

Inhaltsverzeichnis

I	Wissensbasierte Techniken	1
1	Künstliche Intelligenz	3
1.1	Arbeitsgebiete.	4
1.2	Historische Entwicklung.	4
2	Menschliches Problemlösungsverhalten	7
2.1	Menschliche Informationsverarbeitung.	7
2.2	Lösen von Problemen.	9
2.3	Menschliches Fachwissen.	11
3	Maschinelle Wissensrepräsentation	13
3.1	Darstellungsarten von Wissen.	13
3.2	Semantische Netzwerke.	14
3.3	Produktionsregeln.	16
3.4	Objektorientierte Darstellung.	18
3.5	Graphische Visualisierung.	21
3.6	Logikbasierte Systeme.	22
4	Expertensystemtechnik	25
4.1	Definitionen.	25
4.2	Kennzeichen.	25
4.3	Innere Struktur.	27
4.4	Einsatzgebiete.	29
4.5	Einschränkungen.	30
5	Funktion der Inferenzmaschine	31
5.1	Inferenzverfahren.	31

5.2	Vages Wissen	32
5.3	Unsicherheit	32
5.4	Resolutionsverfahren	34
5.5	Ablaufsteuerung	36
5.6	Rückwärtsverkettung	36
5.7	Vorwärtsverkettung	40
5.8	Suchverfahren	41
5.9	Nicht-monotones Schließen	42
6	Knowledge Engineering	43
6.1	Aufbau eines kleinen Wissenssystems	43
6.2	Aufbau großer Wissenssysteme	44
7	Entwicklungswerkzeuge	51
7.1	KI-Sprachen	51
7.2	Programmierungsumgebungen	55
7.3	Knowledge-Engineering Werkzeuge	55
II	Wissensbasierte Robotersimulation	63
8	Intelligente Robotersysteme	65
8.1	Roboter der 3. Generation	65
8.2	Arbeitsablauf eines intelligenten Roboters	66
8.3	Eigenschaften des Menschen	67
8.4	Wissen über Fertigungsprozesse	67
8.5	Steuerung der 3. Generation	68
8.6	Beispiel: Montagerobotersystem	69
9	Wissensbasierte Ansätze	71
9.1	Steuerungssysteme	71
9.2	Mobile Roboter	72
9.3	Greifer- und Sensorsysteme	73
9.4	Objektbasierter Zellentwurf	74
9.5	Modellbasiertes System für Roboteromanipulationen	75
9.6	Einsatz einer Datenbank	76

9.7	CAD-basierte Off-Line Programmierung	76
9.8	System zur automatischen Programmierung	76
9.9	Integration von Konstruktion und Fertigung	77
9.10	Generierung von Roboterprogrammen	78
9.11	Produktbasierter Entwurf	78
9.12	System zur Simulation intelligenter Roboter.	80
9.13	Programmierung intelligenter Roboter.	80
9.14	Einsatz von Expertensystemen	81
9.15	Wissensbasierte Montage.	82
9.16	Robotertechnik und Künstliche Intelligenz	83
9.17	Stufenplan bei der Programmierung von Robotern.	85
10	Planen	87
10.1	Selbständige Programmierung	87
10.2	Planungsverfahren.	88
10.3	Planung von Roboteraktionen	90
10.4	Planungsvorgang für eine Montage	91
10.5	Planungssysteme.	95
11	Systemkonzepte	97
11.1	Entwicklungsstrategien	97
11.2	Nutzen kommerzieller Systeme.	98
11.3	Strukturvarianten	99
12	Expertensystemshell Nexpert Object	103
12.1	Wissensdarstellung und Wissensverarbeitung	104
12.2	Repräsentation von Dingen	106
12.3	Integration von Nexpert Object in Rechnerprogramme.	107
13	Wissensbasiertes Modell	113
13.1	Verbindung geometrischer und wissensbasierter Modelle.	113
13.2	Alternativen im Aufbau eines wissensbasierten Modells.	114
13.3	Modellerzeugung	115
13.4	Komponenten einer Roboterzelle.	116
13.5	Klassenorientiertes Modell	117

13.6	Klasse Modell	118
13.7	Klasse Roboter	119
13.8	Klasse Roboterachse	120
13.9	Klasse Robotersteuerung	120
13.10	Klasse Greifer	121
13.11	Klasse Werkzeug	121
13.12	Klasse Sensor	122
13.13	Klasse Handhabungsobjekt	122
13.14	Beispiel	123
14	Skriptgesteuerte Programmierung	129
14.1	Repräsentation von Aktionsfolgen	129
14.2	Programmierung von Robotern	131
14.3	Elementare Aktionen	134
14.4	Zellenanalyse	135
14.5	Raubewegung	136
14.6	Feinbewegung	146
14.7	Greifen und Loslassen	153
14.8	Realisierung	160
III	Einsatz neuronaler Netze	163
15	Konzepte neuronaler Netze	165
15.1	Funktion des menschlichen Gehirns	165
15.2	Modell eines Neurons	166
15.3	Aufbau eines neuronalen Netzes	168
15.4	Lernphase	170
15.5	Betriebsphase	171
15.6	Netzstrukturen	171
15.7	Repräsentation von Wissen	172
15.8	Einsatzgebiete	173
15.9	Neue Technologien	174

16 Netztypen	175
16.1 Klassifizierung neuronaler Netze.	175
16.2 Einschichtnetze.	176
16.3 Netze mit topologisch geordneten Vektoren.	176
16.4 Zweischichtnetze.	177
16.5 Vorwärtsgekoppelte Mehrschichtnetze.	177
16.6 Backpropagation-Netz	177
16.7 Kooperative und kompetitive Mehrschichtnetze.	179
16.8 Hybride Netze.	179
16.9 Fehlermaße.	180
16.10 Probleme beim Einlernen.....	182
17 Modell eines Neurons und Lerngesetze	183
17.1 Modell eines Neurons	183
17.2 Neuronenmodell in NWorksII	186
17.3 Gewichtete Summation.	187
17.4 Aktivierungsfunktion	187
17.5 Skalierung und Limitierung	188
17.6 Ausgabefunktion	188
17.7 Fehlerberechnung	188
17.8 Lerngesetze in NWorksII	189
18 Einsatz von Backpropagation-Netzen	193
18.1 Aktivierungsfunktion	194
18.2 Propagierungsfunktion.	194
18.3 Netztyp.	194
18.4 Netztopologie.	195
18.5 Einlerndaten.	195
18.6 Lerngesetz	196
19 Neuronale Netze in der Robotertechnik	197
19.1 Kinematik	197
19.2 Dynamik	198
19.3 Sensorik.	199
19.4 Regelung	199

20 Inverse Kinematik	201
20.1 Standard Back-Propagation-Netze	204
20.2 Fast Back-Propagation-Netze.	207
20.3 Functional-Link Back-Propagation-Netze.	211
20.4 Functional-Link Back-Propagation-Netze mit Sinus.	214
20.5 Wertung	217
 IV Ausblick	 219
 21 Perspektiven	 221
21.1 Zukünftige Robotersysteme.	221
21.2 Lernende Roboter.	221
21.3 Gestaltungsorientierte Animationsverfahren.	222
21.4 Mehrdimensionale Interaktionen.	223
21.5 Einbeziehung physikalischer Prinzipien.	224
21.6 Erweiterte Modellierungsfunktionen.	224
21.7 Objektveränderungen.	225
21.8 Virtuelle Realität	226
 Literaturverzeichnis	 231
 Stichwortverzeichnis	 241