

Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas
Escuela de Ingeniería de Sistemas y Computación
Carrera de Ciencias de la Computación

CC53 Procesamiento de Imágenes

Compresión de Imágenes

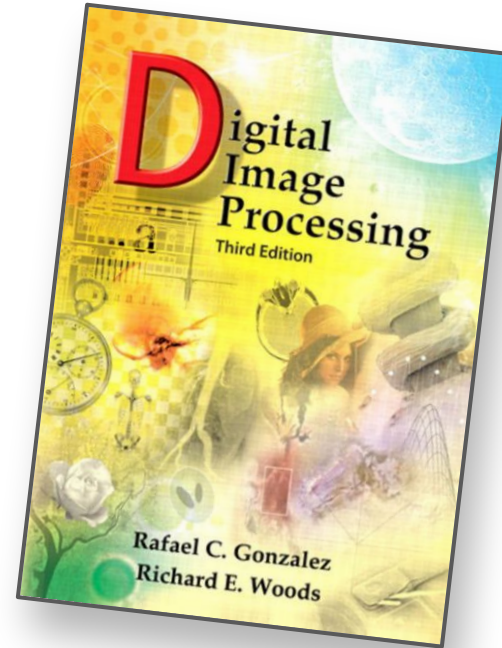
Prof. Peter Montalvo García

Agenda

- Motivación
- Redundancia de código
- Redundancia espacio-temporal
 - Redundancia Interpixel
- Redundancia psico-visual
- Sistema de compresión de imágenes
- Compresión con pérdida y sin pérdidas
- Códigos de Huffman
- K-means y cuantización

Nota

- Esta sesión está basada en el libro “Digital Image Processing” 3ra edición de Rafael C. González y Richard E. Woods. En especial el capítulo 8



Pregunta

Contexto: Un video en SD (720x480) usando colores de 24 bits (3 bytes - uno por canal RGB) a 30 fps

¿Cuánto ocupa aproximadamente 1 vídeo de 2 horas?

A) 10^9 bytes

B) 10^{10} bytes

C) 10^{11} bytes

D) 10^{12} bytes

Pregunta

Contexto: Un video en SD (720x480) usando colores de 24 bits (3 bytes - uno por canal RGB) a 30 fps

¿Cuánto ocupa aproximadamente 1 vídeo de 2 horas?

$$30 \frac{\text{frames}}{\text{sec}} \times (720 \times 480) \frac{\text{pixels}}{\text{frame}} \times 3 \frac{\text{bytes}}{\text{pixel}} = 31,104,000 \text{ bytes/sec}$$

$$31,104,000 \frac{\text{bytes}}{\text{sec}} \times (60^2) \frac{\text{sec}}{\text{hr}} \times 2 \text{ hrs} \cong 2.24 \times 10^{11} \text{ bytes}$$

A) 10^9 bytes

B) 10^{10} bytes

C) 10^{11} bytes
aproximadamente 224 GB

D) 10^{12} bytes

Pregunta

Contexto: Un video en SD (720x480) usando colores de 24 bits (3 bytes - uno por canal RGB) a 30 fps, lo que genera un archivo de aproximadamente 224GB

¿Cuántos DVDs de 8.5 GB se necesitan aproximadamente?

A) 7

B) 17

C) 27

D) 37

Pregunta

Contexto: Un video en SD (720x480) usando colores de 24 bits (3 bytes - uno por canal RGB) a 30 fps, lo que genera un archivo de aproximadamente 224GB

¿Cuántos DVDs de 8.5 GB se necesitan aproximadamente?

A) 7

B) 17

C) 27

D) 37

Pregunta

Contexto: Un video en SD (720x480) usando colores de 24 bits (3 bytes - uno por canal RGB) a 30 fps, lo que genera un archivo de aproximadamente 224GB.

Dado que se necesitan 27 DVDs de 8.5 GB para almacenar el video

¿Cuánto es el **factor de compresión** que se necesita para que quepa en un solo DVD?

A) 0.03

B) 0.3

C) 2.7

D) 27

Pregunta

Contexto: Un video en SD (720x480) usando colores de 24 bits (3 bytes - uno por canal RGB) a 30 fps, lo que genera un archivo de aproximadamente 224GB.

Dado que se necesitan 27 DVDs de 8.5 GB para almacenar el video

¿Cuánto es el **factor de compresión** que se necesita para que quepa en un solo DVD?

A) 0.03

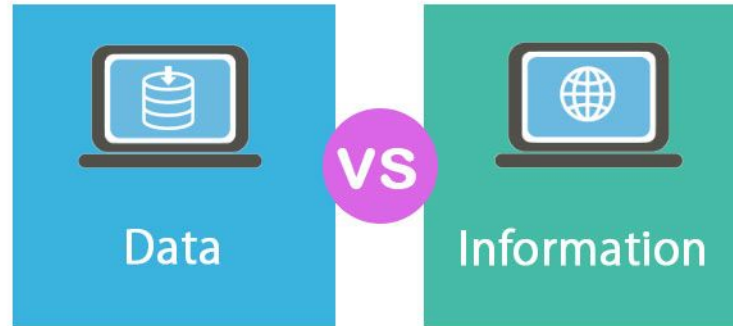
B) 0.3

C) 2.7

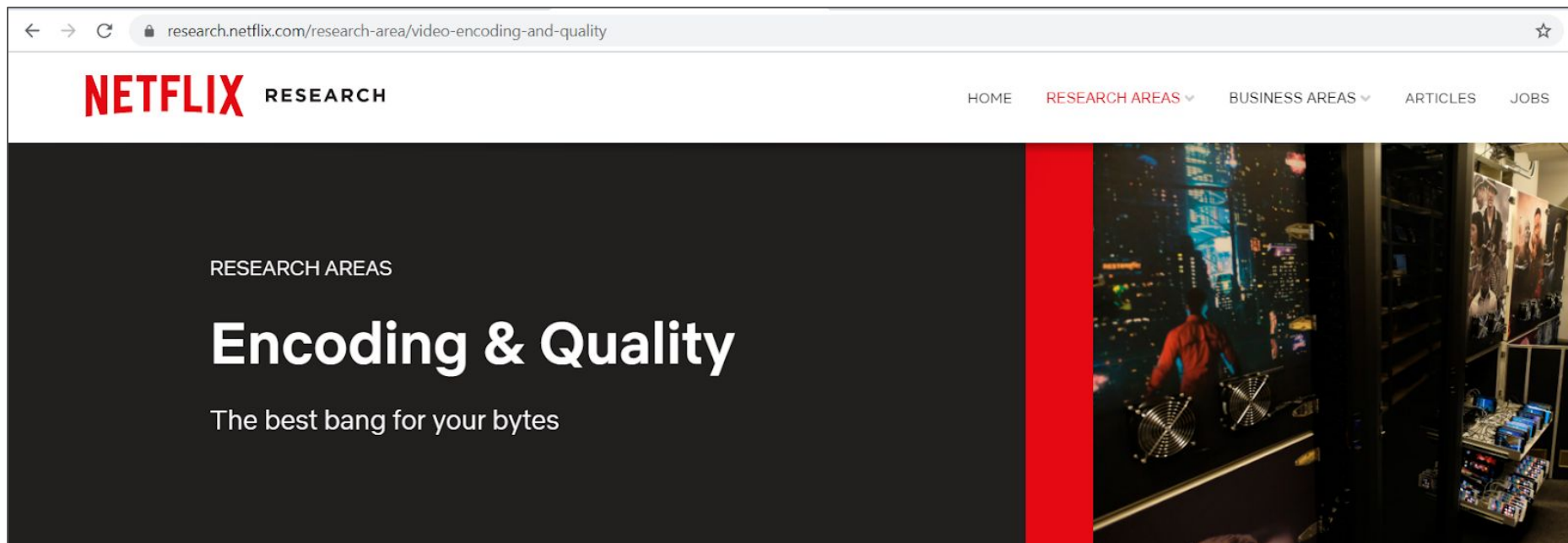
D) 27

Compresión de datos: definición

- El término compresión de datos se refiere al proceso de reducir el espacio requerido para representar una cantidad de información dada.



¿Quienes hacen compresión de imágenes?



Redundancia de código

Si consideramos que distintos valores de intensidad tienen distintas probabilidades de ocurrir en una imagen, podríamos pensar en un código más eficiente, en el que los valores más frecuentes tengan código más pequeños

Redundancia de código

r_k	$p_r(r_k)$	Code 1	$l_1(r_k)$	Code 2	$l_2(r_k)$
$r_{87} = 87$	0.25	01010111	8	01	2
$r_{128} = 128$	0.47	10000000	8	1	1
$r_{186} = 186$	0.25	11000100	8	000	3
$r_{255} = 255$	0.03	11111111	8	001	3
r_k for $k \neq 87, 128, 186, 255$	0	—	8	—	0

¿cuál es el tamaño promedio del código 1?

A) 1 bit

B) 1.81 bits

C) 2 bits

D) 8 bits

Redundancia de código

r_k	$p_r(r_k)$	Code 1	$l_1(r_k)$	Code 2	$l_2(r_k)$
$r_{87} = 87$	0.25	01010111	8	01	2
$r_{128} = 128$	0.47	10000000	8	1	1
$r_{186} = 186$	0.25	11000100	8	000	3
$r_{255} = 255$	0.03	11111111	8	001	3
r_k for $k \neq 87, 128, 186, 255$	0	—	8	—	0

¿cuál es el tamaño promedio del código 1?

A) 1 bit

B) 1.81 bits

C) 2 bits

D) 8 bits

Redundancia de código

r_k	$p_r(r_k)$	Code 1	$l_1(r_k)$	Code 2	$l_2(r_k)$
$r_{87} = 87$	0.25	01010111	8	01	2
$r_{128} = 128$	0.47	10000000	8	1	1
$r_{186} = 186$	0.25	11000100	8	000	3
$r_{255} = 255$	0.03	11111111	8	001	3
r_k for $k \neq 87, 128, 186, 255$	0	—	8	—	0

¿cuál es el tamaño promedio del código 2?

A) 1 bit

B) 1.81 bits

C) 2 bits

D) 8 bits

Redundancia de código

r_k	$p_r(r_k)$	Code 1	$l_1(r_k)$	Code 2	$l_2(r_k)$
$r_{87} = 87$	0.25	01010111	8	01	2
$r_{128} = 128$	0.47	10000000	8	1	1
$r_{186} = 186$	0.25	11000100	8	000	3
$r_{255} = 255$	0.03	11111111	8	001	3
r_k for $k \neq 87, 128, 186, 255$	0	—	8	—	0

¿cuál es el tamaño promedio del código 2?

$$L_{\text{avg}} = 0.25(2) + 0.47(1) + 0.25(3) + 0.03(3) = 1.81\text{bits}$$

A) 1 bit

B) 1.81 bits

C) 2 bits

D) 8 bits

Redundancia de código

r_k	$p_r(r_k)$	Code 1	$l_1(r_k)$	Code 2	$l_2(r_k)$
$r_{87} = 87$	0.25	01010111	8	01	2
$r_{128} = 128$	0.47	10000000	8	1	1
$r_{186} = 186$	0.25	11000100	8	000	3
$r_{255} = 255$	0.03	11111111	8	001	3
r_k for $k \neq 87, 128, 186, 255$	0	—	8	—	0

¿cuál es el factor de compresión del código 2 respecto al código 1? por cada pixel

A) 1.81

B) 2

C) 4

D) 4.42

Redundancia de código

r_k	$p_r(r_k)$	Code 1	$l_1(r_k)$	Code 2	$l_2(r_k)$
$r_{87} = 87$	0.25	01010111	8	01	2
$r_{128} = 128$	0.47	10000000	8	1	1
$r_{186} = 186$	0.25	11000100	8	000	3
$r_{255} = 255$	0.03	11111111	8	001	3
r_k for $k \neq 87, 128, 186, 255$	0	—	8	—	0

¿cuál es el factor de compresión del código 2 respecto al código 1? por cada pixel

$$\frac{8}{1.81} \approx 4.42$$

A) 1.81

B) 2

C) 4

D) 4.42

Redundancia de código

r_k	$p_r(r_k)$	Code 1	$l_1(r_k)$	Code 2	$l_2(r_k)$
$r_{87} = 87$	0.25	01010111	8	01	2
$r_{128} = 128$	0.47	10000000	8	1	1
$r_{186} = 186$	0.25	11000100	8	000	3
$r_{255} = 255$	0.03	11111111	8	001	3
r_k for $k \neq 87, 128, 186, 255$	0	—	8	—	0

¿cuál es el factor de compresión del código 2 respecto al código 1 para toda la imagen? considere que la imagen tiene un tamaño de 256x256

A) 1.81

B) 2

C) 4

D) 4.42

Redundancia de código

r_k	$p_r(r_k)$	Code 1	$l_1(r_k)$	Code 2	$l_2(r_k)$
$r_{87} = 87$	0.25	01010111	8	01	2
$r_{128} = 128$	0.47	10000000	8	1	1
$r_{186} = 186$	0.25	11000100	8	000	3
$r_{255} = 255$	0.03	11111111	8	001	3
r_k for $k \neq 87, 128, 186, 255$	0	—	8	—	0

¿cuál es el factor de compresión del código 2 respecto al código 1 para toda la imagen? considere que la imagen tiene un tamaño de 256x256

$$C = \frac{256 \times 256 \times 8}{118,621} = \frac{8}{1.81} \approx 4.42$$

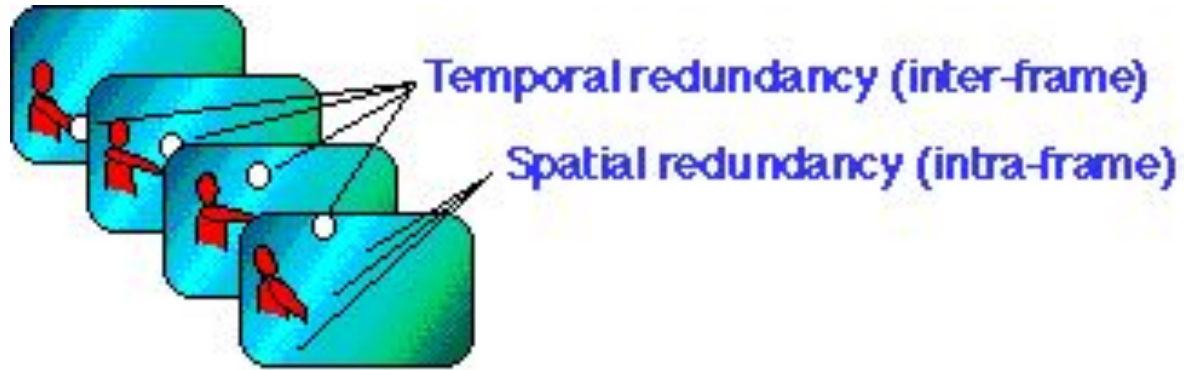
A) 1.81

B) 2

C) 4

D) 4.42

Redundancia Espacio-Temporal



<https://erg.abdn.ac.uk/future-net/digital-video/mpeg2.html>

Redundancia Interpixel

100 →



<https://www.ic.unica.mp.br/~helio/>

Redundancia Interpixel

0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

100 →



Redundancia Interpixel

[illegible]

(1, 29)(0, 9)(1, 55)(0, 4)(1, 8)(0, 3)(1, 79)(0, 5)(1, 9)(0, 5)(1, 7)(0, 10)(1, 97)

Redundancia Psicovisual



(a) $L = 256$



(b) $L = 128$

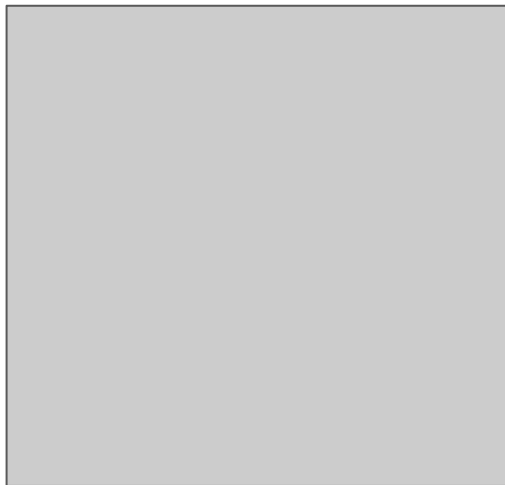


(c) $L = 64$



(d) $L = 32$

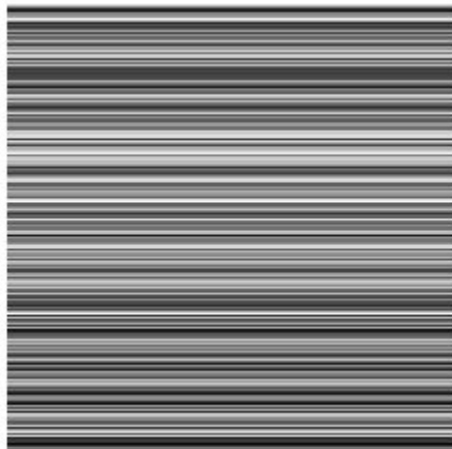
Información Irrelevante



Pregunta

Contexto: Según las categorías que hemos visto

¿Cuál correspondería a la imagen de 256x256x8 bits a continuación?



A) Redundancia de código

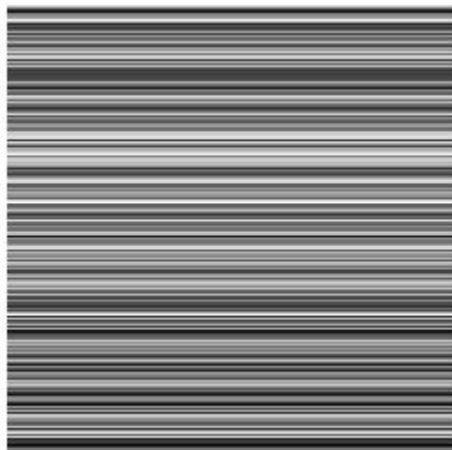
B) Redundancia espacial

C) Información Irrelevante

Pregunta

Contexto: Según las categorías que hemos visto

¿Cuál correspondería a la imagen de 256x256x8 bits a continuación?



A) Redundancia de código

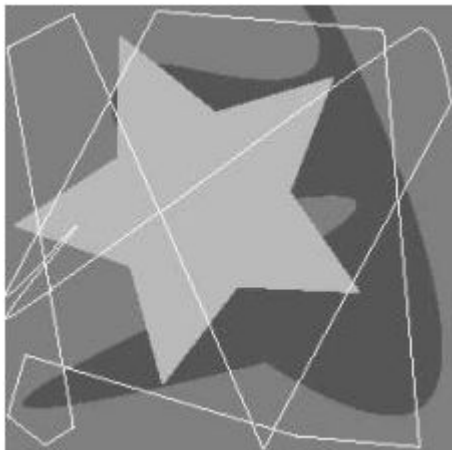
B) Redundancia espacial

C) Información Irrelevante

Pregunta

Contexto: Según las categorías que hemos visto

¿Cuál correspondería a la imagen de 256x256x8 bits a continuación?



A) Redundancia de código

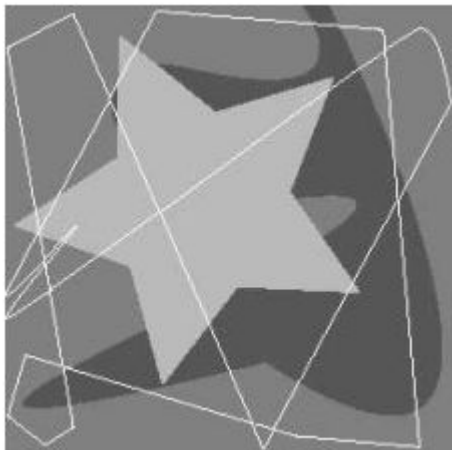
B) Redundancia espacial

C) Información Irrelevante

Pregunta

Contexto: Según las categorías que hemos visto

¿Cuál correspondería a la imagen de 256x256x8 bits a continuación?



A) Redundancia de código

B) Redundancia espacial

C) Información Irrelevante

Pregunta

Contexto: Según las categorías que hemos visto

¿Cuál correspondería a la imagen de 256x256x8 bits a continuación?



A) Redundancia de código

B) Redundancia espacial

C) Información Irrelevante

Pregunta

Contexto: Según las categorías que hemos visto

¿Cuál correspondería a la imagen de 256x256x8 bits a continuación?

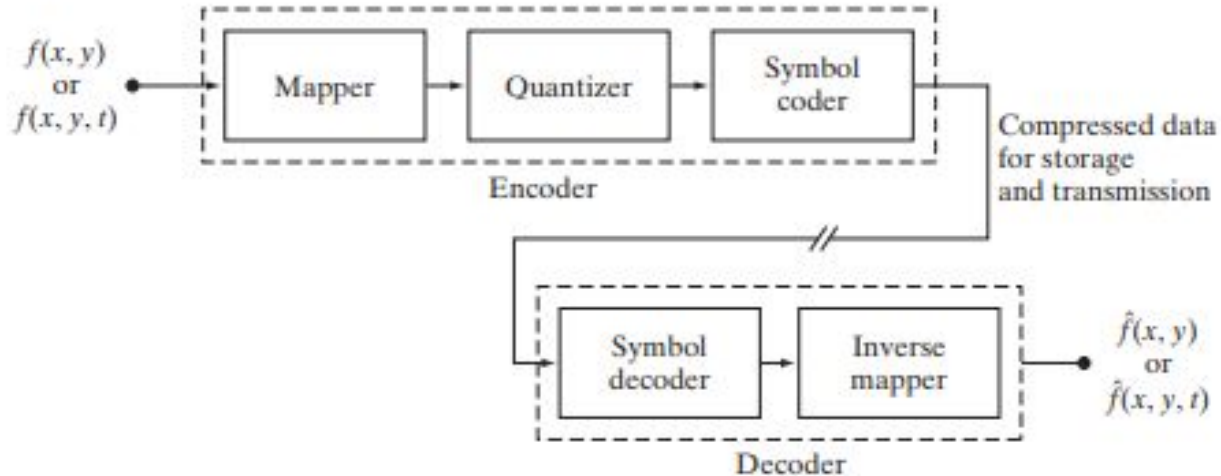


A) Redundancia de código

B) Redundancia espacial

C) Información Irrelevante

Sistema de compresión de imágenes



Compresión con pérdidas y sin pérdidas

Original JPG
824 KB



50% Lossy Compression
76 KB



80% Lossy Compression
38 KB



Códigos de Huffman

Vea el video <https://www.youtube.com/watch?v=umTbivyJoil>

S_2	0.40
S_6	0.30
S_1	0.10
S_4	0.10
S_3	0.06
S_5	0.04

¿Cuál sería el código para cada símbolo?

<https://www.ic.unica.mp.br/~helio/>

A)

s2	1
s6	00
s1	011
s4	0100
s3	01010
s5	01011

B)

s2	0
s6	01
s1	011
s4	0100
s3	01010
s5	01011

C)

s2	1
s6	00
s1	011
s4	0000
s3	01010
s5	01011

D)

s2	1
s6	11
s1	011
s4	0100
s3	01010
s5	01011

Códigos de Huffman

Vea el video <https://www.youtube.com/watch?v=umTbivyJoil>

S_2	0.40
S_6	0.30
S_1	0.10
S_4	0.10
S_3	0.06
S_5	0.04

¿Cuál sería el código para cada símbolo?

<https://www.ic.unica.mp.br/~helio/>

A)

s2	1
s6	00
s1	011
s4	0100
s3	01010
s5	01011

B)

s2	0
s6	01
s1	011
s4	0100
s3	01010
s5	01011

C)

s2	1
s6	00
s1	011
s4	0000
s3	01010
s5	01011

D)

s2	1
s6	11
s1	011
s4	0100
s3	01010
s5	01011

Códigos de Huffman

hi this is a test

Códigos de Huffman

hi this is a test

	Caracter	Frecuencia Codigo
	h	0.117647 100
	i	0.176471 110
		0.235294 01
	t	0.176471 111
	s	0.176471 00
	a	0.0588235 1010
	e	0.0588235 1011

<https://medium.com/@aprendizaje.maq/algoritmo-de-huffman-8523c21a1b1a>

Códigos de Huffman

hi this is a test



1001100111110011000011100001101001111101100111

Cuantización

¿Cuántos colores son posibles con 8 bits por canal R,G,B?

A) 256

B) 4096

C) 65536

D) 16777216

Cuantización

¿Cuántos colores son posibles con 8 bits por canal R,G,B?

$$2^{24} = 16777216$$

A) 256

B) 4096

C) 65536

D) 16777216

Cuantización y K-means

- Una forma de comprimir es reducir la cantidad posible de valores

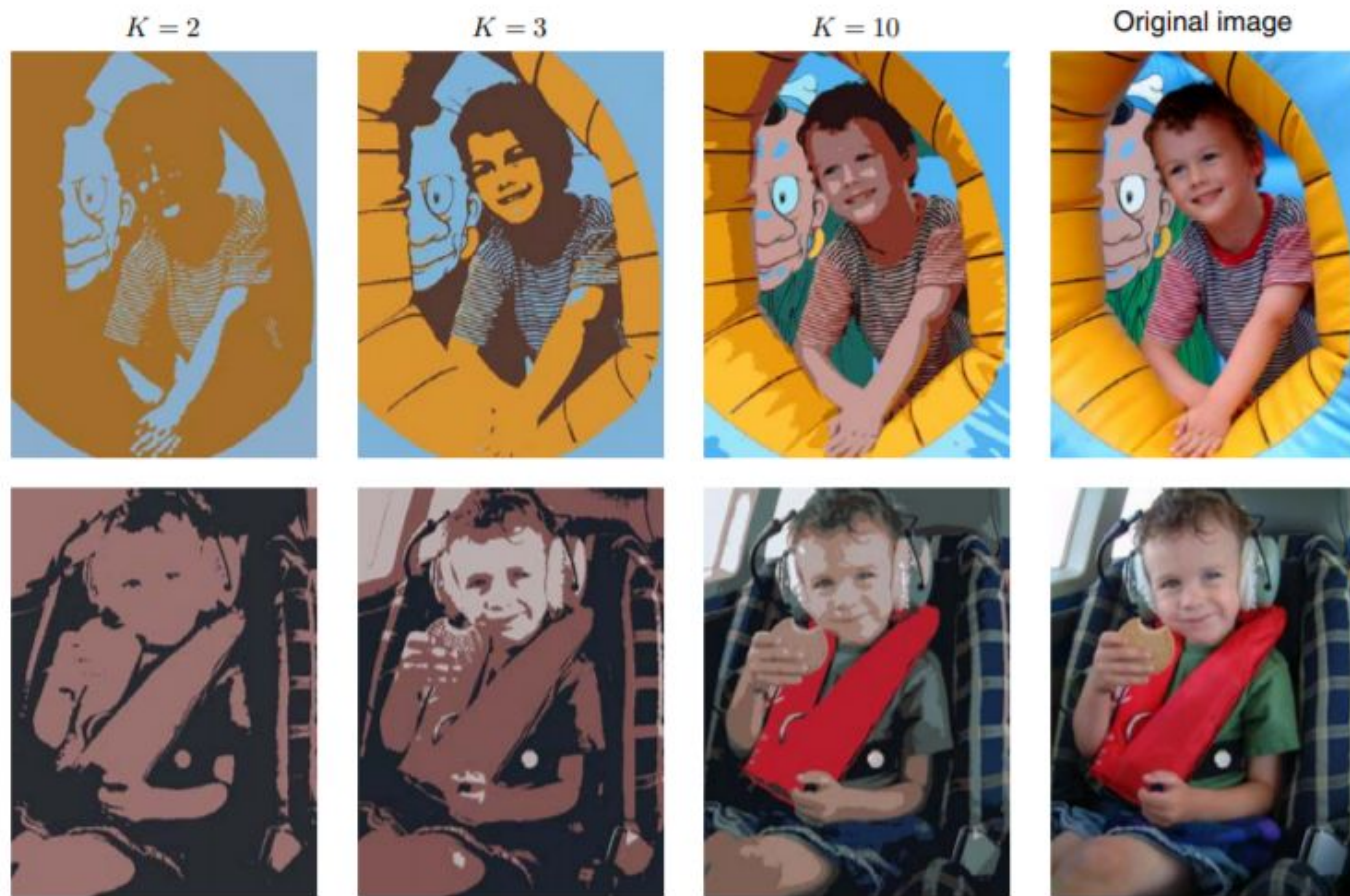
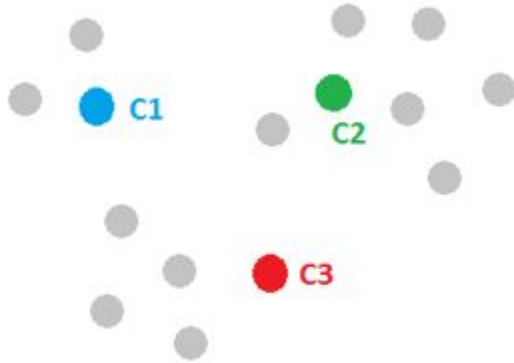


Figure 9.3 Two examples of the application of the K -means clustering algorithm to image segmentation showing the initial images together with their K -means segmentations obtained using various values of K . This also illustrates of the use of vector quantization for data compression, in which smaller values of K give higher compression at the expense of poorer image quality.

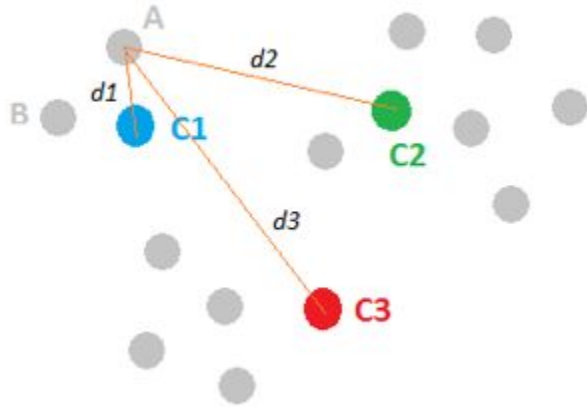
Cuantización y K-means



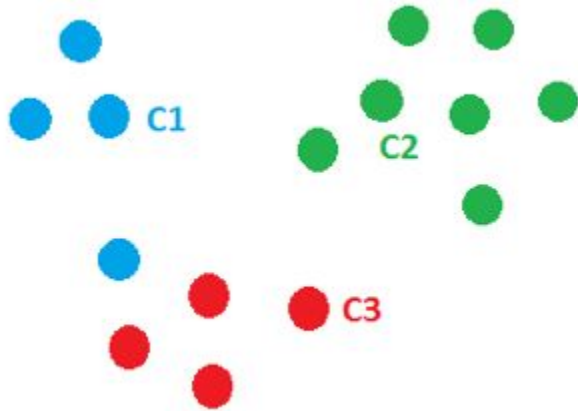
Cuantización y K-means



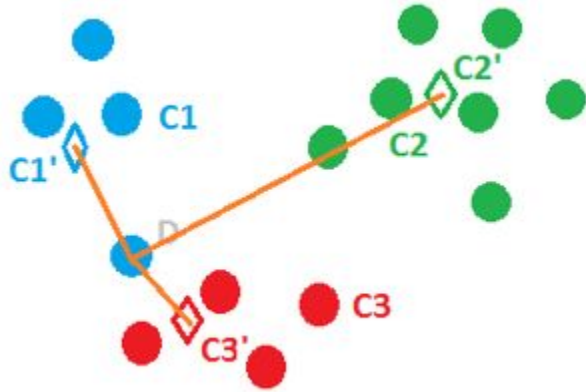
Cuantización y K-means



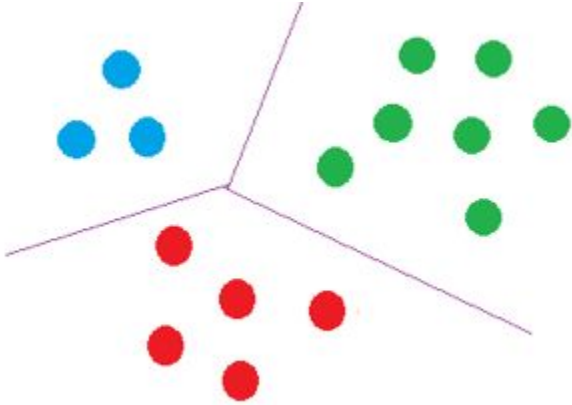
Cuantización y K-means



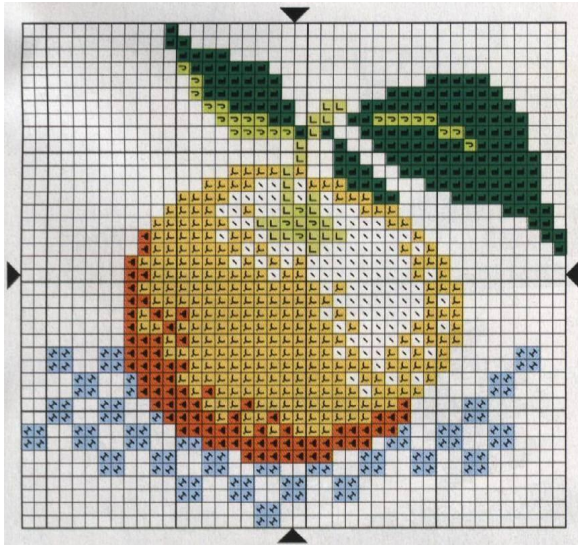
Cuantización y K-means



Cuantización y K-means



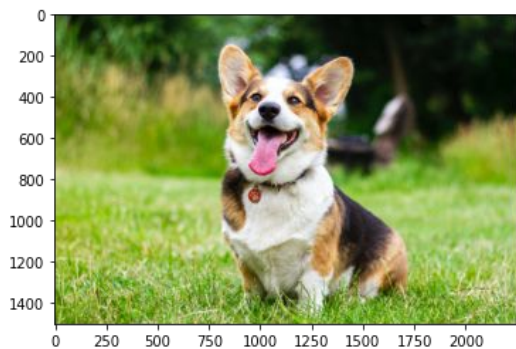
Tarea Académica



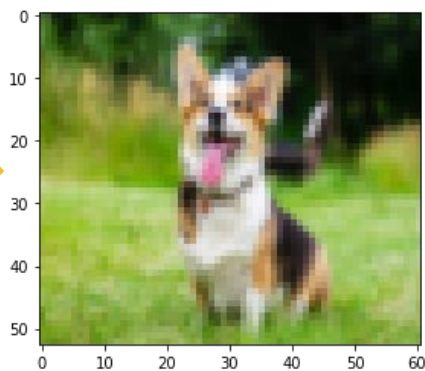
<http://innatia.info/imagenes/frutas-punto-cruz-1.jpg>

<http://innatia.info/imagenes/frutas-punto-cruz-2.jpg>

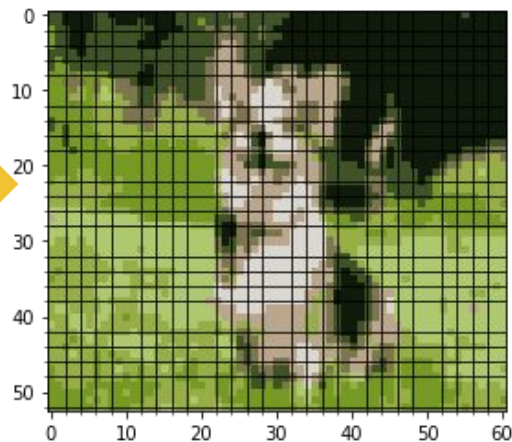
Tarea Académica



resize



kmeans



```
[[[0.05893575, 0.101425 , 0.04331249],  
 [0.59421391, 0.67474113, 0.28463188],  
 [0.72426367, 0.64917328, 0.55757317],  
 [0.42006637, 0.43846207, 0.27223866],  
 [0.68046649, 0.78677072, 0.4335715 ],  
 [0.46609036, 0.60419832, 0.135393 ],  
 [0.22120542, 0.29500001, 0.1322836 ],  
 [0.86072288, 0.84924902, 0.82002238]]])
```

Ejemplo

