

INHALT

Teil 1: AUFGABENORIENTIERTE MONTAGEPLANUNGSSYSTEME

1.1	Einleitung	1
1.2	Roboter: Systemkomponenten und Generationen	2
1.2.1	Definition eines Roboters.....	2
1.2.2	Systemkomponenten.....	4
1.2.2.1	Mechanisches System	5
1.2.2.2	Sensorsystem	6
1.2.2.3	Steuerungssystem	8
1.2.3	Robotergenerationen.	11
1.2.4	Stationäre und mobile Roboter.....	14
1.3	Intelligente Roboter	18
1.3.1	Einfluß der Robotik auf die Künstliche Intelligenz	20
1.3.2	Einfluß der Künstlichen Intelligenz auf die Robotik.....	23
1.4	Architekturkonzepte für autonome Roboter	30
1.4.1	Hierarchisches Organisationsschema	31
1.4.2	Blackboardorientiertes Organisationsschema.....	37
1.4.3	Verhaltensorientiertes Organisationsschema.....	42
1.5	Situationsbasierte Planungsverfahren	46
1.5.1	Planen von Roboteraufgaben	46
1.5.2	Chronologie der Planungssysteme.....	50
1.5.3	Lineares/nichtlineares Planen	54
1.5.4	Hierarchisches Planen	55
1.5.5	Such- und Kontrollstrategien.....	56
1.5.6	Konflikterkennung und -auflösung.....	58
1.5.7	Zeit und Betriebsmittel.....	59
1.6	Methoden der Roboterprogrammierung	61
1.6.1	Klassifikation der Robotersprachen.....	61
1.6.2	Roboterorientierte Programmierung.....	62
1.6.3	Aufgabenorientierte Programmierung.....	65
1.6.3.1	Voll- und teilautomatische aufgabenorientierte Roboterprogrammierung.....	67

1.6.3.2	Modelle.....	68
1.6.3.3	Bewegungsplanung.....	73
1.6.3.4	Greifplanung.....	74
1.7	Übersicht über aufgabenorientierte Montagesysteme	76
1.7.1	Chronologie der aufgabenorientierten Montagesysteme.....	76
1.7.2	RAPT.....	79
1.7.3	ATLAS.....	80
1.7.4	SHARP.....	83
1.7.5	ASP.....	84
1.8	Entwicklung von aufgabenorientierten Montage- und Sensorplänen	86
1.8.1	Aufgabenzerlegung und Aktionsplanung.....	86
1.8.2	Erstellung des Manipulationsplanes.....	88
1.8.3	Erstellung des Sensorplanes	90
1.8.4	Plankritik.....	92
Teil 2:	AUFBAU DES AUFGABENORIENTIERTEN PLANUNGSSYSTEMS FÜR OPTIMALE MONTAGEFOLGEN APOM	
2.1	Einleitung	93
2.2	C I M-Schale.....	94
2.2.1	Referenzmodell einer Fabrik.....	95
2.2.2	Controller Struktur.....	98
2.2.3	PQM-Abhängigkeiten.....	102
2.2.4	Entscheidungsnetzwerke.....	105
2.3	Komponenten der Montageplanung	110
2.3.1	Konzeption einer Montageablaufplanung.....	112
2.3.1	Hierarchische Montageablaufplanung.....	112
2.3.1.2	Montagewissen und Planspezifikation	116
2.3.1.3	Struktur der APOM - Montageablaufplanung.....	121
2.3.2	Integrierte Modellbildung in CAD- und Sichtsystemen.....	122
2.3.2.1	Spezifikation einer integrierten Modellbildung	122
2.3.2.2	Robotersehen mit dreidimensionalen CAD-Modellen.....	125
2.3.3	Bewertung des Entwurfs auf Montagegerechtheit.....	128
2.4	Darstellungen von Fügeoperationen und Montagefolgen.....	130
2.4.1	Qualitative Fügeflächenmatrix.....	131

2.4.2	Montagegraph.....	133
2.4.3	Montagefolgendigramm.....	135
2.4.4	Vorranggraph.....	136
2.4.5	UND/ODER-Graphen.....	138
2.4.6	Modellvergleich für Montagefolgen.....	143
2.5	Aufbau der Wissenserwerbskomponente.....	143
2.5.1	Konzeption der Wissensverarbeitung.....	143
2.5.2	Demontagesimulation.....	145
2.5.3	Geometrie.....	147
2.5.4	Montageoperationen.....	147
2.5.5	Werkzeuge.....	149
2.5.6	Struktur der Wissensbasis.....	151
2.5.7	Dialogführung.....	152
2.6	Planungskomponente.....	155
2.6.1	Erzeugung des Montagegraphen.....	155
2.6.2	Bestimmung der korrekten Montagefolge.....	156
2.6.2.1	Allgemeine Vorgehensweise.....	156
2.6.2.2	Gültigkeitsregeln.....	157
2.6.2.3	Attributierung mit der Zugänglichkeit.....	159
2.6.2.4	Attributierung mit den Handhabungsoperationen.....	162
2.6.2.5	Attributierung mit den Montagewerkzeugen.....	163
2.7	Kritikkomponente.....	163
2.7.1	Optimale Montagefolgen.....	163
2.7.2	Zusätzliche Attributierung mit Freiheitsgraden und Fugerichtungen.....	166
2.7.3	Suche der optimalen Reihenfolge.....	167
2.7.4	Erzeugung des Vorranggraphen.....	167
2.8	Implementierungsdetails am Beispiel der Laugenpumpe.....	169
2.9	Ergebnisse und Ausblick.....	172
Teil 3:	WISSENSBASIERTER WERKZEUGE UND TECHNIKEN ZUR ERZEUGUNG VON PLÄNEN	
3.1	Einleitung.....	176

3.2	Expertensystemschalen und ihre Eignung zur Planung	177
3.2.1	Vergleich von Expertensystemschalen	177
3.2.2	Unterstützung zur Planung von Roboteraufgaben	186
3.3	Blackboardkonzept	188
3.3.1	Lokales Blackboardsystem	188
3.3.2	Verteiltes Blackboardsystem	193
3.4	Wissenserwerbs- und Erklärungskomponente	196
3.4.1	Wissenserwerbskomponente	197
3.4.2	Erklärungskomponente.....	204
3.4.3	Vergleich der beiden Komponenten.....	206
3.5	Meinungswartung	207
3.5.1	Meinungswartung durch Rechtfertigungen (JTMS)	207
3.5.2	Meinungswartung durch Logik (LTMS).....	213
3.5.3	Meinungswartung durch Annahmen (ATMS).....	215
3.5.4	Meinungswartungen im Vergleich	220
3.6	Temporale Logik	222
3.7	Induktives Lernen von Montagebewegungen	224
3.8	Verteiltes Planen	228
3.8.1	Charakteristika verteilter Problemlösungen	229
3.8.2	Kooperation oder Konkurrenz	230
3.8.2.1	Kooperation	231
3.8.2.2	Rationale Konkurrenz	232
3.8.2.3	Destruktive Konkurrenz	233
3.8.3	Darstellungen und Modelle	234
3.8.4	Kommunikation und Synchronisation.....	237
3.8.5	Meinungen und Absichten (Planerkennung).....	238
3.8.5.1	Kooperative Meinungsbildung.....	239
3.8.5.2	Planerkennung	240
Referenzen	242