

# Jakobijev algoritam za pronalaženje sopstvenih vrednosti

Isidora Đurđević

Matematički fakultet,  
Univerzitet u Beogradu

13. septembar 2019.

# Sadržaj

# Uvod

- ▶ Jakobijev algoritam je iterativna metoda za pronalaženje sopstvenih vrednosti i sopstvenih vektora matrice
- ▶ Naziv je dobio po matematičaru Gustav Karl Jakobiju
- ▶ Poznat kao proces dijagonalizacije

# Jakobijev algoritam

- ▶ Rešenje je garantovano za realne i simetrične matrice
- ▶ Zasniva se na iterativnoj primeni matrica rotacija kako bi se anulirali elementi van dijagonale
- ▶ Rotacije se zovu Jakobijeve ili Givensove rotacije
- ▶ Rezultat je dijagonalna matrica na čijoj dijagonali se nalaze sopstvene vrednosti
- ▶ Proizvodom primenjenih matrica rotacija dobija se matrica čije kolone čine sopstvene vektore

## Jakobijev algoritam (2)

- ▶ Neka je  $S$  simetrična matrica, i  $G = G(i, j, \theta)$  Givensova matrica rotacije. Tada je:

$$S' = GSG^T$$

- ▶ simetrična matrica i slična je matrici  $S$
- ▶ matrica  $S'$  se izračunava sledećim formulama:

$$\begin{aligned} S'_{ii} &= c^2 S_{ii} - 2sc S_{ij} + s^2 S_{jj} \\ S'_{jj} &= s^2 S_{ii} - 2sc S_{ij} + c^2 S_{jj} \\ S'_{ij} &= S'_{ji} = (c^2 - s^2) S_{ij} + sc(S_{ii} - S_{jj}) \\ S'_{ik} &= S'_{ki} = cS_{ik} - sS_{jk} & k \neq i, j \\ S'_{jk} &= S'_{kj} = sS_{ik} - cS_{jk} & k \neq i, j \\ S'_{kl} &= S_{kl} & k, l \neq i, j \end{aligned}$$

## Jakobijev algoritam (3)

- ▶ Gde je  $s = \sin(\theta)$  i  $c = \cos(\theta)$
- ▶ Pošto je  $G$  ortogonalna matrica,  $S$  i  $S'$  imaju istu normu
- ▶ Ako izaberemo  $\theta$  tako da je  $S'_{ij} = 0$  tada je  $S'$ :

$$S'_{ij} = \cos(2\theta)S_{ij} + \frac{1}{2}\sin(2\theta)(S_{ii} - S_{jj}) \quad (1)$$

## Jakobijev algoritam (4)

- ▶ Izjednačavanjem prethodne formule na 0 i sređivanjem dobijamo:

$$\tan(2\theta) = \frac{2S_{ij}}{S_{jj} - S_{ii}} \quad (2)$$

- ▶  $S_{ij}$  je pivot i predstavlja najveći vandijagonalni element
- ▶ Matrica rotacije:

$$\begin{bmatrix} \cos\theta & \sin\theta \\ -\sin\theta & \cos\theta \end{bmatrix}$$

## Jakobijev algoritam - koraci

- ▶ Pronađi najveći vandijagonalni element
- ▶ Ukoliko je najveći vandijagonalni element manji od unapred definisane vrednosti  $\varepsilon$  - break -
- ▶ Inače izvrši rotaciju tako da se anulira najveći vandijagonalni element



# Ocena složenosti

- ▶ Složenost rotacije je  $O(n)$  ukoliko je poznat najveći vandijagonalni element, inače  $O(n^2)$
- ▶ Moguće je svesti na  $O(n)$  ukoliko se čuva niz sa vrednostima vandijagonalnih elemenata, gde je  $i$ -ti element niza najveći element u  $i$ -tom redu matrice
- ▶ Rotacija predstavlja množenje matrica i složenost je  $O(n^3)$

Hvala na pažnji!

Pitanja?

Literatura

Repozitorijum

<https://github.com/i-djurdjevic/NIZ-2018>