

Dipl.-Ing. Hinderk van Lengen , Oerlinghausen

Effiziente Nutzung der Finite-Element-Methode auf Mehrprozessorrechnern

Reihe **20**: Rechnerunterstützte
Verfahren

Nr. **234**

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	V
Bemerkungen zur Schreibweise.....	VIII
1 Einleitung.....	1
2 Die Methode der Finiten Elemente.....	4
2.1 Grundlagen.....	4
2.2 Die Finite-Element-Methode in der Strukturmechanik	7
2.2.1 Linear-elastische FE-Analysen	7
2.2.2 Elastisch-plastische FE-Analysen	9
2.2.3 Geometrisch nichtlineare FE-Rechnungen	11
2.3 Substrukturtechnik	11
2.3.1 Grundidee der Substrukturtechnik	11
2.3.2 Schematischer Ablauf der Substrukturtechnik.....	13
2.4 Gleichungslösungstechniken.....	14
3 Grundlagen der Parallelverarbeitung.....	16
3.1 Klassifizierung von Parallelrechnersystemen	18
3.1.1 Taxonomy nach FLYNN.....	18
3.1.2 Unterscheidung der Speicherkonzepte.....	18
3.2 Effizienz paralleler Programme	19
3.3 Maßzahlen der Parallelverarbeitung	20
3.3.1 Speedup.....	20

3.3.2 Effizienz.....	21
3.3.3 Amdahls Gesetz	21
3.3.4 Effektivität	24
3.4 MIMD-Transputerrechner.....	24
3.4.1 Einführung und Aufbau	24
3.4.2 Aktueller Entwicklungsstand.....	26
3.4.3 Parallelisierungskonzepte für MIMD-Transputerrechner	27
4 Parallelisierung der Finite-Element-Methode.....	28
4.1 Motivation.....	28
4.2 Parallelisierungsstrategien	30
4.2.1 Algorithmen-Parallelisierung.....	31
4.2.2 Gebietszerlegung.....	32
4.2.3 Resümee	33
4.3 Gesamtkonzept.....	34
4.3.1 Das Programm PLASTPARA.....	35
4.3.2 Arbeitsprogramm	36
5 Gleichungslösungstechniken für die parallele Substrukturtechnik.....	37
5.1 Frontalmethode	37
5.1.1 Beispielrechnungen.....	41
5.1.1.1 Biegebalken.....	41
5.1.1.2 CTSN-Probe.....	44
5.1.1.3 T-Profil.....	47
5.2 Modifiziertes Cholesky-Verfahren.....	49
5.3 GAUSS-JORDAN Hauptlöser	51
5.3.1 Beispielrechnungen.....	52
5.4 Iterative Löser nach der Methode der konjugierten Gradienten.....	54
5.4.1 Das CG-Verfahren	54
5.4.2 PCG-Hauptlöser.....	55
5.4.2.1 Vorkonditionierung.....	57
5.4.2.2 Diagonal-Vorkonditionierung.....	58
5.4.2.3 Beispielrechnungen.....	59
5.4.3 Effizienzverbesserung des PCG-Hauptlösers bei nichtlinearen Rechnungen.....	64
5.4.3.1 Vollständige Cholesky Zerlegung.....	65
5.4.3.2 Partielle Cholesky Zerlegung.....	65
5.4.3.3 Parallele Cholesky Zerlegung	66
5.4.3.4 Beispielrechnungen.....	66
5.4.4 PCG-Gesamtverfahren.....	67
5.5 Explizite Lösungstechniken	68
5.6 Resümee	70

6 Netzpartitionierung	72
6.1 Motivation.....	72
6.1.1 Loadbalancing.....	73
6.1.2 Anforderungsliste.....	74
6.2 Partitionierungsstrategie.....	74
6.3 Realisierung	76
6.3.1 Grundeinteilung	76
6.3.2 Optimierung der Einteilung	78
6.3.2.1 Minimierung der Hauptknoten.....	78
6.3.2.2 Anpassen der Netzgrößen	79
6.3.2.3 Abstandsminimierung.....	79
6.3.2.4 Zerlegung von Viereckselementen.....	80
6.3.2.5 Optimierung der Netznumerierung und Kontrolle der Einteilung	80
6.4 Beispiele für automatische Subnetz-Partitionierungen	81
6.4.1 Automatische Partitionierung der grob diskretisierten CTSN-Probe	81
6.4.2 Automatische Partitionierung der fein diskretisierten CTSN-Probe.....	83
6.4.3 Automatische Partitionierung eines Pleuel-Netzes	84
6.4.4 Automatische Partitionierung des FE-Netzes einer Mischerwelle	85
6.5 Resümee	86
7 Diskussion und Ausblick	87
8 Zusammenfassung	88
Anhang	90
A.1 Partitionierungsdaten einiger Beispielnetze	91
A.2 Eine Loadbalancingfunktion für die Frontalversion	95
Literatur	97