



Digitale Kommunikation

von
Rüdiger Grimm

Oldenbourg Verlag München Wien

Prof. Dr. Rüdiger Grimm ist seit September 2000 Professor für Multimediale Anwendungssysteme in der Technischen Universität Ilmenau. Neben seinem Lehrstuhl leitet R. Grimm die Forschungsgruppe „Sicherheit für virtuelle Waren“ des IDMT – Fraunhofer Instituts für Digitale Medientechnologie in Ilmenau. R. Grimm ist Mitglied in mehreren Programmkomitees, darunter bei W3C, IFIP-TC6, Trustbus, EC-Web, BSI, LIT. Er gehört zum Herausgeberrat der Fachzeitschrift DuD – Datenschutz und Datensicherheit und zum Leitungsgremium des Fachbereichs „Sicherheit – Schutz und Zuverlässigkeit“ der deutschen GI – Gesellschaft für Informatik.

Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <<http://dnb.ddb.de>> abrufbar.

© 2005 Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH
Rosenheimer Straße 145, D-81671 München
Telefon: (089) 45051-0
www.oldenbourg.de

Das Werk einschließlich aller Abbildungen ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Bearbeitung in elektronischen Systemen.

Lektorat: Margit Roth
Herstellung: Anna Grosser
Umschlagkonzeption: Kraxenberger Kommunikationshaus, München
Gedruckt auf säure- und chlorfreiem Papier
Gesamtherstellung: Druckhaus „Thomas Müntzer“ GmbH, Bad Langensalza

ISBN 3-486-57828-6
ISBN 978-3-486-57828-7

Inhalt

1	Einführung	1
1.1	Die Fragestellung der digitalen Kommunikation.....	1
1.2	Die semiotischen Ebenen Syntax, Semantik und Pragmatik	7
1.2.1	Die semiotischen Ebenen	7
1.2.2	Syntax.....	8
1.2.3	Semantik.....	8
1.2.4	Pragmatik	9
1.2.5	Syntax und Semantik in der Informatik	10
1.3	Information.....	14
1.3.1	Umgangssprache	14
1.3.2	Information und Unsicherheit	15
1.3.3	Information, Objekte und Empfänger	16
1.3.4	Information, Unterhaltung und Kommentar	17
1.4	Zusammenfassung.....	17
1.5	Lektüre zur Vertiefung.....	18
1.6	Übungsaufgaben.....	18
2	Algorithmen	19
2.1	Gegenstand.....	19
2.2	Planvolles Handeln.....	20
2.2.1	Ziel und Arbeitsschritte.....	20
2.2.2	Beispiele.....	21
2.2.3	Anforderungen	22
2.2.4	Terminierung.....	23
2.2.5	Eindeutigkeit	23
2.3	Mathematische Algorithmen.....	24
2.4	Algorithmen in der Informatik.....	26
2.4.1	Begriff	26
2.4.2	Grundbausteine	27
2.4.3	Rekursion	28

2.5	Formalisierung von Algorithmen.....	30
2.5.1	Funktionen	30
2.5.2	Algorithmenparadigmen	31
2.5.3	Die Church-Turing-These.....	32
2.6	Funktionale Algorithmen.....	34
2.6.1	Syntax und Semantik	34
2.6.2	Alphabet.....	35
2.6.3	Beschreibung funktionaler Algorithmen durch Terme.....	35
2.6.4	Verhältnis von Algorithmen zu Funktionen	37
2.6.5	Überabzählbarkeit des Funktionenraums.....	38
2.7	Die Unentscheidbarkeit des Halteproblems.....	40
2.7.1	Terminierung.....	40
2.7.2	Formulierung und Beweis des Halteproblems.....	41
2.7.3	„Seltsame“ Algorithmen (die nicht existieren können)	42
2.8	Zusammenfassung.....	44
2.9	Lektüre zur Vertiefung.....	45
2.10	Übungsaufgaben	46
3	Sprache	49
3.1	Die Fragestellung.....	49
3.2	Wie funktioniert Sprache?	51
3.3	Sprache als Abbild der Wirklichkeit.....	52
3.3.1	Der Universalienstreit	52
3.3.2	Wittgensteins ideale Sprache im Tractatus	55
3.4	Unvollständigkeit in der Mathematik und Informatik	57
3.4.1	Axiomensystem.....	57
3.4.2	Mengenlehre und Russelsches Paradoxon.....	58
3.4.3	Rekursionen und „endlos geflochtene Bänder“	59
3.4.4	Gödels Unvollständigkeitssatz.....	60
3.4.5	Funktionale Algorithmen in der Informatik.....	61
3.5	Sprache als Kommunikationsmittel: Wittgensteins Sprachspiele	62
3.6	Der Kooperationsmechanismus von Grice	64
3.7	Die sprachliche Äußerung und ihr Hintergrund	66
3.7.1	Der „Hintergrund“ bei Searle	66
3.7.2	Hintergrund und Kompetenz in einer Telekooperation	69
3.7.3	Hintergrund und Absicht	71
3.7.4	Hintergrund und Unschärfe in der Telekooperation	71
3.8	Sprechakttheorie	73
3.8.1	Schlüsselwörter.....	73

3.8.2	Illokutionärer Akt, illokutionäre Kraft, propositionaler Inhalt	73
3.8.3	Perlokutionärer Akt, perlokutionäre Wirkung	74
3.8.4	Indirekter Sprechakt	74
3.8.5	Konversation	75
3.8.6	Illokutionärer Zweck (point), Wort-Welt-Relation.....	75
3.8.7	Die anderen Komponenten der illokutionären Kraft.....	77
3.9	Verbindlichkeit aus sprechakttheoretischer Sicht	78
3.9.1	Begriffsbestimmung	78
3.9.2	Beispiele für verbindliche Sprechakte	79
3.9.3	Systemunterstützung für verbindliche Sprechakte	79
3.10	Zusammenfassung	80
3.11	Lektüre zur Vertiefung	81
3.12	Übungsaufgaben.....	81
4	Kommunikationswissenschaftliche Modelle	83
4.1	Geschichte der Kommunikationswissenschaft.....	83
4.2	Massenkommunikation und Individualkommunikation	85
4.3	Gegenstand der Kommunikationswissenschaft	88
4.4	Modellbildung	89
4.5	Kommunikation und das grundlegende Kommunikator-Rezipient-Modell	91
4.6	Arten von Kommunikation	92
4.7	Merkmale von Humankommunikation	93
4.8	Medium, Kanal und Botschaft	95
4.9	Kommunikationsmodelle	97
4.9.1	Das Kommunikationsmodell technischer Übertragungskanäle nach Shannon und Weaver (1949).....	97
4.9.2	Das bidirektionale Kommunikationsmodell mit Interpretation und soziokultureller Einbettung von Prakke (1968)	98
4.9.3	Das reflexive Kommunikationsmodell von Merten (1977)	99
4.9.4	Die Lasswell-Formel der Massenkommunikation (1961)	100
4.9.5	Das Rückkopplungsmodell der Massenkommunikation nach Westley und McLean (1957).....	101
4.10	Transfer, Konstruktion und Handlung	102
4.11	Zusammenfassung	103
4.12	Lektüre zur Vertiefung	104
4.13	Übungsaufgaben.....	105

5	Telekooperationsmodell	107
5.1	Der Begriff Telekooperation.....	107
5.2	Die Bestandteile des Modells	108
5.2.1	Modellwelt für Personen in Kooperationsrollen.....	108
5.2.2	Person.....	108
5.2.3	Rolle.....	109
5.2.4	Akteur, Aktivität	110
5.2.5	Ziel	110
5.2.6	Lebenszeit	111
5.2.7	Kompetenz und Akteurskompetenz.....	111
5.2.8	Zweck.....	112
5.2.9	Kooperation, Erfolgskopplung und Kooperationsziel	113
5.2.10	Beispiele von Kooperationen.....	11
5.3	Verschiedene Konstellationen von Personen in Rollen	116
5.3.1	Verträglichkeit einer Person in mehreren Rollen	116
5.3.2	Konsistenz mehrerer Aktivitäten	116
5.3.3	Koordination mehrerer Rollen	116
5.3.4	Autorisierung von Personen.....	117
5.3.5	Übertragung und Realisierung der Akteurskompetenz.....	117
5.4	Akteur als automatischer Stellvertreter.....	119
5.5	Hierarchie von Akteuren und Hierarchie von Rollen	120
5.6	Andere Rollenmodelle	122
5.7	Zusammenfassung.....	122
5.8	Lektüre zur Vertiefung.....	123
5.9	Übungsaufgaben	123
6	Das mathematische Modell der Übertragungskanäle von Shannon	125
6.1	Gegenstand.....	125
6.2	Hintergrund und Wirkung.....	126
6.3	Das Grundmodell und die Grundbegriffe	129
6.4	Zusammenhang zwischen analogen und diskreten Signalen (Fourier und Nyquist)	131
6.4.1	Fourier.....	131
6.4.2	Nyquist und Shannon.....	133
6.5	Der diskrete Kanal ohne Störung.....	134
6.5.1	Kanalkapazität.....	134
6.5.2	Kleiner Exkurs über den Logarithmus.....	135
6.5.3	Wahrscheinlichkeitssteuerung des Übertragungsprozesses.....	136
6.5.4	Effiziente Kodierung.....	139

6.5.5	Wahlmöglichkeit, Unsicherheit und Entropie.....	140
6.5.6	Entropie einer Informationsquelle.....	144
6.5.7	Effizienz der Kodierung und Hauptsatz.....	148
6.6	Der diskrete Kanal mit Störung	151
6.6.1	Störung, Korrektur und Übertragungsrate	151
6.6.2	Beispiel einer Störung.....	153
6.6.3	Effizienz der Kodierung und Hauptsatz.....	154
6.6.4	Interpretation des Hauptsatzes	155
6.7	Analoge Informationsquellen mit Störung.....	156
6.8	Zusammenfassung.....	156
6.9	Lektüre zur Vertiefung	157
6.10	Übungsaufgaben.....	157
7	Das OSI-Referenzmodell	159
7.1	Gegenstand	159
7.2	Funktionsschichten.....	161
7.2.1	Komplexität der Kommunikationsfunktionen	161
7.2.2	Historie	164
7.2.3	Bausteine einer Schicht.....	166
7.2.4	Verbindungsorientierte und verbindungslose Netzdienste	168
7.2.5	Dienstprimitive.....	169
7.3	Die 7 Schichten des OSI-Referenzmodells	173
7.3.1	Schicht 1: Die Physikalische Schicht.....	173
7.3.2	Schicht 2: Die Sicherungsschicht (Data Link).....	173
7.3.3	Schicht 3: Die Vermittlungsschicht (Network).....	174
7.3.4	Schicht 4: Die Transportschicht (Transport).....	174
7.3.5	Schicht 5: Die Kommunikationssteuerungsschicht (Session).....	175
7.3.6	Schicht 6: Die Darstellungsschicht (Presentation).....	175
7.3.7	Schicht 7: Die Anwendungsschicht (Application).....	176
7.3.8	Graphische Darstellung.....	176
7.4	Das Internet TCP/IP-Referenzmodell	177
7.4.1	Die vier Schichten des Internet TCP/IP-Referenzmodells.....	177
7.4.2	Vergleich zwischen OSI und Internet	180
7.5	Zusammenfassung.....	182
7.6	Lektüre zur Vertiefung	183
7.7	Übungsaufgaben.....	183
8	Protokolle	185
8.1	Gegenstand	185

8.2	Begriffsbildung	186
8.2.1	Gesellschaftliches Protokoll	186
8.2.2	Digitales Protokoll	187
8.3	Protokollspezifikationen	189
8.3.1	Aufgabe und Ziel	189
8.3.2	Nachrichtenschema	191
8.3.3	Formale Sprachen und Endliche Zustandsautomaten (FSM – <i>Finite State Machine</i>)	192
8.3.4	Petri-Netze	194
8.4	Beispiel 1: Eingleisige Tunnelstrecke.....	196
8.5	Beispiel 2: Gesicherter Datenversand der Verbindungsschicht.....	198
8.5.1	Verbindungsprotokolle	198
8.5.2	Basisprotokoll „BP“	200
8.5.3	Basisprotokoll mit <i>Stop-and-Wait</i> -Bestätigung „SW“	201
8.5.4	<i>Stop-and-Wait</i> mit einfachem <i>Timeout</i> des Sender „SW+TO“	203
8.5.5	<i>Alternating-Bit</i> -Protokoll „AB“	205
8.5.6	<i>Sliding Windows</i> für Fluss- und Fehlerkontrolle	210
8.6	Beispiel 3: SMTP für E-Mail im Internet	212
8.6.1	Modell der Simple Mail für das Internet	212
8.6.2	Datenformat der Simple Mail für das Internet nach RFC 822.....	213
8.6.3	SMTP – Simple Mail Transfer Protocol nach RFC 821	214
8.6.4	Zustandsautomaten für das SMTP-Protokoll.....	218
8.7	Beispiel 4: HTTP für das World Wide Web.....	219
8.7.1	Modell des Übertragungsprotokolls im Web.....	219
8.7.2	Die Protokolldatenelemente Request und Response	221
8.7.3	Der Uniform Resource Locator URL	224
8.7.4	Protokollzustände.....	226
8.8	Beispiel 5: Angebot – Gegenangebot im E-Commerce.....	226
8.8.1	Drei-Schritte Basisprotokoll für vertragsbasiertes E-Commerce	226
8.8.2	Kooperation, Signatur und Terminierung.....	227
8.8.3	Formale Darstellungen.....	228
8.9	Zusammenfassung.....	230
8.10	Lektüre zur Vertiefung.....	231
8.11	Übungsaufgaben	232
9	Datenformate im Internet	235
9.1	Der Gegenstand.....	235
9.2	Logische Struktur, Rohdaten und Präsentation von Daten	236
9.3	Kodierung	239
9.4	Der ASCII-Zeichensatz.....	240

9.4.1	Historie	240
9.4.2	Struktur, Rohdaten, Präsentation und Kodierung	241
9.4.3	Die ASCII-Zeichencodes	242
9.5	E-Mail Format nach RFC 822	244
9.6	MIME -- Multimedia im Internet	245
9.6.1	Historie	245
9.6.2	Struktur, Rohdaten, Präsentation und Kodierung	246
9.6.3	Base-64-Kodierung	247
9.6.4	Das MIME-Format	248
9.6.5	Beispiele	249
9.7	ASN.1	251
9.7.1	Historie	251
9.7.2	Struktur, Rohdaten, Präsentation und Kodierung	252
9.7.3	Basic Encoding Rules	254
9.7.4	Beispiele	257
9.8	XML	259
9.8.1	Historie	259
9.8.2	Struktur, Rohdaten, Präsentation und Kodierung	261
9.8.3	Wohlgeformte <i>Tag</i> -Darsellung von XML-Dokumenten	264
9.8.4	Dokumenttyp Definitionen	265
9.8.5	Schema Definitionen	266
9.8.6	Transformationen und Präsentationen mit XSLT	271
9.8.7	Verarbeitung von XML-Dokumenten	274
9.8.8	Beispiele	275
9.9	HTML	281
9.9.1	Gegenstand und Historie	281
9.9.2	Logische Struktur, Rohdaten, Präsentation und Kodierung	283
9.9.3	Cascading Style Sheets	285
9.9.4	Die Hyperlinks in das World Wide Web	286
9.9.5	HTML-Formulare	287
9.9.6	Beispiel: ein unausgefülltes Banküberweisungsformular	288
9.10	Zusammenfassung	291
9.11	Lektüre zur Vertiefung	292
9.12	Übungsaufgaben	292
Nachwort		299
Was haben wir gelernt?		295
Danksagung		296

Literaturverzeichnis	29
Abkürzungsverzeichnis	311
Personenverzeichnis	316
Stichwortindex	323