

## Objetivos

- Observar o comportamento dos métodos iterativos não estacionários para um conjunto de matrizes esparsas da *SuiteSparse Matrix Collection*<sup>1</sup>.

## Conceitos/comandos importantes:

A coleção de matrizes esparsas *SuiteSparse Matrix Collection* disponibiliza matrizes das mais variadas áreas do conhecimento. Um dos formatos disponíveis para as matrizes é `<nome>.mat`. Arquivo binário que armazena as informações para gerar uma matriz esparsa no formato *Compressed Column Sparse*(CCR) para o Octave:

0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	8	5
4	0	0	5	0	0	0	0	7
0	0	0	9	5	0	0	0	2
0	0	0	1	0	4	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0
0	8	0	0	0	0	0	0	0

(a)

val	4	2	3	1	8	5	9	1	5	4	8	5	7	2
row_idx	3	6	7	1	8	3	4	5	4	5	2	2	3	4
col_ptr	1	4	6	6	9	10	11	12	15					

(b)

A seguir listamos alguns comandos do Octave para gerar e resolver um sistema cuja matriz esparsa foi obtida da *SuiteSparse Matrix Collection*:

- `load <nome>.mat` – carrega dados da matriz em uma estrutura auxiliar `A`.
- `A = Problem.A;` – Armazena os dados da estrutura `A` na matriz esparsa `A` no formato CCR.
- `n = rows(A);`
- `b = A*ones(n,1);`
- `[x,flag,relres,iter,resvec] = pcg(A,b,tol,maxit)` – encontra a solução de um sistema  $Ax = b$  pelo método dos Gradientes Conjugados, onde:
  - `A`: Matriz dos coeficientes simétrica definida positiva<sup>2</sup>;
  - `b`: Vetor dos termos independentes;
  - `tol`: Tolerância relativa;
  - `maxit`: número máximo de iterações;

<sup>1</sup><https://sparse.tamu.edu/>

<sup>2</sup>default: armazenamento na estrutura CCR (Compressed Column Sparse)

- **x**: vetor solução aproximada;
  - **flag**: 0 - convergência atingida; 1 - número máximo de iterações atingido; 3 - estagnação do resíduo;
  - **relres**: valor final do resíduo relativo;
  - **iter**: número de iterações executadas;
  - **resvec**: vetor contendo o resíduo relativo em cada iteração;
- `[x,flag,relres,iter,resvec] = gmres(A,b,k,rtol,maxit)` – encontra a solução de um sistema  $Ax = b$  pelo método GMRES, onde:
    - **A**: Matriz dos coeficientes;
    - **b**: Vetor dos termos independentes;
    - **k**: Número de vetores para o *restart*;
    - **rtol**: Tolerância relativa;
    - **maxit**: número máximo de ciclos;
    - **x**: vetor solução aproximada;
    - **flag**: 0 - convergência atingida; 1 - número máximo de iterações atingido; 3 - estagnação do resíduo;
    - **relres**: valor final do resíduo relativo;
    - **iter**: vetor contendo o número de ciclos (`iter(1,1)`) e o número de iterações do último ciclo (`iter(1,2)`)<sup>3</sup>;
    - **resvec**: vetor contendo o resíduo relativo em cada iteração;

1. Escolha um conjunto de 4 matrizes simétricas  $A$  com valores reais de ordem  $10^p$  para  $p = 1, 3, 5, 7$  da *SuiteSparse Matrix Collection*. Para cada uma das matrizes:
  - (a) Resolva o sistema trivial  $Ax = b$ , sendo  $b = A * ones(n, 1)$  pelo método dos gradientes conjugados;
  - (b) Plote o gráfico do resíduo;
  - (c) Discuta as características do processo iterativo;
  - (d) Construa uma tabela contendo métricas importantes como: número de iterações, valor do resíduo ao final do processo, norma da solução, características da matriz, etc ...
2. Escolha um conjunto de 4 matrizes não simétricas  $A$  com valores reais de ordem  $10^p$  para  $p = 1, 3, 5, 7$  da *SuiteSparse Matrix Collection*. Para cada uma das matrizes:
  - (a) Resolva o sistema trivial  $Ax = b$ , sendo  $b = A * ones(n, 1)$  pelo método GMRES para diferentes valores de **k** de tal forma que as potencialidades e fragilidades do método possam ser discutidas;
  - (b) Na sua análise, organize os dados em uma tabela utilizando diversas métricas para avaliar os experimentos: convergência ou não, número de iterações, tempo de processamento, norma da solução trivial, norma do resíduo relativo.
  - (c) Plote o gráfico do resíduo relativo (no mesmo sistema de eixos) para diferentes valores de **k**.

## Relatório

Escreva um relatório sucinto com suas conclusões sobre os objetivos listados acima. Entregar uma cópia em pdf via email (nome do arquivo CC191-EXE2-<nome1><nome2>) (luciac@inf.ufes.br) até 11/04/2019. O título do email deve ser CC191-EXE2-<nome1><nome2>.

---

<sup>3</sup>número de iterações gmres é igual a `iter(1,1)*k+iter(1,2)`