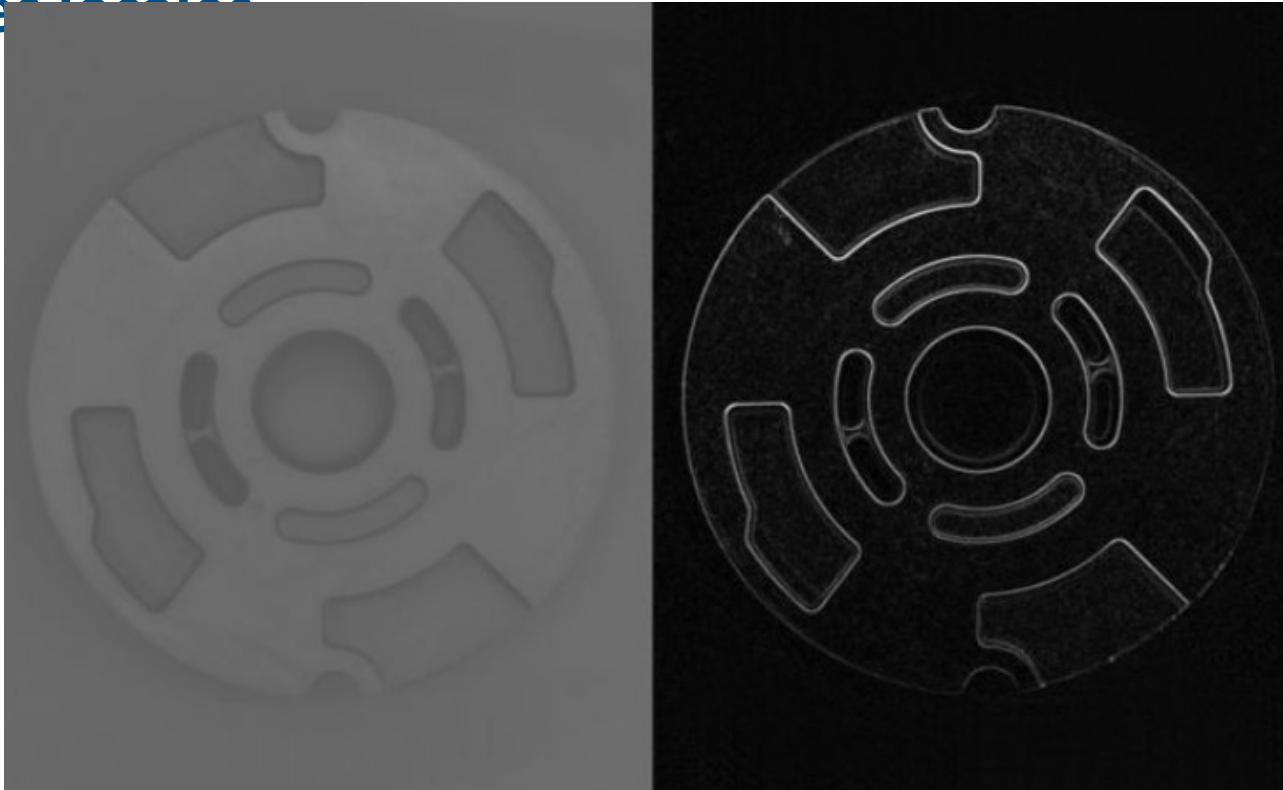
Histogramas
Operaciones
puntuales

- Cambio lineal de los valores de gris:
 - Cambiar el brillo de la imagen
 - Invertir la imagen
 - Cambiar el contraste
 - Binarización mediante umbralización
- Cambio no lineal de los valores de gris:
 - Corrección gamma
- Transformaciones cromáticas (Transformación del color)

¿Y ahora qué?

12. imágenes digitales

Tratamiento de imágenes - Operadores locales



Izquierda: Imagen poco contrastada

Derecha: Bordes resaltados por la dispersión del contraste y los filtros de bordes.

Fotos de:
<https://invision-news.de/invision/bildverarbeitung/>