

**PROVA 4 DI ELABORAZIONE DI SEGNALI MULTIMEDIALI**  
**(Ingegneria delle Telecomunicazioni, Informatica ed Elettronica)**  
**NON è consentito l'uso di materiale didattico e appunti propri.**

**EX. 1** Si vuole proteggere un'immagine inserendo una firma digitale al suo interno. Scrivete uno script `ex1.py` in cui inserite l'immagine binaria `firma.y` nel penultimo bit-plane meno significativo dell'immagine `upupa.y`, avente dinamica pari a 256 e dimensioni  $256 \times 512$ , e visualizzate il risultato.

A questo punto per verificare la robustezza dell'elaborazione, fate il seguente esperimento: comprimate l'immagine marcata usando lo standard JPEG, estraete la firma digitale e visualizzate su di un grafico l'MSE tra firma originale e compressa al variare del fattore di qualità  $Q = 80, 90, 100$ .

Per valutare invece la robustezza rispetto al filtraggio, applicate un filtro passa-basso ideale all'immagine marcata, estraete la firma digitale e visualizzate su di un grafico l'MSE tra firma originale e filtrata al variare della frequenza di cut-off del filtro  $D_0 = 0.2, 0.3, 0.4$ .

**EX. 2** Un modo per rivelare se un'immagine è stata contraffatta è mediante il PRNU (Photo Response Non Uniformity), una sorta di impronta digitale che identifica in modo univoco la macchina fotografica. Se l'immagine viene alterata, il PRNU nella corrispondente regione sarà stato modificato. Quindi confrontando il PRNU estratto dalla fotografia con quello originale della macchina fotografica è possibile individuare la manomissione. Caricate i dati (contenuti nel file `dati.mat`) con il comando `load`: l'immagine  $P_1$  è il PRNU originale,  $P_2$  quello stimato dalla foto modificata e `img` la fotografia ritoccata in cui è stata duplicata la nave. Scrivete una funzione `function map = detect(P1,P2)` che realizza i seguenti passi:

1. per ogni pixel, operando mediante finestra scorrevole di dimensioni  $127 \times 127$ , calcolate la correlazione normalizzata tra  $P_1$  e  $P_2$ :

$$\rho = \frac{\sum_i \sum_j (P_1(i, j) - \overline{P_1})(P_2(i, j) - \overline{P_2})}{\sqrt{\sum_i \sum_j (P_1(i, j) - \overline{P_1})^2} \sqrt{\sum_i \sum_j (P_2(i, j) - \overline{P_2})^2}}$$

dove  $\overline{P_1}$  e  $\overline{P_2}$  sono i valori medi nella finestra;

2. visualizzando la correlazione (in falsi colori) noterete che è presente una regione in cui i valori sono estremamente bassi (blu), indice che in quella zona l'immagine può essere stata alterata. Realizzate un opportuno thresholding per ottenere la mappa binaria che associa 1 ai pixel modificati. Verificate che la mappa è in grado di individuare la nave duplicata.

**EX. 3** Le immagini termografiche sono molto utili per individuare le parti danneggiate dei materiali compositi. Realizzate tutte le operazioni che ritenete necessarie per ottenere la mappa di segmentazione binaria in cui avete localizzato il difetto delle immagini `img1.png` e `img2.png`.