

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Anstelle einer Einleitung.....</b>	<b>1</b>
1.1	Artifizielle Wesen.....	1
1.2	Roboter als integraler Bestandteil der Lebenswelt.....	7
1.2.1	Serviceroboter.....	7
1.2.2	Industrieroboter.....	11
1.2.3	Robotersystem im Dienste der Medizin.....	12
1.2.4	Robotersystem im Alltag und bei Spass und Spiel.....	14
1.2.5	Humanoide Roboter.....	17
1.2.6	Animaten und Biorobotik.....	17
1.3	Intelligente Robotersysteme.....	18
1.3.1	Klassifikation.....	22
1.3.2	Allgemeiner Aufbau eines Robotersystems.....	25
<b>2</b>	<b>Modellierung von Robotersystemen.....</b>	<b>33</b>
2.1	System.....	33
2.1.1	Systembegriff.....	34
2.1.2	Systemtheorie.....	39
2.1.3	Systemvarianten.....	41
2.2	Modell.....	48
2.2.1	Modellbegriff.....	48
2.2.2	Modelltheorie.....	51
2.2.3	Modellvarianten.....	51
2.2.4	Modellierung.....	75
2.3	Simulation.....	82
2.3.1	Modellsimulationen.....	82
2.3.2	Robotersimulationsysteme.....	83
2.4	Architekturmodell.....	84
2.4.1	Sensoren-Brainware-Aktoren-Einheit.....	85
2.4.2	Mentale Strukturen.....	88
<b>3</b>	<b>Systemische Interaktionstheorie.....</b>	<b>97</b>
3.1	Ausgangsposition.....	97
3.2	Ziele.....	98
3.3	Roboter als interaktionsbasierte Systeme.....	99
3.4	Systemische Interaktion.....	103
3.4.1	Interaktion als System.....	103
3.4.2	Definition des Interaktionsbegriffes.....	104
3.4.3	Navigation von Robotersystemen.....	107
3.4.4	Kommunikation und Interaktion von Robotersystemen.....	110

3.5	Aktionsanalyse .....	112
3.5.1	Wissensbasierte Aktionsebenen .....	113
3.5.2	Funktionaler Ansatz .....	117
3.5.3	Aktionsmanagementmodell .....	121
3.5.4	Konzeptionelle Darstellung der Interaktion.....	122
3.6	Planung.....	123
3.6.1	Planungskonzepte .....	124
3.6.2	Planungsschritte .....	126
3.6.3	Planverfahren .....	127
3.6.4	Navigation .....	129
3.7	Simulationen.....	131
3.8	Architektur .....	134
<b>4</b>	<b>(Hardware)Komponenten eines Roboters.....</b>	<b>135</b>
4.1	Mechanik und Kinematik .....	135
4.2	Achsregelung und Antrieb.....	136
4.3	Sensoren .....	137
4.3.1	Haptische Sensoren .....	140
4.3.2	Infrarotsensoren.....	140
4.3.3	Sonarsensoren.....	141
4.3.4	Laser .....	142
4.3.5	Radar-Sensoren .....	143
4.3.6	Hall-Sensoren .....	143
4.3.7	Kompaßsensoren .....	143
4.3.8	Winkelkodierung.....	144
4.3.9	Bewegungssensoren .....	145
4.3.10	Bildsensoren.....	145
4.3.11	Sensordatenintegration .....	146
4.4	Aktoren.....	146
4.5	Steuerung.....	149
<b>5</b>	<b>Robotik Engineering: Das Problem<sub>2</sub>Solution-Vorgehensmodell.....</b>	<b>151</b>
5.1	Klassische Vorgehensmodelle im Überblick.....	151
5.2	Lebenszyklus.....	159
5.3	Die Entwicklungsprozess im Überblick .....	161
5.4	Verfahren zur Systemvalidierung.....	162
5.5	Entwicklungsprojekte.....	165
5.6	Robotik Projektmanagementsystem .....	168
<b>6</b>	<b>Software .....</b>	<b>173</b>
6.1	Arten der Robotersystemprogrammierung .....	173
6.1.1	Manuelle Programmierung .....	174
6.1.2	Teach-In-Programmierung .....	174
6.1.3	Programmierung durch Beispiele .....	176
6.1.4	Programmierung durch Training .....	178
6.1.5	Roboterorientierte Programmierung.....	178

6.1.6	Aufgabenorientierte Programmierung .....	178
6.1.7	Problemorientierte Programmierung .....	179
6.2	Entwicklung von Programmiersprachen für Robotersysteme .....	180
6.3	Verarbeitungsmodelle .....	181
6.4	Roboterprogrammiersprachen im Überblick .....	183
6.4.1	Klassifikation .....	184
6.4.2	Explizite Programmiersprachen .....	185
6.4.3	Implizite Programmiersprachen .....	186
6.4.4	Aufgabenorientierte Programmiersprachen.....	187
6.5	Allgemeine Programmiersprachen im Überblick .....	188
6.5.1	Maschinennahe Sprachen .....	189
6.5.2	Problemorientierte Programmiersprachen.....	190
6.5.3	Simulationsorientierte Programmiersprachen .....	193
6.5.4	Wissensverarbeitende Programmiersprachen.....	196
6.5.5	Objektorientierte Programmiersprachen.....	200
6.5.6	Elementare Sprachelemente .....	209
6.5.7	Dokumentation .....	211
6.6	Softwaretechnik.....	215
6.7	NQC .....	221
6.7.1	Programmaufbau .....	221
6.7.2	Kommentare .....	223
6.7.3	Konstanten und Schlüsselwörter .....	223
6.7.4	Präprozessor .....	231
6.7.5	Variablen .....	233
6.7.6	Funktionen.....	233
6.7.7	Multitasking .....	235
6.7.8	Sensoren .....	238
6.7.9	Bedingungen.....	242
6.7.10	Operatoren und Anweisungen .....	246
6.7.11	Bedingte Verzweigung .....	250
6.7.12	Programmschleifen.....	253
6.7.13	Datenspeicherung .....	256
6.7.14	Kommunikation.....	257
6.8	LeJOS und Java.....	258
6.8.1	Das Betriebssystem leJOS.....	259
6.8.2	Spurverfolgung mit Java .....	260
<b>7</b>	<b>Problem<sub>2</sub>Solution-Plattform.....</b>	<b>269</b>
7.1	Entwicklungsumgebung Eclipse .....	269
7.2	Systemmodellierung mit UML.....	272
7.2.1	Anwendungsfall (Use Case).....	273
7.2.2	Aktivitäten.....	274
7.2.3	Komponenten (Verteilungsdiagramm).....	274
7.2.4	Klassen .....	275
7.2.5	Sequenzen.....	278
7.2.6	Kollaborationen.....	279
7.2.7	Zustand.....	280

7.3	Interaktionsmodellierung.....	282
7.3.1	Übersicht .....	282
7.3.2	Leistungsmerkmale .....	283
7.3.3	Elemente.....	283
7.3.4	Sichten.....	284
7.3.5	Entwicklungsschritte .....	285
7.3.6	Vorteile.....	286
7.4	Projektplanung .....	286
7.4.1	Planungskomponenten.....	286
7.4.2	Planungsmethoden für Robotik-Projekte.....	287
7.4.3	Dokumente und Werkzeuge der Projektplanung.....	288
7.4.4	Planungszeitpunkt .....	288
7.4.5	Funktionen und Leistungsmerkmale .....	289
7.4.6	Schritte der Aktivitätsplanung.....	290
<b>8</b>	<b>Brainware.....</b>	<b>293</b>
8.1	Artifizielles Leben.....	293
8.2	Artifizielle Intelligenz .....	295
8.2.1	Arbeitsbereiche.....	296
8.2.2	Historie .....	301
8.2.3	Philosophie.....	304
8.2.4	Zeichen, Daten, Informationen und Wissen .....	305
8.2.5	Schlußweisen.....	309
8.3	Systemische Intelligenz.....	313
8.3.1	Ausgangsposition .....	313
8.3.2	Allgemeine Intelligenzkriterien.....	314
8.3.3	Systemische Intelligenzkriterien .....	317
8.3.4	Systemischer Intelligenzquotient.....	319
8.3.5	Modell .....	326
8.3.6	Kogniogenese .....	326
8.4	Problemlösungsmethoden zur Steigerung des systemischen Intelligenzquotienten.....	328
8.4.1	Problemmodellierung .....	328
8.4.2	Methodenpluralismus .....	333
8.5	Problemlösen durch Suchen .....	337
8.5.1	Blinde Suchverfahren .....	339
8.5.2	Constraintpropagierung .....	347
8.5.3	Heuristische Suchverfahren.....	350
8.6	Problemlösen durch Planen .....	359
8.7	Mittel-Zweck-Analyse.....	363
8.8	Expertensysteme.....	365
8.8.1	Eigenschaften und Ziele .....	366
8.8.2	Anwendungsgebiete .....	368
8.8.3	Architektur .....	370
8.8.4	Problemlösungsstrategien.....	373
8.8.5	Entwicklungsmethodik und Wissensakquisition .....	380
8.9	Artifizielle neuronale Netze (AnN).....	392

8.9.1	Mathematisches Neuronenmodell .....	392
8.9.2	Artifizielles Neuron .....	402
8.9.3	Artifizielle neuronale Netze .....	404
8.9.4	Klassifizierung artifiziieller neuronaler Netze.....	411
8.9.5	Lernparadigmen .....	415
8.9.6	Architekturen.....	419
8.10	Genetische Algorithmen.....	422
<b>9</b>	<b>Ausblick.....</b>	<b>425</b>
9.1	Zukunftsbilanz.....	425
9.2	Ein neues Paradigma? .....	429
9.3	Ein Playdoyer für ein Jahrzehnt der Robotik.....	430
9.3.1	Robotic Science Programm .....	431
9.3.2	Intradisziplinarität .....	432
9.3.3	Robotik als multidisziplinäre Forschungseinrichtung .....	434
9.3.4	Handeln anstatt Befürchten .....	436
<b>10</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>437</b>
10.1	Glossar.....	437
10.2	Physikalische Grundlagen .....	440
10.2.1	Kräfte und Momente .....	440
10.2.2	Kräfte und Wege .....	443
10.2.3	Antriebe.....	447
10.3	Bausätze für Roboter .....	449
10.3.1	TuteBot.....	449
10.3.2	Rug Warrior.....	450
10.3.3	Joker Robotics .....	451
10.3.4	Fischertechnik .....	452
10.4	Robotic Invention System .....	452
10.4.1	Der Robotic Controller (E)Xplorer (RCX).....	452
10.4.2	Infrarot-Schnittstelle.....	455
10.4.3	Sensoren .....	456
10.4.4	Aktoren.....	460
10.5	RCX-Programmierung mit NQC.....	463
10.5.1	Bricx-Command-Center .....	463
10.6	RCX-Programmierung mit leJOS.....	469
10.7	Java für Robotersysteme .....	473
10.7.1	Vom Algorithmus zum (objektorientierten) Programm .....	474
10.7.2	Struktur eines Java Programms .....	479
10.7.3	Kommentare .....	480
10.7.4	Bezeichner.....	480
10.7.5	Variablen .....	481
10.7.6	Konstanten.....	483
10.7.7	Primitiva .....	484
10.7.8	Operatoren.....	485
10.7.9	Kontrollstrukturen .....	492
10.7.10	Vererbungsmechanismen .....	499

10.7.11	Paketierung.....	509
10.7.12	Threads.....	518
<b>11</b>	<b>Literatur.....</b>	<b>533</b>
11.1	Prozessmodellierung.....	533
11.2	Informatik.....	534
11.3	Informationstheorie.....	537
11.4	Komponenten.....	542
11.5	Projektorganisation.....	542
11.6	Softwareentwicklung.....	542
11.7	Robotik.....	545
<b>12</b>	<b>Sachverzeichnis.....</b>	<b>547</b>