

Einführung in das Hochleistungsrechnen

Wintersemester 2017/2018

Übung 11

Programmieraufgabe 7 (6 Punkte).

Lösen Sie mithilfe des vorkonditionierten CG-Verfahrens die diskretisierte Laplace-Gleichung

$$-u_{i,j-1} - u_{i-1,j} + 4u_{i,j} - u_{i,j+1} - u_{i+1,j} = h^2 f_{i,j}, \quad i, j = 1, \dots, N$$

auf einem regelmäßigen Gitter der Größe $(N + 2) \times (N + 2)$, $N \in \mathbb{N}$ gerade (d. h. mit Schrittweite $h := 1/(N + 1)$), mit

$$f_{i,j} = -1, \quad i, j = 1, \dots, N,$$

und mit den Randbedingungen

$$\begin{aligned} u_{0,j} &= 0, & u_{N+1,j} &= 0, & j &= 1, \dots, N, \\ u_{i,0} &= 0, & u_{i,N+1} &= 0, & i &= 1, \dots, N. \end{aligned}$$

Nutzen Sie dazu die in **PETSc** bereitgestellte MPI-parallele CG Implementierung (PETSc-Typ **KSPCG**). Testen Sie verschiedene in PETSc implementierte Vorkonditionierer Ihrer Wahl (z. B. SSOR, Jacobi), sowie CG ohne Vorkonditionierer. Vorkonditionierer werden Montag in der Vorlesung noch eingeführt und beschrieben. Eine Übersicht der verschiedenen in PETSc verfügbaren Vorkonditionierern findet sich unter <http://www.mcs.anl.gov/petsc/petsc-current/docs/manualpages/PC/PCType.html>. Untersuchen Sie auch verschiedene Problemgrößen N und unterschiedliche Anzahlen von MPI-Prozessen.

Hinweise:

- Assemblieren Sie zunächst die Laplace-Matrix als parallele, dünn-besetzte Matrix vom PETSc-Typ **MATMPIAIJ**. Vergleichen Sie dazu auch das Beispiel der parallelen Matrix-Vektor-Multiplikation in PETSc aus der Vorlesung (Quellcode auf Homepage).
- Stellen Sie die rechte Seite und den Lösungsvektor auf. Beide Vektoren müssen die gleiche Datenverteilung aufweisen, die bei der Laplace-Matrix gewählt wurde!
- Initialisieren Sie den CG Löser und den Vorkonditionierer mit folgenden Befehlen: `KSPCreate`, `KSPSetType`, `KSPSetTolerances`, `KSPGetPC`, `PCSetType`, `KSPSetOperators`.

- Lösen Sie mit `KSPSolve`. Die Lösung können Sie sich mit `VecView` ausgeben lassen.
- Um sich in jeder CG-Iteration die aktuelle Residuumsnorm ausgeben zu lassen, nutzen Sie `KSPMonitorSingularValue`.
- Für eine genaue Beschreibung der verschiedenen Befehle, nutzen Sie die PETSc Manual Pages unter <https://www.mcs.anl.gov/petsc/documentation/index.html>

Kompilieren eines PETSc Programms:

- Um ein PETSc-Programm übersetzen zu können, muss erst der Pfad zu den PETSc-Bibliotheken gesetzt werden durch: `export PETSC_DIR=/Pfad/zum/PETSc/Ordner` wobei der Pfad der bei der PETSc-Installation gewählte Ort ist (s. u.).
- In dem Ordner, in dem sich das zu übersetzende Programm befindet, muss sich eine Datei namens `makefile` befinden. Ein Beispiel dazu findet sich zum Download auf der Homepage zu dieser Vorlesung, welches Sie zu `makefile` umbenennen müssen und ansonsten ohne Änderung verwenden können, falls Sie Ihr Programm `laplace_petsc.c` nennen.
- Übersetzen Sie dann einfach durch Eingabe von `make`.

Abgabedatum: *Donnerstag, 25. Januar 2018 bis 18:00 Uhr per E-Mail an den jeweiligen Übungsleiter.*