
Vorwort zur 2. Auflage

Nach bereits 6 Jahren erscheint jetzt die zweite Auflage des Handbuches Robotik. Inhaltlich wurden die Sachverhalte dabei sorgfältig überarbeitet und aktualisiert. Eine Reihe von Abbildungen wurde neu konzipiert oder überarbeitet und bei einigen Kapiteln waren Ergänzungen notwendig. Hierbei wurden die zahlreichen Rückmeldungen und Vorschläge weitgehend berücksichtigt. In Anbetracht der rasanten Entwicklung der Forschung, Lehre und Praxis und der dadurch bedingten Einarbeitung der erzielten Ergebnisse, konnte die Konzeption und die Gliederung leider nicht beibehalten werden. Die neue Konzeption, als auch die neue Gliederung spiegelt den aktuellen Ansatz dieses Buches wieder, den Roboter nunmehr als kognitives Modell und damit als wissensbasierten Agenten zu konzeptionalisieren und dieses Agentenmodell durch rechnerbasierte Cognitive Computing Technologien in prozessualer und funktionaler Hinsicht zu einem kognitiven Robotersystem auszuimplementieren. Das Ziel eines solchen Ansatzes liegt in der Steigerung des systemischen Intelligenzquotienten (IQ_s) des kognitiven Robotersystems. Das Buch wendet sich gleichermaßen an Studierende, Fachleute aller Fachrichtungen als auch den interessierten Leser. Indem die einzelnen Kapitel einen Brückenschlag zwischen Standardwissen und Wissen aus Nachbargebieten, wie Kognitionswissenschaft oder Informatik darstellen, versucht dieses Handbuch ein tiefgreifendes Verständnis des komplexen Themengebietes „Robotik“ zu ermöglichen (Abb. 1).

Speziell strebt das Buch drei Ziele an. Als *deskriptives* Ziel beschreibt es die Begriffe der technologisch induzierten Robotik. Das *theoretische* Ziel besteht darin, die Konzepte, Theorien und Modelle so zu erfassen, so dass der Leser nicht nur zur Entwicklung von Robotersystemen befähigt wird, sondern darüber hinaus auch über Möglichkeiten der Erkenntnisgewinnung in Bezug auf die der Robotik inhärenten wissenschaftstheoretischen Fundamente und angewendeten Technologien verfügt. Letztlich umfasst das *pragmatische* Ziel, praktische Empfehlungen und Muster dem Leser zur Bewältigung der Herausforderungen an die Hand zu geben.

Als Weg zu diesen Zielen verfolgt das Buch einen erkenntnis- und handlungsorientierten Ansatz. Dadurch werden Theorie (Modell) und Praxis (Technologie) miteinander verknüpft.

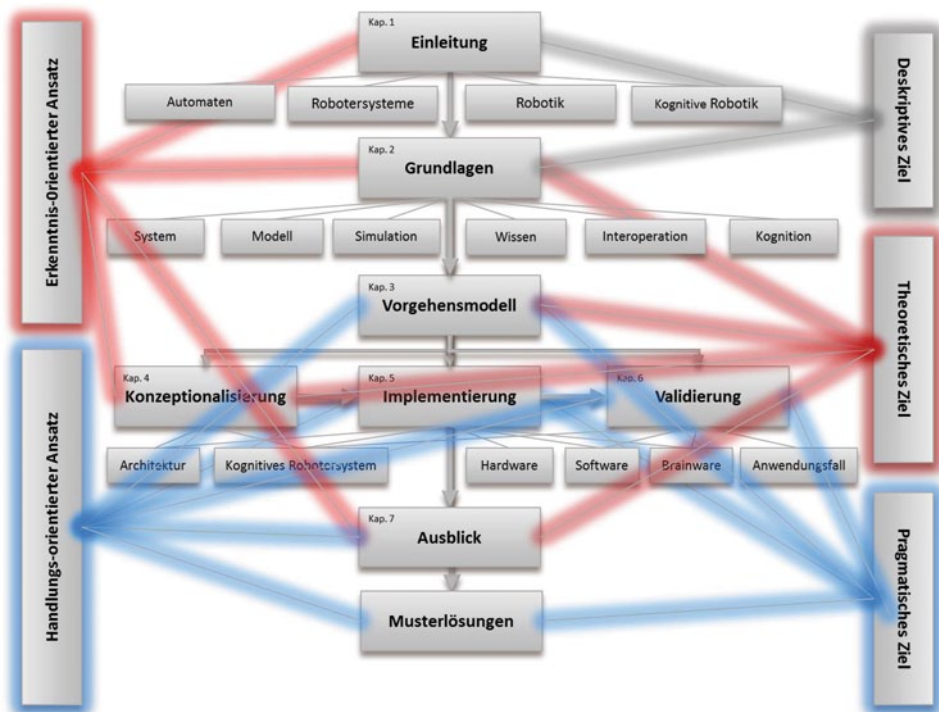


Abb. 1 Ansatz, Ziel und Buchdesign

Trotz dieser Ziele und der angekündigten Erweiterungen bleibt das Buch auch weiterhin voraussetzungsfrei lesbar.

Altrip, im Juni 2013

Matthias Haun

Vorwort zur 1. Auflage

Die Robotik stellt sich bisher als ein weit ausgedehntes Forschungsgebiet dar, dass zahlreiche Disziplinen streift, hier und da sich in diesen vertieft und damit eher an eine zerklüftete Bergkette als an eine harmonische Landschaft erinnert. In diesem Buch wird die Robotik als Wissenschaft formuliert, verstanden als Gesamtheit naturwissenschaftlicher Analysen von Erkennen, Wissen und Handeln in allen Dimensionen und Funktionsweisen von Systemen. Legitimiert wird dies auch dadurch, daß die Robotik in den letzten Jahren theoretisches wie praktisches Interesse weit über wissenschaftliche Fachgrenzen hinaus gefunden hat. Sie gilt als die bedeutendste theoretische und technische Revolution seit der Atomphysik, mit unabsehbaren Folgewirkungen auf die gesellschaftliche Entwicklung dieses Jahrhunderts.

Ihre Wirksamkeit liegt vor allem darin, dass Wissenschaft und Technik hier eine auch von außen unübersehbare enge Wechselbeziehung eingegangen sind. Mit der Entstehung der Robotik als Wissenschaft haben sich gesellschaftliche Problemfelder, wie Daten, Information, Kommunikation, Wissen, deren Verarbeitung oder die Robotik selbst revolutionär verändert bzw. neu konstituiert.

Insofern wird die Robotik bewusst als Wissenschaft betrieben. Eine solche Wissenschaft treiben, wird als eine besondere Form sozialen Handelns nach bestimmten Regeln aufgefasst, mit dem Ziel, Strategien zur Lösung von Problemen zu entwerfen. Solche Problemlösungsstrategien sind explizite Konstruktionen, die ein Wissenschaftler entwickelt, um nach ihren Kriterien Erklärungsdefizite zu beheben, die in dem jeweiligen Problembereich als Bedarf vorliegen. Solche Lösungsstrategien werden in diesem Buch als Theorien vorgestellt. Ein in diesem Sinne wissenschaftliches Handeln liefert Problemlösungsstrategien, deren Lösungsverfahren interpretierbar sind und zu einem anwendbaren Wissen führen. Gerade dieser wissensorientierte Problemlösungsansatz skizziert Lesern ein Modell wissenschaftlichen Handelns, dass das Ziel der systematischen Problemlösung nach wissenschaftlichen Kriterien verfolgt.

Trotz ihrer theoretischen Ergiebigkeit und praktischen Effizienz ist die Wissenschaft der Robotik bis heute noch keine etablierte reife Naturwissenschaft mit einer homogenen Forschergemeinschaft, sondern eher ein multidisziplinäres, dynamisches Forschungsfeld, in dem sich disziplinäre Ansätze überschneiden und gegenseitig beeinflussen.

Dieses Buch stellt somit einen engagierten Versuch dar. Ein Spezifikum dieses Versuches liegt darin, daß innerhalb der 600 Seiten die Wissenschaft der Robotik und Robotik-techniken nicht voneinander getrennt werden, sondern postuliert wird, daß Vitalität und Zukunftspotential dieses Forschungsbereiches erst dann in den Blick kommen, wenn man den Grundlagenaspekt mit den technischen Aspekten zusammen sieht.

Damit bezieht der Autor bewusst eine wissenschaftssoziologische und auch wissenschaftspolitische Position, die Heterodoxie, Intradisziplinarität und Vielfalt propagiert und jeweils forschungsdominierende Ansätze aus gründlicher Kenntnis einer gründlichen Kritik unterzieht. Ihr Engagement bezieht diese Position aber nicht nur aus einer allgemeinen skeptischen Einstellung; gerade im Fall der Robotik kann der Autor zu Recht auch darauf verweisen, dass gegenwärtig höchst kreative kognitive Denkmodelle bzw. Gedankenexperimente, wie die der Selbstorganisation und Emergenz schon vor fast dreißig Jahren entwickelt worden sind, aber wieder vergessen wurden, weil sie der kognitivistischen Orthodoxie zufolge nicht in die Konzepte der „klassischen“ Robotik passten.

Die in diesem Buch erstmals verfolgte Strategie ist klar und wirksam: Auf Basis der bereits klassischen Informationsverarbeitung entwickelt der Autor deren basale theoretische Konzepte (Daten, Information, Symbol, Repräsentation) weiter aus (Wissensverabreichung). Mit anderen Worten, die naturwissenschaftliche Erforschung des menschlichen Erkennens und Handelns bietet der Robotik mit ihrer Technik einen so noch nie wahrgenommenen Fundus, der weit über Philosophie¹, Psychologie und Informatik² hinausführt. Ein Spezifikum dieser naturalistischen Erkenntnistheorie liegt im schöpferischen Zusammenspiel von Forschung, Technik und Öffentlichkeit, das die Geschwindigkeit wissenschaftlicher, wie technischer Entwicklungen von Beginn an geprägt hat. Dieses Zusammenspiel drückt sich auch im Interesse der Massenmedien für wissenschaftliche Fragestellungen aus. Themen, wie „künstliche Intelligenz“, „maschinelles Sprach- und Bildverstehen“, „Wissens-“, bzw. „Expertensysteme“, oder letztlich „intelligente Roboter“, prägen auch die populärwissenschaftliche Diskussion der letzten Jahre.³

Ein Ergebnis dieser Diskussion ist sicher auch darin zu sehen, dass heute fast jeder ohne Probleme von Information- und Informationsverarbeitung spricht und das Gehirn als einen informationsverarbeitenden natürlichen Computer betrachtet. Gerade der Informationsbegriff⁴ und die damit verbundenen Vorstellungen sind höchst problematisch. Werden Informationen wirklich, wie Kognitionstheoretiker immer wieder sagen, aufgenommen, gespeichert, kommuniziert und verarbeitet, oder entstehen Informationen und Wissen nicht erst durch kognitive Tätigkeiten?

¹ Vgl. auch Stork 1977.

² Vgl. Ernst 2003.

³ Vgl. Lee 1991.

⁴ Vgl. Capurro 1978.

Die einzelnen Konzepte dieses Buches gehen mit einer Neuorientierung der kognitivistischen Konzepte von Symbolverrechnung und Repräsentation einher. Diese Konzepte implizieren drei ontologisch wie erkenntnistheoretisch folgenreiche Annahmen:

- Die Welt ist vorgegeben.
- Die Kognition bezieht sich auf diese Welt – wenn auch oft nur auf einen Teil derselben.
- Die Art, auf die diese vorgegebene Welt erkannt wird, besteht darin, ihre Merkmale abzubilden und sodann auf der Grundlage dieser Abbildungen zu agieren.

Diese Annahmen werden durch einen wissenschaftstheoretischen Ansatz flankiert, der einerseits im kritischen Rationalismus basiert und andererseits auf den Erkenntnissen der Phänomenologie und der Hermeneutik aufbaut. Dieser wissenschaftstheoretische Ansatz, unter Einbeziehung der Systemtheorie liefert folgende Annahmen:

- Das Ganze ist nicht gleich der Summe der Teile.
- Komplexe Systeme sind vernetzte, dynamische Ganzheiten.
- Offene Systeme sind mit ihrer Umwelt vernetzt und tauschen mit ihr Materie, Energie und Informationen aus.
- Das Verhalten komplexer Systeme lässt sich nicht im Einzelnen vorhersehen, jedoch beeinflussen.
- Komplexe Systeme weisen erkennbare Ordnungsmuster auf, die gestaltet werden können.
- Lenkung (Steuerung, Regelung) hält ein System unter Kontrolle.
- Rechnerbasierte Robotersysteme können lernen, sich entwickeln und entsprechend intelligent handeln.
- Fehlertoleranz ist oftmals erfolgreicher als Exaktheit.

Das Buch plädiert für eine Modellierung der erkenntnistheoretischen Grundfrage, die Wahrnehmung und Erkenntnis als handlungsbezogene kreative Dimensionierungen von Bedeutungen im Kontext des Lebenszyklus eines Systems begreift. Die kognitiven Module eines solchen Systems bringen ständig Welten im Prozeß gangbarer Handlungsalternativen hervor; diese Module legen Welten fest statt sie zu spiegeln. Der Grundgedanke besteht dabei darin, daß intelligente/kognitive Fähigkeiten untrennbar mit dem Lebenszyklus eines Systems verflochten sind, wie ein Weg, der als solcher nicht existiert, sondern durch den Prozess des Gehens erst entsteht. Daraus folgt, dass eine Problemlösung nicht mit Hilfe von Wissensrepräsentationen erfolgt, sondern dass durch die kognitiven Komponenten in kreativer Weise eine Welt produziert/modelliert wird, für die die einzige geforderte Bedingung die ist, dass sie erfolgreiche Handlungen ermöglicht: sie gewährleistet die Fortsetzung der Existenz des betroffenen Systems mit seiner spezifischen Identität. Insofern erscheinen Probleme und deren Lösung nicht als vorgegeben, sondern werden, bildlich gesprochen, handelnd erzeugt, aus einem wie auch immer gearteten Hinter- bzw. Untergrund hervorgebracht. Dieses Hervorbringen spiegelt die totale Zirkularität zwischen Handeln, Erkennen und Verstehen.

Zur Unterstützung dieser handlungsorientierten Theorie baut der Autor unter anderem auch auf konnektionistische Modelle. Während orthodoxe Modelle Kognition nach dem Muster logischer Rechenprozesse mit symbolischen Repräsentationen konzipieren, arbeiten konnektionistische Modelle mit der Annahme, dass Gehirne neuronale Netzwerke sind, die auf der Grundlage zahlloser, weit verzweigter Verknüpfungen arbeiten. Die Beziehungen zwischen Neuronengruppen verändern sich durch Erfahrungen und Lernprozesse, d. h. sie zeigen Fähigkeiten der Selbstorganisation, die sich in der Logik nirgendwo finden.

Damit erweist sich der aus dem Kognitivismus hervorgegangene Konnektionismus als wichtiger Ausgangspunkt für die handlungsorientierte Interaktionstheorie, die erstmalig in diesem Buch vorgestellt wird. In dieser Konzeption spielen aber auch Konzepte der Symbolverarbeitung und Repräsentation eine entscheidende Rolle. Alle Ansätze zusammen bewirken in ihrer Kombination eine Steigerung des systemischen Intelligenzquotienten eines Systems (IQ_s). Dabei wird der übliche Intelligenzbegriff nicht länger verstanden als Fähigkeit des Problemlösens, sondern als Fähigkeit eines Systems, in eine mit anderen geteilte Welt aktiv einzutreten.

So liegt denn auch ein weiterer Schwerpunkt des Buches eben nicht nur auf dem technischen Aspekt der Robotik, wie beispielsweise dem Bau von Robotern (Mechanik), der Steuerung der Gelenke (Elektronik) oder der Mechatronik (als die Verbindung von Mechanik und Elektronik). Vielmehr beschreibt das Buch auch die Möglichkeiten der Programmierung von Robotersystemen. Am Ende dieses Kapitels wird sich dann zeigen, dass in der zukünftigen Brainware das Potenzial zu suchen ist, was letztlich Roboter zu intelligenten Robotersystemen avancieren lässt.

Welche wissenschaftlichen, philosophischen, ethischen und technischen Konsequenzen mit dieser Konzeption verbunden sind, versucht der Autor am Ende des Buches, sozusagen als Ausblick und Motivation, deutlich zu machen.

Neben dieser inhaltlichen Ausrichtung liegt dem Buch auch ein didaktisches Grundprinzip zugrunde, das davon ausgeht, dass die beste Methode der Auseinandersetzung mit diesem Gebiet darin besteht, eigene Robotersysteme zu entwickeln und zu erproben. Es ist inzwischen möglich, relativ günstig Bausätze oder Bauteile zu kaufen, aus denen sich kleine, aber dennoch leistungsfähige Robotersysteme entwickeln lassen. Was hierzu fehlte, war ein allumfassendes Buch, das in die grundlegenden Probleme, Konzepte und Techniken so einführt, dass eine direkte Umsetzung des vermittelten Wissens in die Praxis möglich ist. Auch diese Lücke möchte das vorliegende Buch schließen.

Insofern wendet sich das Buch an Philosophen, Psychologen, Informatiker, Ingenieure der Fachrichtungen Maschinenbau, Elektrotechnik und Mechatronik, Praktiker in der Fertigungsindustrie, Studenten aller technischen Studiengänge, sowie alle Personen, die Interesse an Robotern zeigen.

Das Konzept dieses Buches impliziert, dass sich die behandelten Themengebiete über viele Fachgebiete erstrecken. Es ist evident, dass der Autor eines solchen Buches nicht Spezialist für die einzelnen Themen sein kann. Insofern sei an dieser Stelle die Bitte erlaubt, dass die Fachleute der einzelnen Fachgebiete, denen die Darstellung ihres Spezialgebietes

zu kurz oder zu oberflächlich erscheint, Nachsicht üben. Wenn dieses Buch auch an vielen Stellen ein Kompromiss zwischen Gesamtschau und Detailblick darstellt, sind eventuelle Fehler allein dem Autor anzulasten. Einen Hinweis auf diese, sowie Anregungen oder konstruktive Kritik nimmt der Autor gerne unter matthias.haun@web.de entgegen. Immerhin lebt nicht nur die Wissenschaft, sondern auch ein Buchvorhaben von solchen Dialogen.

Jeder, der Ergebnisse langwieriger Überlegungen zu formulieren versucht, hat sicherlich die Erfahrung gemacht, daß man vor seinem Schreibtisch oder vor dem Computer sitzt, auf die geschriebene Seite, deren Absätze und Sätze schaut und sich dann zusichert, dass eigentlich alles in Ordnung zu sein scheint. Doch plötzlich macht sich eine Unsicherheit breit, indem Fragen wie „Woher habe ich das?“, „Habe ich es irgendwo gelesen?“ auftauchen. Man zerbricht sich den Kopf, wer das wohl so oder in ähnlicher Form formuliert haben könnte. Bei dem Schreiben eines solchen Buches hat man eine Menge Bücher konsultiert und man verbringt manchmal Stunden und Tage damit, Ideen und Formulierungen nachzuspüren, gewöhnlich ohne Erfolg. Es ist wahrlich nicht leicht, in Hunderten von Seiten einen ganz bestimmten Satz zu finden, vor allem wenn man noch in verschiedenen Sprachen suchen muß. Greift man dabei auf mehrere Bibliotheken zu, ist es oft praktisch unmöglich, vergessene Quellen wieder aufzutreiben. Der Autor hat es inzwischen aufgegeben. Auch ist klargeworden, dass alles, was man schreibt, schon einmal gesagt oder geschrieben worden ist. Ideen sollten ohnehin niemals Privatbesitz sein, denn es kommt ja darauf an, was man aus ihnen macht. Der Autor hat daher versucht wo immer möglich, die Quellen anzugeben und lebt in der Hoffnung, keinen falschen Gebrauch von all dem gemacht zu haben, was man sich bei solch einem Tun unwissentlich angeeignet hat.

Altrip, im Dezember 2006

Matthias Haun

<http://www.springer.com/978-3-642-39857-5>

Handbuch Robotik

Programmieren und Einsatz intelligenter Roboter

Haun, M.

2013, XVI, 604 S. 193 Abb., 43 Abb. in Farbe.,

Hardcover

ISBN: 978-3-642-39857-5