

# Napredna računalniška orodja

## 4. domača naloga

asist. dr. Matic Brank

*Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo*

December 2025

## 1 OpenMP

### 1.1 Izračun sistema enačb

Pri numeričnih simulacijah v strojništvu pogosto naletimo na sisteme enačb. Diskretizacija in linearizacija diferencialnih enačb vedno pripelje do reševanja linearnih sistemov enačb. Zapis v matrični obliki izgleda kot

$$Ax = b \quad (1)$$

kjer je  $A$  matrika oblike  $n \times n$  in  $b$  vektor oblike  $n \times 1$ . Pri reševanju problemov z metodo končnih elementov, končnih volumnov ali končnih razlik povečini dobimo matriko, kjer je večina njenih elementov enaka 0. Take matrike imenujemo redke matrike (oziroma v angleškem jeziku “*sparse matrix*”). Prednost tovrstnih matrik pri omenjenih metodah je tudi, da so diagonalno dominantne t.j. večina elementov različnih od 0 se nahaja v okolini diagonale, kar velja tudi za primere pri projektu (v MATLAB okolju lahko izrišete matriko z uporabo ukaza `spy(A)`). Za take matrike se izkaže, da je Gauss-Seidelova iterativna metoda za reševanje sistema enačb relativno stabilna. Sicer obstajajo precej bolj robustne metode za reševanje sistemov enačb (tudi za goste matrike in diagonalno nedominantne matrike), kot so Metoda konjugiranih gradientov, in njene pospolitve kot so BiCGSTAB, CGS, ... [1]. Implementacija tovrstnih algoritmov je nekoliko zahtevnejša od Gauss-Seidel metode. Pri Gauss-Seidel metodi ponavadi predpostavimo neko začetno rešitev, nato pa izvedemo iteracijo. Podrobnejši postopek in psevdokoda sta podani v [1], tu pa bomo v pomoč podali MATLAB kodo.

```
for iitt = 1:1000
    % for zanka za izračun T
    for jj = 1:n
        d = b(jj);
```

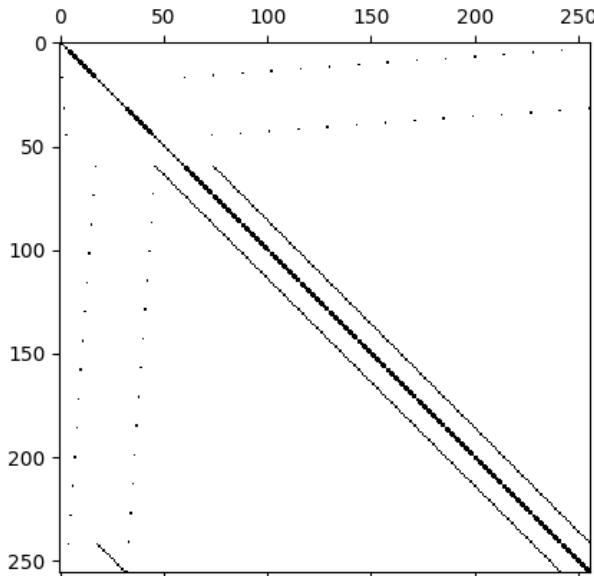
```

for ii = 1:n
    if(jj ~= ii)
        d = d - A(jj, ii) * T(ii);

    end
    T(jj) = d / A(jj, jj);
end
end

```

Podan imate sistem enačb, sestavljen z MKR. Na sliki 1.1 imate podan graf, kjer črne pike predstavljajo neničelne elemente, bele pa elemente, ki so enaki 0.



Slika 1: Prikaz neničelnih elementov matrike  $A$ .

Podana je ASCII datoteka, ki vsebuje matriko A in vektor b. Format datoteke je sledeč

A: n=256  
A1,1;A1,2;...;A1,1n

A256,1;A256,2;...;A256,256

b: n->256

b1

b2

.

.

b256

Podano imate predlogo *DN4-predloga.cpp*, kjer na dnu skripte implementirajte Gauss-Seidel metodo. Uporabite 2000 iteracij in rešite sistem enačb. Nato izpišite največjo temperaturo v konzolo.

Ena izmed težav je lahko tudi počasno konvergiranje metode. Z uporabo OpenMP knjižnice poskusite paralelizirati to metodo. Najprej ugotovite, ali je paralelizacija sploh možna. Če ni, potem to obrazložite. Če je možna, potem paralelizirajte kodo in jo razložite. Vaše ugotovitve zapišite v obliki komentarjev v sami kodi.

**Nalogo naložite do 23:59 ure, dne 13.1.2026.**

**Reference**

- [1] Burden, Richard L. - Numerical Analysis, 10th edition