

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	Aufgabenerlegung 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 Montagegerechtigkeit.....	128
2.4	Darstellungen von Fügeoperationen und Montagefolgen	130
2.4.1	Qualitative Fügefächernmatrix.....	131

2.4.2	Montagegraph	133
2.4.3	Montagefolgendiagramm	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 Fügerichtungen	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:	WISSENSBASIERTE 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