

# Inhalt

<b>1. Einführung</b> ( <i>G. Friedrich, M. Stumptner</i> )	1
1.1 Artificial Intelligence	1
1.1.1 Methoden	2
1.1.2 Anwendungsgebiete	2
1.2 Methoden der AI	3
1.2.1 Suchen	3
1.2.2 Planen	4
1.2.3 Wissensrepräsentation	7
1.2.4 Reasoning	9
1.2.5 Lernen und Wissenserwerb	10
1.2.6 Konnektionismus	10
1.3 Anwendungsgebiete	11
1.3.1 Game-Playing	11
1.3.2 Sprachverstehen	12
1.3.3 Wahrnehmung	12
1.3.4 Theorembeweiser	13
1.3.5 Automatisches Programmieren	14
1.4 Expertensysteme	14
1.4.1 Eigenschaften von Experten	14
1.4.2 Erwünschte Eigenschaften bei Expertensystemen	15
1.4.3 Entwicklung eines Expertensystems	15
1.4.4 Komponenten eines Expertensystems	16
Zusammenfassung	19
Literatur	19
<b>2. Wissensrepräsentation</b> ( <i>G. Friedrich, G. Gottlob, M. Stumptner</i> )	21
2.1 Anforderungen an die Wissensrepräsentation	22
2.2 Ontologische Gliederung der Wissensbasis	24
2.3 Konzeptualisierung	26
2.3.1 Methoden zur Wissensrepräsentation	26
2.4 Logikorientierte Methoden	27
2.4.1 Einfache Fakten-Regel-Systeme (EFRS)	28
2.4.2 Modelltheoretische Semantik von EFRS	30
2.5 Prozedurale Methoden	39
2.5.1 Effizienz	40
2.5.2 Flexibilität	40
2.5.3 Modularität	41
2.5.4 Mustergesteuerter Aufruf	41
2.6 Objektorientierte Methoden	41
2.6.1 Vererbung	42
2.6.2 Frames	44
2.6.3 Semantische Netze	55
Zusammenfassung	59
Literatur	60
<b>3. Anwendungen von Expertensystemen</b> ( <i>W. Horn</i> )	61
3.1 Entwicklung von Expertensystemen und Expertensystem-Shells	61
3.2 Einsatz und Aufgabenbereich von Expertensystemen	64
3.3 Der Weg zum Expertensystem	69

Zusammenfassung . . . . .	71
Literatur . . . . .	71
<b>4. Knowledge Engineering (W. Horn)</b> . . . . .	73
4.1 Aufgabenstellung und Problematik . . . . .	73
4.2 Methoden des Wissenserwerbs . . . . .	75
4.3 Softwarewerkzeuge zur Unterstützung des Knowledge Engineers . . . . .	79
4.4 Knowledge Engineering Werkzeuge . . . . .	81
Zusammenfassung . . . . .	89
Literatur . . . . .	89
<b>5. Prolog und Meta-Interpreter (Th. Frühwirth)</b> . . . . .	91
5.1 Einführung in Prolog . . . . .	91
5.1.1 Entwicklung . . . . .	91
5.1.2 Grundlagen . . . . .	92
5.1.3 Prolog und Expertensysteme . . . . .	93
5.2 Prolog . . . . .	93
5.2.1 Prädikate und Fakten . . . . .	94
5.2.2 Abfragen . . . . .	95
5.2.3 Terme . . . . .	96
5.2.4 Unifikation . . . . .	97
5.2.5 Regeln . . . . .	98
5.3 Semantik und Syntax . . . . .	100
5.3.1 Semantik von Prolog . . . . .	100
5.3.2 Syntax von Prolog . . . . .	101
5.3.3 Listen . . . . .	102
5.4 Systemprädikate . . . . .	104
5.4.1 Kontrolle . . . . .	104
5.4.2 Datenbasis- und Programm-Manipulation . . . . .	106
5.4.3 Term-Klassifizierung . . . . .	107
5.4.4 Unifikation und Vergleiche . . . . .	108
5.4.5 Arithmetik . . . . .	108
5.4.6 Ein- und Ausgabe . . . . .	109
5.5 Meta-Interpreter . . . . .	110
5.5.1 Einführung . . . . .	110
5.5.2 Konjunktion . . . . .	111
5.5.3 Regeln . . . . .	111
5.5.4 Systemprädikate . . . . .	112
5.5.5 Kontrollprädikate . . . . .	113
5.5.6 Varianten . . . . .	113
5.5.7 Tracer . . . . .	114
Zusammenfassung . . . . .	115
Literatur . . . . .	115
<b>6. Inferenzstrategien (G. Friedrich, G. Gottlob)</b> . . . . .	117
6.1 Einführung . . . . .	117
6.1.1 Architektur . . . . .	117
6.1.2 Strategien der Problemlösung . . . . .	119
6.2 Theorie der Vorwärtsverkettung (Forward Chaining) . . . . .	121
6.2.1 Elementares Produktionsprinzip . . . . .	122
6.2.2 Ableitung . . . . .	123
6.2.3 Beweisbaum . . . . .	123
6.2.4 Korrektheit und Vollständigkeit des Ableitungsbegriffs . . . . .	124
6.2.5 Endlichkeit von cons(S) . . . . .	126
6.2.6 Inferenzalgorithmus . . . . .	126
6.2.7 Matching . . . . .	127

6.2.8 Die Funktionsprozedur PRODUCE . . . . .	128
6.2.9 Die Funktionsprozedur INFER1 . . . . .	130
6.2.10 Die Funktionsprozedur INFER . . . . .	130
6.3 Implementierung der Vorwärtsverkettung . . . . .	131
6.3.1 Abarbeitung einfacher Regeln . . . . .	131
6.3.2 Abarbeitung genereller Regeln . . . . .	132
6.3.3 Beispiel: Elektrische Schaltung . . . . .	135
6.3.4 Abarbeitung in OPS 5 . . . . .	137
6.3.5 Rückwärtsverkettung (Backward Chaining) . . . . .	143
6.4 Vorwärtsverkettung versus Rückwärtsverkettung . . . . .	145
6.4.1 Problemabhängige Kontrollstrategien . . . . .	148
Zusammenfassung . . . . .	149
Literatur . . . . .	150
<b>7. Unsicheres Schließen (G. Fleischanderl) . . . . .</b>	<b>151</b>
7.1 Quellen von Unsicherheit . . . . .	151
7.1.1 Inhärente Unsicherheit der Information . . . . .	151
7.1.2 Unvollständigkeit der Information . . . . .	152
7.1.3 Unsicherheit von Schlußfolgerungen . . . . .	152
7.1.4 Zusammenfassung von Information aus mehreren Quellen . . . . .	152
7.2 Darstellung von Unsicherheit . . . . .	153
7.3 Bayes'sche Theorie . . . . .	154
7.3.1 Allgemeines Bayes'sches Theorem . . . . .	154
7.3.2 Spezielles Bayes'sches Theorem . . . . .	155
7.3.3 Bewertung . . . . .	156
7.4 Certainty Factors . . . . .	157
7.4.1 Verknüpfungsfunktionen . . . . .	157
7.4.2 Zusammenhänge zwischen den Funktionen . . . . .	159
7.4.3 Auswahl eines Kalküls zur Behandlung von Unsicherheit . . . . .	160
7.4.4 Certainty Factors in der Praxis . . . . .	160
7.4.5 Bewertung . . . . .	161
7.5 Fuzzy-Logik . . . . .	162
7.5.1 Unschärfe Konzepte . . . . .	162
7.5.2 Formalisierung . . . . .	163
7.5.3 Bewertung . . . . .	163
7.6 Erfassung unsicheren Wissens . . . . .	163
7.7 Meta-Interpreter mit Behandlung von Certainty Factors . . . . .	165
7.8 Regelbasis mit Certainty Factors . . . . .	167
7.9 Ableitung mit Certainty Factors . . . . .	168
Zusammenfassung . . . . .	170
Literatur . . . . .	171
<b>8. Interaktion mit Expertensystemen (G. Friedrich, Chr. Stary) . . . . .</b>	<b>173</b>
8.1 Aufgabenanalyse . . . . .	174
8.1.1 Das Wesen von Aufgaben . . . . .	175
8.1.2 Ziele der Analyse . . . . .	176
8.1.3 Methoden zur Analyse . . . . .	176
8.2 Unterstützung des Wissenserwerbs . . . . .	178
8.2.1 Ablauf . . . . .	180
8.2.2 Epistemologische Probleme . . . . .	181
8.3 Maschinelles Erklären . . . . .	182
8.3.1 Grundsätzliches . . . . .	182
8.3.2 Anwendung . . . . .	186
8.4 Benutzerschnittstelle . . . . .	191
8.4.1 „Natürliche“ Sprache . . . . .	194
8.4.2 Implementierung . . . . .	196
8.4.3 Designprobleme . . . . .	197

8.5 Wissensbasierte Benutzerschnittstellen . . . . .	198
8.5.1 „Intelligenz“ in Benutzerschnittstellen . . . . .	199
8.5.2 Konkurrenz versus Kooperation . . . . .	199
Zusammenfassung . . . . .	201
Literatur . . . . .	201
<b>9. Modellbasierte Diagnose (W. Nejd)</b> . . . . .	203
9.1 Einleitung . . . . .	203
9.2 Komponenten eines modellbasierten Diagnosesystems . . . . .	204
9.3 Modellbasierte Diagnose anhand eines Beispiels . . . . .	205
9.4 Verhaltensmodelle . . . . .	210
9.5 Weiterführende Literatur . . . . .	212
Zusammenfassung . . . . .	213
Literatur . . . . .	214
<b>10. Expertendatenbanksysteme (EDS) (M. Schrefl)</b> . . . . .	215
10.1 Vergleich der Charakteristika von Datenbanksystemen und Expertensystemen . . . . .	215
10.2 Erweiterung existierender Systeme . . . . .	217
10.2.1 Erweiterung von Expertensystemen mit Datenbankkonzepten . . . . .	218
10.2.2 Erweiterung von Datenbanksystemen mit Expertensystemkonzepten . . . . .	218
10.3 Kopplung unabhängiger Systeme . . . . .	222
10.4 Integrierte Systeme . . . . .	225
Zusammenfassung . . . . .	227
Literatur . . . . .	227
<b>Sachverzeichnis</b> . . . . .	229