

Inhaltsverzeichnis

1	Anstelle einer Einleitung.....	1
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
2	Modellierung von Robotersystemen	33
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
3	Systemische Interaktionstheorie	97
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
4	(Hardware)Komponenten eines Roboters.....	135
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
5	Robotik Engineering: Das Problem₂Solution-Vorgehensmodell.....	151
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
6	Software	173
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
7	Problem₂Solution-Plattform.....	269
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
8	Brainware.....	293
8.1	Artifizielltes 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
9	Ausblick.....	425
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
10	Anhang	437
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
11	Literatur.....	533
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
12	Sachverzeichnis.....	547