

SPRINGER COMPASS

Herausgegeben von
G. R. Kofer P. Schnupp H. Strunz

Dieter Hogrefe

Estelle, LOTOS und SDL

Standard-Spezifikationsprachen
für verteilte Systeme

Geleitwort von F. Vogt

Mit 71 Abbildungen



Springer-Verlag
Berlin Heidelberg New York
London Paris Tokyo

Dr. Dieter Hogrefe
Fachbereich Informatik
Universität Hamburg
Rothenbaumchaussee 67/69
2000 Hamburg 13

ISBN-13:978-3-642-74239-2 e-ISBN-13:978-3-642-74238-5
DOI: 10.1007/978-3-642-74238-5

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.

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1989
Softcover reprint of the hardcover 1st edition 1989

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

2145/3140-543210 Gedruckt auf säurefreiem Papier

Meiner Frau Susan

Geleitwort

Computer als Organisationsmittel gewinnen in immer stärkerem Maße Einfluß auf den Prozeß der Gestaltung und Unterstützung komplexer Organisationen. Der Satz "The company is the system" wird in Zukunft voraussichtlich auf viele Unternehmen zutreffen.

Die Arbeitsteilung hat den Prozeß der Organisation von Abläufen in vielfacher Hinsicht strukturiert. Diesen "verteilten" Organisationsstrukturen folgend, müssen auch die sie unterstützenden Computersysteme "verteilt" sein.

Aufgrund der Komplexität der Systeme steigt allerdings auch deren Fehleranfälligkeit. Um diesem Problem entgegenwirken zu können, sind große Anstrengungen in der Grundlagenforschung erforderlich. Darüber hinaus müssen Erkenntnisse in diesem Bereich umgehend für die Praxis nutzbar gemacht werden.

Zur Realisierung komplexer verteilter Computersysteme ist es notwendig, stabile Schnittstellen für die Kommunikation von Anwendungsprozessen zu entwickeln. Dadurch kann eine für künftige Anwendungen erwünschte "Offenheit" gewährleistet werden, die wiederum Voraussetzung dafür ist, daß eine große Zahl von Anwendungsentwicklern bereit ist, in diesen Markt zu investieren.

Schon Mitte der 70er Jahre ist diese Erkenntnis für die weltweite Entwicklung einer Rahmenarchitektur für offene Systeme (ISO Reference Model for OSI) genutzt worden. Dieses Modell, das dann zu Beginn der 80er Jahre als internationaler Standard verabschiedet werden konnte, hat für den Datenübermittlungsbereich ein weltweit anerkanntes Begriffsgebäude geschaffen, auf das heute schwerlich verzichtet werden könnte. Die nach diesem Modell entwickelten Standards für die Dienste und Protokolle hinsichtlich des gesamten Bereichs der Unterstützung von verteilten Anwendungen sind inzwischen auch in überwiegendem Maße stabil.

Von hier aus ergibt sich ein außerordentlicher Bedarf in bezug auf Realisierungen, wobei die Endprodukte wiederum den Kriterien der "Offenheit" genügen müssen. Kostengünstig kann dieser Bedarf jedoch nur dann realisiert werden, wenn bestimmte softwaretechnische Erkenntnisse der Entwicklung zugrundegelegt werden. Hierzu gehört u.a. die Verwendung formaler Spezifikationen zur Festlegung der "Randbedingungen" eines Produkts und als Grundlage für den Entwurf. Auch für diesen Bereich wurden von der internationalen Standardisierung Spezifikationstechniken entwickelt, die speziell für die formale Beschreibung von verteilten Systemen geeignet sind (Estelle, LOTOS und SDL). Die Notwendigkeit für den Einsatz formaler Techniken ergibt sich darüber hinaus aus den hohen Zuverlässigkeitsanforderungen. Diese können am ehesten dann befriedigend realisiert werden, wenn Spezifikations Sprachen verwendet werden, die aufgrund ihrer formalen Semantik eine gute Grundlage für die Überprüfbarkeit und Verifikation der damit erstellten Spezifikationen bilden.

Für viele Entwickler ist die Nutzung dieser Möglichkeiten jedoch u.a. dadurch erschwert, daß die Standards nicht einfach zu lesen sind und Werkzeuge für den Einsatz nur in unzureichendem Maße zur Verfügung stehen.

Aus diesem Grund begrüße ich das Erscheinen des vorliegenden Buches, das meines Erachtens hervorragend geeignet ist, den nicht ganz einfachen Zugang zum Verständnis und zur Nutzung der Spezifikationskonzepte zu erleichtern.

Das Buch wird sich als nützlich erweisen für all diejenigen, die als Entwickler von verteilten Systemen in der Industrie oder an der Universität tätig sind.

Hamburg, im August 1988

Friedrich Vogt

Vorwort des Herausgebers

Zuweilen bekommt ein Herausgeber ein Manuskript für ein Buch auf seinen Schreibtisch, das er selbst schon einmal dringend gebraucht hätte. Und bei dem er nur bedauert, daß es nicht schon einige Zeit früher geschrieben wurde. Der Band, den Sie gerade in Händen halten, ist ein Musterbeispiel hierfür.

Vor wenigen Jahren mußte ich ein großes Testpaket für ISO/OSI-Protokolle portieren. Weil das natürlich schlecht geht, wenn man nicht weiß, was das Paket eigentlich testen soll, wollte ich mich in die formale Spezifikation dieser Protokolle einarbeiten. Es blieb weitgehend bei diesem sicherlich guten Willen.

Vielleicht ist es ein persönlicher Defekt, aber ich kann Standard-Dokumente nicht lesen (zumindest, wenn man darunter einen Prozeß versteht, der in einem gewissen Verständnis für die visuell aufgenommenen Worte und Zeichen endet). Damals suchte ich ziemlich verzweifelt und völlig ergebnislos nach Literatur, welche die nötigen Konzepte und Notationen in lesbarer, verständlicher Form vermittelt. Deshalb freue ich mich besonders, jetzt endlich das Buch veröffentlichen zu können, das ich damals nicht fand.

Vieles im Leben wiederholt sich ja. Jetzt bin ich mir sicher, daß ich bei meinem nächsten ISO/OSI-Projekt sogar verstehen werde, was ich eigentlich programmiere. Und selbst wenn mir kein derartiger Auftrag mehr zuteil wird: viele meiner Kollegen wird dieses Buch davor bewahren, so lange in einem standardisierten Nebel stochern zu müssen wie ich damals.

München, im August 1988

Peter Schnupp

Vorwort

Das vorliegende Buch entstand im Zusammenhang mit meiner Mitarbeit in den Standardisierungsorganisationen ISO und CCITT. Die hier behandelten Sprachen sind Standardsprachen zur Spezifikation von Kommunikationssystemen. Die jetzt standardisierten Sprachversionen sind das Resultat jahrelanger, intensiver Arbeit in Forschungseinrichtungen und Normungsgremien. Die drei Sprachen durchliefen dabei viele Stadien der Modifikation, die sich aus ihrer Anwendung in industriellen Projekten und in der Normung ergaben. Heute können die drei Sprachen als weitgehend stabil bezeichnet werden. Estelle und LOTOS wurden im Frühjahr 1988 in der ISO als internationaler Standard verabschiedet, und SDL hat seit Ende 1987 einen entsprechenden Status im CCITT.

Insbesondere im Zusammenhang mit der Idee und den Konzepten von OSI gewinnen die drei Sprachen zunehmend an Bedeutung - innerhalb und außerhalb der Normung. Das Buch stellt die drei Sprachen weitgehend anhand durchgängiger Beispiele vor, bei denen es sich um Dienste und Protokolle handelt, die den OSI-Konzepten folgen. Durch die weitgehende Verwendung identischer Beispiele sind die drei Sprachen direkt miteinander vergleichbar.

Obwohl Estelle, LOTOS und SDL formale Sprachen sind, wird weitgehend auf Formalismen verzichtet, um eine allgemein und leicht verständliche Darstellung zu erreichen. Das Buch ist daher als Komplement zu den offiziellen Dokumenten und Sprachbeschreibungen der ISO und des CCITT zu sehen. Es soll dem Leser einen Einblick in die drei Sprachen geben und als leicht verständliches und kompaktes Nachschlagewerk in der täglichen Arbeit dienen.

Das Buch richtet sich sowohl an Praktiker und Forscher in der Industrie als auch an Hochschullehrer, die in der Lehre auf dem Gebiet der Rechnernetze, verteilten Systeme und Nachrichtentechnik tätig sind. Insbesondere sind Personen angesprochen, die sich mit komplexen Spezifikationen im Bereich der Kommunikationssysteme auseinandersetzen müssen.

Ich möchte an dieser Stelle meinen Mitarbeitern, den Herren Brömstrup, Trieu und Doan danken, die sich viel Mühe beim Korrekturlesen gegeben haben. Ferner waren die zahlreichen Diskussionen mit Herrn Prof. Valk und Herrn Gotzhein sehr fruchtbar.

Darüber hinaus danke ich meinen Kollegen vom DIN, vom CCITT und von der ISO, dabei insbesondere den Herren Vogt, de Meer, Rennoch, Steinacker, Schoo, Belina und Sarma sowie zahlreichen anderen für die anregenden Diskussionen.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Die geschichtete Kommunikationsarchitektur	3
2.1	Dienste und Protokolle	4
2.1.1	Das Schichtenmodell	6
2.1.2	Dienstelemente und Time-Sequence-Diagramme	9
2.2	Die 7 Schichten des OSI-Referenzmodells	10
2.3	Beispiel zur Schichtung von Diensten und Protokollen	12
2.3.1	Der Inres-Dienst	14
2.3.2	Der Medium-Dienst	17
2.3.3	Das Inres-Protokoll	18
2.4	Konformität zwischen Dienst und Protokoll	21
3	Estelle	23
3.1	Einleitung	23
3.1.1	Historie von Estelle	23
3.1.2	Basismodell	24
3.2	Basiskonstrukte zur Beschreibung der Zustandsübergänge	27
3.2.1	Zustände und Transitionen	27
3.2.2	Prioritäten	30
3.2.3	Nicht-Determinismus	31
3.2.4	Spontane Transitionen	32
3.2.5	Moduln mit nur einem Zustand	32
3.2.6	Zustandsmengen	32
3.2.7	Zeit in Estelle	33
3.2.8	Definition und Gebrauch von Daten	34
3.2.9	Parametrisierung von Transitionen	35
3.2.10	Vorteile des erweiterten endlichen Automaten	36
3.2.11	Zusammenfassung: allgemeine Struktur einer Transition	37
3.3	Strukturierung einer Spezifikation	37
3.3.1	Moduln	37
3.3.2	Modulkopf	40
3.3.3	Modulrumpf	41
3.3.4	Kanäle	44
3.3.5	Interaktionspunkte	45

3.3.6	Parallele und sequentielle Moduln	46
3.3.7	Operationen auf Moduln und Interaktionspunkten	49
3.3.8	Modulinitialisierung	54
3.4	Beispiele	56
3.4.1	Eine Protokollspezifikation in Estelle	56
3.4.2	Eine Dienstspezifikation in Estelle	61
4	LOTOS	67
4.1	Einleitung und Basismodell	67
4.2	Beschreibung des Prozeßverhaltens in Basis-LOTOS	69
4.2.1	Das beobachtbare Verhalten eines Prozesses	69
4.2.2	Verhaltensausdrücke und Ereignissequenzen	70
4.2.3	Verhaltensrekursion	72
4.2.4	Nicht-Determinismus	73
4.3	Strukturierung einer Spezifikation in Basis-LOTOS	74
4.3.1	Sequentielle Komposition	74
4.3.2	Unterbrechung	75
4.3.3	Parallelität	76
4.3.4	Ein Beispiel in Basis-LOTOS	80
4.4	Beschreibung abstrakter Datentypen in LOTOS	82
4.4.1	Einleitung	82
4.4.2	Allgemeine Einführung in die abstrakten Datentypen	83
4.4.3	Definition abstrakter Datentypen mit LOTOS	91
4.5	Anwendung abstrakter Datentypen in LOTOS	96
4.5.1	Strukturierte Ereignisse und Prozeßkommunikation	96
4.5.2	Bedingungs-Konstrukte	98
4.5.3	Parametrisierung von Prozessen	99
4.5.4	Verallgemeinerte Auswahl	100
4.5.5	Verallgemeinerte sequentielle Komposition	100
4.6	Beispiele	104
4.6.1	Eine Protokollspezifikation in LOTOS	104
4.6.2	Eine Dienstspezifikation in LOTOS	113
5	SDL	117
5.1	Einleitung	117
5.1.1	Historie von SDL	117
5.1.2	Basiskonzepte	119
5.1.3	Die zwei syntaktischen Formen SDL/GR und SDL/PR	119
5.2	Basiskonstrukte für die Spezifikation von Prozessen	121
5.2.1	Zustände und Zustandsübergänge	121
5.2.2	Zeit in SDL	124
5.2.3	Deklaration und Gebrauch von Daten	126
5.2.4	Die Alternative	127
5.2.5	Signale mit Daten	129
5.3	Strukturierung und Prozeßkommunikation	130
5.3.1	Blockinteraktionsdiagramme	132
5.3.2	Prozeßinteraktionsdiagramme	133
5.3.3	Prozeßinstanzen	135

5.3.4	Prozeßkommunikation und Adressierung	135
5.3.5	Semantik der Prozeßkommunikation	138
5.3.6	Der SAVE-Mechanismus	140
5.3.7	Dynamische Prozeßkreierung und -beendigung	141
5.3.8	Die Blockunterstruktur	142
5.3.9	Die Kanalunterstruktur	144
5.4	Das Datentypkonzept in SDL	145
5.4.1	Einleitung	145
5.4.2	Definition abstrakter Datentypen mit SDL	145
5.5	Dokumentation	154
5.5.1	Dokumentation der Systemstruktur	154
5.5.2	Dokumentation umfangreicher Prozeßdiagramme	157
5.5.3	Makros	158
5.5.4	Mischen von SDL/GR und SDL/PR	158
5.6	Weitere Sprachkonstrukte	159
5.7	Nicht-Determinismus und SDL	160
5.8	Beispiele	160
5.8.1	Eine Protokollspezifikation in SDL	160
5.8.2	Eine Dienstspezifikation in SDL	169
6	Allgemeine Aspekte	173
6.1	Vorteile einer formalen Spezifikationssprache gegenüber der natürlichen Sprache	173
6.2	Werkzeuge für formale Spezifikationssprachen	174
6.3	Checklisten für formale Spezifikationen	176
6.3.1	Schichtunabhängige Checklisten	177
6.3.2	Schichtunabhängige aber sprachabhängige Checklisten	177
6.4	Der Drei-Phase-Plan von CCITT und ISO	178
	Literatur	181
	Sachverzeichnis	185