

Maja J. Matarić

introdução à

ROBÓTICA



Blucher



editora
unesp

Introdução à robótica

FUNDAÇÃO EDITORA DA UNESP

Presidente do Conselho Curador

Mário Sérgio Vasconcelos

Diretor-Presidente

José Castilho Marques Neto

Editor-Executivo

Jézio Hernani Bomfim Gutierre

Superintendente Administrativo e Financeiro

William de Souza Agostinho

Assessores Editoriais

João Luís Ceccantini

Maria Candida Soares Del Masso

Conselho Editorial Acadêmico

Áureo Busetto

Carlos Magno Castelo Branco Fortaleza

Elisabete Maniglia

Henrique Nunes de Oliveira

João Francisco Galera Monico

José Leonardo do Nascimento

Lourenço Chacon Jurado Filho

Maria de Lourdes Ortiz Gandini Baldan

Paula da Cruz Landim

Rogério Rosenfeld

Editores-Assistentes

Anderson Nobara

Jorge Pereira Filho

Leandro Rodrigues

Maja J. Mataric

Introdução à robótica

Tradução

Humberto Ferasoli Filho
José Reinaldo Silva
Silas Franco dos Reis Alves

Ilustrações

Nathan Koenig



Blucher

© 2007 Massachusetts Institute of Technology

© 2014 Editora Unesp

Título original: *The Robotics Primer*

Direitos de publicação reservados à:

Fundação Editora da Unesp (FEU)

Praça da Sé, 108

01001-900 – São Paulo – SP

Tel.: (0x11) 3242-7171

Fax: (0x11) 3242-7172

www.editoraunesp.com.br

www.livrariaunesp.com.br

feu@editora.unesp.br

Editora afiliada:



Asociación de Editoriales Universitarias
de América Latina y el Caribe



Associação Brasileira de
Editoras Universitárias

CIP-Brasil. Catalogação na publicação
Sindicato Nacional dos Editores de Livros, RJ

M376i

Matarić, Maja J.

Introdução à robótica / Maja J. Matarić;
tradução Humberto Ferasoli Filho, José Reinaldo Silva,
Silas Franco dos Reis Alves. – 1.ed. São Paulo: Editora
Unesp/Blucher, 2014.

Título original: *The Robotics Primer*
ISBN 978-85-393-0490-5 [Editora Unesp]
ISBN 978-85-212-0853-2 [Blucher]

1. Robótica. I. Título.

13-05221

CDD: 629.892

CDU: 681.5

Blucher

Rua Pedroso Alvarenga, 1245,
4º andar 04531-012
São Paulo – SP – Brasil
Tel.: 55 11 3078 5366
contato@blucher.com.br
www.blucher.com.br

Segundo Novo Acordo Ortográfico, conforme 5ª ed.
do *Vocabulário Ortográfico da Língua Portuguesa*.
Academia Brasileira de Letras, março de 2009.

A Helena e Nicholas, que me ensinaram o que importa, todos os dias.

Sumário

Prefácio	13
1. O que é um robô? Definindo a robótica	17
2. De onde vêm os robôs? Uma breve e empolgante história da robótica	25
2.1. Teoria de controle	25
2.2. Cibernética	26
2.3. Inteligência artificial (IA)	33
3. De que é feito um robô? Componentes de um robô	41
3.1. Corporalidade	42
3.2. Sensoriamento	43
3.3. Ação	46
3.4. Cérebros e músculos	48
3.5. Autonomia	49
4. Braços, pernas, rodas e esteiras: o que realmente os aciona? Efetuadores e atuadores	51
4.1. Atuação passiva <i>versus</i> atuação ativa	52
4.2. Tipos de atuadores	53
4.3. Motores	55
4.4. Graus de liberdade	62
5. Mova-se! Locomoção	71
5.1. Estabilidade	72
5.2. Movimentação e marcha	76

5.3.	Rodas e direção	79	
5.4.	Permanecer no caminho <i>versus</i> chegar lá		81
6.	No fio da navalha! Manipulação	85	
6.1.	Efetadores finais	85	
6.2.	Teleoperação	86	
6.3.	Por que a manipulação é difícil?	89	
7.	O que está acontecendo? Sensores	97	
7.1.	Níveis de processamento	102	
8.	Acenda a luz! Sensores simples	111	
8.1.	Sensores passivos <i>versus</i> sensores ativos		111
8.2.	Interruptores (chaves)	112	
8.3.	Sensores de luz	115	
8.4.	Sensores de posição resistivos	126	
9.	Sonares, <i>lasers</i> e câmeras: Sensores complexos		131
9.1.	Sensores ultrassônicos ou sonares	131	
9.2.	Sensoriamento a <i>laser</i>	140	
9.3.	Sensores visuais	143	
10.	Mantenha o controle! Controle por realimentação		161
10.1.	Controle por realimentação ou em malha fechada	161	
10.2.	As diversas faces do erro	163	
10.3.	Exemplo de um robô com controle por realimentação	164	
10.4.	Tipos de controle por realimentação		167
10.5.	Controle em malha aberta	173	
11.	Os blocos construtivos do controle:		
	Arquiteturas de controle	177	
11.1.	Quem precisa de arquiteturas de controle?		178
11.2.	Linguagens de programação para robôs		180
11.3.	E as arquiteturas são...	182	

12.	O que se passa em sua cabeça? Representação	187
12.1.	As diversas maneiras de se fazer um mapa	188
12.2.	O que os robôs podem representar?	190
12.3.	Custos de uma representação	191
13.	Pense muito, aja depois: Controle deliberativo	193
13.1.	O que é planejamento?	194
13.2.	Custos do planejamento	196
14.	Não pense, reaja! Controle reativo	203
14.1.	Seleção da ação	209
14.2.	Arquitetura de subsunção	212
14.3.	Herbert, ou como sequenciar comportamentos através do mundo	215
15.	Pense e aja separadamente, em paralelo: Controle híbrido	221
15.1.	Lidando com mudanças no mundo/mapa/tarefa	224
15.2.	Planejamento e replanejamento	225
15.3.	Evitando o replanejamento	226
15.4.	Planejamento <i>on-line</i> e planejamento <i>off-line</i>	227
16.	Pense na sua maneira de agir: Controle baseado em comportamentos	233
16.1.	Representação distribuída	240
16.2.	Um exemplo: mapeamento distribuído	241
17.	Como fazer seu robô se comportar: Coordenação de comportamentos	257
17.1.	Arbitragem de comportamentos: faça uma escolha	258
17.2.	Fusão de comportamentos: resumo	259
18.	Quando o inesperado acontece: Comportamento emergente	265
18.1.	Um exemplo: comportamento emergente de “seguir parede”	265

18.2.	O todo é maior que a soma de suas partes	267
18.3.	Componentes da emergência	268
18.4.	Esperando o inesperado	269
18.5.	Previsibilidade da surpresa	269
18.6.	Comportamento emergente bom <i>versus</i> comportamento emergente mau	271
18.7.	Arquiteturas e emergência	272
19.	Passeando por aí: Navegação	275
19.1.	Localização	278
19.2.	Busca e planejamento de caminho	281
19.3.	Localização e mapeamento simultâneos	283
19.4.	Cobertura	284
20.	Vamos lá, time! Robótica em grupo	287
20.1.	Benefícios do trabalho em equipe	288
20.2.	Desafios do trabalho em equipe	291
20.3.	Tipos de grupo e equipe	292
20.4.	Comunicação	297
20.5.	Formar uma equipe para jogar	304
20.6.	Arquitetura de controle multirrobo	307
21.	As coisas estão cada vez melhores: Aprendizagem	313
21.1.	Aprendizagem por reforço	315
21.2.	Aprendizagem supervisionada	320
21.3.	Aprendizagem por imitação/demonstração	322
21.4.	Aprendizagem e esquecimento	327
22.	Quais os próximos passos? O futuro da robótica	331
22.1.	Robótica espacial	334
22.2.	Robótica cirúrgica	335
22.3.	Robótica autorreconfigurável	337
22.4.	Robôs humanoides	339
22.5.	Robótica social e interação humano-robô	340
22.6.	Robótica de serviço, assistiva e de reabilitação	342
22.7.	Robótica educacional	345
22.8.	Implicações éticas	347

Referências bibliográficas	<i>351</i>
Glossário	<i>355</i>
Índice remissivo	<i>365</i>

Prefácio

Ao chegar à Universidade do Sul da Califórnia (University of Southern California – USC) em 1997, como professora-assistente de Ciência da Computação, projetei o curso “Introdução à robótica” (<http://www-scf.usc.edu/~csci445>). Os destaques do curso foram o uso intensivo de laboratório (com uso de LEGO), projetos em grupos e uma competição no final do semestre, realizada no Centro de Ciência da Califórnia (California Science Center). Após o encerramento, disponibilizei para os alunos minhas notas de aula na internet e constatei que, ao longo dos anos, um número crescente de professores do Ensino Médio e pré-universitário de todas as partes do mundo entrou em contato comigo para saber mais sobre o uso dessas notas em seus cursos e para obter material adicional. Em 2001, logo após ser promovida a professora associada, à espera do segundo filho (e talvez influenciada pela euforia que tudo isso provocou), tive um pensamento aparentemente simples: por que não transformar todas as notas do curso em um livro?

Somente quando comecei a transformar as notas de aula, por vezes enigmáticas, em capítulos do livro é que percebi o tamanho do desafio que havia me proposto: o de escrever para um público que pretende ampliar seus horizontes. Esse público abrange todas as idades, do pré-adolescente ao aposentado, e é composto por alunos do Ensino Médio e por estudantes e professores universitários, bem como por todos os entusiastas de robótica que querem ir além das notícias veiculadas na imprensa e mergulhar mais profundamente no tema. Isso não seria nada fácil.

Minha motivação veio do fato de a robótica ser uma área maravilhosa de estudo. Não sou uma engenheira convencional; em vez de fazer robôs com relógios antigos e rádios no porão da minha casa

quando era criança, eu estava mais interessada em arte e *design* de moda. Descobri a robótica no final da faculdade, por meio de leituras extracurriculares, enquanto me formava em Ciência da Computação. Naquela época, não havia cursos de Robótica na Universidade do Kansas. Ao ingressar na pós-graduação do Massachusetts Institute of Technology (MIT), escolhi, por acaso, robótica como tema de estudo, baseada principalmente no carisma do meu orientador de doutorado, Rodney Brooks, que foi o primeiro a defender essa proposta de forma convincente. O objetivo deste livro é apresentar, a uma ampla diversidade de leitores, um argumento convincente para se estudar robótica, porque o conteúdo da robótica, ainda que difícil, é extremamente interessante.

A criação de máquinas inteligentes pode alimentar nossa imaginação, criatividade e desejo de fazer a diferença. A tecnologia envolvida na robótica desempenhará um papel-chave no futuro da humanidade. Atualmente estamos preparando diretamente esse futuro nos laboratórios de pesquisa e nas salas de aula dos Estados Unidos e do mundo. Mais importante ainda é o fato de que estudar robótica logo no início pode ajudar o aluno a estabelecer a base para uma melhor compreensão da ciência, tecnologia, engenharia e matemática (CTEM). É por isso que eu gostaria de ver todas as crianças trabalhando com robôs na escola, desde o Ensino Fundamental (estar na 5ª série certamente é suficiente – e até mais cedo é possível) até os cursos pré-universitários. Criar aficionados de robótica abre a mente criativa dos alunos, atraindo sua atenção para uma grande variedade de temas e, eventualmente, para carreiras em CTEM. Sem esse aprendizado lúdico, com a mente aberta para a descoberta, os alunos, muitas vezes, acabam vendo erroneamente a CTEM como algo estranho ou inatingível. O objetivo deste livro é ensinar algo real e verdadeiro sobre robótica e seu potencial, apresentando o tema de forma interessante e envolvente.

Estou espantada com o tempo que levei para escrever este livro. Meu filho, que estava prestes a nascer quando a ideia me ocorreu, acabou de completar cinco anos. Também aconteceram várias coisas boas na minha carreira, que retardaram a escrita. Por fim, percebi que a vida tende a nos deixar cada vez mais ocupados e que nunca teria um “tempão” para terminar o livro. Pelo contrário, o tempo teve de ser garimpado, emprestado, roubado para chegar ao fim dessa tarefa. Meus agradecimentos ao meu editor na MIT Press, Bob Prior, que

pacientemente me lembrou da importância de terminar meu primeiro livro e que está sempre pronto e disposto a trabalhar comigo.

Nesse (longo) processo, muitos educadores do Ensino Médio e da universidade contribuíram com seus comentários para melhorar o livro. Levei-os sempre em consideração. Os alunos e professores do curso de “Introdução à robótica” usaram o original em cursos e puderam apontar capítulos que faltavam e figuras que seriam úteis. Marianna O’Brien, que ensina Ciências na 8ª série na escola Lincoln Middle, de Santa Mônica, foi um anjo. Ela passou mais de um ano lendo rascunhos, fazendo numerosos comentários e sugestões de melhorias e me ajudando a ter uma noção do que é necessário para ser um professor do ensino pré-universitário e de como escrever um livro que pudesse ajudar nesse processo. Por isso, devo à Marianna um enorme obrigado por seu entusiasmo incansável e comentários detalhados e encorajadores! Sou grata a Nate Koenig, aluno de doutorado da USC pertencente ao meu grupo, que fez as excelentes ilustrações do livro e que depois foi convocado para fazer a formatação, as permissões de direito autoral, o índice e as referências, além de fazer o que sem dúvida parecia ser um fluxo interminável de pequenas correções nos últimos meses. O livro deve a sua boa aparência ao Nate.

Sou grata a Helen Grainer e Rodney Brooks, da iRobot Corp, que concordaram em patrocinar um manual de programação de robôs para acompanhar este livro, que pode ser encontrado em <http://roboticsprimer.sourceforge.net/workbook>. Este manual, que desenvolvi com os meus alunos de doutorado Nate Koenig e David Feil-Seifer, fornece instruções passo a passo, exercícios práticos e soluções que podem fazer a programação de robôs reais acessível aos leitores deste livro e a todos os interessados em robótica.

Os modelos são extremamente importantes. Minha mãe, autora de numerosos contos, ensaios e livros de poesia, foi uma boa inspiração; ela fez a empreitada parecer estar facilmente ao meu alcance. Um dos objetivos deste livro é atingir as pessoas de todas as idades interessadas em robótica, de modo que possamos criar vários modelos de referência e nunca mais ver as crianças evitarem a robótica e os tópicos de CTEM em geral, por ignorância, pressão dos colegas ou falta de confiança.

Acima de tudo, agradeço à minha família, que me permitiu tomar, emprestar (mas nunca roubar) o tempo para escrever este livro. Agradeço

a meu marido, que me deu apoio moral durante todo o processo e sempre soube como dizer “eu não sei como você faz isso” de uma maneira que me inspirou e encorajou a descobrir como fazê-lo. Finalmente, aos meus dois filhos, pois foram os que mais me motivaram a escrever este livro, uma vez que, em breve, serão parte do público leitor desta obra. Se eles e seus colegas pensarem que robótica é legal (e, assim, minha mãe é legal também) e considerarem a hipótese de enfrentar desafios criativos em ciência ou na engenharia, então realmente fiz algo de bom.

South Pasadena, Califórnia, abril de 2007.

1

O que é um robô? Definindo a robótica

Bem-vindo ao *Introdução à robótica*! Parabéns, você escolheu uma maneira bem legal de aprender sobre um tema muito interessante: a arte, a ciência e a engenharia da robótica. Você está prestes a embarcar em uma viagem (que, espero, seja divertida) que, ao final, lhe permitirá dizer o que é real e o que não é real em filmes e artigos, impressionar os amigos com fatos interessantes sobre robôs e animais e muito mais; porém, o mais importante é que você seja capaz de construir e programar seu próprio robô. Vamos começar!

O que é um robô?

Essa é uma boa pergunta a ser feita, porque, como em qualquer área de interesse da ciência e da tecnologia, há um grande mal-entendido sobre o que os robôs são ou não são, o que foram ou não foram, e o que eles irão ou não irão se tornar no futuro. A definição do que é um robô tem evoluído ao longo do tempo, na medida em que a pesquisa fez grandes descobertas e a tecnologia avançou. Neste capítulo, vamos aprender o que é um robô moderno.

A palavra “robô” foi popularizada pelo dramaturgo tcheco Karel Čapek (pronuncia-se “Ca-rel Tcha-pék”) em 1921 com sua peça *Robôs universais de Rossum* (RUR). A maioria dos dicionários cita Karel como o inventor da palavra “robô”, mas fontes mais informais (como a internet) dizem que na verdade foi seu irmão, Josef, quem cunhou o termo. Seja qual for o caso, a palavra “robô” resulta da combinação das palavras tchecas *rabota*, que significa “trabalho obrigatório”, e *robotnik*, que significa “servo”. Grande parte dos robôs atuais está de fato realizando um trabalho obrigatório, na forma de tarefas repetitivas

e rígidas, tais como a montagem de automóveis e o sequenciamento de DNA. No entanto, a robótica é muito mais do que um trabalho obrigatório, como você verá.

A ideia de um robô, ou de algum tipo de máquina que possa ajudar as pessoas, é muito anterior aos irmãos Čapek. Não é possível apontar onde se originou, porque é provável que muitos engenheiros inteligentes do passado tenham vislumbrado os robôs de alguma forma. A forma mudou ao longo do tempo, à medida que a ciência e a tecnologia avançaram, fazendo que muitos dos sonhos anteriormente inatingíveis sobre robôs se tornassem realidade ou, pelo menos, entrassem no domínio das possibilidades.

Com o avanço da ciência e da tecnologia, a noção de robô tornou-se mais sofisticada. No passado, um robô era definido como uma máquina, que consistia basicamente em um dispositivo mecânico especial. Exemplos de tais dispositivos, inclusive os mais sofisticados, podem ser encontrados ao longo da história e são muito antigos. Há cerca de 3 mil anos, os egípcios usavam estátuas controladas por humanos e, mais recentemente, na Europa, durante os séculos XVII e XVIII, foram construídas várias criaturas “realísticas”, baseadas em mecanismos de relógio que podiam fazer uma assinatura, tocar piano e até mesmo “respirar”. Contudo, como veremos adiante, estas máquinas não eram realmente robôs, pelo menos não segundo a definição e compreensão atual do que é um robô.

Se originalmente as ideias de robô eram, na verdade, de autômatos mecânicos especiais, à medida que os dispositivos computacionais se desenvolveram (e particularmente quando foram reduzidos de tamanho, de tal modo que passou a ser viável imaginá-los dentro do corpo de um robô), as noções de robô passaram a incluir pensamento, raciocínio, resolução de problemas e até mesmo emoções e consciência. Em suma, os robôs começaram a se assemelhar mais e mais com os seres biológicos, variando desde insetos até seres humanos.

Atualmente, temos (ou deveríamos ter) uma ideia muito ampla do que um robô pode ser, e não precisamos nos limitar àquilo que hoje é mecânica ou computacionalmente possível. No entanto, ainda é difícil prever como evoluirão as nossas ideias do que um robô é e poderá ser, conforme a ciência e a tecnologia avancem.

Então, de volta à pergunta: o que é um robô? O que faz da máquina da Figura 1.1 um robô e daquelas da Figura 1.2 meros robôs fictícios?

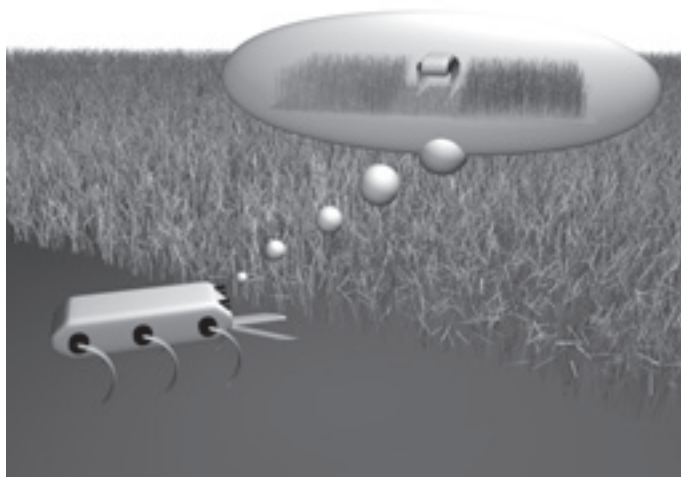


Figura 1.1 Exemplo de robô.

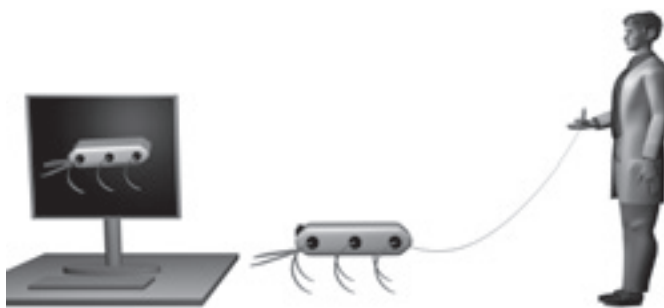


Figura 1.2 Exemplos de não robôs. À esquerda está um sistema que não existe no mundo físico; à direita, um sistema que não é autônomo. São aspirantes a robôs, e não robôs de verdade.

ROBÔ:

Um *robô* é um sistema autônomo que existe no mundo físico, pode sentir o seu ambiente e pode agir sobre ele para alcançar alguns objetivos.

Essa pode parecer uma definição muito ampla, mas na verdade cada uma de suas partes é importante e necessária. Vamos desmontá-la para ver por quê.

Um robô é um sistema AUTÔNOMO.

AUTÔNOMO ⋮

Um robô *autônomo* atua com base em suas próprias decisões e não é controlado por um ser humano.

TELEOPERADO ⋮

Há, obviamente, muitos exemplos de máquinas que não são autônomas, mas são controladas externamente por seres humanos. Elas são ditas *teleoperadas*; *tele* significa “distante” em grego, de modo que “teleoperação” significa operar um sistema a distância.

Essas máquinas, no entanto, não são robôs de verdade. Robôs verdadeiros agem autonomamente. Eles são capazes de receber informações e instruções de seres humanos, mas não são completamente controlados por eles.

Um robô é um sistema autônomo que existe no MUNDO FÍSICO.

Existir no mundo físico – o mesmo mundo no qual existem pessoas, animais, objetos, árvores, o clima e muitas outras coisas – é uma propriedade fundamental dos robôs. Lidar com esse mundo físico e suas irreduzíveis leis e desafios é o que faz da robótica o que ela é: um desafio real. Os robôs que existem no computador são simulações. Eles não têm realmente de lidar com as verdadeiras propriedades do mundo físico, porque simulações nunca são tão complexas quanto o mundo real. Portanto, embora haja uma grande quantidade de robôs simulados no ciberespaço, um robô de verdade existe no mundo físico.

Um robô é um sistema autônomo que existe no mundo físico e pode SENTIR o seu ambiente.

SENSORES ⋮

Sentir o ambiente significa que o robô tem *sensores*, ou seja, que possui alguns meios de perceber (por exemplo, ouvir, tocar, ver, cheirar) e obter informações do mundo. Um robô simulado, ao contrário, pode apenas adquirir a informação ou o conhecimento, como em um passe de mágica. Um robô verdadeiro pode sentir seu mundo somente por meio de sensores, assim como as pessoas e outros animais o fazem por intermédio dos sentidos. Logo, se um sistema não sente, mas magicamente recebe as informações, não pode ser

considerado um robô. Além disso, se um sistema não sente ou não obtém informação, então não é um robô, porque não pode responder ao que se passa à sua volta.

Um robô é um sistema autônomo que existe no mundo físico, pode sentir o seu ambiente e pode AGIR SOBRE ELE.

Tomar medidas para responder às informações sensoriais e para alcançar o que se deseja é uma condição necessária para ser um robô. Uma máquina que não age (ou seja, não se move, não afeta o mundo, mudando alguma coisa) não é um robô. Como veremos, a ação sobre o mundo pode assumir formas muito diferentes, e essa é uma razão pela qual o campo da robótica é tão amplo.

Um *robô* é um sistema autônomo que existe no mundo físico, pode sentir o seu ambiente e pode agir sobre ele para ALCANÇAR ALGUNS OBJETIVOS.

Agora, finalmente chegamos à inteligência, ou pelo menos à utilidade, de um robô. Um sistema ou máquina que existe no mundo físico, pode senti-lo, mas age de forma aleatória ou inútil, não é bem um robô, pois não usa a informação adquirida nem sua capacidade de agir para fazer algo de útil para si ou para outros. Conseqüentemente, esperamos que um robô real tenha um ou mais objetivos e se comporte de forma a atingi-los. Os objetivos podem ser muito simples, como “Não fique parado”, ou muito complexos, como “Faça o que for preciso para manter o seu dono seguro”.

Uma vez definido o que é um robô, agora podemos definir o que é robótica.

ROBÓTICA :

Robótica é o estudo dos robôs, o que significa que é o estudo da sua capacidade de sentir e agir no mundo físico de forma autônoma e intencional.

Dizem que Isaac Asimov, um escritor de ficção científica incrivelmente produtivo, foi o primeiro a usar o termo *robótica*, com base no termo *robô* de Čapek. Se isso for verdade, foi ele quem oficialmente

deu o nome à grande e crescente área da ciência e tecnologia que este livro pretende introduzir.

Resumo

- Robótica é um campo em crescimento, cuja definição foi evoluindo ao longo do tempo, juntamente com o próprio campo.
- Robótica envolve ter autonomia, sentir, agir e atingir metas, tudo isso no mundo físico.

Para refletir

- O que mais você pode fazer a distância, por meio de teleoperação? Você pode falar, escrever e ver, como no telefone, no telégrafo e na televisão. Há mais exemplos. Você consegue imaginá-los?
- Um termostato é um robô?
- Uma torradeira é um robô?
- Alguns programas inteligentes, também chamados agentes de *software*, tais como *web crawlers* (indexadores de páginas da internet), são chamados *softbots*. Eles são robôs?
- HAL, do filme *2001: Uma Odisseia no Espaço*, é um robô?

Para saber mais

- Este livro é acompanhado de um *workbook* gratuito sobre programação de robôs, que você pode baixar pela internet, disponível em: <<http://roboticsprimer.sourceforge.net/workbook>>. O material (em inglês) segue a estrutura deste livro didático, com exercícios e soluções que você poderá usar para aprender mais sobre robótica ao colocar a mão na massa.
- Eis um livro introdutório, resumido e divertido, sobre robótica: *How to Build a Robot*, de Clive Gifford. É muito fácil de ler, tem

ótimos desenhos e trata de uma série de conceitos que você pode aprender em detalhes neste livro.

- *Robotics, the Marriage of Computers and Machines*, de Ellen Thro, é outro livro introdutório simples que você poderá apreciar.
- Para um estudo verdadeiramente abrangente da robótica moderna, com uma grande quantidade de fotos de robôs, veja *Autonomous Robots*, de George Bekey.
- Para saber mais sobre vários temas tratados neste livro ou sobre robótica em geral, consulte a Wikipedia, uma enciclopédia livre encontrada na internet em: <<http://en.wikipedia.org/wiki>>.



Clique aqui e :

VEJA NA LOJA

INTRODUÇÃO À ROBÓTICA

Maja J. Mataric

ISBN: 9788521208532

Páginas: 368

Formato: 18 x 23 cm

Ano de Publicação: 2014

Peso: 0.620 kg

Maja J. Matarić oferece uma introdução amplamente acessível à robótica para estudantes universitários e de Ensino Médio, além de ser útil a qualquer interessado neste efervescente campo de estudo. A partir dos conceitos mais básicos (incluindo percepção e movimento), o texto conduz o leitor às mais novas e sofisticadas aplicações na área (robôs humanoides, robôs que mudam de forma, robótica espacial), com ênfase no que é preciso para criar robôs de comportamento autônomo e inteligente. Os principais conceitos da robótica são estabelecidos, por meio de definições fundamentais ou explicações mais complexas, em um estilo envolvente e informal, acessível a todos os leitores.

Este livro aborda temas como a definição de robótica, a história da robótica, os componentes do robô, locomoção, manipulação, sensores, controle, arquiteturas de controle, representação, comportamento, navegação, robótica em grupo, aprendizagem e o futuro da robótica (bem como suas implicações éticas).

Podendo ser utilizado de forma eficaz em casa ou em sala de aula – por professores, estudantes e autodidatas –, *Introdução à robótica* tem como únicos pré-requisitos para a leitura a *curiosidade* e a *atenção do leitor*.

Maja J. Matarić é professora de Ciência da Computação e Neurociências e diretora do Computer Science and Neuroscience na University of Southern California, onde também é codirector do Robotics Research Lab, e Senior Associate Dean para pesquisa na Viterbi School of Engineering.

www.blucher.com.br



www.editoraunesp.com.br



Blucher

