

Informatik-Fachberichte 145

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

Kurt Rothermel

**Kommunikationskonzepte
für verteilte
transaktionsorientierte
Systeme**



Springer-Verlag
Berlin Heidelberg New York
London Paris Tokyo

Autor

Kurt Rothermel
IBM Deutschland GmbH, WT LILOG/Abt. 3504
Postfach 800880, D-7000 Stuttgart 80

CR Subject Classifications (1987): C.2.2, C.2.4, D.4.4, H.2.4

ISBN-13:978-3-540-18272-6 e-ISBN-13:978-3-642-72941-6
DOI: 10.1007/978-3-642-72941-6

CIP-Kurztitelaufnahme der Deutschen Bibliothek. Rothermel, Kurt: Kommunika-
tionskonzepte für verteilte transaktionsorientierte Systeme / Kurt Rothermel. –
Berlin; Heidelberg; New York; Tokyo: Springer, 1987
(Informatik-Fachberichte; 145)
ISBN-13:978-3-540-18272-6

NE: GT

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der Fassung vom 24. Juni 1985 zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

© by Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1987

2145/3140-543210

VORWORT

Diese Arbeit entstand während meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Informatik der Universität Stuttgart.

Herrn Prof. Dr. E. J. Neuhold danke ich, daß er - trotz der zeitweise großen räumlichen Distanz - diese Arbeit wissenschaftlich betreut hat. Herrn Prof. Dr. A. Reuter möchte ich für die Übernahme des Mitberichts danken. Beide haben durch viele Anregungen und Hinweise wesentlich zu dieser Arbeit beigetragen.

Meinen Kollegen aus der Abteilung Anwendersoftware danke ich für die gute Zusammenarbeit und die vielen fruchtbaren Diskussionen. Besonders danken möchte ich Prof. Dr.-B. Walter, der sich mit sehr viel Engagement mit dieser Arbeit auseinandergesetzt und mit seinen zahlreichen Anregungen entscheidend zu ihrem Gelingen beigetragen hat.

N. Duppel, F. Haberhauer, G. Schiele und H. Zeller möchte ich dafür danken, daß sie mit großem Einsatz und viel Eigeninitiative die meisten der in dieser Arbeit beschriebenen Funktionen im Rahmen ihrer Studien- und Diplomarbeiten implementiert haben.

Schließlich danke ich meiner Frau Silvia für ihre moralische Unterstützung und ihr großes Verständnis während dieser Zeit.

Stuttgart, Juli 1987

K. Rothermel

KURZFASSUNG

Die Art der zur Implementierung eines Systems herangezogenen Kommunikationsmechanismen haben einen sehr starken Einfluß sowohl auf die Effizienz als auch auf die Komplexität des Systems. Die vorliegende Arbeit behandelt Kommunikationskonzepte und -funktionen, die die Interaktionsmuster und Verarbeitungsstrukturen verteilter transaktionsorientierter Systeme in geeigneter Weise unterstützen. Die vorgestellten Funktionen lassen sich in zwei Klassen einteilen, allgemeine Kommunikationsfunktionen und Transaktionsmanagement-Funktionen.

Bei den allgemeinen Kommunikationsfunktionen handelt es sich im wesentlichen um Adressierungs- und Nachrichtentransferfunktionen. Die ersteren basieren auf dem Konzept der Funktionalen Port-Klassen und erlauben eine für transaktionsorientierte Verarbeitungsstrukturen adäquate Art der Adressierung. Die Nachrichtentransferfunktionen sind allgemein und flexibel genug, um die Vielzahl der transaktionsorientierten Kommunikationsmuster effizient implementieren zu können.

Die Transaktionsmanagement-Funktionen koordinieren die Initiierung, Migration und Terminierung von Transaktionen. Darüberhinaus verwalten sie Transaktionszustandstabellen, auf die von der Anwendung zu Recovery-Zwecken zugegriffen werden kann. Im zugrunde gelegten Transaktionsmodell können Transaktionen geschachtelt sein, d.h. Transaktionen können Teiltransaktionen enthalten, die wiederum geschachtelt sein können. Durch die Bereitstellung dieser relativ komplexen Funktionen kann die Implementierung verteilter Systeme wesentlich vereinfacht werden.

Neben einer ausführlichen Diskussion der Kommunikationskonzepte beschreibt die vorliegende Arbeit die zur Implementierung dieser Konzepte notwendigen Protokolle und Strukturen. Außerdem wird der Vorschlag der ISO für die Synchronisation, das Recovery und das Commitment in Offenen Systemen vorgestellt und mit dem in dieser Arbeit beschriebenen Ansatz verglichen.

INHALTSVERZEICHNIS

1. Einleitung.....	1
1.1 Motivation und Ansatz.....	1
1.2 Übersicht.....	7
2. Architekturmodell und Basissystem.....	9
2.1 Architekturmodell.....	9
2.2 Modell des Basissystems.....	10
3. Die ATOK-Komponente.....	14
3.1 Übersicht über Kommunikationskonzepte und Motivation..	14
3.2 Modell eines verteilten transaktionsorientierten Anwendungssystems.....	18
3.2.1 Transaktionen, Prozesse und Prozeß-Cluster.....	18
3.2.2 Message Ports.....	26
3.2.2.1 Typen von Message Ports.....	27
3.2.2.2 Ports als Dienstzugangsobjekte.....	28
3.2.3 Funktionale Port-Klassen.....	32
3.2.3.1 Entries.....	32
3.2.3.2 Typen von FP-Klassen Mitgliedern.....	33
3.2.3.3 Typen von FP-Klassen.....	35
3.2.3.4 FP-Klassen als Dienstzugangsobjekte.....	39
3.2.4 Event Ports.....	45
3.2.5 Beispiel.....	47
3.3 Primitiven der ATOK-Komponente.....	51
3.3.1 Verwalten von Prozessen, Prozeß-Clustern und Message Ports.....	52
3.3.2 Verwalten von FP-Klassen.....	53
3.3.3 Definieren von Ereignissen und Generieren von Zeitmarken.....	54
3.3.4 Kommunikation.....	55
3.3.5 Beispiel.....	66
3.4 Zusammenfassung.....	69

4. Die TM-Komponente.....	71
4.1 Motivation.....	71
4.2 Erweitertes Modell eines verteilten transaktions- orientierten Anwendungssystems.....	74
4.2.1 Komponenten des Modells.....	75
4.2.2 Begriffe und Konzepte.....	78
4.2.3 Recovery- und Synchronisationskonzepte.....	85
4.3 Das Recovery- und Synchronisationskonzept von Moss....	89
4.3.1 Das Konzept.....	90
4.3.2 Eine Realisierung.....	94
4.4 Transaktionsmanagement-Funktionen.....	102
4.4.1 Übersicht.....	102
4.4.2 Kreieren von Transaktionen und Transaktions- zustandstabellen.....	105
4.4.3 Migration und Auflösung von Teiltransaktionen...	107
4.4.4 Auflösung von Wurzeltransaktionen.....	116
4.4.5 Recovery von Knotenzusammenbrüchen.....	125
4.4.6 Query- und Propagierungsfunktionen.....	127
4.4.7 Empfangen von Nachrichten.....	131
4.5 Beispiel.....	131
4.6 Vergleich und Diskussion.....	140
5. Implementierung.....	146
5.1 Übersicht.....	146
5.2 Migration von Transaktionen.....	149
5.2.1 Behandlung von Kommunikationsstörungen.....	150
5.2.2 Behandlung von Knoten- und Transaktions- störungen.....	162
5.3 Terminierung von Transaktionen.....	167
5.3.1 Auflösung von Teiltransaktionen.....	170
5.3.2 Auflösung von Wurzeltransaktionen.....	173
5.4 Entdeckung verwaister Transaktionen.....	180
5.4.1 Teilalgorithmus 1.....	181
5.4.2 Teilalgorithmus 2.....	185
5.5 Zusammenfassung.....	187

6. Synchronisation, Commitment und Recovery in Offenen Systemen.....	190
6.1 Übersicht.....	190
6.2 Das ISO-Referenzmodell.....	191
6.3 Funktion und Struktur der Anwendungsschicht.....	192
6.4 Das Modell für den CCR-Dienst.....	196
6.5 Der CCR-Dienst.....	199
6.5.1 Initiierung.....	200
6.5.2 Einleitung der Terminierungsphase.....	201
6.5.3 Angebot für das Commitment.....	201
6.5.4 Verweigerung des Commitments.....	202
6.5.5 Commitment.....	202
6.5.6 Zurücksetzen.....	202
6.5.7 Neustart.....	203
6.6 Das CCR-Protokoll.....	204
6.7 Regeln für das Recovery und die Synchronisation.....	208
6.8 Diskussion.....	209
7. Ausblick.....	214
Literaturverzeichnis.....	217