eXamen.press

eXamen.press ist eine Reihe, die Theorie und Praxis aus allen Bereichen der Informatik für die Hochschulausbildung vermittelt.

Thomas Rauber · Gudula Rünger

Parallele Programmierung

3. Auflage

Springer

Thomas Rauber
Universität Bayreuth
Fakultät für Mathematik, Physik
und Informatik
Bayreuth
Deutschland

Gudula Rünger
Technische Universität Chemnitz
Fakultät für Informatik
Chemnitz
Deutschland

ISSN 1614-5216
ISBN 978-3-642-13603-0
ISBN 978-3-642-13604-7 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-642-13604-7

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über http://dnb.d-nb.de abrufbar.

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer DE ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media
www.springer.de

Vorwort

Das Anliegen dieses Buches ist es, dem Leser detaillierte Kenntnisse der Parallelverarbeitung zu vermitteln und ihn insbesondere mit dem heutigen Stand der Techniken der parallelen Programmierung vertraut zu machen. Das vorliegende Buch ist die dritte Auflage des im Jahr 2000 erstmals erschienenen Buches *Parallele und Verteilte Programmierung*; die zweite Auflage stammt aus dem Jahr 2007. Seit dem Erscheinen der ersten Auflage hat die technologische Entwicklung u. a. durch die weite Verbreitung von Clustersystemen und die Einführung von Multicore-Prozessoren dazu geführt, dass die Techniken der parallelen Programmierung enorm an Wichtigkeit zugenommen haben. Dies gilt nicht nur für die bisherigen Hauptanwendungsgebiete im Bereich wissenschaftlich-technischer Berechnungen. Die parallele Programmierung spielt auch für die effiziente Nutzung typischer Desktop-Rechner eine große Rolle, so dass sich parallele Programmiertechniken in alle Bereiche der Softwareentwicklung ausbreiten. Ein neuer Trend ist auch die Auslagerung von Berechnungen auf Graphics Processing Units (GPUs), die mehrere Hundert Prozessorkerne umfassen können und somit ein großes Rechenpotential zur Verfügung stellen. Durch die durchgängig zur Verfügung stehende parallele Hardware werden in Zukunft Standard-Softwareprodukte auf Konzepten der parallelen Programmierung basieren, um die parallelen Hardwareressourcen auch ausnutzen zu können. Dadurch ergibt sich ein enormer Bedarf an Softwareentwicklern mit parallelen Programmierkenntnissen. Entsprechend fordern Prozessorhersteller, die parallele Programmierung als obligatorische Komponente in die Curricula der Informatik aufzunehmen.

Die vorliegende dritte Auflage trägt den neuen Entwicklungen dadurch Rechnung, dass die für die Programmierung von Multicore-Prozessoren erforderlichen Programmiertechniken einen breiten Raum einnehmen. Insbesondere wurde ein Kapitel zur Programmierung von GPUs neu hinzugefügt. Die anderen Kapitel wurden entsprechend der technologischen Entwicklung überarbeitet. Die Überarbeitung betrifft insbesondere das Kapitel über die Architektur paralleler Plattformen, das verstärkt die Architektur von Multicore-Prozessoren behandelt.

Das Buch ist thematisch in drei Hauptteile gegliedert, die alle Bereiche der Parallelverarbeitung beginnend mit der Architektur paralleler Plattformen bis hin zur Realisierung paralleler Anwendungsalgorithmen behandeln. Breiten Raum nimmt die eigentliche parallele Programmierung ein. Im ersten Teil geben wir einen kurzen Überblick über die Architektur paralleler Systeme, wobei wir uns vor allem auf wichtige prinzipielle Eigenschaften wie Cache- und Speicherorganisation oder Verbindungsnetzwerke einschließlich der Routing- und Switching-Techniken konzentrieren, aber auch Hardwaretechnologien wie Hyperthreading oder Speicherkonsistenzmechanismen behandeln.

Im zweiten Teil stellen wir Programmier- und Kostenmodelle sowie Methoden zur Formulierung paralleler Programme vor und beschreiben derzeit aktuelle portable Programmierumgebungen wie MPI, Pthreads, Java-Threads und OpenMP. Neu aufgenommen wurde der Bereich der GPU-Programmierung mit CUDA und OpenCL einschließlich der Beschreibung aktueller GPU-Architekturen. Ausführliche Programmbeispiele begleiten die Darstellung der Programmierkonzepte und dienen zur Demonstration der Unterschiede zwischen den dargestellten Programmierumgebungen.

Im dritten Teil wenden wir die dargestellten Programmiertechniken auf Algorithmen aus dem wissenschaftlich-technischen Bereich an. Wir konzentrieren uns dabei auf grundlegende Verfahren zur Behandlung linearer Gleichungssysteme, die für eine praktische Realisierung vieler Simulationsalgorithmen eine große Rolle spielen. Der Schwerpunkt der Darstellung liegt dabei nicht auf den mathematischen Eigenschaften der Lösungsverfahren, sondern auf der Untersuchung ihrer algorithmischen Struktur und den daraus resultierenden Parallelisierungsmöglichkeiten. Zu jedem Algorithmus geben wir z. T. mehrere, repräsentativ ausgewählte Parallelisierungsvarianten an, die sich im zugrunde liegenden Programmiermodell und der verwendeten Parallelisierungsstrategie unterscheiden. Eine Webseite mit begleitendem Material ist unter ai2.inf.uni-bayreuth.de/pp_buch_3A eingerichtet. Dort werden u. a. weitere Materialien zum Inhalt des Buches sowie Informationen zu neueren Entwicklungen zur Verfügung gestellt.

Bei der Erstellung des Manuskripts haben wir vielfältige Hilfestellung erfahren, und wir möchten an dieser Stelle all denen danken, die am Zustandekommen dieses Buches beteiligt waren. Für zahlreiche Anregungen und Verbesserungsvorschläge danken wir Jörg Dümmler, Sergei Gorlatch, Reiner Haupt, Hilmar Hennings, Klaus Hering, Michael Hofmann, Christoph Keßler, Raphael Kunis, Jens Lang, Paul Molitor, John O'Donnell, Robert Reilein, Carsten Scholtes, Michael Schwind und Reinhard Wilhelm. Kerstin Beier, Erika Brandt, Daniela Funke, Monika Glaser, Ekkehard Petzold, Michael Stach, Luise Steinbach und Michael Walter danken wir für die Mitarbeit an der LaTeX-Erstellung des Manuskriptes. Viele weitere Personen haben zum Gelingen dieses Buches durch zahlreiche Hinweise beigetragen; auch ihnen sei hiermit gedankt. Nicht zuletzt gilt unser Dank dem Springer-Verlag für die effiziente und angenehme Zusammenarbeit.

Bayreuth und Chemnitz, Mai 2012

Thomas Rauber
Gudula Rünger

Inhaltsverzeichnis