

Oscar Gabriel Filho

# INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E APRENDIZAGEM DE MÁQUINA

Aspectos teóricos e aplicações

*Inteligência artificial e aprendizagem de máquina: aspectos teóricos e aplicações*

© 2023 Oscar Gabriel Filho

Editora Edgard Blücher Ltda.

*Publisher* Edgard Blücher

*Editores* Eduardo Blücher e Jonatas Eliakim

*Coordenação editorial* Andressa Lira

*Produção editorial* Kedma Marques

*Preparação de texto* Samira Panini

*Diagramação* Plínio Ricca

*Revisão de texto* Bruna Marques

*Capa e redesenho das figuras* Laércio Flenic

*Imagem da capa* iStockphoto

# Blucher

Rua Pedroso Alvarenga, 1245, 4º andar

04531-934 - São Paulo - SP - Brasil

Tel.: 55 11 3078-5366

**contato@blucher.com.br**

**www.blucher.com.br**

Segundo o Novo Acordo Ortográfico, conforme 6. ed. do *Vocabulário Ortográfico da Língua Portuguesa*, Academia Brasileira de Letras, julho de 2021.

É proibida a reprodução total ou parcial por quaisquer meios sem autorização escrita da editora.

Todos os direitos reservados pela Editora Edgard Blücher Ltda.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Angélica Ilacqua CRB-8/7057

Gabriel Filho, Oscar

Inteligência artificial e aprendizagem de máquina aspectos teóricos e aplicações / Oscar Gabriel Filho. - São Paulo : Blucher, 2023.

464 p.

Bibliografia

ISBN 978-65-5506-620-3

1. Inteligência artificial 2. Engenharia da computação I. Título

23-3482

CDD 006

Índices para catálogo sistemático:

1. Inteligência artificial

# CONTEÚDO

## PARTE I – ASPECTOS TEÓRICOS

<b>1. FUNDAMENTOS DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL</b>	<b>23</b>
1.1 Introdução	23
1.2 Definição de IA	23
1.3 Como surgiu a IA	25
1.4 As abordagens da IA	26
1.5 Conceitos relacionados com a IA	27
1.6 Consumir IA	36
1.7 IA na atualidade e perspectivas	36
1.8 Conclusões	37
<b>2. IA SIMBÓLICA</b>	<b>41</b>
2.1 Introdução	41
2.2 IA simbólica: os sistemas de símbolos físicos	41
2.3 Sistemas baseados em conhecimento	42
2.4 Lógica <i>Fuzzy</i> clássica ou lógica <i>Fuzzy</i> do Tipo 1	55
2.5 Lógica <i>Fuzzy</i> intervalar ou lógica <i>Fuzzy</i> do Tipo 2	80
2.6 Método de defuzzificação Takagi-Sugeno-Kang (TSK)	84
2.7 Conclusões	85

<b>3. IA CONEXIONISTA</b>	<b>87</b>
3.1 Introdução	87
3.2 Modelos de neurônios artificiais	89
3.3 Modelos de arquitetura	106
3.4 Algoritmos de aprendizagem	110
3.5 Breve histórico sobre a evolução das redes neurais artificiais	131
3.6 Conclusões	133
<b>4. RNA: ARQUITETURAS AVANÇADAS</b>	<b>137</b>
4.1 Introdução	137
4.2 Redes neurais convolucionais	137
4.3 Aprendizagem profunda	146
4.4 Conclusões	160
<b>5. IA EVOLUCIONISTA</b>	<b>163</b>
5.1 Introdução	163
5.2 Computação evolucionária	163
5.3 Algoritmos genéticos	166
5.4 Conclusões	185
<b>6. APRENDIZAGEM DE MÁQUINA</b>	<b>187</b>
6.1 Introdução	187
6.2 Diferença entre parâmetro e hiperparâmetro	190
6.3 Etapas da aprendizagem de máquina	192
6.4 Métodos de aprendizagem de máquina	195
6.5 Aprendizagem automática de máquina	199
6.6 Anormalidades na aprendizagem: sobreajuste e subajuste	202
6.7 Avaliação do modelo	207
6.8 As Fontes de Incerteza na aprendizagem de máquina	216
6.9 Comentários sobre as técnicas de aprendizagem de máquinas	218
6.10 Conclusões	218
<b>7. MAIS TÉCNICAS DE APRENDIZAGEM DE MÁQUINA (1)</b>	<b>221</b>
7.1 Introdução	221
7.2 Análise discriminante linear	222

7.3	Máquina de vetor de suporte	231
7.4	Conclusões	259
<b>8.</b>	<b>MAIS TÉCNICAS DE APRENDIZAGEM DE MÁQUINA (2)</b>	<b>261</b>
8.1	Introdução	261
8.2	Métodos de regressão	261
8.3	Bayes ingênuo	276
8.4	Árvore de decisão	281
8.5	K-Vizinhos mais próximos	295
8.6	Conclusões	299
<b>PARTE II – APLICAÇÕES</b>		
<b>9.</b>	<b>CONTROLE FUZZY</b>	<b>303</b>
9.1	Introdução	303
9.2	Controlador industrial PID	304
9.3	Controlador <i>Fuzzy</i> aplicado no braço de um disco rígido (HD)	307
9.4	Conclusões	312
<b>10.</b>	<b>PILOTO AUTOMÁTICO FUZZY</b>	<b>315</b>
10.1	Introdução	315
10.2	Projeto de um piloto automático <i>Fuzzy</i>	315
10.3	Etapa de fuzzificação	318
10.4	Etapa de inferência	319
10.5	Etapa de defuzzificação: Mamdani e Takagi-Sugeno-Kang	320
10.6	Conclusões	326
<b>11.</b>	<b>MODELOS POLINOMIAIS DISCRETOS: SIMULAÇÃO E PREDIÇÃO</b>	<b>327</b>
11.1	Introdução	327
11.2	Estruturas e estabilidade	328
11.3	Outra forma de obter os preditores de saída	340
11.4	Exemplo: modelagem experimental, simulação e predição	342
11.5	Resumo: estruturas e estabilidade	346
11.6	Conclusões	347

<b>12. IDENTIFICAÇÃO E CONTROLE DE PROCESSOS INDUSTRIAIS</b>	<b>349</b>
12.1 Introdução	349
12.2 Modelagem de sistemas	350
12.3 Controle de sistemas industriais	361
12.4 Conclusões	376
<b>13. ALOCAÇÃO DINÂMICA DE TAREFAS INDEPENDENTES</b>	<b>377</b>
13.1 Introdução	377
13.2 Formulação do problema	377
13.3 A solução usando algoritmo genético	378
13.4 Conclusões	381
<b>14. MODELAGEM EM GRANDE ESCALA</b>	<b>383</b>
14.1 Introdução	383
14.2 Partes de um modelo grande	385
14.3 O transformador ( <i>transformer</i> )	391
14.4 Outras tecnologias de modelo grande (LM)	393
14.5 Conclusões	393
<b>PARTE III – APÊNDICES</b>	
<b>APÊNDICE A</b>	
Método da propagação retroativa do erro ( <i>Error Backpropagation</i> )	397
<b>APÊNDICE B</b>	
Código Gray	417
<b>APÊNDICE C</b>	
Fundamentos de Matemática	423
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>445</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b>	<b>449</b>