

# Inhalt

## Inhaltsverzeichnis

### Rechnerunterstützter Robotereinsatz - Computer Aided Robotics (CAR)

<b>1.</b>	<b>Was ist CAR?</b> .....	1
1.1	Begriffserklärung und Bereichsfestlegung .....	1
1.1.1	Definition .....	1
1.1.2	Die CAR-Bereiche .....	1
1.1.3	Zellkonstruktion und Simulation (WDS) .....	1
1.1.4	Prozeßentkoppelte Roboterprogrammierung (OLP) .....	2
1.1.5	Prozeßgekoppelte Überwachung (OMSM) .....	3
1.2	Grundmodule eines CAR-Systems .....	4
1.3	Die Bewegungssimulation als zentrales Element des CAR-Systems .....	5
1.4	Verwandte CA-Disziplinen .....	8
<b>2.</b>	<b>Basiswissen</b> .....	
2.1	Basiswissen der Robotertechnik .....	10
2.1.1	Definition und Aufbau von Robotern .....	10
2.1.2	Flexibilität von Produktionsanlagen durch den Einsatz von Robotern .....	11
2.1.3	Die konventionelle Konstruktion von auf Robotern basierenden Produktionszellen .....	11
2.1.4	Technische Komplexität des Robotereinsatzes .....	11
2.1.5	Alternative Verfahren zur Programmierung von Robotern .....	12
2.1.6	Schnittstellen zum Datenaustausch mit CAR-Systemen ...	14
2.1.6.1	Schnittstelleneigenschaften .....	14
2.1.6.2	Genormte Schnittstellen .....	14
2.1.6.3	IRDATA-Schnittstelle .....	15
2.2	Basiswissen der CAE-Techniken .....	15
2.2.1	Grundaufbau der CAE-Systeme .....	15

2.2.2	Geometrische Darstellung und Modellierung .....	16
2.2.3	Datenbank .....	17
2.2.3.1	Allgemein .....	17
2.2.3.2	Das Datenbankmanagementsystem - DBMS .....	19
2.2.4	Der graphische Editor .....	20
2.2.5	Konzepte der Datenübertragung zwischen CAE-Systemen	20
2.2.5.1	Direkte Ankopplung .....	21
2.2.5.2	Neutrale File, Metafile .....	21
2.2.5.3	Genormte Schnittstellen .....	22
2.2.6	Genormte Schnittstellen für CAE-Systeme .....	22
2.2.6.1	IGES .....	22
2.2.6.2	SET .....	23
2.2.6.3	VDAF-S .....	23
2.2.6.4	VDA-PS .....	23
2.2.6.5	CAD-NT .....	23
2.2.6.6	PDES .....	24
2.2.6.7	ESP .....	24
2.2.6.8	PDDI .....	24
2.2.6.9	CAD*I .....	24
2.2.6.10	STEP .....	24
2.2.7	Industrielle Anwendungen der genormten CAE- Schnittstellen .....	25
2.3	Simulationstechnik .....	25
<b>3.</b>	<b>Anforderungen an die Hardware .....</b>	<b>27</b>
3.1	Modulare Aufrüstfähigkeit und schnelle Daten- kommunikation .....	27
3.2	Allgemeine Hardwarekomponenten für CA-Systeme ....	28
3.2.1	Graphische Arbeitsplätze .....	28
3.2.2	„Intelligente“ Terminals verarbeiten Daten lokal .....	28
3.2.3	Graphik-Eingabegeräte .....	29
3.2.4	Eingabe von vorhandenen Zeichnungen .....	29
3.2.5	Ausgabegeräte .....	30
3.3	Spezielle Anforderungen an CAR-Anwendungen .....	31
<b>4.</b>	<b>Datenspeicherung und Datenmodelle .....</b>	<b>33</b>
4.1	Modellierung als Grundvoraussetzung der Simulation ...	33
4.2	Die geometrische Modellierung .....	34
4.2.1	Kantenmodelle .....	34
4.2.2	Flächenmodelle .....	34

Inhalt	IX	
4.2.3	Volumenmodelle .....	35
4.3	Die kinematische Modellierung .....	36
4.4	Die funktionelle Modellierung der Fertigungszelle .....	38
<b>5.</b>	<b>Datenaustausch zwischen CAD, CAR und dem Roboter</b>	<b>39</b>
<b>6.</b>	<b>Allgemeine Überlegungen zur Auslegung der Benutzerschnittstelle .....</b>	<b>42</b>
<b>7.</b>	<b>Prozeßentkoppelte Programmierung (OLP) .....</b>	<b>44</b>
7.1	Umweltmodell .....	44
7.2	Roboterprogrammiersprachen .....	45
7.2.1	Niveau der Beschreibung .....	45
7.2.2	Das Frame Konzept bei der Roboterbewegung .....	46
7.2.3	Das Verfahren des Roboters in Weltkoordinaten .....	46
7.2.4	Familien der Roboterprogrammiersprachen .....	47
7.2.4.1	Einteilung .....	47
7.2.4.2	Von Rechnerprogrammiersprachen abgeleitete Roboterprogrammiersprachen .....	49
7.2.4.3	Roboterspezifische Programmiersprachen .....	49
7.2.4.4	Auf NC-Programmiersprachen basierende Roboter-sprachen .....	49
7.3	IRDATA - CIM-Schnittstelle für Roboter .....	50
7.3.1	Hintergrund .....	50
7.3.2	IRDATA-Richtlinie .....	50
7.3.3	Bedeutung der IRDATA-Schnittstelle .....	50
7.3.4	Aufbau des IRDATA-Codes .....	51
7.4	Grundelemente einer Simulationssprache für Roboterapplikationen .....	51
7.5	Roboterprogrammierung mit einem CAR-System .....	53
7.5.1	Ziel der Prozeßentkoppelten Programmierung .....	53
7.5.2	Vorteile der Prozeßentkoppelten Programmierung .....	53
7.5.3	Notwendige Eigenschaften eines OLP-Systems .....	53
<b>8.</b>	<b>Die Grundelemente eines CAR-Systems .....</b>	<b>56</b>
8.1	Mechanische Modellierung .....	56
8.1.1	Ziel der Modellierung .....	56
8.1.2	Geometrischer Aufbau .....	56
8.1.3	Kinematisches Modell .....	56
8.1.4	Vor- und Rückwärtstransformationsgleichungen .....	57

8.2	Projektierung der Arbeitszelle .....	57
8.3	Aufgabenbeschreibung .....	58
8.4	Simulation des Robotereinsatzes in einer Produktionszelle und deren Animation .....	60
8.5	Zeichnen und Dokumentieren .....	62
8.6	Übersetzung der Roboterprogramme und Laden in die Steuerung .....	62
8.7	Datenmanipulation und Schnittstellen .....	64
8.8	Roboter- und Standardkomponentenbibliothek .....	65
8.9	Fertigungsprozeßüberwachung .....	65
9.	<b>Kriterien zur Bewertung von CAR-Systemen .....</b>	<b>66</b>
10.	<b>Beispiel des Einsatzes von CAR in der Montage .....</b>	<b>79</b>
10.1	Die besondere Stellung der Montage und deren Potential an Automation .....	79
10.2	Grob- und Feinplanung der Montage .....	79
10.3	Konzeption, Planung und Prüfung der Montagezellen...	80
10.4	Konzepte zukünftiger Roboteranwendung in der Montage	80
11.	<b>Vorteile durch den Einsatz von CAR .....</b>	<b>81</b>
12.	<b>Integration des CAR in ein CIM-Konzept .....</b>	<b>83</b>
12.1	Notwendigkeit der Systemintegration .....	83
12.2	CIM - Konzept und Realisierung .....	84
12.3	Integrierte Datenbank .....	84
12.3.1	Integration technischer Daten .....	84
12.3.2	Vorarbeiten zur Integration der CAR-Daten in die Unternehmensdatenbank .....	85
12.4	Integration von CAR in die CIM-Landschaft .....	86
12.4.1	Umfang der Integration .....	86
12.4.2	Anforderungen an die Integration .....	86
12.4.3	Beispiel der zu integrierenden Daten .....	86
12.4.4	Beispiele möglicher Abfragen an das Datenver- arbeitungssystem .....	87
13.	<b>CAR-Systeme der Zukunft .....</b>	<b>88</b>
13.1	Simulierung der Dynamik .....	88
13.2	Integration von Sensoren .....	89
13.3	Expertensysteme .....	89

Inhalt	XI	
13.3.1	Optimale Bahnen . . . . .	89
13.3.2	Bewegungssynthese bei kooperierenden Robotern . . . . .	89
13.3.3	Montageplanung und Montagezellen . . . . .	90
13.3.4	Implizite Off-Line Programmierung . . . . .	91
13.3.5.	Ein Expertensystem für die On-Line Programmierung von Produktionszellen . . . . .	91
<b>14.</b>	<b>Nichttechnische Aspekte</b> . . . . .	<b>92</b>
14.1	CAR-Anwenderprofil . . . . .	92
14.2	Wirtschaftlichkeit . . . . .	93
14.3	Schritte der Implementierung . . . . .	94
<b>15.</b>	<b>Marktübersicht vorhandener CAR-Systeme</b> . . . . .	<b>95</b>
<b>Anhang I CAR-Begriffe</b> . . . . .		<b>103</b>
<b>Anhang II Adressen</b> . . . . .		<b>108</b>
<b>Literaturverzeichnis</b> . . . . .		<b>113</b>