Leseprobe

zu

Mensch-Roboter-Interaktion

von Christoph Bartneck, Tony Belpaeme, Friederike Eyssel, Takayuki Kanda, Merel Keijzers und Selma Šabanović

Print-ISBN: 978-3-446-47768-1
E-Book-ISBN: 978-3-446-47859-6
Epub-ISBN: 978-3-446-48132-9

Weitere Informationen und Bestellungen unter
https://www.hanser-kundencenter.de/fachbuch/artikel/9783446477681

sowie im Buchhandel

© Carl Hanser Verlag, München
Die Rolle von Robotern in der Gesellschaft erweitert und verändert sich ständig und bringt eine Reihe von Fragen zu der Beziehung zwischen Roboter und Mensch mit sich. Diese Einführung in die Mensch-Roboter-Interaktion (Human-Robot Interaction, HRI), die von führenden Forschern auf diesem sich entwickelnden Gebiet verfasst wurde, ist die erste, die einen breiten Überblick über die multidisziplinären Themen bietet, die für die moderne HRI-Forschung von zentraler Bedeutung sind. Studenten und Forscher aus den Bereichen Robotik, künstliche Intelligenz, Psychologie, Soziologie und Design finden darin einen prägnanten und zugänglichen Leitfaden zum aktuellen Stand des Fachgebiets.


**Anmerkungen zur zweiten Auflage**

Wie viele andere Bereiche mit Bezug zu neuen Technologien, verändert und entwickelt sich HRI weiter, während neue technologische Möglichkeiten für das Design und die Implementierung von Robotern und die Untersuchung von Menschen, die mit ihnen interagieren, verfügbar werden. Damit dieses Buch auch weiterhin relevant bleibt, haben wir es 2023 überarbeitet, um neue technische Möglichkeiten sowie neue theoretische und methodische Entwicklungen auf diesem Gebiet zu berücksichtigen. Zudem wollten wir mehr Diskussionen über Inklusion, gesellschaftliche Relevanz und Auswirkungen und ethische Überlegungen zu HRI in den ursprünglichen Text aufnehmen. Unsere erste Ausgabe konzentrierte sich weitgehend auf die soziale Robotik als Hauptbereich der HRI. Dabei vernachlässigten wir die Interaktionen zwischen Menschen und Robotern in Kontexten wie Fabri-

Christoph Bartneck
Tony Belpaeme
Friederike Eyssel
Takayuki Kanda
Merel Keijsers
Selma Šabanović
# 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 Keijzers ............................................... 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
<table>
<thead>
<tr>
<th>Topic</th>
<th>Page</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>3.4.2 Audio</td>
<td>38</td>
</tr>
<tr>
<td>3.4.3 Berührungssensoren</td>
<td>39</td>
</tr>
<tr>
<td>3.4.4 Andere Sensoren</td>
<td>40</td>
</tr>
<tr>
<td>3.5 Stellantriebe</td>
<td>41</td>
</tr>
<tr>
<td>3.5.1 Motoren</td>
<td>41</td>
</tr>
<tr>
<td>3.5.2 Pneumatische Antriebe</td>
<td>43</td>
</tr>
<tr>
<td>3.5.3 Lautsprecher</td>
<td>44</td>
</tr>
<tr>
<td>3.6 Middleware</td>
<td>44</td>
</tr>
<tr>
<td>3.6.1 Was ist eine Middleware?</td>
<td>44</td>
</tr>
<tr>
<td>3.6.2 Betriebssystem</td>
<td>46</td>
</tr>
<tr>
<td>3.7 Anwendungen</td>
<td>47</td>
</tr>
<tr>
<td>3.7.1 Verhaltensprogrammierung</td>
<td>50</td>
</tr>
<tr>
<td>3.7.2 Animationsshibitoren</td>
<td>53</td>
</tr>
<tr>
<td>3.8 Künstliche Intelligenz und maschinelles Lernen</td>
<td>54</td>
</tr>
<tr>
<td>3.8.1 Überwachtes Lernen</td>
<td>54</td>
</tr>
<tr>
<td>3.8.2 Computerbasiertes Sehen</td>
<td>61</td>
</tr>
<tr>
<td>3.8.3 Reinforcement Learning</td>
<td>62</td>
</tr>
<tr>
<td>3.8.4 Anpassung</td>
<td>63</td>
</tr>
<tr>
<td>3.9 Beschränkungen der Robotik für HRI</td>
<td>64</td>
</tr>
<tr>
<td>3.10 Schlussfolgerung</td>
<td>68</td>
</tr>
<tr>
<td>3.11 Übungen</td>
<td>69</td>
</tr>
<tr>
<td>4 Design</td>
<td>75</td>
</tr>
<tr>
<td>4.1 Gestaltung</td>
<td>78</td>
</tr>
<tr>
<td>4.1.1 Morphologie und Form des Roboters</td>
<td>78</td>
</tr>
<tr>
<td>4.1.2 Aktionspotenziale</td>
<td>80</td>
</tr>
<tr>
<td>4.1.3 Entwurfsmuster</td>
<td>81</td>
</tr>
<tr>
<td>4.1.4 Gestaltungsprinzipien für die Mensch-Roboter-Interaktion</td>
<td>82</td>
</tr>
<tr>
<td>4.2 Anthropomorphisierung</td>
<td>84</td>
</tr>
<tr>
<td>4.2.1 Zuschreibung menschenähnlicher Eigenschaften an Roboter</td>
<td>85</td>
</tr>
<tr>
<td>4.2.2 Design eines menschenähnlichen Erscheinungsbildes</td>
<td>89</td>
</tr>
<tr>
<td>4.3 Entwurfsmethoden</td>
<td>92</td>
</tr>
<tr>
<td>4.3.1 Technischer Designprozess</td>
<td>92</td>
</tr>
</tbody>
</table>
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 initiierenden 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-)Wohlesein gegenüber Robotern ........................ 192
8.5 Schlussfolgerung .................................................. 193
8.6 Übungen .......................................................... 194
## Inhalt

### 9 Emotionen

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

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
<table>
<thead>
<tr>
<th>Kapitel</th>
<th>Titel</th>
<th>Seitenzahl</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>12.2.4</td>
<td>Ambivalente Einstellungen gegenüber Robotern</td>
<td>323</td>
</tr>
<tr>
<td>12.2.5</td>
<td>Eine vielfältigere und integrativere HRI</td>
<td>323</td>
</tr>
<tr>
<td>12.3</td>
<td>Schlussfolgerung</td>
<td>327</td>
</tr>
<tr>
<td>12.4</td>
<td>Übungen</td>
<td>329</td>
</tr>
<tr>
<td><strong>13</strong></td>
<td>Die Zukunft</td>
<td><strong>333</strong></td>
</tr>
<tr>
<td>13.1</td>
<td>Das Wesen der Mensch-Roboter-Beziehungen</td>
<td>336</td>
</tr>
<tr>
<td>13.2</td>
<td>Fortschritt in der HRI</td>
<td>338</td>
</tr>
<tr>
<td>13.3</td>
<td>Ausblick</td>
<td>339</td>
</tr>
<tr>
<td>13.4</td>
<td>Übungen</td>
<td>342</td>
</tr>
<tr>
<td><strong>14</strong></td>
<td>Antworten</td>
<td><strong>345</strong></td>
</tr>
<tr>
<td><strong>15</strong></td>
<td>Literaturverzeichnis</td>
<td><strong>353</strong></td>
</tr>
<tr>
<td><strong>Stichwortverzeichnis</strong></td>
<td></td>
<td><strong>397</strong></td>
</tr>
</tbody>
</table>
1 Einleitung

1.1 Über dieses Buch


Falls Sie einen technischen Hintergrund haben, glauben Sie, einen Roboter bauen zu können, der mit Menschen interagieren kann, indem Sie dafür nur mit anderen Ingenieuren zusammenarbeiten? Wir sind leider der Meinung, dass Sie dazu nicht in der Lage sein werden. Um Roboter zu entwerfen, mit denen Menschen interagieren wollen, benötigt man ein gutes Verständnis menschlicher sozialer Interaktionen. Um dieses Verständnis zu erlangen, braucht man Einblicke von Menschen, die in den Sozial- und Geisteswissenschaften ausgebildet wurden.

Sind Sie Designer? Denken Sie, dass Sie einen sozial interaktiven Roboter entwerfen können, ohne mit Ingenieuren und Psychologen zusammenzuarbeiten? Die Erwartungen der Menschen an Roboter und ihre Rolle im Alltag sind nicht nur hoch, sondern auch von Mensch zu Mensch sehr unterschiedlich. Manche Menschen wünschen sich einen Roboter, der für sie kocht, andere wünschen sich einen Roboter, der ihre Hausaufgaben macht und im Anschluss eine intellektuelle Unterhaltung über den neuesten Star Wars-Film führt. Die Fähigkeiten von Robotern als Assistenten sind jedoch immer noch recht begrenzt. Moravecs Paradoxon gilt auch Jahrzehnte nach seiner ersten Äußerung noch: Alles, was Menschen schwerfällt, ist für Maschinen relativ einfach, und alles, was ein kleines Kind kann, ist für eine Maschine fast unmöglich. Als Designer braucht man also ein gutes Verständnis der technischen Möglichkeiten, von der menschlichen Psychologie und von Soziologie, um einen Entwurf eines Roboters auszuarbeiten, der praktisch umsetzbar ist.

Und nicht zuletzt, diejenigen von Ihnen, die in Psychologie und Soziologie geschult sind, wollen Sie einfach nur darauf warten, dass eben beschriebene Arten von Robotern in unserer Gesellschaft auftauchen? Wäre es nicht bereits zu spät, sich erst dann mit Robotertechnologien zu befassen, wenn diese schon Teil unseres Alltags sind? Wollen Sie nicht Einfluss darauf nehmen, wie die Roboter aussehen und interagieren? Was Sie schon jetzt tun können, ist mit befreundeten Ingenieuren und Informatikern zu sprechen oder mit einem Designer Mittagessen zu gehen. Dadurch können Ihre sozialwissenschaftlichen Ideen auf dem, was technisch möglich ist, aufgebaut werden und Ihnen dabei helfen, die Bereiche zu finden, in denen Ihr Wissen den größten Einfluss haben kann.

Das Autorenteam besteht aus einer Gruppe von weltweit führenden Experten aus dem breiten Spektrum der Disziplinen, die zur HRI beitragen. Unser aller Herzschlägt für die Verbesserung der Interaktion zwischen Menschen und Robotern. Darüber hinaus wollen wir sicherstellen, dass Roboter auf eine der Gesellschaft und den Menschen, die sie nutzen und durch sie beeinflusst werden, dienliche Art eingesetzt werden.

1.2 Die Autor:innen

1.2.1 Christoph Bartneck


1.2.2 Tony Belpaeme

Tony Belpaeme ist Professor an der Universität Gent, Belgien, und war zuvor Professor für Robotik und kognitive Systeme an der Universität Plymouth, Großbritannien. Er promovierte in künstlicher Intelligenz an der Vrije Universiteit Brussel (VUB). Ausgehend von der Prämisse, dass Intelligenz in sozialer Interaktion verwurzelt ist, versuchen Tony und sein Forschungsteam, die künstliche Intelligenz sozialer Roboter zu fördern. Dieser Ansatz führt zu einer Reihe an Ergebnissen, die von theoretischen Erkenntnissen bis zu praktischen Anwendungen reichen. Er ist an groß angelegten Projekten beteiligt, in denen untersucht wird, wie Roboter zur Unterstützung von Kindern in der Bildung eingesetzt werden können. Er untersucht, wie kurze Interaktionen mit Robotern zu langfristigen werden können und wie Roboter in der Therapie eingesetzt werden können.

1.2.3 Friederike Eyssel

1.2.4 Takayuki Kanda


1.2.5 Merel Keijsers


1.2.6 Selma Šabanović

Was ist Mensch-Roboter-Interaktion?

Die Interaktion zwischen Mensch und Roboter (Human-Robot Interaction, HRI) wird allgemein als ein neues und aufstrebendes Gebiet bezeichnet, die Idee der menschlichen Interaktion mit Robotern ist aber schon so alt wie die Idee der Roboter selbst. Isaac Asimov, der in den 1940er-Jahren den Begriff der „Robotik“ prägte, schrieb seine Geschichten um Fragen, welche die Beziehung zwischen Menschen und Robotern als Hauptteil der Analyse betrachten: „Wie sehr werden die Menschen Robotern vertrauen?“; „Welche Art von Beziehung kann ein Mensch zu einem Roboter haben?“; „Wie verändern sich unsere Vorstellungen davon, was menschlich ist, wenn wir Maschinen haben, die menschenähnliche Dinge in unserer Mitte tun?“ (siehe S. 315 für mehr über Asimov). Vor Jahrzehnten waren diese Ideen noch Science-Fiction, aber heute sind viele dieser Fragen real, in der heutigen Gesellschaft präsent und zu zentralen Forschungsfragen im Bereich der HRI geworden.

Dieses Kapitel soll den Rahmen für das vorliegende Buch abstecken. Da die HRI ein überaus vielfältiges Gebiet ist, werden in Abschnitt 2.1 die Haupthemen dieses Buches hervorgehoben und erläutert. Abschnitt 2.2 befasst sich mit dem interdisziplinären Charakter dieses Fachgebiets und dessen Konsequenzen für die Forschung und das Roboterdesign. Schließlich bietet Abschnitt 2.3 einen zeitlichen Ablauf der Entwicklung von (sozialen) Robotern und liefert einen Überblick über die in der HRI am häufigsten eingesetzten Robotern.
Was ist Mensch-Roboter-Interaktion?

Unterscheidung zwischen physischer und sozialer Interaktion


2.1 Der Schwerpunkt dieses Buches

HRI ist ein großes, multidisziplinäres Gebiet, und dieses Buch liefert einen ersten Einstieg in die damit verbundenen Probleme, Prozesse und Lösungen. Dieses Buch ermöglicht es dem Leser, sich einen Überblick über das Gebiet zu verschaffen, ohne von der Komplexität all der Herausforderungen, mit denen wir konfrontiert sind, überwältigt zu werden, auch wenn wir Hinweise auf einschlägige Literatur geben, die der interessierte Leser in Ruhe recherchieren kann. Dieses Buch bietet eine dringend benötigte Einführung in das Gebiet, mit dem Ziel, dass sich Studenten, Wissenschaftler, Praktiker und politische Entscheidungsträger mit der Zukunft der Interaktion zwischen Mensch und Technik vertraut machen können. Als
Stichwortverzeichnis

<table>
<thead>
<tr>
<th>A</th>
<th>B</th>
<th>C</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Abhängigkeit</td>
<td>Augenbewegung</td>
<td>Care-o-bot</td>
</tr>
<tr>
<td>298</td>
<td>131</td>
<td>267</td>
</tr>
<tr>
<td>Absichtserkennung</td>
<td>Ausstellungsführer-Roboter</td>
<td>Chamäleon-Effekt</td>
</tr>
<tr>
<td>161f.</td>
<td>267</td>
<td>137</td>
</tr>
<tr>
<td>Adaption</td>
<td>Automatic Speech Recognition</td>
<td>Chatbot</td>
</tr>
<tr>
<td>63</td>
<td>155</td>
<td>166</td>
</tr>
<tr>
<td>Affekt</td>
<td>automatische Spracherkennung</td>
<td>ChatGPT</td>
</tr>
<tr>
<td>198</td>
<td>58, 155</td>
<td>59, 167</td>
</tr>
<tr>
<td>Affekterkennung</td>
<td>autonome Fahrzeuge</td>
<td>Chinese-Room-Experiment</td>
</tr>
<tr>
<td>204</td>
<td>286</td>
<td>66</td>
</tr>
<tr>
<td>Agent, virtuell</td>
<td>Avatar-Roboter</td>
<td>Choregraphe</td>
</tr>
<tr>
<td>32</td>
<td>294</td>
<td>50, 146</td>
</tr>
<tr>
<td>Aibo</td>
<td>Arduino</td>
<td>Cimon</td>
</tr>
<tr>
<td>21, 51, 263</td>
<td>99</td>
<td>335</td>
</tr>
<tr>
<td>Aktionspotenziale</td>
<td>Batteriekapazität</td>
<td>66</td>
</tr>
<tr>
<td>80</td>
<td>66</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Stichwörter</td>
<td>Seite</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>---------------------------------------------------------------------------</td>
<td>--------</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Co-Bot</td>
<td>285</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>computerbasiertes Sehen</td>
<td>61</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Computersehen</td>
<td>35</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Computer Vision</td>
<td>36, 61</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Confidence Interval</td>
<td>252</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Convolutional Neural Network</td>
<td>58</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Co-Speech-Geste</td>
<td>135</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Cozmo</td>
<td>20, 206</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Crowdsourcing</td>
<td>231</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Customization</td>
<td>64</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td><strong>D</strong></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Datensatz</td>
<td>55</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Debriefing</td>
<td>254</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Deep Learning</td>
<td>58</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Deep Neural Network</td>
<td>58</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Dehumanisierung</td>
<td>187</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Design</td>
<td>75</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>- partizipatives</td>
<td>96</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Designentscheidung</td>
<td>95</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Designprozess</td>
<td>92</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Dialogmanagement</td>
<td>160, 164</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Dialogmanager</td>
<td>164</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Distanz</td>
<td>111</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Disziplin</td>
<td>11</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Drohnen</td>
<td>31</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Druckschalter</td>
<td>39</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td><strong>E</strong></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>ethnografische Studie</td>
<td>229</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Eindrucksbildung</td>
<td>180</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Einsamkeit</td>
<td>337</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Einschränkungen</td>
<td>64</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>elicited agent knowledge</td>
<td>183</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>EliQ</td>
<td>276</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Elvis</td>
<td>278</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Emotion</td>
<td>198</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Emotionsmodelle</td>
<td>207</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Empfangsroboter</td>
<td>268</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>endliche Automaten</td>
<td>165</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Entwurfsmethoden</td>
<td>92</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Entwurfsmuster</td>
<td>81</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Entwurfsprozess</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>- nutzerzentriert</td>
<td>94</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Erscheinungsbild</td>
<td>79</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Erwartungsmanagement</td>
<td>203</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Ethik</td>
<td>315</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Eye-Tracking-Technologie</td>
<td>131</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td><strong>F</strong></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Facial Action Coding System</td>
<td>205</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Fahrerassistenztechnologie</td>
<td>286</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Fallstudie</td>
<td>234</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Feldstudie</td>
<td>238</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>ferngesteuerte Roboter</td>
<td>291</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Ferninfrarotsensor</td>
<td>40</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Forschung</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>- bestätigend</td>
<td>219</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>- explorativ</td>
<td>218</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Forschungsansatz</td>
<td>217</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Forschungsfrage</td>
<td>217</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Forschungsinstrumente</td>
<td>242</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Forschungsmethoden</td>
<td>215</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Forschungsteilnehmer</td>
<td>235</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Frankenstein-Ansatz</td>
<td>76</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Frankenstein-Komplex</td>
<td>309</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Freiheitsgrad</td>
<td>41</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Funktionsweise</td>
<td>27</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Furby</td>
<td>31</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Furhat</td>
<td>32</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td><strong>G</strong></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Gazebo</td>
<td>51</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Geminoid</td>
<td>85</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Generierung von Gesten</td>
<td>145</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Gesellschaft</td>
<td>305</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Gesichtserkennung</td>
<td>61</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Gestaltungsprinzipien</td>
<td>82</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Gestik</td>
<td>134</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Gleichstromservomotor</td>
<td>41</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Godspeed-Fragebogen</td>
<td>187</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Gruppendynamik</td>
<td>114</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Gruppeninteraktion</td>
<td>241</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Stichwort</td>
<td>Seite</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>---------------------------</td>
<td>-------</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Haltungsmerkmal</td>
<td>141</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Handgesten</td>
<td>135</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Haptic Creature</td>
<td>139</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Hardware</td>
<td>33</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Haru</td>
<td>87</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Haushaltsassistent</td>
<td>280</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Haustierroboter</td>
<td>271</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Hawking, Stephen</td>
<td>338</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Humanoiden</td>
<td>31</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>iCub</td>
<td>30, 39, 134, 188</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Imitation</td>
<td>136</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Inertial Measurement Unit</td>
<td>40</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Infrahumanisierung</td>
<td>187</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>InMoov</td>
<td>22</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>integrative HRI</td>
<td>323</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Interaction Composer</td>
<td>51</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Interaktion</td>
<td>120</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>- mit Robotern</td>
<td>8</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>- nonverbal</td>
<td>127</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>- physische</td>
<td>8, 138</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>- reale</td>
<td>244</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>- simulierter</td>
<td>244</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>- soziale</td>
<td>8</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>- verbal</td>
<td>151</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Interaktionsabstand</td>
<td>118</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Interaktions-Dyade</td>
<td>239</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Interaktionsmodus</td>
<td>243</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>intuitive Erwartung</td>
<td>181</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>J</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Jibo</td>
<td>281</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Joggobot</td>
<td>109</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>K</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Kamera</td>
<td>35</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Kaspar</td>
<td>202, 278</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Kausalität</td>
<td>220</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Keepon</td>
<td>18, 30, 79, 86</td>
<td>Kindchenschema 16</td>
</tr>
<tr>
<td>Kismet</td>
<td>15</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Kiwi</td>
<td>278</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Klassifizierung</td>
<td>57</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Knightscope K5</td>
<td>284</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Kokoro</td>
<td>85</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>kollaborative Roboter</td>
<td>285</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Kommunikation</td>
<td>151</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Kompetenzmotivation</td>
<td>182</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Konfidenzintervalle</td>
<td>252</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>konstruierte Sprachen</td>
<td>159</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Kontingenz</td>
<td>90</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Konversationsanalyse</td>
<td>231</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Konzeptualisierung</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>- menschlicher Emotionen</td>
<td>199</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Körpermitigkeit</td>
<td>141</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Korrelation</td>
<td>220</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>kultureller Einfluss</td>
<td>99</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>künstliche Intelleitzen</td>
<td>54</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>künstliche Kognition</td>
<td>147</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Kuri</td>
<td>263</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>L</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Laborstudie</td>
<td>238</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Lächelerkennung</td>
<td>204</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Large Language Models</td>
<td>162</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Laserentfernungsmesser</td>
<td>37</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Lautsprecher</td>
<td>44</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>LEGO Mindstorms</td>
<td>98</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>lernfähiger Agent</td>
<td>270</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Lichtsensor</td>
<td>40</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Lieferroboter</td>
<td>282</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Light Detection and Ranging (LiDAR)</td>
<td>37</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Likability</td>
<td>193</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Little Bits</td>
<td>98</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Lively</td>
<td>146</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Lokalisierung</td>
<td>115</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>M</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>maschinelles Lernen</td>
<td>54</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>mediale Darstellung</td>
<td>306</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Mensch-Computer-Interaktion</td>
<td>8</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>menschenähnliches Erscheinungsbild</td>
<td>89</td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>
Mensch-Roboter-Beziehung 336  
Mensch-Roboter-Interaktion 7  
Mensch-Roboter-Team 293  
Merkmal 56  
Microsoft Kinect One 37  
Midas-Effekt 138  
Middleware 44  
Mikrobewegung 142  
Mikrofon 38  
Mimik-Feedback-Hypothese 200  
Mimikry 136  
minimalistische Roboter 79  
Missbrauch 299  
Morphologie 32, 78  
Motor 41  
Mustererkennungstechnik 144  
Muu 79  

N  
Nabaztag 281  
Nachahmung 136, 203  
Nao 17, 86, 139, 142, 278  
Natural Language Processing 58  
Navigation 116  
Neuheitseffekt 239, 299  
nonverbale Hinweise 129  
nonverbale Interaktion 127  
Nullhypothesen-Signifikanztest 248  
Nutzererwartung 297  
Nutzerstudie 231  
nutzerzentriertes Design 94  

O  
OCC-Modell 207  
Öffentlichkeitsarbeit 296  
Ommie 279  
OriHime 295  

P  
Packbot 292  
PAD-Emotionsmodell 209  
Papero 277  
Paradigma 12  
Pareidolie 84  
Paro 18, 30, 39, 77, 83, 18  
Pepper 17, 135, 139, 153  
Perspektivenübernahme 122  
p-Hacking 251  
Phonem 153  
Pirsig, Robert M. 103  
Pleo 272  
pneumatischer Antrieb 43  
Polizeiroboter 285  
PR2-Roboter 38  
Projektionsroboter 32  
Prototyping 98  
Proxemik 111  
p-Wert 248  

Q  
Q-Lernen 63  
Qrio 263  

R  
Raspberry Pi 99  
räumliche Dynamik 113, 120  
räumliche Interaktion 109  
– bei Robotern 115  
Recurrent Neural Network 58  
Reinforcement Learning 62  
Reinigungsroboter 281  
RGB 35  
Robojet 79  
Roboter 9, 14  
Robotercafé 266  
Roboter-PR 297  
Robotertypen 30  
RoboThespian 44  
Robotik 8  
Robot Operating System (ROS) 46  
Robovie 240  
Robovie-MR2 76  
Roomba 21, 42, 91, 281
<table>
<thead>
<tr>
<th>S</th>
<th></th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Satisficing</td>
<td>94</td>
</tr>
<tr>
<td>Scratch</td>
<td>50</td>
</tr>
<tr>
<td>selbstfahrende Autos</td>
<td>286</td>
</tr>
<tr>
<td>Semantik</td>
<td>65</td>
</tr>
<tr>
<td>Sense-Plan-Act-Modell</td>
<td>48</td>
</tr>
<tr>
<td>Sensoren</td>
<td>34</td>
</tr>
<tr>
<td>Serviceroboter</td>
<td>266, 281</td>
</tr>
<tr>
<td>Sexroboter</td>
<td>274</td>
</tr>
<tr>
<td>Sicherheitsroboter</td>
<td>283</td>
</tr>
<tr>
<td>Smart-Home-Assistent</td>
<td>280</td>
</tr>
<tr>
<td>Snackbot</td>
<td>96</td>
</tr>
<tr>
<td>Software</td>
<td>34, 44</td>
</tr>
<tr>
<td>Softwarearchitektur</td>
<td>48</td>
</tr>
<tr>
<td>soziale Analyseeinheit</td>
<td>239</td>
</tr>
<tr>
<td>soziale Navigation</td>
<td>115</td>
</tr>
<tr>
<td>sozialer Roboten</td>
<td>15, 30</td>
</tr>
<tr>
<td>Sozialitätsmotivation</td>
<td>183</td>
</tr>
<tr>
<td>sozialverträgliche Positionierung</td>
<td>117</td>
</tr>
<tr>
<td>Speech-to-Text</td>
<td>155</td>
</tr>
<tr>
<td>Spielzeugroboter</td>
<td>271</td>
</tr>
<tr>
<td>Sprache</td>
<td>151</td>
</tr>
<tr>
<td>– Komponenten</td>
<td>153</td>
</tr>
<tr>
<td>Sprachkennung</td>
<td>155</td>
</tr>
<tr>
<td>Sprach-versteuerter Assistent</td>
<td>280</td>
</tr>
<tr>
<td>Sprachmodell</td>
<td>58, 162</td>
</tr>
<tr>
<td>Sprachproduktion</td>
<td>172</td>
</tr>
<tr>
<td>Sprachsynthese</td>
<td>172</td>
</tr>
<tr>
<td>Sprechaktivität</td>
<td>160</td>
</tr>
<tr>
<td>Sprechaktivitätserkennung</td>
<td>160</td>
</tr>
<tr>
<td>Sprecherwechsel</td>
<td>171</td>
</tr>
<tr>
<td>Standardabweichung</td>
<td>248</td>
</tr>
<tr>
<td>statistische Analyse</td>
<td>247</td>
</tr>
<tr>
<td>Stellantrieb</td>
<td>41</td>
</tr>
<tr>
<td>Stichprobe</td>
<td>235</td>
</tr>
<tr>
<td>Stichprobengröße</td>
<td>247</td>
</tr>
<tr>
<td>Stimmung</td>
<td>198</td>
</tr>
<tr>
<td>Stimmungsanalyse</td>
<td>160</td>
</tr>
<tr>
<td>Subsumptionsarchitektur</td>
<td>48</td>
</tr>
<tr>
<td>Sympathie</td>
<td>192</td>
</tr>
<tr>
<td>Synchronität</td>
<td>143</td>
</tr>
<tr>
<td>Systemarchitektur</td>
<td>33</td>
</tr>
<tr>
<td>Systemevaluation</td>
<td>226</td>
</tr>
</tbody>
</table>

<table>
<thead>
<tr>
<th>T</th>
<th></th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>taktiler Sensor</td>
<td>39</td>
</tr>
<tr>
<td>Tay</td>
<td>167</td>
</tr>
<tr>
<td>Technologieakzeptanzmodell</td>
<td>191</td>
</tr>
<tr>
<td>Technologievertrauen</td>
<td>190</td>
</tr>
<tr>
<td>technologischer Fortschritt</td>
<td>338</td>
</tr>
<tr>
<td>Telenoid</td>
<td>139</td>
</tr>
<tr>
<td>Telepräsenzroboter</td>
<td>32, 266, 294</td>
</tr>
<tr>
<td>Tendenz</td>
<td>247</td>
</tr>
<tr>
<td>Tesla</td>
<td>288</td>
</tr>
<tr>
<td>Text-to-Speech</td>
<td>172, 174</td>
</tr>
<tr>
<td>therapeutische Roboter</td>
<td>277</td>
</tr>
<tr>
<td>T-HR3</td>
<td>293</td>
</tr>
<tr>
<td>Tiago</td>
<td>47</td>
</tr>
<tr>
<td>Tiefensensor</td>
<td>36</td>
</tr>
<tr>
<td>Trainingsdaten</td>
<td>55</td>
</tr>
<tr>
<td>Transfer Learning</td>
<td>60</td>
</tr>
<tr>
<td>Transferlernen</td>
<td>162</td>
</tr>
<tr>
<td>Transformer</td>
<td>58</td>
</tr>
<tr>
<td>Turing-Test</td>
<td>167</td>
</tr>
<tr>
<td>Turn-Taking</td>
<td>142</td>
</tr>
<tr>
<td>TurtleBot2</td>
<td>76</td>
</tr>
<tr>
<td>Tutor-Roboter</td>
<td>270</td>
</tr>
</tbody>
</table>

<table>
<thead>
<tr>
<th>U</th>
<th></th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>überwachtes Lernen</td>
<td>54</td>
</tr>
<tr>
<td>Umfrage</td>
<td>225</td>
</tr>
<tr>
<td>Uncanny Valley</td>
<td>88</td>
</tr>
<tr>
<td>User-centered Design</td>
<td>94</td>
</tr>
</tbody>
</table>

<table>
<thead>
<tr>
<th>V</th>
<th></th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Value Sensitive Design</td>
<td>102</td>
</tr>
<tr>
<td>Variabilität</td>
<td>248</td>
</tr>
<tr>
<td>Vector</td>
<td>20</td>
</tr>
<tr>
<td>verbale Interaktion</td>
<td>151</td>
</tr>
<tr>
<td>Verbraucherdrohnen</td>
<td>110</td>
</tr>
<tr>
<td>Verhaltenskodizes</td>
<td>255</td>
</tr>
<tr>
<td>Verhaltensprogrammierung</td>
<td>50</td>
</tr>
<tr>
<td>Vermenschlichung</td>
<td>85</td>
</tr>
<tr>
<td>verstärkendes Lernen</td>
<td>62</td>
</tr>
<tr>
<td>Vex Robotics Design System</td>
<td>98</td>
</tr>
<tr>
<td>virtueller Agent</td>
<td>32</td>
</tr>
<tr>
<td>Voice-Activity Detection</td>
<td>160</td>
</tr>
<tr>
<td>Stichwortverzeichnis</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>---------------------</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td><strong>W</strong></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Wakamaru  86</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Walt  91, 286</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>wertorientiertes Design  102</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Within-Subjects-Design  237</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Wizard-of-Oz-Technik  243</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td><strong>Z</strong></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Zeno  278</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>zoomorphe Roboter  31</td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>