

Leitfäden der angewandten Informatik

U. Reimer

Einführung in die Wissensrepräsentation

Leitfäden der angewandten Informatik

Herausgegeben von

Prof. Dr. Hans-Jürgen Appelrath, Oldenburg

Prof. Dr. Lutz Richter, Zürich

Prof. Dr. Wolffried Stucky, Karlsruhe

Die Bände dieser Reihe sind allen Methoden und Ergebnissen der Informatik gewidmet, die für die praktische Anwendung von Bedeutung sind. Besonderer Wert wird dabei auf die Darstellung dieser Methoden und Ergebnisse in einer allgemein verständlichen, dennoch exakten und präzisen Form gelegt. Die Reihe soll einerseits dem Fachmann eines anderen Gebietes, der sich mit Problemen der Datenverarbeitung beschäftigen muß, selbst aber keine Fachinformatik-Ausbildung besitzt, das für seine Praxis relevante Informatikwissen vermitteln; andererseits soll dem Informatiker, der auf einem dieser Anwendungsgebiete tätig werden will, ein Überblick über die Anwendungen der Informatikmethoden in diesem Gebiet gegeben werden. Für Praktiker, wie Programmierer, Systemanalytiker, Organisatoren und andere, stellen die Bände Hilfsmittel zur Lösung von Problemen der täglichen Praxis bereit; darüber hinaus sind die Veröffentlichungen zur Weiterbildung gedacht.

Einführung in die Wissensrepräsentation

**Netzartige und schema-basierte
Repräsentationsformate**

Von Dr. rer. soc. Ulrich Reimer
Universität Konstanz



B. G. Teubner Stuttgart 1991

Dr. rer. soc. Ulrich Reimer

Geboren 1958 in Göttingen. Von 1976 bis 1981 Studium der Informatik an der Technischen Hochschule Darmstadt; 1982 bis 1986 wiss. Mitarbeiter am Lehrstuhl für Informationswissenschaft der Universität Konstanz; Promotion 1987. Seit 1987 Hochschulassistent an der Fachgruppe Informationswissenschaft der Universität Konstanz.

CIP-Titelaufnahme der Deutschen Bibliothek

Reimer, Ulrich:

Einführung in die Wissensrepräsentation : netzartige und schema-basierte Repräsentationsformate / von Ulrich Reimer. – Stuttgart : Teubner, 1991

(Leitfäden der angewandten Informatik)

ISBN 978-3-519-02241-1 ISBN 978-3-663-05970-7 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-663-05970-7

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

© B. G. Teubner Stuttgart 1991

Softcover reprint of the hardcover 1st edition 1991

Gesamtherstellung: Zehnersche Buchdruckerei GmbH, Speyer
Einband P.P.K,S-Konzepte Tabea Koch, Ostfildern/Stgt.

Vorwort

Das Anliegen

Das vorliegende Buch ist aus Vorlesungen, die ich zu diesem Thema an der Universität Konstanz gehalten habe, entstanden. Es gibt eine Einführung in die Wissensrepräsentation, bei der netzartige und schema-basierte Repräsentationsformate, also semantische Netze, Frames und Scripts, im Vordergrund stehen. Daneben wird auch auf Logik, Produktionsregeln und analoge Repräsentationsformate eingegangen, um den Vergleich zwischen den Repräsentationsformaten zu ermöglichen und um die thematische Vollständigkeit sicherzustellen. Für alle Formate wird gezeigt, wie sie zur Repräsentation von Wissen verschiedener Art eingesetzt werden können. Sie werden dabei jeweils anhand der in der Einleitung vorgestellten Wissensarten diskutiert. Im Vergleich werden so ihre Stärken und Schwächen deutlich (siehe die Tabelle auf Seite 27). Als Lehrbuch konzipiert enthält das Buch Übungsaufgaben und zugehörige Lösungen.

Ein besonderes Anliegen des Buches besteht darin, die häufig anzutreffende Vermischung verschiedener Betrachtungsebenen (Wissensarten, Repräsentationsformate, Repräsentationssprachen) zu vermeiden, durch ihre explizite Unterscheidung diese dem Leser nahe zu bringen und eine entsprechend strukturierte Sicht auf das Gebiet der Wissensrepräsentation zu ermöglichen. Dazu werden im Einleitungskapitel losgelöst von der Behandlung der verschiedenen Repräsentationsformate (Kapitel 2 bis 4) die im Buch betrachteten Wissensarten eingeführt.

Der Leserkreis

Das Buch spricht aufgrund der Interdisziplinarität des Gebiets neben InformatikerInnen vor allem LinguistInnen und PsychologInnen an, auch wenn der Tenor insgesamt eher ein informatischer und weniger ein psychologischer oder philosophischer ist. Das Buch verlangt außer einer gewissen Vertrautheit mit formaler Notation kein spezielles Vorwissen. Gleichwohl ist die Kenntnis der Grundbegriffe Künstlicher Intelligenz für manche Textpassagen hilfreich.

Lesehinweise

Das Einleitungskapitel führt eine Reihe von Begriffen ein, die im weiteren Verlauf des Buches verwendet werden. Es wird deshalb empfohlen, das Einleitungskapitel als erstes zu lesen. Danach kann man direkt zu einem der Kapitel 2.1 bis 2.4, 3 oder 4 übergehen.

Am Ende der Kapitel 2.2 bis 2.4 sowie 3 und 4 befindet sich jeweils ein Teilkapitel "Ergänzende Bemerkungen und weiterführende Literatur". Dort wird neben Bezügen zu anderen Gebieten innerhalb sowie außerhalb der Informatik ein Überblick über die wichtigste Literatur gegeben. Ferner wird auf spezielle Themen, die in den jeweils vorangehenden Kapiteln unerwähnt geblieben sind, kurz eingegangen. Die bibliographischen Angaben zur zitierten Literatur befinden sich nach Kapiteln gegliedert am Ende

des Buches. Ein Stichwortverzeichnis und ein Verzeichnis der Definitionen erleichtern das Aufsuchen von Textstellen.

Danksagung

Bei der Erstellung dieses Buches habe ich von vielen Seiten konstruktive Kritik und Verbesserungsvorschläge erhalten. Dafür möchte ich Udo Hahn, Rainer Hammwöhner, Rainer Ströhle, Herbert Stoyan, Ulrich Thiel, Roland Zimmerling und den Studenten und Studentinnen, die mit kritischen Fragen meine Aufmerksamkeit auf Lücken und argumentativ schwierige Aspekte gelenkt haben, danken. Mein ganz besonderer Dank gilt Klaus Pohl, Dagobert Soergel und Frank Victor für ihre sehr sorgfältige Durchsicht einer Vorversion des Buches und die vielen hilfreichen Anmerkungen und Verbesserungsvorschläge. Rainer Kuhlen danke ich für seine Ermunterung und Unterstützung über die lange Dauer des Projekts hinweg.

Die Erstellung der Grafiken haben Jochen Kurz, Wolfgang Albers und Andi Miller in sehr zuverlässiger und sorgfältiger Weise übernommen. Frau Andi Miller möchte ich dabei meinen besonderen Dank aussprechen, da sie über lange Zeit hinweg und schließlich auch in der letzten "heißen" Phase in geradezu aufopfernder Weise Unmengen von Grafiken gesetzt und überarbeitet hat.

Mein Dank geht auch an Herrn Hans-Jürgen Appelrath für seinen Vorschlag, dieses Buch zu schreiben, seine begleitende Unterstützung und die Verbesserungsvorschläge. Herrn Peter Spuhler möchte ich für die verlagsseitige Betreuung und seine Geduld beim Warten auf die Fertigstellung des Buches danken.

Konstanz, im Januar 1991

Ulrich Reimer

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Die Rolle der Wissensrepräsentation in der Künstlichen Intelligenz	1
1.2	Zum Wissensbegriff	6
1.3	Zum Repräsentationsbegriff	9
1.4	Wissensarten	16
2	Nicht-objektzentrierte Repräsentationsformate	28
2.1	Natürliche Sprache	28
2.2	Logik	29
2.2.1	Einführung	29
2.2.2	Modellierung mit Logik	35
2.2.2.1	Eigenschaften	35
2.2.2.2	Semantische Beziehungen	36
2.2.2.3	Konzeptklassen, Individualkonzepte und Gruppenklassen	38
2.2.2.4	Ereignisse und Handlungen	39
2.2.2.5	Regelhafte Zusammenhänge und Einschränkungen	41
2.2.2.6	Modalaspekte, definitonische und kontingente Aussagen	41
2.2.2.7	Prototypisches Wissen	41
2.2.2.8	Unvollständiges Wissen	44
2.2.2.9	Widersprüchliches Wissen	45
2.2.2.10	Unsicheres und ungenaues Wissen	46
2.2.3	Operationen auf logikbasierten Repräsentationen	46
2.2.4	Bezug zu anderen Repräsentationsformaten	50
2.2.5	Ergänzende Bemerkungen und weiterführende Literatur	51
2.2.6	Übungsaufgaben	53
2.3	Produktionsregeln	55
2.3.1	Einführung	55
2.3.2	Modellierung mit Produktionsregeln	61
2.3.2.1	Regelhafte Zusammenhänge und Einschränkungen	61
2.3.2.2	Semantische Beziehungen	62
2.3.2.3	Konzeptklassen, definitonische und kontingente Konzeptmerkmale	62
2.3.2.4	Widersprüchliches Wissen	62
2.3.2.5	Prototypisches Wissen	63

2.3.2.6	Unsicheres Wissen	64
2.3.3	Vor- und Nachteile von Produktionsregeln	65
2.3.4	Ergänzende Bemerkungen und weiterführende Literatur	65
2.3.5	Übungsaufgaben	67
2.4	Analoge (direkte) Repräsentation	69
2.4.1	Einführung	69
2.4.2	Modellierung mit analogen Repräsentationsformaten	71
2.4.2.1	Eigenschaften und semantische Beziehungen	71
2.4.2.2	Regelhafte Zusammenhänge und Einschränkungen	72
2.4.2.3	Konzeptklassen, Individualkonzepte und prototypisches Wissen	72
2.4.2.4	Ereignisse und Handlungen	72
2.4.2.5	Unvollständiges, unsicheres und ungenaues Wissen	73
2.4.3	Operationen auf analogen Repräsentationen	74
2.4.4	Ergänzende Bemerkungen und weiterführende Literatur	75
2.4.5	Übungsaufgaben	78
3	Semantische Netze	79
3.1	Einführung	79
3.2	Modellierung mit semantischen Netzen	82
3.2.1	Eigenschaften	83
3.2.2	Semantische Beziehungen	83
3.2.3	Konzeptklassen und Individualkonzepte	85
3.2.4	Gruppenklassen	92
3.2.5	Eigenschaften für semantische Beziehungen und Detaillierungsgrad von Repräsentationen	95
3.2.6	Mehrstellige semantische Beziehungen	100
3.2.7	Ereignisse und Handlungen	102
3.2.8	Rollen	106
3.2.9	Regelhafte Zusammenhänge und Einschränkungen	108
3.2.10	Unterscheidung von definitornischen und kontingenten Aussagen	111
3.2.11	Unvollständiges Wissen	113
3.2.12	Widersprüchliches Wissen	115
3.2.13	Unsicheres und ungenaues Wissen	115
3.2.14	Koreferenz und Manifestation	118

3.3	Operationen auf semantischen Netzen	121
3.3.1	Entkopplung von Wissens- und Symbolebene	122
3.3.2	Formulierung komplexer Anfragen durch Anfragenetze	124
3.3.3	Identifizierung von Kantenfolgen	128
3.4	Erweiterung der Ausdruckskraft durch Partitionierung	131
3.4.1	Opake Kontexte	134
3.4.2	Regelhafte Zusammenhänge, Einschränkungen, unvollständiges Wissen und Modalaspekte	135
3.4.2.1	Quantifizierung	136
3.4.2.2	Negation und Modalaspekte	140
3.4.2.3	Disjunktion und Implikation	142
3.5	Vor- und Nachteile semantischer Netze	145
3.5.1	Vorteile	145
3.5.2	Nachteile	148
3.6	Ergänzende Bemerkungen und weiterführende Literatur	149
3.7	Übungsaufgaben	154
4	Frame-artige Repräsentationsformate	159
4.1	Einführung	159
4.2	Modellierung mit frame-artigen Konstrukten	164
4.2.1	Eigenschaften	165
4.2.2	Semantische Beziehungen	169
4.2.3	Rollen	178
4.2.4	Konzeptklassen und Konzeptspezialisierung	182
4.2.5	Klasseneigenschaften	189
4.2.6	Regelhafte Zusammenhänge und Einschränkungen	191
4.2.6.1	Hybride Frame-Repräsentation	191
4.2.6.2	Angeheftete Prozeduren	197
4.2.7	Unterscheidung von definitorischen und kontingenten Aussagen .	199
4.2.8	Prototypisches Wissen	202
4.2.9	Unvollständiges und unsicheres Wissen	207
4.2.10	Ereignisse und Handlungen	208
4.2.10.1	Kasusrahmen	208
4.2.10.2	Scripts	209

4.3	Operationen auf Frame-Repräsentationen	216
4.3.1	Terminologische Inferenzen	217
4.3.2	Frame-Strukturen als Anfragerepräsentationen: Strukturabgleich	220
4.3.3	Gewichteter Frame-Abgleich	228
4.3.4	Partieller Frame-Abgleich	231
4.4	Vor- und Nachteile frame-artiger Repräsentationsformate	232
4.4.1	Vorteile	233
4.4.2	Nachteile	234
4.5	Ergänzende Bemerkungen und weiterführende Literatur	234
4.6	Übungsaufgaben	241
Anhang A: Lösungen zu den Übungsaufgaben		244
	Lösungen zu Logik	244
	Lösungen zu Produktionsregeln	250
	Lösungen zu Analoger Repräsentation	252
	Lösungen zu Semantische Netze	253
	Lösungen zu Frames	268
Anhang B: Literaturhinweise		284
	Literatur zu Kapitel 1: Einleitung	284
	Literatur zu Kapitel 2.2: Logik	287
	Literatur zu Kapitel 2.3: Produktionsregeln	292
	Literatur zu Kapitel 2.4: Analoge Repräsentation	294
	Literatur zu Kapitel 3: Semantische Netze	296
	Literatur zu Kapitel 4: Frames	302
Stichwortverzeichnis		308
Verzeichnis der Definitionen		312