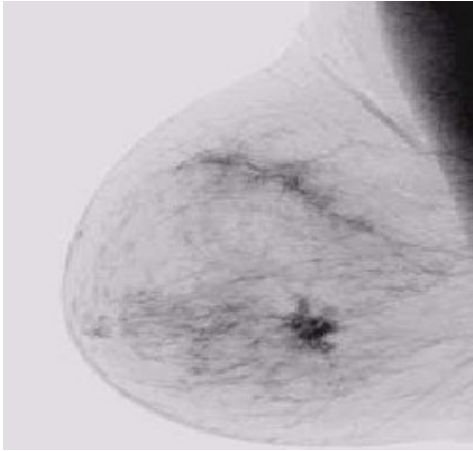


Procesamiento de Imágenes

Ingeniería Biomédica



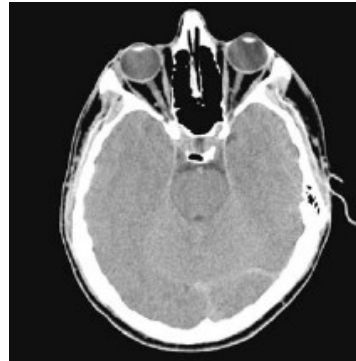
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
SAN MARTÍN

Escuela de Ciencia y Tecnología

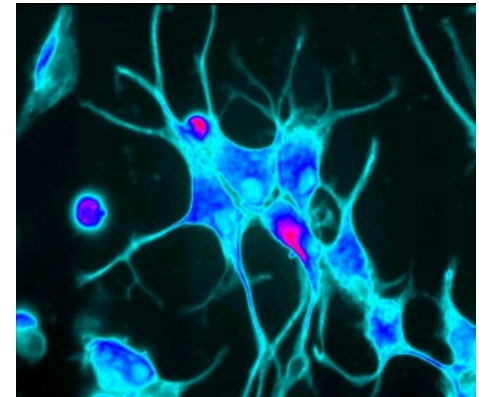
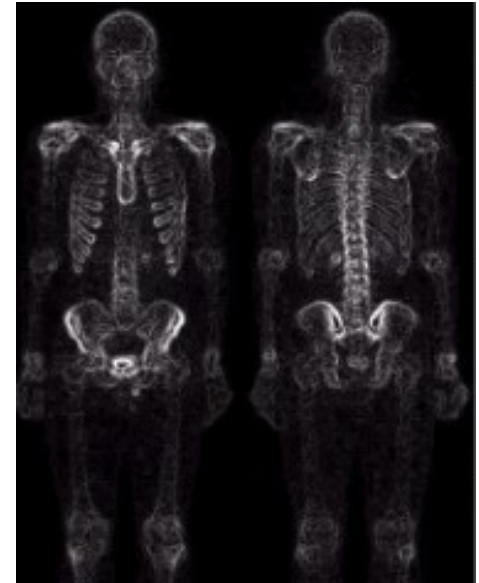
Docentes

Dr. Marcelo Raponi

Dra. Betina Ríos



Buenos Aires, 2021



Carga horaria:

4 horas semanales de Teoría/Práctica (17:30 a 21:30)

15 clases en total + 1 feriado

Metodología de evaluación:

- ❖ Trabajo práctico integrador final
- ❖ Promoción: $\text{nota} \geq 7$
- ❖ Regularización: $4 \leq \text{nota} < 7$

Bibliografía:

- *Digital Image Processing using Matlab*, R.C. González, R.E. Woods, S.L. Eddins, Pearson, Prentice Hall, Second Edition, 2009.
- *Digital Image Processing*. R.C. González, R.E. Woods. Ed. Pearson Hall, Third Edition. 2008.
- *The Image Processing Handbook*, J.C. Russ, CRC Press, Sixth Edition, 2011.
- *Image Processing Toolbox for Matlab*. User's Guide. www.mathworks.com

Unidad 1. Fundamentos de las imágenes digitales

Digitalización

Conversión de una señal analógica a digital



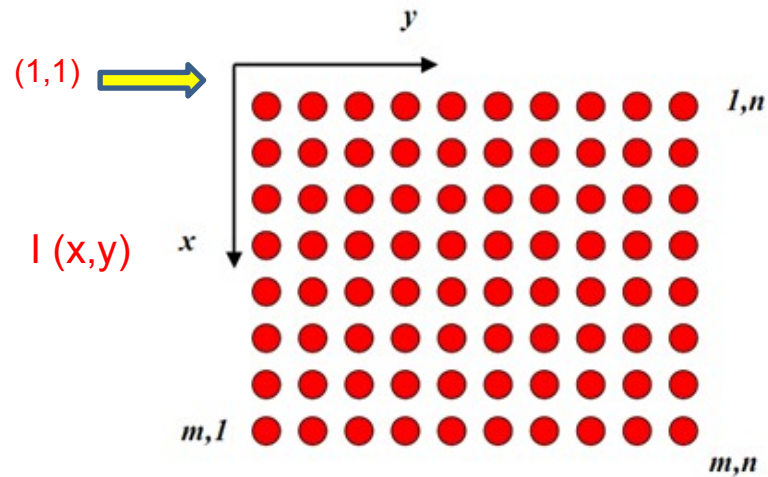
Muestreo: se basa en tomar muestras de una señal analógica (muestreo uniforme o no uniforme).

Cuantización: determina el valor de intensidad discreto correspondiente a cada muestra.

Imagen digital: distribución discreta (2D) de intensidades.

$I(x,y)$: intensidad de la imagen en un **pixel** de coordenadas (x,y) .

Imagen Digital



fs: frecuencia de muestreo

Resolución en intensidad \longleftrightarrow n° bits

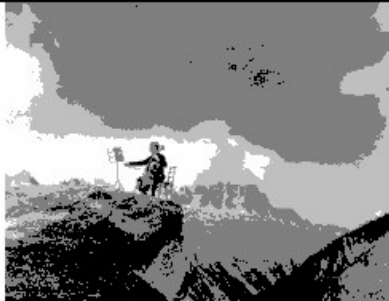
Resolución espacial \longleftrightarrow fs



a) 8 bits: 256 tonos de gris



b) 4 bits: 16 tonos de gris



c) 2 bits: 4 tonos de gris



d) 1 bit: blanco y negro

256x256
(65536 byte)
(64kb)



128x128
(16384 byte)
(16Kb)



64x64
(4096 byte)
(4Kb)



32x32
(1024 byte)
(1Kb)



Clases de datos

- ❑ Números en coma flotante: notación científica usada para representar números reales extremadamente grandes y pequeños.

$$r = c.b^{exp}$$

c: coeficiente (mantiza), número real con un sólo dígito entero seguido de una coma y varios dígitos fraccionarios. Según su signo: nº real positivo o negativo.

b: base, sistema decimal (10), sistema binario (2)

exp: exponente entero, el cual eleva la base a una potencia

2.5e2 es equivalente a $2.5 \cdot 10^2 = 250$

- ❑ **Double**: doble precisión (8 bytes)

- ❑ realmin('double') 2.2251e-308

- ❑ realmax('double') 1.7977e308

nº real (double precisión) más pequeño/grande
(en valor absoluto)

- ❑ **Single**: simple precisión, mínimo = 1.7055e-38 ; máximo = 3.4028e38 (4 bytes)

- ❑ **Uint8, uint16, uint32, uint64**: enteros sin signo de 8, 16, 32 o 64 bits
ej. [0,255], [0, 65535]

intmin ('uint8')
intmax ('uint8')

- ❑ **Int8, int16, int32, int64**: enteros con signo de 8, 16, 32 o 64 bits
ej. [-128,127], [-32768, 32767]

intmin ('int8')
intmax ('int8')

- ❑ **Char**: caracteres (2 bytes)

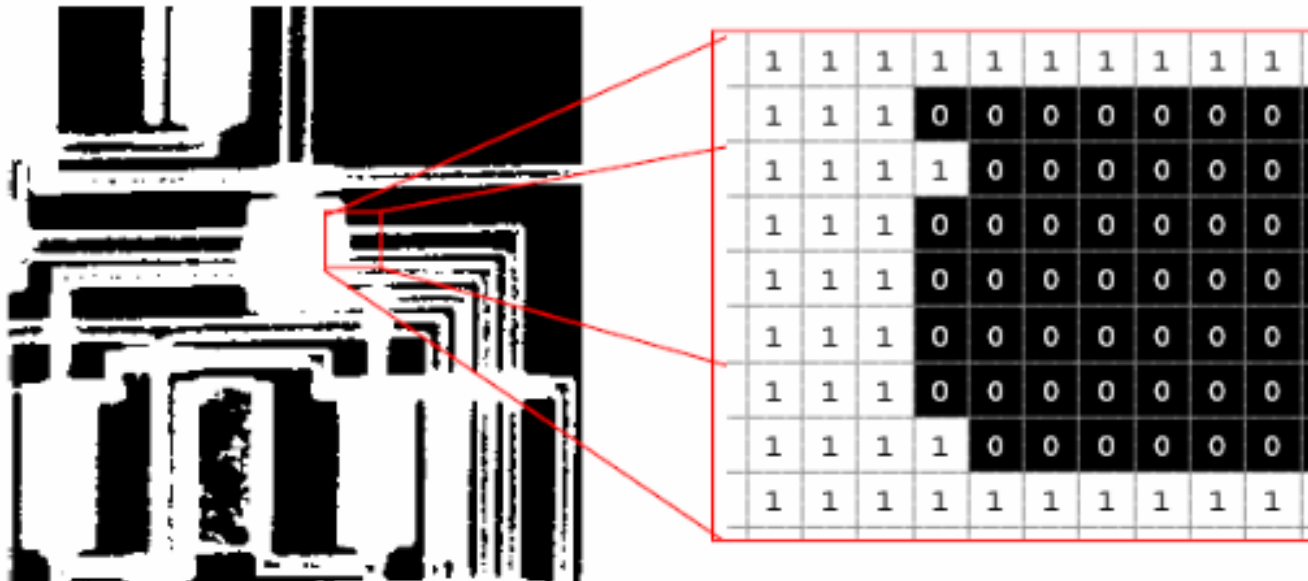
- ❑ **Logical**: valores 0 o 1 (1 byte)

Tipos de imágenes en Matlab

- ☐ **Binarias** (binary images)
- ☐ **Escala de grises** (grayscale or intensity images)
- ☐ **Indexadas** (indexed images)
- ☐ **Color verdadero** (truecolor or RGB images)

Imágenes Binarias

Arreglo lógico donde cada pixel puede tomar el valor 0 o 1 (clase **logical**)



Imágenes de intensidad (grayscale)

Una única matriz donde el valor de cada elemento (pixel) representa directamente la intensidad. Clases: `uint8`, `uint16` o `single/double` (escalados al intervalo $[0.0, 1.0]$)

Imagen de
intensidad de
clase `uint8`

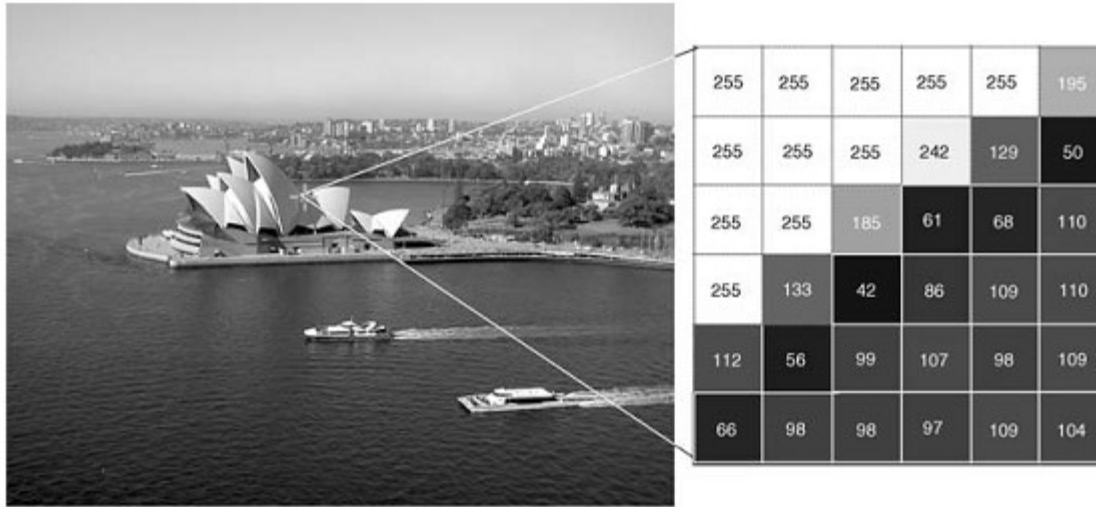
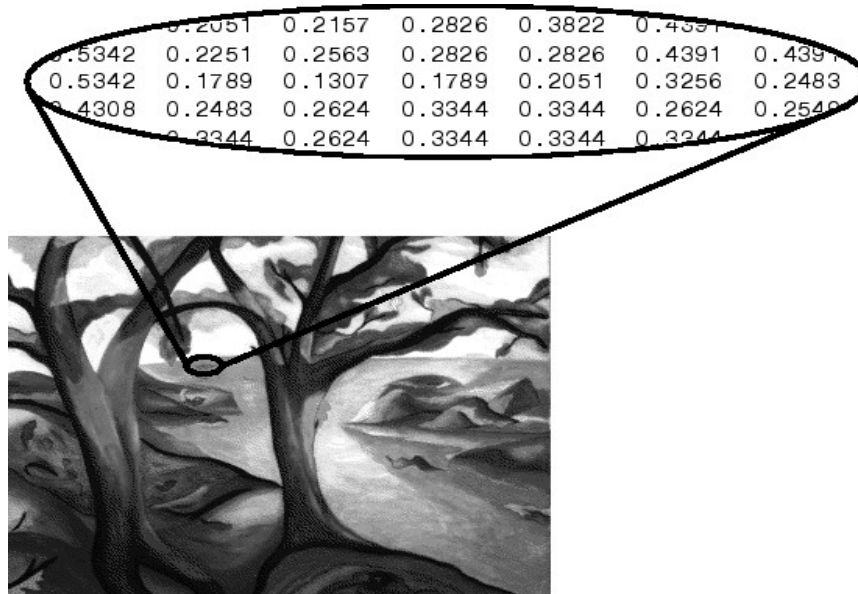


Imagen de
intensidad de clase
`double`



Imágenes indexadas

Consisten en dos matrices

- ❖ Matriz de índices: array $m \times n$ de valores enteros (clase `uint8`, `uint16`, `double`)
- ❖ Mapa de colores: array $r \times 3$, clase `double` $[0.0, 1.0]$.

Obs: Si las tres columnas son iguales, el mapa de color es de escala de grises

```
>> [X, map] = imread(filename);
```

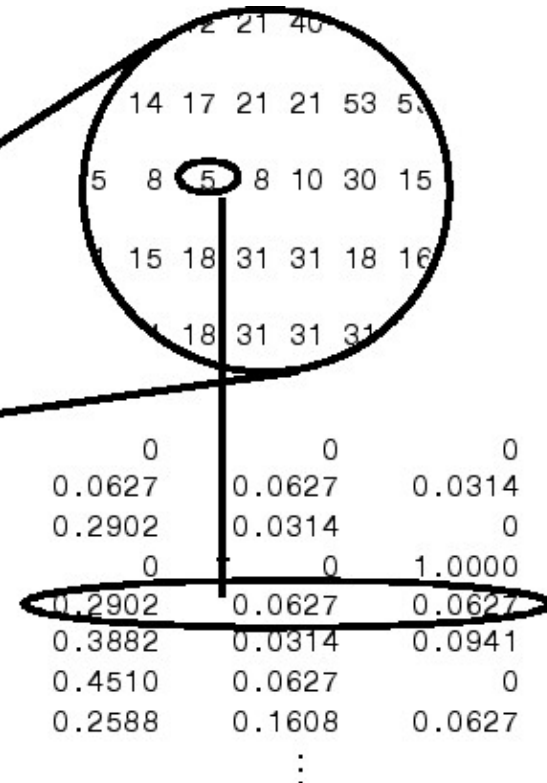
```
>> imshow(X, map);
```

O bien:

```
>> image(X);
```

```
>> colormap(map);
```

Clase double: valor 1 apunta a la primer fila
Clase uint8/16: valor 0 apunta a la primer fila



Imágenes truecolor (RGB)

- ❑ Array (3D) **mxnx3**: componentes **R** (red), **G** (green) y **B** (blue)
- ❑ No usa una paleta o mapa de colores.
- ❑ Tantos colores como lo especifique el número de bits (bit depth).
- ❑ Si cada canal usa 8 bits, la imagen RGB es de 24 bits.
- ❑ Número de colores posibles es: $(2^n)^3 \rightarrow \text{si } n = 8, (2^8)^3 = 16.777.216 \text{ colores}$

clase double [0,1],
uint8 o unit16

	0.2235	0.1294	Blue	0.4196	0.2588	0.1608
	0.5804	0.2902	0.0627	0.2902	0.2902	0.4824
	0.5804	0.0627	0.0627	0.0627	0.2235	0.2588
	0.5176	0.1922	0.0627	Green	0.1922	0.2588
	0.5176	0.1294	0.1608	0.1294	0.1294	0.2588
	0.5176	0.1608	0.0627	0.1608	0.1922	0.2588
	0.5490	0.2235	0.5490	Red	0.7412	0.7765
	0.490	0.3882	0.5176	0.5804	0.5804	0.7765
	0.2588	0.2902	0.2588	0.2235	0.4824	0.2235
	0.2235	0.1608	0.2588	0.2588	0.1608	0.2588
	0.2588	0.1608	0.2588	0.2588	0.2588	0.2588



Síntesis aditiva:
mezcla (adición) de
colores primarios
para obtener los
demás colores.



3 planos de color

```
R = imagen_rgb (:,:,1);  
G = imagen_rgb (:,:,2);  
B = imagen_rgb (:,:,3);
```

```
imagen_rgb = cat (3,R,G,B);
```

Formatos típicos de imágenes

- ❖ **BMP (Bitmap):** formato propio de Microsoft. Normalmente *no tienen compresión*, suelen ser archivos grandes, de buena calidad. No se usan en sitios web debido a su gran tamaño en relación a su resolución. Imágenes de 24 bits, 8 bits o menos.
- ❖ **JPEG (Joint Photographic Experts Group):** utiliza compresión con pérdida de dato, son imágenes de peso reducido. Se puede ajustar el grado de compresión. Muy utilizado para almacenar y transmitir fotos en la red.
- ❖ **GIF (Graphics Interchange Format):** limitado a 256 colores (8 bits). Actualmente reemplazadas por las imágenes **PNG**.
- ❖ **TIFF (Tagged Image File Format):** permite compresiones con y sin pérdidas. Se utiliza este formato para impresiones fotográficas y en scanners.
- ❖ **DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine):** método estandarizado para almacenar, transmitir y organizar imágenes médicas y su información asociada. Pueden contener una o varias imágenes. Agrupa distintos tipos de datos.

Leer, visualizar y grabar imágenes

- ☐ imread
- ☐ imshow
- ☐ imwrite
- ☐ improfile
- ☐ imfinfo
- ☐ imagesc
- ☐ imhist
- ☐ imtool

Control de flujo

- ☐ for
- ☐ if-else
- ☐ while
- ☐ switch
- ☐ break
- ☐ return

Otros

- ☐ figure
- ☐ plot
- ☐ subplot
- ☐ axis
- ☐ grid

Graficar funciones 3D

- ☐ meshgrid
- ☐ mesh
- ☐ surf
- ☐ shading interp

TABLE 4.2 IPT Functions to Perform Image Data Class Conversion

Name	Description	
	Converts	Into
ind2gray	An indexed image	Its grayscale equivalent
gray2ind	A grayscale image	An indexed representation
rgb2gray	An RGB (truecolor) image	Its grayscale equivalent
rgb2ind	An RGB (truecolor) image	An indexed representation
ind2rgb	An indexed color image	Its RGB (truecolor) equivalent

TABLE 3.6 Logical Operators

Operator	Name
&	AND
	OR
~	NOT

TABLE 3.5 Relational Operators

Operator	Name
<	Less than
<=	Less than or equal to
>	Greater than
>=	Greater than or equal to
==	Equal to
~=	Not equal to

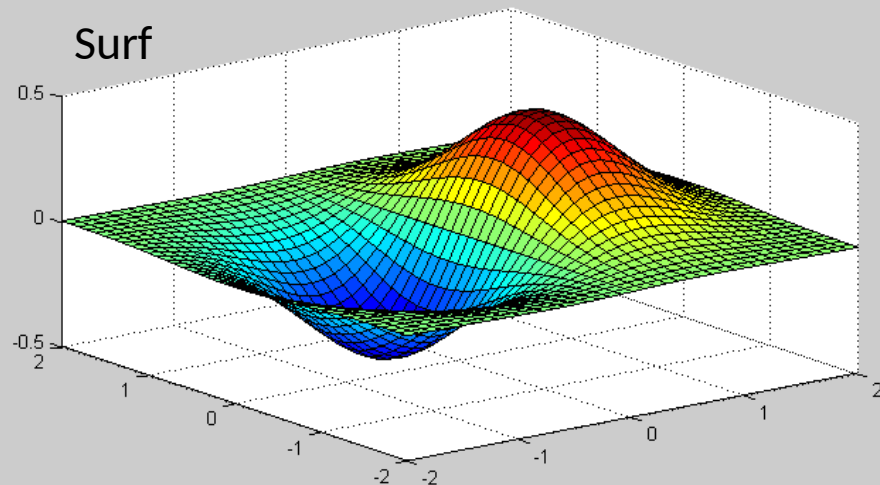
$$z = x^2 + y^2$$

$$z = x.e^{-(x^2+y^2)}$$

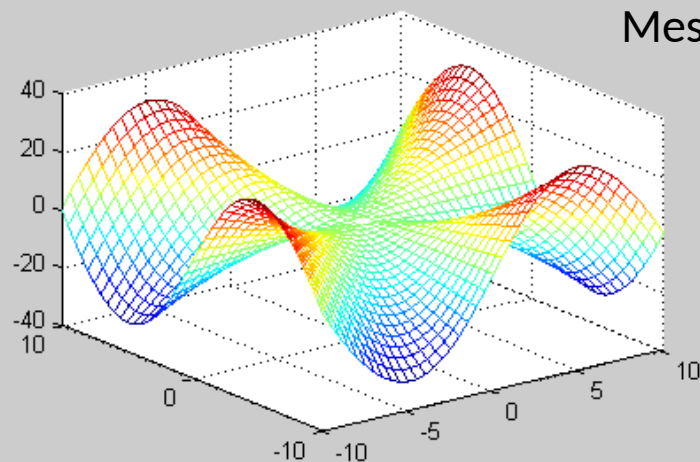
$$z = \frac{xy(x^2 - y^2)}{(x^2 + y^2)}$$

$$z = \frac{\sin(\sqrt{x^2 + y^2})}{\sqrt{x^2 + y^2}}$$

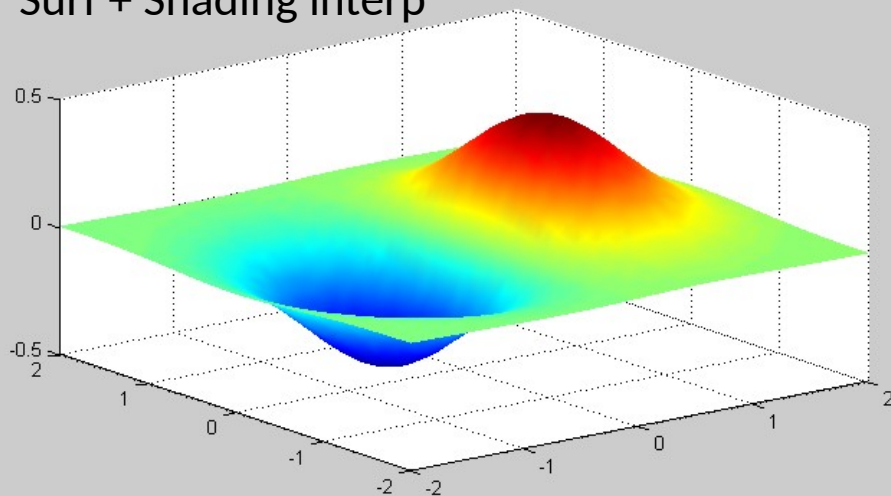
Surf



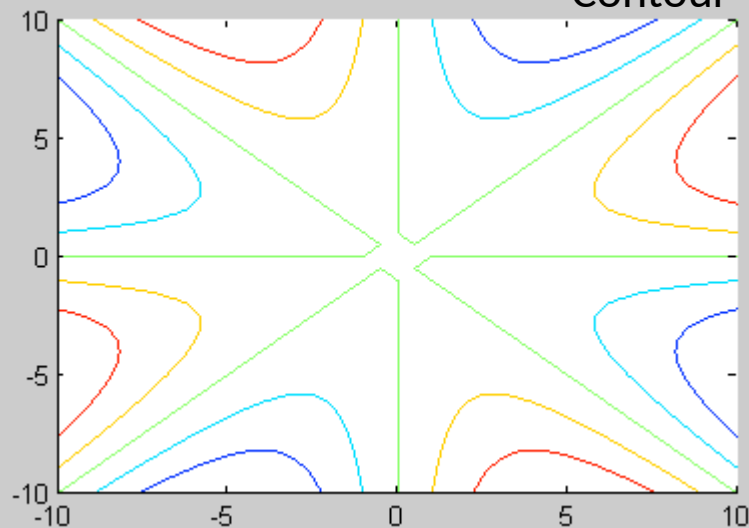
Mesh



Surf + Shading interp



Contour



Comandos: meshgrid, mesh, surf, colormap, shading interp, ...

Algunas conversiones

$$A = \begin{bmatrix} -8.0 & 300.0 \\ 0.1 & 0.5 \end{bmatrix} \quad \text{(double)} \quad \xrightarrow{\quad} \quad \gg C = \text{im2uint8}(A) \quad \text{rango } [0, 255] \quad \xrightarrow{\quad} \quad C = \begin{bmatrix} 0 & 255 \\ 26 & 128 \end{bmatrix}$$

im2uint8 detecta la clase de dato de entrada y realiza los escalamientos necesarios

Valores negativos pasan a ser 0 y valores > 1 pasan a ser 255.
Se redondean (round) los resultados al entero más cercano.

$$D = \begin{bmatrix} 0 & 1.0 \\ 0.1 & 0.5 \end{bmatrix} \quad \xrightarrow{\times 255} \quad C = \begin{bmatrix} 0 & 255 \\ 26 & 128 \end{bmatrix}$$

$$E = \begin{bmatrix} 25 & 50 \\ 128 & 200 \end{bmatrix} \quad \text{(uint8)} \quad \xrightarrow{\quad} \quad G = \text{im2double}(E) \quad \text{divide por 255} \quad \xrightarrow{\quad} \quad G = \begin{bmatrix} 0.0980 & 0.1961 \\ 0.5020 & 0.7843 \end{bmatrix} \quad \text{(double)} \quad \text{rango } [0, 1]$$