

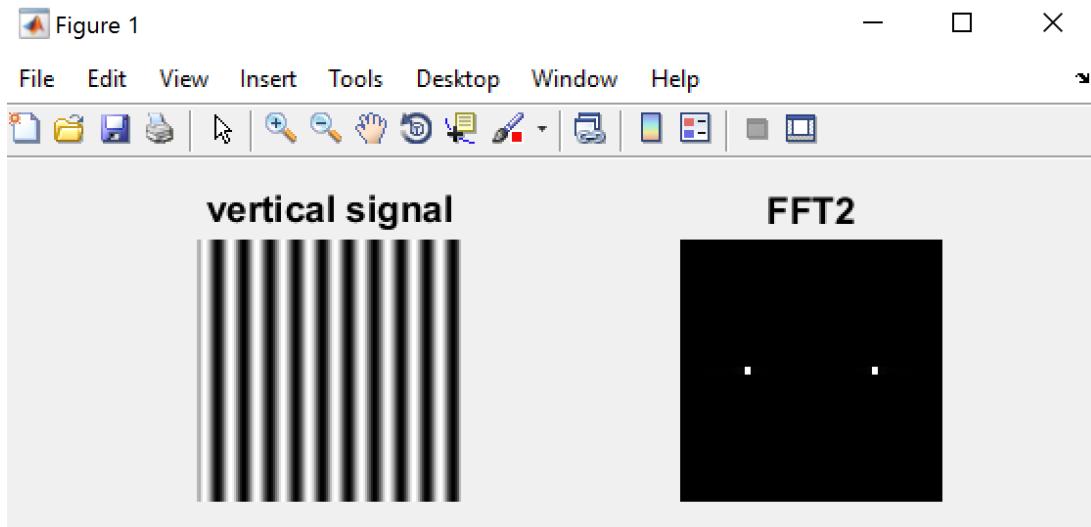
# Laboratorio di Elaborazione di Immagini

## Esercitazione 3:

### TRASFORMATA DI FOURIER in 2D

# FFT2

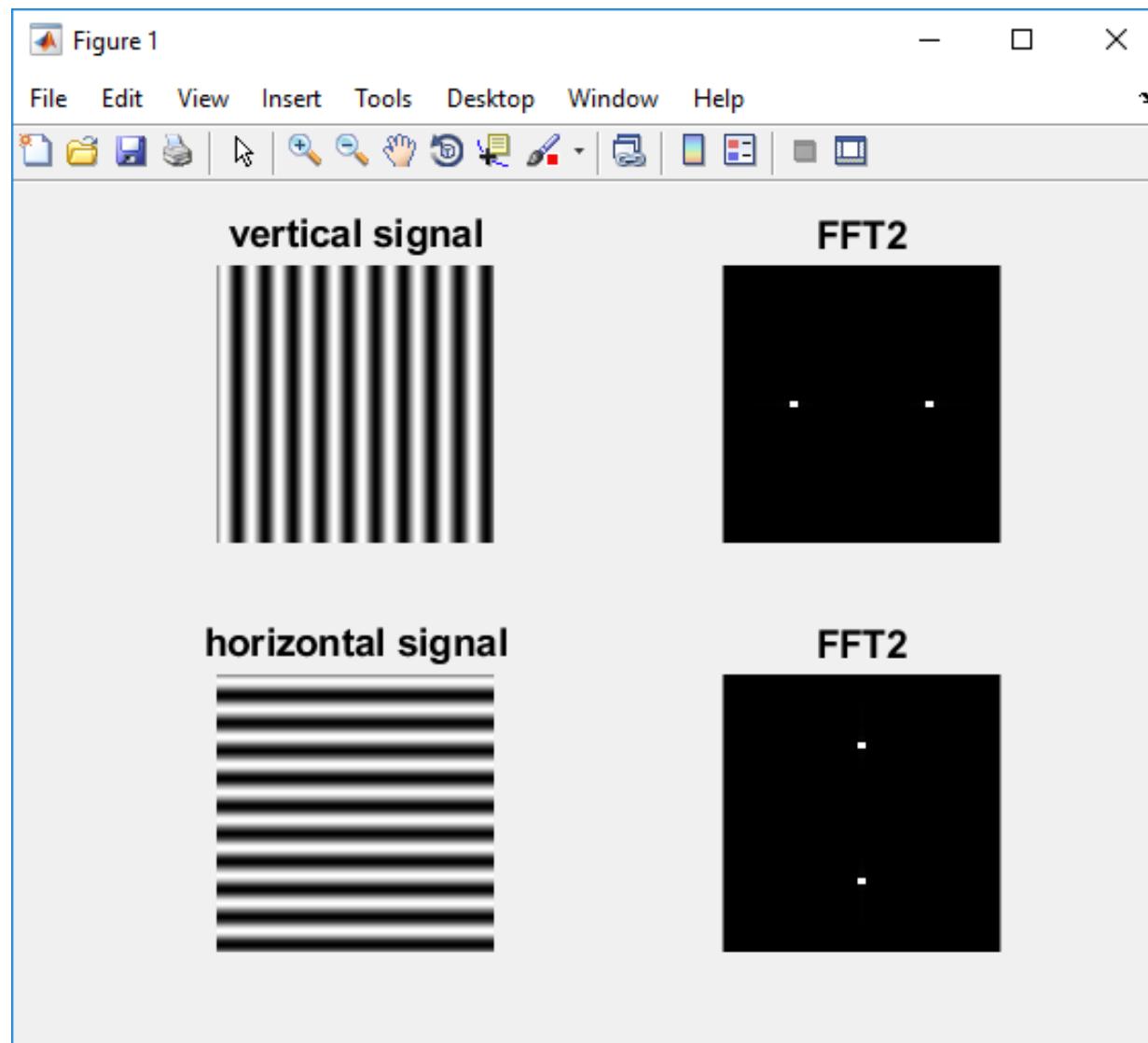
```
>> Fs = 256;  
  
>> T = 1/Fs;  
  
>> t = -1:T:1;  
  
>> s = sin(2*pi*5*t);  
  
>> s_2D = repmat(s,length(s),1);  
  
>> S_2D = abs(fftshift(fft2(s_2D));  
  
>> figure  
  
>> subplot(1,2,1) imshow(s_2D,[]);  
  
>> title('signal','FontSize',14,'fontweight','bold')  
  
>> subplot(1,2,2) imshow(S_2D(237:277,237:277),[]);  
  
>> title('FFT2','FontSize',14,'fontweight','bold')
```



# FFT2

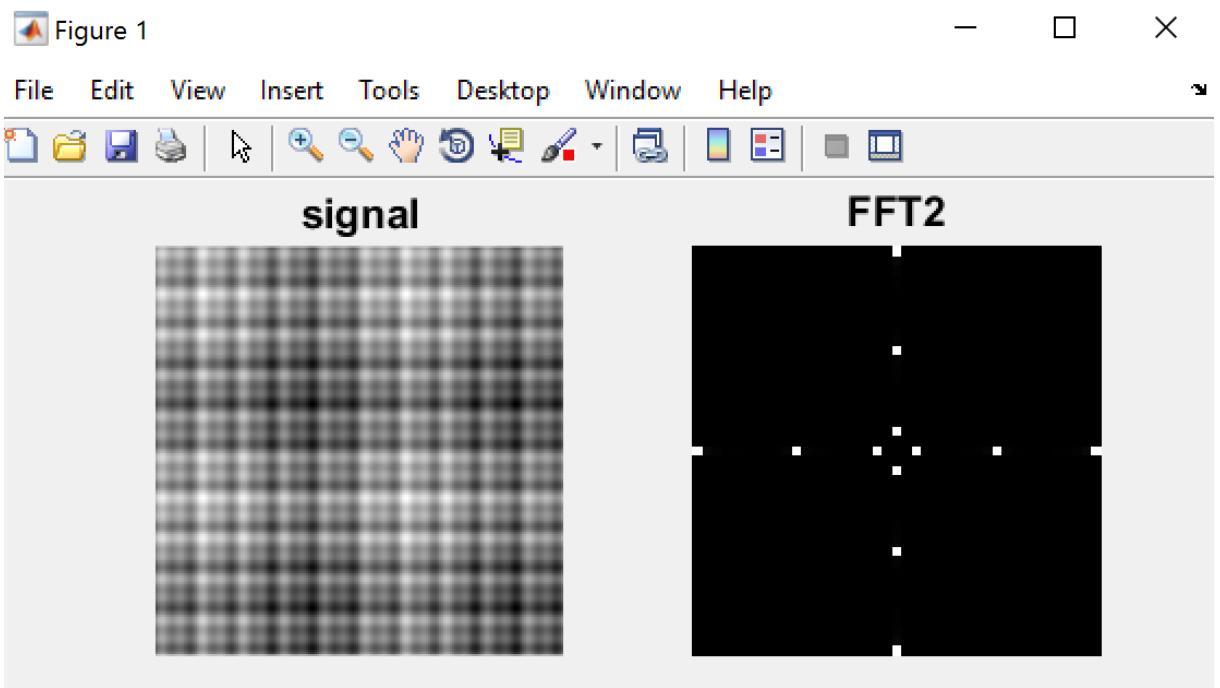
- Provate con lo stesso segnale ruotato di  $\pi/2$

# FFT2



# FFT2

```
>> s = sin(2*pi*5*t) + sin(2*pi*1*t) + sin(2*pi*10*t);  
  
>> s_2D = repmat(s,length(s),1);  
  
>> s_2D = s_2D+s_2D';  
  
>> S_2D = abs(fftshift(fft2(s_2D)));  
  
>> figure  
  
>> subplot(1,2,1) imshow(s_2D,[]);  
  
>> title('signal','FontSize',14,'fontweight','bold')  
  
>> subplot(1,2,2) imshow(S_2D(237:277,237:277),[]);  
  
>> title('FFT2','FontSize',14,'fontweight','bold')
```



# Funzione gaussiana 2D

```
function G = my_gaussian(r_max,r_sampling,alpha)

t = -r_max:r_sampling:r_max;
l = length(t);

G = zeros(l,l);

for i=1:l

    for j=1:l

        r = sqrt(t(i)^2 + t(j)^2);

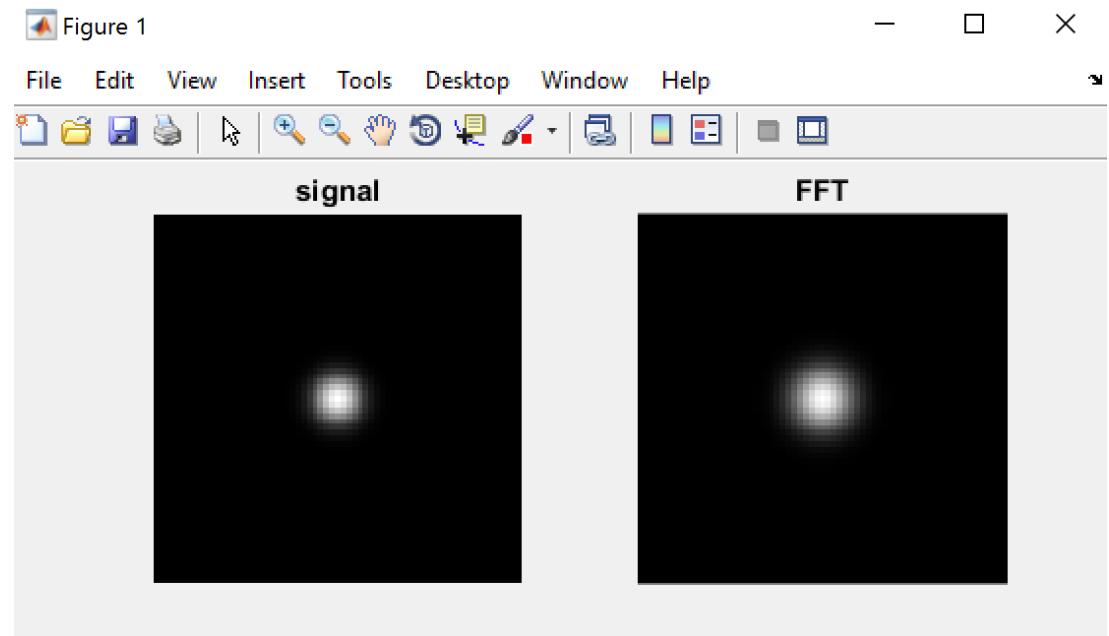
        G(i,j) = exp(-alpha*r^2);

    end

end
```

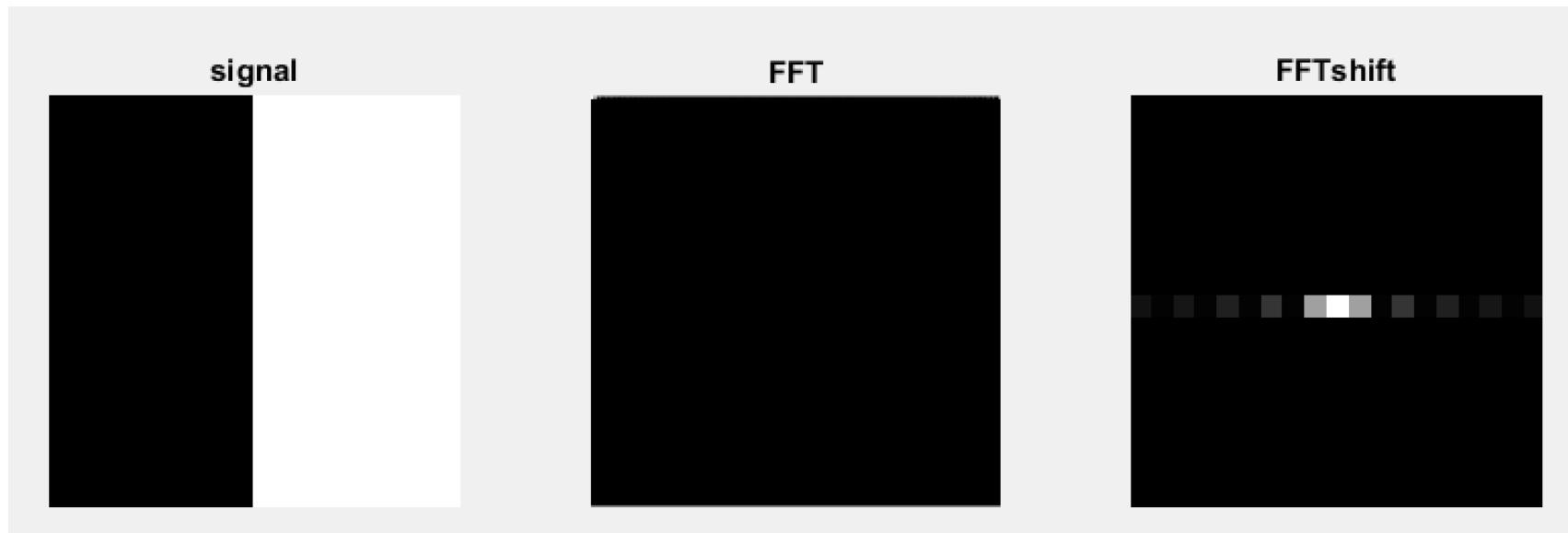
# Funzione gaussiana 2D

```
>> t_max = 8;  
  
>> Fs = 4;  
  
>> alpha = 1;  
  
>> g = my_gaussian(t_max,1/Fs,alpha);  
  
>> G = fftshift (fft2(g));  
  
>> figure;  
  
>> subplot(1,2,1)  
  
>> imshow(g,[])  
  
>> title('signal');  
  
>> subplot(1,2,2)  
  
>> imshow(abs(G),[])  
  
>> title('FFT')
```



# ESERCIZIO

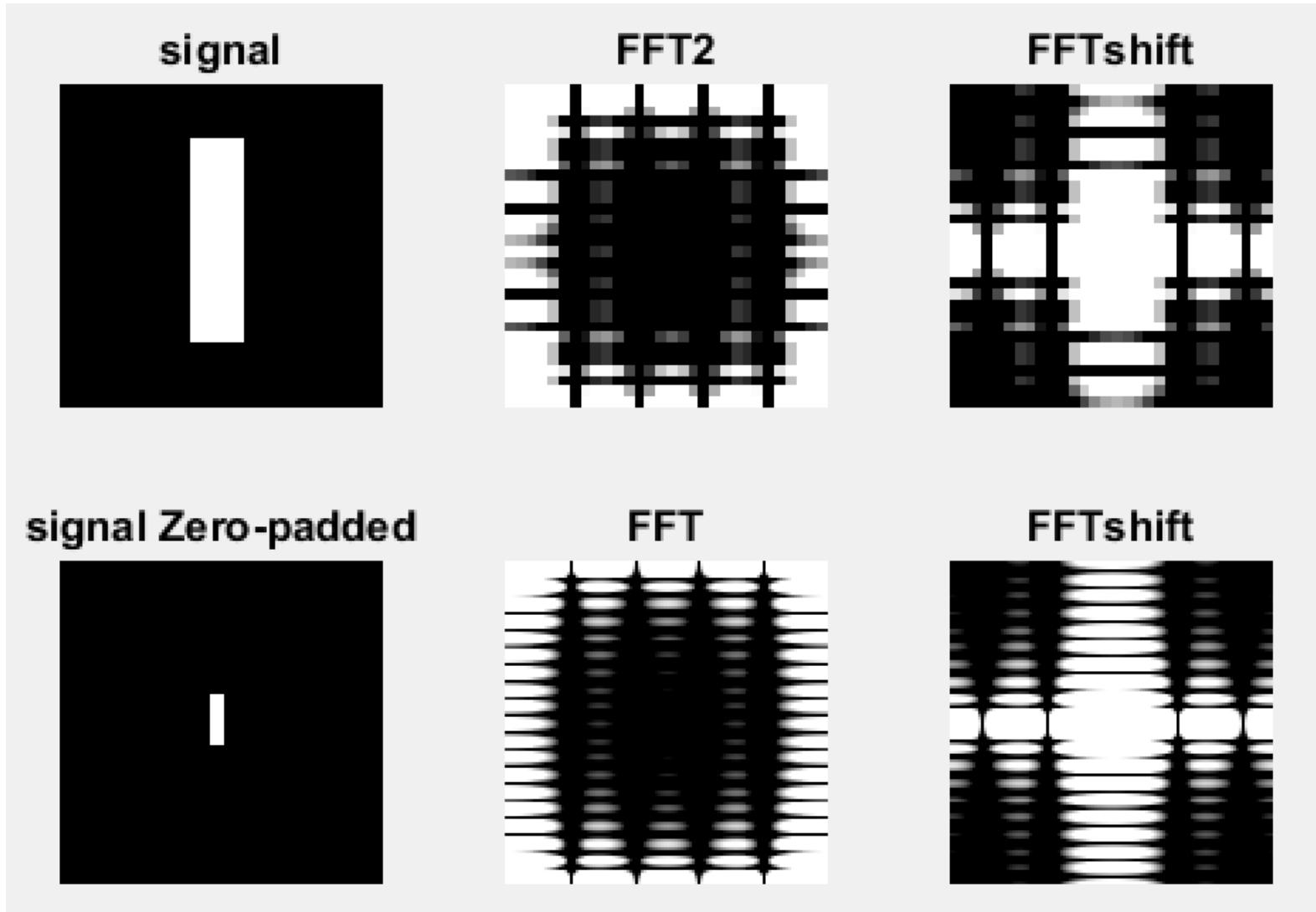
- Creare uno step 2D ( $I_{totale} = 150$ )
- Calcolare la FFT e visualizzare lo spettro
- Portare lo spettro al centro del quadrante e visualizzarlo



# ESERCIZIO

- Creare un'immagine con  $N=30$  righe e  $M=30$  colonne, con un rettangolo bianco centrato su sfondo nero ( $h=18$ ;  $w=4$ )
- Calcolare la FFT e visualizzare lo spettro
- Centrare lo spettro in  $(N/2, M/2)$
- Incrementare la risoluzione dello spettro con zero padding
- Centrare lo spettro in  $(N/2, M/2)$
- Nella visualizzazione delle ampiezze sostituire la scala lineare con la scala logaritmica ( $x \rightarrow \log(\text{abs}(x))$ )

# ESERCIZIO



# ESERCIZIO

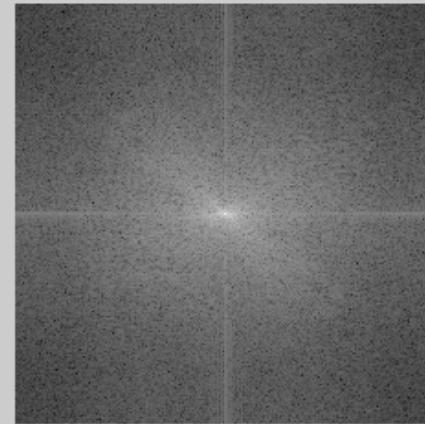
- Caricate l'immagine 'lena.jpg'
- Convertitela in scale di grigio
- Provate a visualizzare:
  - Il modulo e la fase della trasformata di Fourier
  - La parte reale (comando real )
  - La parte immaginaria (comando imag)

# ESERCIZIO

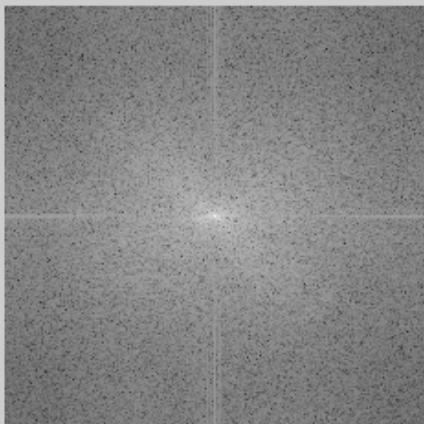
img



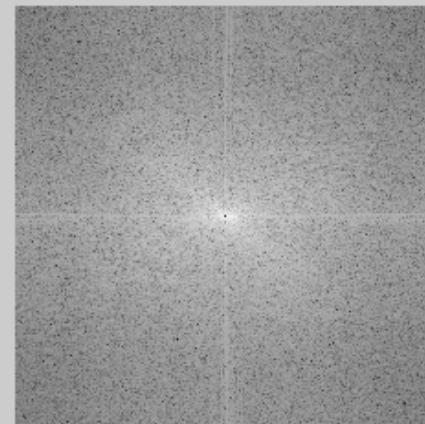
FFT ABS



FFT REAL



FFT IMAG



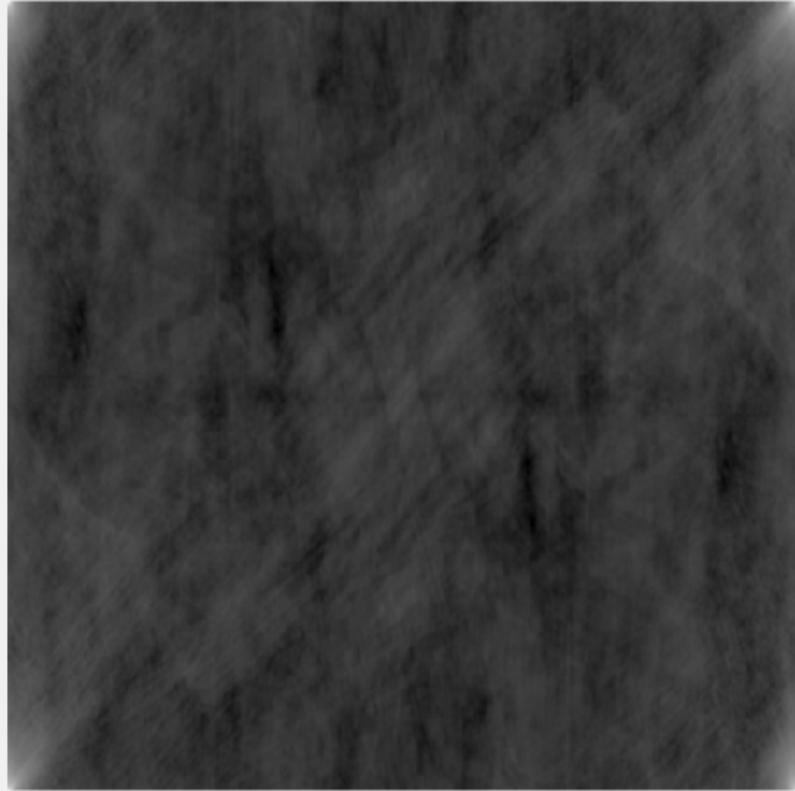
UNIVERSITÀ  
di VERONA

# ESERCIZIO

- A cosa corrispondono il modulo e la fase?
- Provate ad antitrasformare l'immagine:
  - Solo con il contributo del modulo (fase = 0)
  - Solo con il contributo della fase ( $\text{mag} = 1$ )

# ESERCIZIO

Magnitude



Phase

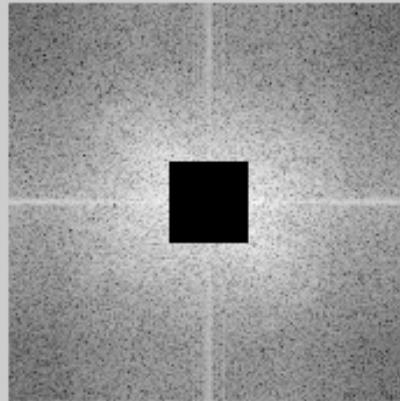


# ESERCIZIO

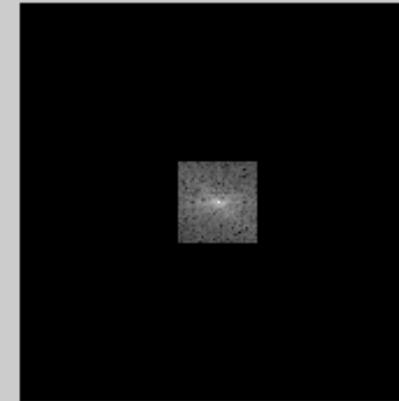
- Se eseguite l'**fftshift** della trasformata:  
al centro dell'immagine ci sono le basse frequenze,  
e verso i bordi le alte frequenze
- A cosa corrispondono nelle immagini?
- Provate a:
  - Mettere a zero il centro della trasformata (con un quadrato di lato 100)
  - Mettete a zero il contorno (il complementare del quadrato di prima)

# ESERCIZIO

**high frequencies**



**low frequencies**



UNIVERSITÀ  
di VERONA

# ESERCIZIO

