

## AA 2022-2023 - Metodi del Calcolo Scientifico - Progetto 1 alternativo

### Algebra lineare numerica Mini libreria per sistemi lineari

#### Descrizione generica

Si utilizzi un linguaggio di programmazione a vostra scelta: c++, fortran, java, python, etc. Lo scopo del progetto è quello di implementare una mini libreria che esegua i seguenti solutori iterativi, limitatamente al caso di matrici simmetriche e definite positive:

- (1) metodo di Jacobi;
- (2) metodo di Gauß-Seidel;
- (3) metodo del Gradiente;
- (4) metodo del Gradiente coniugato.

Per la gestione della struttura dati e le operazioni elementari fra matrici è richiesto di partire da una libreria *open-source*, come Eigen, Armadillo, blas/lapack. Oppure, qualora il linguaggio di programmazione lo permetta, utilizzare vettori e matrici già implementate al suo interno.

#### Richieste sulla libreria

Sarà valutato positivamente che la libreria abbia un'architettura e sia ben strutturata, invece che sia una sequenza di funzioni indipendenti le une dalle altre. Inoltre, deve soddisfare i seguenti requisiti:

- (a) operare con ognuno dei metodo iterativi (1)-(4) sopra menzionati. A tal proposito la libreria scelta come base deve fornire *solamente* la struttura dati di matrici e vettori NON possono essere utilizzati i metodi relativi alla risoluzione dei sistemi lineari già implementati al suo interno. Per esempio la libreria Eigen contiene già al suo interno l'implementazione del metodo di Jacobi, tale metodo NON è valido ai fini della consegna (tuttavia questi metodi possono essere usati in fase di debug).
- (b) i metodi iterativi devono partire dal vettore iniziale nullo (vettore con tutte le entrate pari a zero) e arrestarsi qualora la k-esima iterata  $\mathbf{x}^{(k)}$  soddisfa

$$\frac{\|A\mathbf{x}^{(k)} - \mathbf{b}\|}{\|\mathbf{b}\|} < \text{tol},$$

con *tol* tolleranza assegnata dal utente. Oltre a questo controllo sulla soluzione  $\mathbf{x}^{(k)}$ , i metodi iterativi dovranno avere un controllo sul numero

massimo di iterazioni. Tutte le routine dovranno quindi arrestarsi (e segnalare di non essere giunte a convergenza) se

$$k > \text{maxIter},$$

dove `maxIter` è un numero *molto elevato* a vostra scelta (non inferiore a 20000).

La routine di cui sopra va poi applicata alle matrici sparse salvate nei file in allegato: `spa1.mtx`, `spa2.mtx`, `vem1.mtx` e `vem2.mtx` al variare del metodo iterativo di soluzione e considerando questi valori come tolleranza:

$$\text{tol} = [10^{-4}, 10^{-6}, 10^{-8}, 10^{-10}].$$

**Nota per il formato .mtx.** Il formato “.mtx” è uno standard per lo scambio delle matrici in ambito numerico. È un file ASCII la cui descrizione è riportata nel seguente link

<https://math.nist.gov/MatrixMarket/formats.html>

Inoltre la numerazione delle entrate delle matrici parte da 1.

### **Esame finale**

Preparare una **breve relazione** che descriva la struttura della libreria, i risultati ottenuti organizzati in tabelle o grafici, e i commenti che pensate ne conseguano. La relazione dovrà essere inviata 3 giorni (=72 ore) prima dell'esame.

Se avete dei dubbi mandate pure una email.