

Inhaltsverzeichnis

Contents

1	Einleitung	1
2	Stand der Forschung und Technik.....	5
2.1	Methoden zur Inbetriebnahme industrieller Robotersysteme	6
2.1.1	Etablierte Verfahren der Online- und Offline-Programmierung	7
2.1.2	Vereinfachte Ansätze aus Forschung und Entwicklung	12
2.2	Sensorische Erfassung manueller Handlungsdemonstrationen	17
2.2.1	Tracking-Verfahren und verwendete Sensortechnik	17
2.2.2	Handlungserkennung	24
2.2.3	Sensordatenfusion	28
2.2.4	Anwendung im Montagekontext	30
2.3	Zusammenfassung und Fazit	35
3	Handlungsbedarf, Zielsetzung und Vorgehensweise	39
3.1	Handlungsbedarf und Zielsetzung	39
3.2	Vorgehensweise der Arbeit	41
4	Konzept zur Inbetriebnahme flexibler Montageanlagen.....	43
4.1	Begriffsbestimmung und Systembeschreibung	43
4.1.1	Montageprozesse und Möglichkeiten der Flexibilisierung	43
4.1.2	Funktionale Anlagenstrukturierung.....	46
4.1.3	Steuerungstechnische Topologie	48
4.2	Ableiten des Inbetriebnahmekonzepts	50
4.2.1	Definition der Tracking-Aufgaben.....	56
4.2.2	Modellierung des Kontexts	62
4.3	Ausgestaltung der Interaktion.....	69
4.3.1	Sensorische Erfassung manueller Montageprozesse	70
4.3.2	Interaktionsgerechte Montageanlagengestaltung	81
4.3.3	Unterstützungsfunktionen zur Interaktionssteuerung	83
5	Implementierung des Interaktionssystems	87
5.1	Informationstechnische Sensordatenfusion.....	88
5.2	Softwareagenten zur zielorientierten Dateninterpretation.....	90
5.2.1	Konzept des Softwareagenten	90
5.2.2	Ereignisgesteuerte Architektur	92
5.2.3	Kommunikationsprotokoll	93
5.2.4	Charakterisierung der implementierten Agententypen	95
5.3	Grafische Bedienerschnittstelle	109
5.3.1	Struktureller Aufbau	109
5.3.2	Interaktionsbeispiel: Klemmkastenmontage	109
5.3.3	Montagestrategien und Prozessanimation	111

6	Anwendung und Bewertung	115
6.1	Demonstrationsanlage für die flexible Inbetriebnahme	115
6.1.1	Flexible und universelle Anlagentechnik	117
6.1.2	Steuerungstechnische Umsetzung und Integration	119
6.2	Überbau zur integrierten Automatisierung der Montage	120
6.2.1	Engineering-Unterstützung	121
6.2.2	Planungsautomatisierung	124
6.2.3	Prozessausführung	130
6.3	Bewertung	134
6.3.1	Usability	135
6.3.2	Erreichte Flexibilisierung	138
6.3.3	Technische Machbarkeit	140
7	Zusammenfassung und Ausblick.....	143
7.1	Zusammenfassung	143
7.2	Ausblick	144
8	Literaturverzeichnis.....	149