

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Motivation und Zielsetzung der Arbeit . . . . .	1
1.2	Das Prinzip des Planungssystems . . . . .	4
1.3	Einordnung in verwandte Arbeiten . . . . .	7
1.3.1	Planungssysteme der Künstlichen Intelligenz . . . . .	7
1.3.2	Planungssysteme der Robotik . . . . .	11
1.3.3	Die traditionelle Montageplanung . . . . .	12
1.4	Abgrenzung des Problemkreises . . . . .	15
<b>2</b>	<b>Die Ableitung von Vorrangrestriktionen</b>	<b>17</b>
2.1	Betrachtung einer Montageanordnung . . . . .	19
2.1.1	Das Durchdringungsverbot . . . . .	19
2.1.2	Die Stabilitätsforderung . . . . .	26
2.1.3	Vermeidung von Seiteneffekten . . . . .	31
2.2	Betrachtung der Ausgangs- und Zielanordnung . . . . .	36
2.2.1	Die Verkettung von Pick- und Place-Graphen . . . . .	36
2.2.2	Wechselwirkungen zwischen Ziel- und Ausgangsanordnung . . . . .	44
2.3	Betrachtung von Ausgangs- und Zielanordnung und eines Agenten . . . . .	46
2.3.1	Die Schnittstelle zur Detailplanung . . . . .	47
2.3.2	Ableitung von Vorrangrestriktionen durch Detailplanungsmodule . . . . .	50

<b>3</b>	<b>Die Erzeugung von Vorranggraphen</b>	<b>55</b>
3.1	Die Bewertung von Vorranggraphen . . . . .	57
3.2	Bestimmung von günstigen Vorranggraphen . . . . .	61
3.3	Die Abbildung von Vorranggraphen auf Petri-Netze . . . . .	69
<b>4</b>	<b>Zyklische Vorranggraphen</b>	<b>71</b>
4.1	Die Beseitigung von Zykluskanten . . . . .	71
4.2	Die Einbettung von zyklischen Subgraphen in einen Knoten	73
4.3	Die Aufspaltung von Operationen . . . . .	76
<b>5</b>	<b>Systembeschreibung</b>	<b>79</b>
5.1	Das Gesamtsystem . . . . .	79
5.2	Das Modul zur Spezifikation der Montageaufgabe . . . . .	81
5.3	Das Modul zur Analyse der Montageaufgabe . . . . .	83
5.4	Das Modul zur Synthese von Vorranggraphen . . . . .	84
5.5	Das Modul zur Detailplanung . . . . .	86
5.5.1	Die Auswahl von Greifertyp und Robotertyp . . . . .	86
5.5.2	Die Planung der Bahngeometrie . . . . .	88
5.5.3	Die Planung der Bahndynamik . . . . .	90
5.5.4	Die Planung von Meßaufgaben . . . . .	91
5.5.5	Die Bestimmung des Bewegungsspielraums . . . . .	91
5.5.6	Die Synchronisation mehrerer Roboter . . . . .	92
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung der Arbeit</b>	<b>94</b>
<b>A</b>	<b>Die Analyse des Cranfield Montagesatzes</b>	<b>97</b>
A.1	Die Montageaufgabe . . . . .	97
A.2	Das Durchdringungsverbot . . . . .	99
A.3	Die Stabilitätsforderung . . . . .	102
A.4	Die Vermeidung von Seiteneffekten . . . . .	105

A.5 Zusammenfassung von Vorrangrestriktionsmengen . . . . .	108
A.6 Die Verkettung von Pick- und Place-Graphen . . . . .	108
A.6.1 Strategie: Möglichst wenige Überkreuzungen . . . . .	108
A.6.2 Strategie: Optimale Bewegungsbahnen . . . . .	111
<b>B Die Transformation von Vorranggraphen zu Petri-Netzen</b>	<b>117</b>
<b>C Symbole und Schreibweisen</b>	<b>124</b>
<b>D Liste der Abbildungen</b>	<b>126</b>
<b>E Liste der Tabellen</b>	<b>129</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>130</b>