

Dipl.-Ing. Andreas Erzmann, Salzgitter

Zur Programmierung dynamischer Anwendungen auf nachrichtengekoppelten Multiprozessoren

Reihe **10**: Informatik/
Kommunikationstechnik Nr. **421**

Inhalt

| | |
|---|-----------|
| 1 Einführung | 1 |
| 1.1 Aufbau der vorliegenden Arbeit..... | 2 |
| 2 Programmierung nachrichtengekoppelter Multiprozessoren — Stand der Technik | 4 |
| 2.1 Grundlegende Begriffe | 4 |
| 2.2 Lastmodell und Zielarchitektur | 8 |
| 2.2.1 Die Zielarchitektur..... | 8 |
| 2.2.2 Das Lastmodell | 9 |
| 2.3 Ein Anforderungskatalog für Programmiermodelle..... | 10 |
| 2.4 Paradigmen und Programmiermodelle für nachrichtengekoppelte Multiprozessoren . | 12 |
| 2.4.1 Programmierparadigmen | 13 |
| 2.4.2 Ausgewählte Programmiermodelle | 16 |
| 2.5 Ziele der vorliegenden Arbeit..... | 26 |
| 3 Ein Programmiermodell für dynamische Anwendungen | 27 |
| 3.1 Das TDC-Programmiermodell | 28 |
| 3.1.1 Definition der Elemente des TDC-Programmiermodells | 29 |
| 3.1.2 Das TDC-Laufzeitsystem | 32 |
| 3.1.3 Behandlung von Abhängigkeiten zwischen Aufgaben..... | 34 |
| 3.2 Anwendung des TDC-Programmiermodells | 36 |
| 3.2.1 Grundsätzliche Struktur einer dynamischen Anwendung | 36 |
| 3.2.2 Parallelisierung eines Volume-Renderer-Verfahrens | 36 |
| 3.2.3 Struktur des Steuerprogramms und der Fähigkeiten | 40 |
| 3.3 Das TDC-Programmiermodell im Vergleich | 42 |
| 3.3.1 Eigenschaften des TDC-Programmiermodells | 42 |
| 3.3.2 Vergleich der Programmiermodelle | 43 |
| 3.4 Implementierung des TDC-Programmiermodells | 44 |
| 3.4.1 Aufbau der Zielarchitektur | 46 |
| 3.4.2 Das TDC-Laufzeitsystem | 48 |
| 3.5 Die TDC-Anwenderschnittstelle | 54 |
| 3.5.1 Die Funktionen für das Steuerprogramm | 54 |
| 3.5.2 Die Funktionen für die Programmierung der Fähigkeiten..... | 58 |
| 3.6 Grenzen des TDC-Programmiermodells | 59 |
| 4 Analyse und Modifikation dynamischer Lastausgleichsverfahren | 62 |
| 4.1 Klassifizierung von Lastverwaltungsverfahren..... | 62 |
| 4.1.1 Hierarchische Klassifizierung..... | 63 |
| 4.1.2 Kriterien zur Klassifizierung globaler Scheduling-Verfahren..... | 65 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 4.2 | Dynamische Lastausgleichsverfahren | 67 |
| 4.2.1 | Das Prinzip des dynamischen Lastausgleichs | 67 |
| 4.2.2 | Aufwand und Nutzen dynamischer Lastausgleichsverfahren | 69 |
| 4.2.3 | Einfluß des Aktivierungskriteriums..... | 70 |
| 4.3 | Ein analytisches Modell für die Berechnung der Effizienz..... | 71 |
| 4.3.1 | Modellierung der Effizienz für den idealen Lastausgleich..... | 72 |
| 4.3.2 | Anwendung des Effizienzmodells | 75 |
| 4.4 | Ausgewählte Lastausgleichsalgorithmen | 77 |
| 4.4.1 | Hierarchical Balancing Method..... | 79 |
| 4.4.2 | Diffusionsverfahren | 84 |
| 4.4.3 | Dimension Exchange Method | 87 |
| 4.4.4 | Load Redistribution Algorithm | 89 |
| 4.5 | Der Pairing-Lastausgleichsalgorithmus | 90 |
| 4.5.1 | Beschreibung des Prinzips..... | 90 |
| 4.5.2 | Vergleich der Lastausgleichsalgorithmen | 95 |
| 4.6 | Lastauswahlstrategien | 98 |
| 4.7 | Zusammenfassung und Wertung | 102 |
| 5 | Experimentelle Bewertung der Lastausgleichsverfahren | 104 |
| 5.1 | Synthetische Last..... | 104 |
| 5.1.1 | Allgemeine Parameter | 105 |
| 5.1.2 | Lastcharakteristik..... | 105 |
| 5.1.3 | Datenanforderungen | 108 |
| 5.2 | Messungen mit der synthetischen Last..... | 110 |
| 5.2.1 | Vorbemerkungen zu den Messungen | 111 |
| 5.2.2 | Meßergebnisse für die Standardlasten | 116 |
| 5.2.3 | Der Einfluß ausgewählter Parameter | 122 |
| 5.3 | Meßergebnisse für das Volume-Renderer-Verfahren | 126 |
| 6 | Zusammenfassung und Ausblick | 130 |
| | Anhang | 133 |
| A | Analyse des Pairing-Algorithmus | 134 |
| A.1 | Initiierung eines Lastausgleichsschritts..... | 134 |
| A.2 | Berechnung des Konvergenzverhaltens | 135 |
| A.3 | Einfluß des Pairing-Parameters auf die Leerlaufzeit..... | 137 |
| B | Erweiterung des Betriebssystems VERTEX um Semaphore | 139 |
| C | Darstellung der Meßergebnisse | 142 |
| C.1 | Einfluß der Granularität..... | 142 |

| | |
|--|------------|
| C.2 Einfluß der Aufgabenerzeugungsrate | 143 |
| C.3 Einfluß des Überlappungsgrades | 145 |
| C.4 Einfluß der Lastauswahlstrategie | 147 |
| C.5 Einfluß der Last pro Knoten | 149 |
| C.6 Einfluß der Anzahl der Knoten..... | 150 |
| 7 Literatur | 152 |
| 7.1 Dynamischer Lastausgleich..... | 152 |
| 7.1.1 Allgemeines | 152 |
| 7.1.2 Lastausgleichsalgorithmen für nachrichtengekoppelte Multiprozessoren | 152 |
| 7.1.3 Anwendungsintegrierter Lastausgleich | 153 |
| 7.1.4 Lastausgleich durch Prozeßmigration | 153 |
| 7.1.5 Bewertung von Lastausgleichsalgorithmen..... | 154 |
| 7.1.6 TDC-Programmiermodell..... | 154 |
| 7.2 Programmiermodelle und -sprachen für Multiprozessoren..... | 155 |
| 7.2.1 Allgemeines | 155 |
| 7.2.2 Verteilte Datenstrukturen und Linda | 155 |
| 7.2.3 Message Passing | 156 |
| 7.2.4 Virtuell gemeinsamer Speicher | 157 |
| 7.2.5 Funktionale Programmiersprachen und Datenflußsprachen..... | 157 |
| 7.2.6 Tools und Sprachen | 158 |
| 7.3 Verteilte Rechnersysteme..... | 158 |
| 7.3.1 Allgemeines | 158 |
| 7.3.2 Kommunikationsverhalten..... | 159 |
| 7.3.3 Multiprozessoren | 159 |
| 7.3.4 Workstation-Cluster..... | 159 |
| 7.4 Verschiedenes..... | 159 |
| Index | 161 |