

- Band 89: Fachgespräche auf der 14. GI-Jahrestagung. Braunschweig, Oktober 1984. Herausgegeben von H.-D. Ehrich. V, 267 Seiten. 1984.
- Band 90: Informatik als Herausforderung an Schule und Ausbildung. GI-Fachtagung, Berlin, Oktober 1984. Herausgegeben von W. Arlt und K. Haefner. X, 416 Seiten. 1984.
- Band 91: H. Stoyan, Maschinen-unabhängige Code-Erzeugung als semantikerhaltende beweisbare Programmtransformation. IV, 365 Seiten. 1984.
- Band 92: Offene Multifunktionale Büroarbeitsplätze. Proceedings, 1984. Herausgegeben von F. Krückeberg, S. Schindler und O. Spaniol. VI, 335 Seiten. 1985.
- Band 93: Künstliche Intelligenz. Frühjahrsschule Dassel, März 1984. Herausgegeben von C. Habel. VII, 320 Seiten. 1985.
- Band 94: Datenbank-Systeme für Büro, Technik und Wirtschaft. Proceedings, 1985. Herausgegeben von A. Blaser und P. Pistor. X, 519 Seiten. 1985.
- Band 95: Kommunikation in Verteilten Systemen I. GI-NTG-Fachtagung, Karlsruhe, März 1985. Herausgegeben von D. Heger, G. Krüger, O. Spaniol und W. Zorn. IX, 691 Seiten. 1985.
- Band 96: Organisation und Betrieb der Informationsverarbeitung. Proceedings, 1985. Herausgegeben von W. Dirlewanger. XI, 261 Seiten. 1985.
- Band 97: H. Willmer, Systematische Software- Qualitätssicherung anhand von Qualitäts- und Produktmodellen. VII, 162 Seiten. 1985.
- Band 98: Öffentliche Verwaltung und Informationstechnik. Neue Möglichkeiten, neue Probleme, neue Perspektiven. Proceedings, 1984. Herausgegeben von H. Reiner mann, H. Fiedler, K. Grimmer, K. Lenk und R. Traummüller. X, 396 Seiten. 1985.
- Band 99: K. Küspert, Fehlererkennung und Fehlerbehandlung in Speicherungsstrukturen von Datenbanksystemen. IX, 294 Seiten. 1985.
- Band 100: W. Lamersdorf, Semantische Repräsentation komplexer Objektstrukturen. IX, 187 Seiten. 1985.
- Band 101: J. Koch, Relationale Anfragen. VIII, 147 Seiten. 1985.
- Band 102: H.-J. Appelrath, Von Datenbanken zu Expertensystemen. VI, 159 Seiten. 1985.
- Band 103: GWAI-84. 8th German Workshop on Artificial Intelligence. Wingst/Stade, October 1984. Edited by J. Laubsch. VIII, 282 Seiten. 1985.
- Band 104: G. Sagerer, Darstellung und Nutzung von Expertenwissen für ein Bildanalyse system. XIII, 270 Seiten. 1985.
- Band 105: G. E. Maier, Exceptionbehandlung und Synchronisation. IV, 359 Seiten. 1985.
- Band 106: Österreichische Artificial Intelligence Tagung. Wien, September 1985. Herausgegeben von H. Trost und J. Retti. VIII, 211 Seiten. 1985.
- Band 107: Mustererkennung 1985. Proceedings, 1985. Herausgegeben von H. Niemann. XIII, 338 Seiten. 1985.
- Band 108: GI/OCG/ÖGJ-Jahrestagung 1985. Wien, September 1985. Herausgegeben von H. R. Hansen. XVII, 1086 Seiten. 1985.
- Band 109: Simulationstechnik. Proceedings, 1985. Herausgegeben von D. P. F. Möller. XIV, 539 Seiten. 1985.
- Band 110: Messung, Modellierung und Bewertung von Rechen systemen. 3. GI/NTG-Fachtagung, Dortmund, Oktober 1985. Herausgegeben von H. Beilner. X, 389 Seiten. 1985.
- Band 111: Kommunikation in Verteilten Systemen II. GI/NTG-Fachtagung, Karlsruhe, März 1985. Herausgegeben von D. Heger, G. Krüger, O. Spaniol und W. Zorn. XII, 236 Seiten. 1985.
- Band 112: Wissensbasierte Systeme. GI-Kongreß 1985. Herausgegeben von W. Brauer und B. Radig. XVI, 402 Seiten. 1985.
- Band 113: Datenschutz und Datensicherung im Wandel der Informationstechnologien. 1. GI-Fachtagung, München, Oktober 1985. Proceedings, 1985. Herausgegeben von P. P. Spies. VIII, 257 Seiten. 1985.
- Band 114: Sprachverarbeitung in Information und Dokumentation. Proceedings, 1985. Herausgegeben von B. Endres-Niggemeyer und J. Krause. VIII, 234 Seiten. 1985.
- Band 115: A. Kobsa, Benutzermodellierung in Dialogsystemen. XV, 204 Seiten. 1985.
- Band 116: Recent Trends in Data Type Specification. Edited by H.-J. Kreowski. VII, 253 pages. 1985.
- Band 117: J. Röhrich, Parallele Systeme. XI, 152 Seiten. 1986.
- Band 118: GWAI-85. 9th German Workshop on Artificial Intelligence. Dassel/Solling, September 1985. Edited by H. Stoyan. X, 471 pages. 1986.
- Band 119: Graphik in Dokumenten. GI-Fachgespräch, Bremen, März 1986. Herausgegeben von F. Nake. X, 154 Seiten. 1986.
- Band 120: Kognitive Aspekte der Mensch-Computer-Interaktion. Herausgegeben von G. Dirlich, C. Freksa, U. Schwatlo und K. Wimmer. VIII, 190 Seiten. 1986.
- Band 121: K. Echtele, Fehlermaskierung durch verteilte Systeme. X, 232 Seiten. 1986.
- Band 122: Ch. Habel, Prinzipien der Referentialität. Untersuchungen zur propositionalen Repräsentation von Wissen. X, 308 Seiten. 1986.
- Band 123: Arbeit und Informationstechnik. GI-Fachtagung, Proceedings, 1986. Herausgegeben von K. T. Schröder. IX, 435 Seiten. 1986.
- Band 124: GWAI-86 und 2. Österreichische Artificial-Intelligence-Tagung. Ottenstein/Niederösterreich, September 1986. Herausgegeben von C.-R. Rollinger und W. Horn. X, 360 Seiten. 1986.
- Band 125: Mustererkennung 1986. 8. DAGM-Symposium, Paderborn, September/Oktober 1986. Herausgegeben von G. Hartmann. XII, 294 Seiten. 1986.
- Band 126: GI-16. Jahrestagung. Informatik-Anwendungen – Trends und Perspektiven. Berlin, Oktober 1986. Herausgegeben von G. Hommel und S. Schindler. XVII, 703 Seiten. 1986.
- Band 127: GI-17. Jahrestagung. Informatik-Anwendungen – Trends und Perspektiven. Berlin, Oktober 1986. Herausgegeben von G. Hommel und S. Schindler. XVII, 685 Seiten. 1986.
- Band 128: W. Benn, Dynamische nicht-normalisierte Relationen und symbolische Bildbeschreibung. XIV, 153 Seiten. 1986.
- Band 129: Informatik-Grundbildung in Schule und Beruf. GI-Fachtagung, Kaiserslautern, September/Oktober 1986. Herausgegeben von E. v. Puttkamer. XII, 486 Seiten. 1986.
- Band 130: Kommunikation in Verteilten Systemen. GI/NTG-Fachtagung, Aachen, Februar 1987. Herausgegeben von N. Gerner und O. Spaniol. XII, 812 Seiten. 1987.
- Band 131: W. Scherl, Bildanalyse allgemeiner Dokumente. XI, 205 Seiten. 1987.
- Band 133: B. Freisleben, Mechanismen zur Synchronisation paralleler Prozesse. VIII, 357 Seiten. 1987.
-

Informatik-Fachberichte 133

Herausgegeben von W. Brauer
im Auftrag der Gesellschaft für Informatik (GI)

Bernhard Freisleben

Mechanismen zur Synchronisation paralleler Prozesse



Springer-Verlag
Berlin Heidelberg New York
London Paris Tokyo

Autor

Bernhard Freisleben
Technische Hochschule Darmstadt
Fachbereich Informatik, Institut für Systemarchitektur
Fachgebiet Betriebssysteme
Alexanderstr. 24, 6100 Darmstadt

CR Subject Classifications (1985): D.4.1, D.1.3, D.3.3, B.1.5, D.4.8

ISBN-13: 978-3-540-17217-8

e-ISBN-13: 978-3-642-71659-1

DOI: 10.1007/978-3-642-71659-1

CIP-Kurztitelaufnahme der Deutschen Bibliothek. Freisleben, Bernhard: Mechanismen zur Synchronisation paralleler Prozesse / Bernhard Freisleben. – Berlin; Heidelberg; New York; Tokyo: Springer, 1987.
(Informatik-Fachberichte; 133)

NE: GT

This work is subject to copyright. All rights are reserved, whether the whole or part of the material is concerned, specifically those of translation, reprinting, re-use of illustrations, broadcasting, reproduction by photocopying machine or similar means, and storage in data banks. Further, storage or utilization of the described programs on data processing installations is forbidden without the written permission of the author. Under § 54 of the German Copyright Law where copies are made for other than private use, a fee is payable to "Verwertungsgesellschaft Wort", Munich.

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1987

Vorwort

Die vorliegende Arbeit entspricht inhaltlich meiner im Oktober 1985 vom Fachbereich Informatik der Technischen Hochschule Darmstadt genehmigten Dissertation. Eine Übersicht über die Themenstellungen der einzelnen Kapitel findet sich im Abschnitt "Thema und Gliederung der Arbeit".

Ich möchte nicht versäumen, mich für die Unterstützung bei der Anfertigung dieser Arbeit zu bedanken:

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. J. L. Keedy, der diese Arbeit, zuerst in Darmstadt und später in Newcastle/Australien, in hervorragender Weise betreut hat. Seine exzellente Sachkenntnis, sein reichhaltiger Erfahrungsschatz und sein großes menschliches Potential waren für die Fertigstellung dieser Arbeit von unschätzbarem Wert.

Danken möchte ich weiterhin Herrn Prof. Dr. P. Kammerer für seine wertvollen Anregungen und seine hilfsbereite Unterstützung bei der Übernahme des Erstgutachtens. Bei Herrn Prof. Dr. H. Tzschach bedanke ich mich für seine freundliche Bereitschaft, das Korreferat zu übernehmen.

Für ihre Hilfeleistungen beim Tippen des Manuskriptes und bei der Benutzung des Textformatierers bin ich Frau A. Ehlert, Herrn M. Schulte und Herrn J. Schrod zu Dank verbunden.

Dank gebührt auch dem Springer-Verlag für die Veröffentlichung der Arbeit in den Informatik-Fachberichten und dem anonymen Gutachter für seine konstruktiven Verbesserungsvorschläge.

Abschließend möchte ich einen herzlichen Dank an alle Freunde, Bekannten und Kollegen aussprechen, die mir während der verschiedenen Phasen dieser Arbeit zur Seite standen.

Darmstadt, im November 1986

Bernhard Freisleben

Inhaltsverzeichnis

Thema und Gliederung der Arbeit	1
1 Parallelität und Synchronisation	5
1.1 Einleitung	5
1.2 Prozeßstrukturierungsmodelle	11
1.3 Parallele Programmierkonstrukte	13
1.4 Synchronisationsprobleme	17
1.5 Synchronisationsmechanismen	30
1.6 Zusammenfassung	38
2 Synchronisationsmechanismen der Ebene 1	40
2.1 Einleitung	40
2.2 Speicherausschluß	41
2.3 Verbot von Unterbrechungen	44
2.4 TEST-and-SET	45
2.5 REPLACE-ADD	47
2.6 EXCHANGE	49
2.7 TEST-AND-INCREMENT/DECREMENT-AND-TEST	51
2.8 Zusammenfassung	53
3 Synchronisationsmechanismen der Ebene 2	55
3.1 Einleitung	55
3.2 LOCK und UNLOCK	55
3.3 BLOCK und WAKEUP	57
3.4 Dijkstras Semaphoroperationen	59
3.5 Semaphor-Arrays	69
3.6 Patils Semaphoroperationen	71
3.7 Vantilborgh und van Lamsweerde Semaphoroperationen	76
3.8 Cerfs Semaphoroperationen	81
3.9 Pressers Semaphoroperationen	84
3.10 Agerwalas Semaphoroperationen	88
3.11 Dependence-Operationen	90
3.12 Eventcounts und Sequencers	96
3.13 Zusammenfassung	100
4 Synchronisationsmechanismen der Ebene 3	102
4.1 Einleitung	102
4.2 Kritische Regionen/Bedingte kritische Regionen	102
4.3 Monitore	109
4.4 Pfad-Ausdrücke	120
4.5 Zähler-Variablen	130

4.6	Ausschließende Regionen	135
4.7	Atomare Aktionen	138
4.8	Pipelines, Mailboxes und Ports	140
4.9	Rendezvous	145
4.10	Petri-Netze	151
4.11	Zusammenfassung	158
5	Ein alternativer Ansatz: Motivation	159
5.1	Einleitung	159
5.2	Set-Semaphore	162
5.3	Reader/Writer-Semaphore	171
5.4	Zusammenfassung	177
6	Nützliche primitive Semaphoroperationen	180
6.1	Einleitung	180
6.2	Der Bau komplexer Semaphoroperationen	182
6.3	Das Zählen von Prozessen	185
6.4	Faires Scheduling	197
6.5	Zusammenfassung	200
7	Mechanismen zur Lösung von Prioritätsproblemen	202
7.1	Einleitung	202
7.2	Scheduling-Semaphore	203
7.3	Prioritäten-Semaphore	215
7.4	Zusammenfassung	238
8	Benutzung und Effizienz der neuen Mechanismen	240
8.1	Einleitung	240
8.2	Benutzung der neuen Mechanismen	241
8.3	Effizienzvergleich	258
8.4	Zusammenfassung	270
9	Zusammenfassung und Ausblick	272
	Anhang A	280
	Anhang B	283
	Anhang C	330
	Literatur	332