

Inhalt

Vorwort	V
1 Einleitung	1
1.1 Über dieses Buch	1
1.2 Die Autor:innen	4
1.2.1 Christoph Bartneck	4
1.2.2 Tony Belpaeme	4
1.2.3 Friederike Eyssel	4
1.2.4 Takayuki Kanda	5
1.2.5 Merel Keijsers	5
1.2.6 Selma Šabanović	5
2 Was ist Mensch-Roboter-Interaktion?	7
2.1 Der Schwerpunkt dieses Buches	10
2.2 HRI als interdisziplinäres Unterfangen	11
2.3 Die Entwicklung von sozialen Robotern und HRI	14
2.4 Übungen	24
3 Wie ein Roboter funktioniert	27
3.1 Die Entstehung eines Roboters	28
3.2 Robotertypen	30
3.3 Systemarchitektur	33
3.3.1 Hardware-Ebenen	33
3.3.2 Software-Ebenen	34
3.4 Sensoren	34
3.4.1 Vision	35

3.4.2	Audio	38
3.4.3	Berührungssensoren	39
3.4.4	Andere Sensoren	40
3.5	Stellantriebe	41
3.5.1	Motoren	41
3.5.2	Pneumatische Antriebe	43
3.5.3	Lautsprecher	44
3.6	Middleware	44
3.6.1	Was ist eine Middleware?	44
3.6.2	Betriebssystem	46
3.7	Anwendungen	47
3.7.1	Verhaltensprogrammierung	50
3.7.2	Animationseditoren	53
3.8	Künstliche Intelligenz und maschinelles Lernen	54
3.8.1	Überwachtes Lernen	54
3.8.2	Computerbasiertes Sehen	61
3.8.3	Reinforcement Learning	62
3.8.4	Anpassung	63
3.9	Beschränkungen der Robotik für HRI	64
3.10	Schlussfolgerung	68
3.11	Übungen	69
4	Design	75
4.1	Gestaltung	78
4.1.1	Morphologie und Form des Roboters	78
4.1.2	Aktionspotenziale	80
4.1.3	Entwurfsmuster	81
4.1.4	Gestaltungsprinzipien für die Mensch-Roboter-Interaktion	82
4.2	Anthropomorphisierung	84
4.2.1	Zuschreibung menschenähnlicher Eigenschaften an Roboter ..	85
4.2.2	Design eines menschenähnlichen Erscheinungsbildes	89
4.3	Entwurfsmethoden	92
4.3.1	Technischer Designprozess	92

4.3.2	Nutzerzentrierter Entwurfsprozess	94
4.3.3	Partizipatives Design	96
4.4	Prototyping-Werkzeuge	98
4.5	Kultur im HRI-Design	99
4.6	Von Maschinen zu Menschen und dazwischen	101
4.7	Schlussfolgerung	104
4.8	Übungen	105
5	Interaktion im Raum	109
5.1	Nutzung des Raums in der menschlichen Interaktion	111
5.1.1	Proxemik	111
5.1.2	Dynamik der räumlichen Interaktion in der Gruppe	113
5.2	Räumliche Interaktion bei Robotern	115
5.2.1	Soziale Navigation	115
5.2.2	Sozialverträgliche Positionierung	117
5.2.3	Räumliche Dynamik der initiiierenden HRI	120
5.2.4	Informieren der Nutzer über die Absicht eines Roboters	122
5.3	Schlussfolgerung	123
5.4	Übungen	124
6	Nonverbale Interaktion	127
6.1	Funktionen von nonverbalen Hinweisen in der Interaktion	129
6.2	Arten der nonverbalen Interaktion	131
6.2.1	Blick und Augenbewegung	131
6.2.2	Gestik	134
6.2.3	Mimikry und Imitation	136
6.2.4	Berührung	138
6.2.5	Körperhaltung und Bewegung	141
6.2.6	Rhythmus und Zeitplanung der Interaktion	142
6.3	Nonverbale Interaktion bei Robotern	144
6.3.1	Verarbeitung von nonverbalen Hinweisreizen	144
6.3.2	Generieren von nonverbalen Hinweisen bei Robotern	145
6.4	Schlussfolgerung	147
6.5	Übungen	148

7	Verbale Interaktion	151
7.1	Verbale Interaktion von Mensch zu Mensch	152
7.1.1	Komponenten der Sprache	153
7.1.2	Geschriebener Text versus gesprochene Sprache	154
7.2	Spracherkennung	155
7.2.1	Grundlegende Prinzipien der Spracherkennung	156
7.2.2	Einschränkungen	158
7.2.3	Praktische Umsetzung	158
7.2.4	Erkennung der Sprechaktivität	160
7.3	Dialogmanagement	160
7.3.1	Den Sinn eines Textes herauslesen	160
7.3.2	Large Language Models	162
7.3.3	Dialogmanager	164
7.3.4	Chatbots	166
7.3.5	Praktische Umsetzung	168
7.4	Sprecherwechsel in der HRI	171
7.5	Sprachproduktion	172
7.5.1	Praktische Umsetzung	174
7.6	Schlussfolgerung	175
7.7	Übungen	176
8	Wie Menschen Roboter wahrnehmen	179
8.1	Eindrucksbildung	180
8.2	Anthropomorphismus	182
8.3	Messen von Anthropomorphisierung	186
8.3.1	Explizite Messungen	186
8.3.2	Implizite Maße	188
8.4	Auswirkungen von Anthropomorphismus	189
8.4.1	Vertrauen in Technologie	190
8.4.2	Akzeptanz von Robotern	191
8.4.3	(Un-)Wohlsein gegenüber Robotern	192
8.5	Schlussfolgerung	193
8.6	Übungen	194

9	Emotionen	197
9.1	Was sind Emotion, Stimmung und Affekt?	198
9.1.1	Emotion und Interaktion	199
9.1.2	Konzeptualisierung menschlicher Emotionen	199
9.2	Probleme der emotionalen Reaktionsfähigkeit	201
9.3	Emotionen und Roboter	203
9.3.1	Interaktionsstrategien	203
9.3.2	Wahrnehmung von Emotionen	204
9.3.3	Ausdruck von Emotionen	205
9.3.4	Emotionsmodelle	207
9.4	Herausforderungen bei affektiver HRI	209
9.5	Schlussfolgerung	211
9.6	Übungen	212
10	Forschungsmethoden	215
10.1	Definieren einer Forschungsfrage und eines Forschungsansatzes	217
10.1.1	Ist Ihre Forschung explorativ oder bestätigend?	218
10.1.2	Stellen Sie eine Korrelation oder eine Kausalität her?	220
10.2	Auswahl zwischen qualitativen, quantitativen und gemischten Methoden	222
10.2.1	Anwenderstudien	223
10.2.2	Umfrage-Studien	225
10.2.3	Systemevaluation	226
10.2.4	Beobachtungsstudien	227
10.2.5	Ethnografische Studien	229
10.2.6	Konversationsanalyse	231
10.2.7	Nutzerstudien mittels Crowdsourcing	231
10.2.8	Fallstudien	234
10.3	Auswahl von Forschungsteilnehmern und Studiendesigns	235
10.3.1	Die Repräsentativität Ihrer Stichprobe	235
10.3.2	Größe der Stichprobe	236

10.4	Den Kontext der Interaktion definieren	238
10.4.1	Setting der Studie	238
10.4.2	Zeitlicher Kontext der HRI	239
10.4.3	Soziale Ebenen der Interaktion in der HRI	239
10.5	Auswahl eines Roboters für Ihre Studie	242
10.6	Einrichten des Interaktionsmodus	243
10.6.1	Wizard-of-Oz-Technik	243
10.6.2	Reale versus simulierte Interaktion	244
10.7	Auswahl geeigneter Messinstrumente	245
10.8	Standards der statistischen Analyse	247
10.8.1	Statistiken sinnvoll nutzen	249
10.8.2	Bewährte Verfahrensweisen zur Problembewältigung bei klassischen statistischen Tests	252
10.9	Ethische Überlegungen bei HRI-Studien	254
10.10	Schlussfolgerung	256
10.11	Übungen	258
11	Anwendungen	263
11.1	Roboter im Kundenservice	266
11.1.1	Roboter als Ausstellungsführer	267
11.1.2	Roboter als Rezeptionisten	268
11.1.3	Roboter für Werbeaktionen	269
11.2	Roboter zum Lernen	270
11.3	Roboter zur Unterhaltung	271
11.3.1	Haustier- und Spielzeugroboter	271
11.3.2	Roboter für Ausstellungen	273
11.3.3	Roboter in der darstellenden Kunst	273
11.3.4	Sexroboter	274
11.4	Roboter im Gesundheitswesen und in der Therapie	275
11.4.1	Roboter für Senioren	276
11.4.2	Roboter für Menschen mit Autismus-Spektrum-Störungen	277
11.4.3	Roboter für die Rehabilitation	278
11.4.4	Roboter zur Unterstützung der psychischen Gesundheit	279

11.5	Roboter als persönliche Assistenten	280
11.6	Serviceroboter	281
11.6.1	Reinigungsroboter	281
11.6.2	Lieferroboter	282
11.7	Sicherheitsroboter	283
11.8	Kollaborative Roboter	285
11.9	Selbstfahrende Autos	286
11.10	Ferngesteuerte Roboter	291
11.10.1	Anwendungen von ferngesteuerten Robotern	291
11.10.2	Mensch-Roboter-Teams	293
11.10.3	Telepräsenzroboter und Avatar-Roboter	294
11.11	Zukünftige Anwendungen	295
11.12	Probleme der Roboteranwendung	296
11.12.1	Öffentlichkeitsarbeit	296
11.12.2	Berücksichtigung der Nutzererwartungen	297
11.12.3	Abhängigkeit	298
11.12.4	Stehlen der Aufmerksamkeit	298
11.12.5	Verlust des Interesses durch den Nutzer	299
11.12.6	Ausnutzung und Missbrauch von Robotern	299
11.13	Schlussfolgerung	301
11.14	Übungen	302
12	Roboter in der Gesellschaft	305
12.1	Roboter in populären Medien	306
12.1.1	Roboter wollen Menschen sein	308
12.1.2	Roboter als Bedrohung für die Menschheit	309
12.1.3	Überlegene Roboter sind gut	311
12.1.4	Ähnlichkeit zwischen Menschen und Roboter	311
12.1.5	Narrative der Roboterwissenschaft	313
12.2	Ethik in der HRI	315
12.2.1	Roboter in der Forschung	316
12.2.2	Roboter zur Erfüllung emotionaler Bedürfnisse	317
12.2.3	Roboter am Arbeitsplatz	322

12.2.4	Ambivalente Einstellungen gegenüber Robotern	323
12.2.5	Eine vielfältigere und integrativere HRI	323
12.3	Schlussfolgerung	327
12.4	Übungen	329
13	Die Zukunft	333
13.1	Das Wesen der Mensch-Roboter-Beziehungen	336
13.2	Fortschritt in der HRI	338
13.3	Ausblick	339
13.4	Übungen	342
14	Antworten	345
15	Literaturverzeichnis	353
	Stichwortverzeichnis	397