

# Calcolo Numerico 2024-25

## Homework 3- Problemi inversi e imaging

Questo homework utilizza anche il pacchetto **InverseProblems** scaricabile dal sito di Virtuale del corso.

### 1. Problemi inversi

Utilizzare la funzione *gravity* del file *examples.py* per creare un problema test.

- Visualizzare le condizioni discrete di Picard
- Calcolare la soluzione naive e visualizzarla
- Calcolare la soluzione regolarizzata con TSVD e visualizzarla. Scegliere il parametro utilizzando le condizioni di Picard.
- Calcolare la soluzione regolarizzata con Tikhonov e visualizzarla. Scegliere il parametro utilizzando il principio di massima Discrepanza e utilizzando un metodo euristico *trial and error*. Quali considerazioni posso fare?

Ripetere i punti precedenti per tre-quattro diversi livelli di rumore, nell'intervallo  $[0, 0.1]$  (estremi compresi)

### 2. Image deblur

Scegliere una immagine a piacere (no cameraman!!!) in scala di grigi ed eseguire i seguenti punti:

- Creare un problema test
- Calcolare la soluzione naive risolvendo il problema di minimi quadrati con CGLS
- Calcolare la soluzione regolarizzata con Tikhonov. Calcolare il valore di  $\lambda$  sia con il principio di Massima Discrepanza che come valore che minimizza l'errore assoluto fra l'immagine ground truth e la ricostruzione (su una griglia di valori di  $\lambda$ ), visualizzando il grafico relativo.
- Calcolare la soluzione regolarizzata con Total Variation. Calcolare il valore di  $\lambda$  come valore che minimizza l'errore assoluto (in norma 2) fra l'immagine ground truth e la ricostruzione (su una griglia di valori di  $\lambda$ ) visualizzando il grafico relativo.

Ripetere i punti precedenti per diversi livelli di rumore (tre-quattro) nell'intervallo  $[0, 0.01]$  (provare entrambi gli estremi dell'intervallo) e con due diversi valori dei parametri del nucleo gaussiano della Point Spread Function.

N.B: Controllare che i metodi iterativi di minimizzazione (CGLS e gradiente) escano per raggiunto criterio di arresto e non per numero massimo di iterazioni. In tal caso aumentare il numero massimo di iterazioni.

Riportare in un documento pdf i risultati ottenuti in termini di immagini, grafici (visualizzare per esempio il grafico dell'errore al variare delle iterazioni nei diversi casi), tabelle con le metriche di valutazione viste a lezione, che verrà poi eventualmente discusso durante la prova orale.