

Pràctiques de Processament Digital del Senyal

Pràctica 2.

Exercicis bàsics de processament d'imatges

Exercici 1.

Zoom: augment d'escala.

- a) Obriu i visualitzau la imatge 'nina.png' (utilitzau les funcions *imread* i *imshow* de Matlab).
- b) Obriu i visualitzau la imatge 'ull.png' què és una subimatge de 'nina.png'. En aquests exercici estudiarem diferents mètodes per ampliar aquesta subimatge.
- c) **Zoom per duplicació de píxels.** Construïu una matriu de tamany doble a la imatge 'ull.png' i formada en afegir entre cada dues files (columnes) de la imatge original una fila (columna) de zeros (imatge inter-zeros). Utilitzau la funció *maskara2D* per aplicar la següent màscara a la imatge inter-zeros:

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

L'efecte d'aplicar aquesta màscara és la duplicació del píxel (i, j) de la imatge original en les posicions $(2i, 2j)$, $(2i + 1, 2j)$, $(2i, 2j + 1)$ i $(2i + 1, 2j + 1)$ de la imatge inter-zeros.

Repetiu el procés varies vegades fins a obtenir una imatge de tamany 208×248 (ampliació en un factor 8 de la imatge original). Comentau els resultats.

- d) **Zoom a partir de la reconstrucció de Shannon de la imatge.** Al igual que havíem fet per als senyals 1D, és possible calcular la reconstrucció de Shannon de la imatge discreta. Si en fer la reconstrucció empram un període de mostreig major de l'original, aconseguirem canviar l'escala de la imatge (recordau l'exercici 1d de la Pràctica 1). Utilitzau la funció *fShannon2D* per reconstruir la imatge amb períodes de mostreig horitzontals i verticals iguals a 8. Comentau els resultats.

- e) **Zoom per zero-padding.** La tècnica de *zero-padding* dona uns resultats equivalents als de l'exercici anterior i és la utilitzada en la pràctica per fer un canvi d'escala basat en la Teoria de Shannon. Una manera d'aconseguir un nombre major de mostres de la imatge continua original consisteix en augmentar el suport de la seva transformada de Fourier discreta i a continuació calcular la transformada inversa. La manera d'augmentar el suport és afegir zeros a la part de l'espectre corresponent a les altes freqüències (d'aquí el nom de zero-padding).

Calculau la transformada de Fourier de la imatge original (*fft2*). Construïu una matriu del tamany desitjat (208×248) formada per zeros i copiau els 4 cantons de la FFT original en els cantons corresponents d'aquesta matriu: el rectangle definit pels vertexos $(0, 0) - (26, 31)$ copiat en la posició $(0, 0) - (26, 31)$, el rectangle $(0, 32) - (26, 62)$ copiat en $(0, 218) - (26, 248)$, etc.

Visualitzau, en escala logarítmica, el mòdul dels valors d'aquesta matriu. Calculau l'antitransformada de Fourier (*ifft2*) de la matriu i visualitzau la imatge resultant. Comentau els resultats.

- f) **Zoom per interpolació lineal.** Construïu la imatge inter-zeros de la imatge original. Utilitzau la funció *maskara2D* per aplicar la següent màscara a la imatge inter-zeros:

$$\begin{pmatrix} \frac{1}{4} & \frac{1}{2} & \frac{1}{4} \\ \frac{1}{2} & 1 & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{4} & \frac{1}{2} & \frac{1}{4} \end{pmatrix}$$

L'efecte d'aplicar aquesta màscara és la interpolació lineal del valor dels píxels diferents de zero en la imatge inter-zeros. Per exemple, el nou valor del píxel que es troba en la posició $(i + 1, j)$ serà igual a la mitja dels valors dels píxels que es troben en les posicions (i, j) i $(i + 2, j)$.

Repetiu el process varies vegades fins a obtenir una imatge de tamany 208×248 . Comentau els resultats.

Exercici 2.

Zoom invers: reducció d'escala (sub-mostreig).

- a) Obriu la imatge 'camisa.png' i visualitzau-la.
- b) Calculau la transformada de Fourier discreta de la imatge i visualitzau el seu mòdul en escala logarítmica.
- c) Sub-mostrejai la imatge prenent un píxel de cada dos, visualitzau la imatge resultant i calculau la seva transformada de Fourier. Pensau que hi ha aliasing? A què és degut?
- d) Escriviu un programa de Matlab que implementi un filtre antialiasing (filtre passa baix) adequat per al mostreig efectuat en l'apartat anterior.

- e) Aplica el filtre a la transformada de Fourier de la imatge original i obteniu la imatge filtrada calculant l'antitransformada de Fourier. Visualitzau la imatge resultant.
- f) Repetiu els apartats b i c amb la imatge obtinguda a l'apartat anterior. Comentau els resultats. S'ha produït el fenomen de Gibbs?

Exercici 3.

Filtres passa-baix i filtres de mitjana: aplicació a l'eliminació de renou.

- a) Utilitzau el programa escrit a l'apartat d per fer un filtratge passa-baix de la imatge 'nina.png' amb diferents valors de la freqüència de tall. Observau com els contorns de les imatges filtrades se van difuminant i com cada vegada és més evident l'efecte de Gibbs.
- b) És possible construir un filtre passa-baix mitjançant l'aplicació de la màscara següent:

$$A = \frac{1}{s^2}(a_{ij}), \quad a_{ij} = 1 \quad 1 \leq i, j \leq s$$

Utilitzau la funció *maskara2D* per aplicar aquesta màscara, amb $s = 7$, a la imatge 'nina.png'.

Observau com la imatge queda difuminada. Calculau la transformada de Fourier de la màscara i comprovau com es tracta d'un filtre passa-baix.

- c) Utilitzau la instrucció *imnoise* de Matlab per afegir diferents tipus de renou a la imatge 'nina.png'.
- d) Filtrau les imatges amb renou amb un filtre passa-baix. Comentau els resultats.
- e) Repetiu l'apartat anterior utilitzant un filtre de mitjana (emprau la funció *medfilt2* de Matlab). Comentau els resultats.

Exercici 4.

Filtres passa-alt i millora de contorns.

- a) Obriu i visualitzau la imatge 'ullZ.png'. Observau com els seus contorns es troben difuminats.
- b) És possible construir un filtre passa-alt mitjançant l'aplicació de la màscara següent:

$$A = \frac{1}{s^2}(a_{ij}), \quad a_{ij} = \begin{cases} s^2 - 1 & \text{si } i = j = \frac{s}{2} \\ -1 & \text{resta} \end{cases} \quad 1 \leq i, j \leq s$$

Utilitzau aquesta màscara amb $s = 15$ per filtrar la imatge i visualitzau el resultat. Observau com els contorns de la imatge han quedat ressaltats. Calculau la transformada de Fourier de la màscara i verifiqueu que es tracta, en efecte, d'un filtre passa-alt.

- c) Una aplicació dels filtres passa-alt és la millora dels contorns de les imatges. Sumau, a la imatge inicial, la sortida del filtre passa-alt ponderada amb diferents valors (per exemple 0.5, 1 i 2). Aquesta operació equival a "afegir contorns" a la imatge original. Visualitzau i comentau els resultats.

Exercici 5.

Informació visual i transformada de Fourier.

- a) Obriu i visualitzau les imatges 'nina.png' i 'casa.png'.
- b) Calculau el mòdul i la fase de les transformades de Fourier de les dues imatges i intercanviau-los: la fase de la segona imatge amb el mòdul de la primera i vice-versa. Visualitzau les imatges resultants i comentau els resultats.