

# HANSER



Uwe Lämmel, Jürgen Cleve

Künstliche Intelligenz

ISBN: 978-3-446-42758-7

Weitere Informationen oder Bestellungen unter

<http://www.hanser.de/978-3-446-42758-7>

sowie im Buchhandel.

# Index

## A

- Abkühlen
  - simuliertes 291
- Ableitbarkeit 42
- Adaline 195
- Adaptive Resonanz Theorie 270
  - Arbeitsweise 275
- Agent 20
  - BDI- 21
  - Eigenschaften 20
  - Internet- 23
  - Software- 23
- Ähnlichkeitsmaß 270, 273
- Aktionsregel 72
- Aktivierung 192, 193, 194, 195, 196, 206, 213, 216, 222, 237, 251, 259
- Aktivierungsfunktion 192, 193, 209, 213, 214, 215, 216, 232, 281, 292
- Aktualität 78
- Algorithmus 189, 211
  - Backpropagation 191, 211, 214, 217, 218, 221
  - Delta-Regel-Lern- 205, 318
  - Lern- 198
  - Lernalgorithmus neuronales Gas 265
  - SOM-Lern- 258
  - Wettbewerbslernen 251
- Allgemeingültigkeit 37
- Äquivalenz
  - semantische 44
- Arithmetik 171
- Artificial Intelligence 11
- ART-Netz 270
- A\*-Suche 136
- Atom 165

- Ausgabe 207, 247, 252, 256, 271, 281
  - eines Neurons 192, 194, 199, 204, 211, 213
  - erwartete 210
  - -funktion 213, 216
  - -Neuron 197, 204, 208, 210, 214, 222, 230, 236, 241, 247, 249, 297, 313
  - -schicht 197, 202, 212, 215, 279, 301, 310, 313
  - Standard- 306
  - tatsächliche 206
  - Trainings- 210
  - -wert 204, 205
- Ausgangszustand 115
- Aussage
  - atomare 34
  - unscharfe 91
  - unsichere 91
  - zusammengesetzte 34
- Aussagenlogik 33
- aussagenlogische Formel 35
- autoassoziatives Netz 198, 200, 264, 279, 304

## B

- Backpercolation 220
- Backpropagation 202, 203, 212, 221, 248
  - Algorithmus 210, 211, 213, 217
  - Backpercolation 220
  - mit Momentum 219
  - Modifikation 218
  - -Netz 215
  - QuickProp 219
  - Resilient 219
  - Standard- 223, 299
- Backtracking 158, 176

Batch-Lernverfahren 213  
 Bayessche Formel 95  
 BDI-Agent 21  
 beliefs 21  
 Benutzungsoberfläche  
   - soziale 24  
 Bergsteiger-Strategie 133  
 Bestensuche 135  
 bias 194, 217, 274, 302, 317  
 binäre  
   - Aktivierung 195  
   - Codierung 222, 237, 238  
   - Gewichtsmatrix 277  
   - Muster 239  
   - Vektoren 231, 272  
 Boltzmann-Maschine 290  
   - Arbeitsweise 293  
 Breitensuche 121  
 Business Rule 26, 82

**C**

Charakteristische Funktion 101  
 Codierung 207, 222, 227, 232, 233, 234, 235, 237, 244, 255  
   - binäre 238  
   - Bitstring- 246  
 Constraint-Probleme 146  
 Cut 177

**D**

Data Mining 232, 252  
 Datenreduktion 228  
 Datenvorverarbeitung 227, 231  
 Delaunay-Triangulation 266  
 Delta-Regel 204, 210, 318  
 Denken 11, 14, 189  
 desires *Siehe* BDI-Agent  
 Desktop-Agenten 24

**E**

Eingabe-Neuron 197, 205, 216, 228, 230, 238, 240, 253, 259, 264, 297, 313  
 Eingabeschicht 197, 202, 210, 255, 303  
 Eliza 24  
 Elman-Netz 249  
 Encoder-Decoder-Netz 227  
 Energie-Funktion 289  
 Energie-Funktion 289  
 Energie-Niveau 279, 283, 286, 288, 290, 291  
 Erfüllbarkeit 37, 58  
 Erinnerungsvermögen 247, 248, 249  
 Erkennung  
   - Muster 221, 227, 280  
   - Muster- 206, 280, 282, 307  
   - Zeichen 221, 270  
   - Zeichen- 241  
 Erregungszentrum 253, 255, 259  
 Expertensystem 16, 22  
 Expert system shell 30

**F**

Fairness 126  
 Fakt 151  
 Faktorisierung 64  
 Fehler 204, 210, 213, 268  
   - -funktion 212, 218  
   - Generalisierungs- 239  
   - -kurve 211, 218, 224  
   - mittlerer quadratischer 223  
   - Netz- 243, 244, 303  
   - -signal 214, 215, 217  
   - Trainings- 241  
 Feld  
   - rezeptives 243  
 Fitness-Funktion 244  
 Formel  
   - aussagenlogische 35  
   - geschlossene 54  
   - prädikatenlogische 54  
 Frame 85  
 Funktion 305  
   - Aktivierung *Siehe* Aktivierungsfunktion  
   - Ausgabe *Siehe* Ausgabefunktion  
   - berechenbare 203  
   - Energie- *Siehe* Energie-Funktion  
   - erlernbare 204  
   - Fehler- 211 *Siehe* Fehlerfunktion  
   - logistische 194  
   - Mexican-Hat *Siehe* Mexican-Hat-Funktion  
   - Propagierungs- 192  
   - Schwellwert *Siehe* Schwellwertfunktion  
   - Sinus- 229  
   - tanh- 194, 195, 215  
   - UND- *Siehe* UND-Funktion

- XOR- *Siehe* XOR-Funktion
- Fuzzy-Logik 106
- Fuzzy-Menge 100
  - Durchschnitt 104
  - Komplement 106
  - Teilmenge 103
  - Vereinigung 105
- Fuzzy-Regler 108

## G

Gas

- neuronales *Siehe* neuronales Gas
- Generalisierungsfähigkeit 198, 224, 226, 239, 267
- genetischer Algorithmus 244
- Gewicht 192, 195, 196, 199, 202, 207, 209, 210, 212, 216, 218, 251, 255, 260, 265, 272, 277, 285, 288, 297, 304, 306, 312, 313
- Gewichtsänderung 206, 212, 216, 218, 257, 307
- Gewichtsmatrix 216, 217, 272, 280, 286, 312
- Gewinner-Neuron 251, 255, 256, 262, 265, 271, 309
- Glockenkurve 257
- Gradient 212, 218
- Gradientenabstiegsverfahren 211
- Graph 115, 196

## H

Hardware-Agent 21, 25

Heuristik des nächsten Nachbarn 132

hidden Neuron 197, 297

Hopfield-Netz 199, 279, 288, 313, 314

Horn-Klausel 67

## I

Identität 193, 194, 208, 213

Inferenzregel 42, 60

intentions *Siehe* BDI-Agent

Interpretation 36, 58
 

- logische 164
- prozedurale 164

Iterative Broadening 146

Iterative Deepening 128, 146

## J

Java 25, 309, 312

JavaNNS 19, 295, 309

Jordan-Netz 247, 308

Julia 24

## K

Karte

- selbstorganisierende *Siehe* selbst-organisierende Karte
- KI *Siehe* künstliche Intelligenz
  - Symbol verarbeitende 16
- Klasse 315
- Klassifizierung 200, 221, 234, 252, 255, 271, 309
- klassische KI 14, 16
- Klausel 45, 151
  - leere 49
- Klausel-Normalform 45
- Kohonen-Karte 252, 258, 261, 302, 314
- konjunktive Normalform 45, 47, 61
- Kontext-Neuron 247, 249
- Korrektheit 43, 49, 61, 65
  - Resolution 49
- Kreuzung 245
- künstliche Intelligenz 13, 190
  - klassische 14
  - Symbol verarbeitende 14
- Kurvenverlauf 230, 246
  - Prognose 229
- Kurvenverläufe 307

## L

LEGO-Roboter 25

Lernen 14, 20, 198, 204, 205, 211, 216, 235, 298
 

- Backpropagation 212
- Batch-Verfahren 213
- bestärkendes 199
- Delta-Regel 204
- nicht überwachtes 200, 252, 254
- Online-Verfahren 213
- SOM- 258
- überwachtes 199, 304
- Wettbewerbs- *Siehe* Wettbewerbslernen

Lernfaktor 205, 215, 216, 223, 224, 238, 258, 304, 319

Linear Treshold Unit 195

Liste 168

Literal 45, 155

- Logik 32  
 logische Verknüpfung  
 - ODER *Siehe* ODER-Funktion  
 - UND *Siehe* UND-Funktion  
 - XOR *Siehe* XOR-Funktion  
 logistische Funktion 193, 194, 209, 214, 237, 292  
 LTU 195
- M**
- mean squared error 223  
 Mean Squared Error 223, 308  
 Measure of belief 100  
 Measure of disbelief 100  
 Merkmalsreduktion 227  
 Mexican-Hat-Funktion 257  
 MinMax-Strategie 146  
 Modell 38  
 Modus ponens 41, 60  
 Modus tollens 42  
 most general unifier 162  
 MSE *Siehe* mean squared error  
 Musterassoziator 285  
 Mustererkennung 221, 227, 280, 282, 283, 288, 307  
 Mustervergleich 153  
 Mutation 245
- N**
- Negation 179  
 Netz  
 - ART- 251, 270  
 - autoassoziatives *Siehe* autoassoziatives Netz  
 - Backpropagation- 210  
 - Elman- 249  
 - Hopfield *Siehe* Hopfield-Netz  
 - Speicherkapazität 242  
 - vorwärtsgerichtetes Netz *Siehe* vorwärtsgerichtetes Netz  
 - Wissens- 26  
 Neuron  
 - biologisches 192  
 - Gewinner- *Siehe* Gewinner-Neuron  
 - hidden 197, 297  
 - Kontext- 247, 249
- künstliches 192  
 - On-Neuron 216  
 neuronales Gas 251, 264, 312, 314  
 neuronales Netz  
 - Anwendung 221, 252, 280  
 - Architektur 196, 200  
 - Entwicklung 198, 295  
 - vollvernetzt 198  
 - vorwärts gerichtetes 197  
 Normalform 43  
 - konjunktive *Siehe* konjunktive Normalform
- O**
- Occur-Check 163  
 ODER-Funktion 34, 200  
 On-Neuron 216  
 Optimierung  
 - genetische 244  
 - Netzgröße 239  
 - Rundreiseproblem 128, 140, 260, 279, 287  
 Overfitting 240, 267
- P**
- Parameterübergabe 160  
 partiell rückgekoppeltes Netz 246  
 Perzepron 16, 202, 316  
 - Implementation 313  
 - Konvergenz-Theorem 204  
 Philosophie 12  
 Plastizitäts-Stabilitäts-Dilemma 270  
 Prädikat 153, 155  
 Prädikatenlogik 52  
 Prognose 221, 228, 252, 308  
 Prolog 149  
 - Regel 154  
 - Steuerung 173  
 Propagierungsfunktion 192
- Q**
- Quantifizierung 53  
 QuickProp 219, 223
- R**
- Regel 71, 151  
 - 2/3- 276  
 - Delta- *Siehe* Delta-Regel

- resilient Backpropagation 219, 223, 241  
 Resolution 43, 48, 61, 64
  - Korrektheit 49, 65
  - Strategien 66
  - Widerlegungsvollständigkeit 49, 65
 Resolvente 48, 64  
 Restlistenoperator 168  
 rezeptives Feld 243  
 RPROP 219, 223, 224  
 Rückkopplung 198, 228, 247, 253, 279  
 Rückwärtsverkettung 78  
 Rundreiseproblem *Siehe* Optimierung, Rundreiseproblem
- S**
- Schlussregel 41  
 Schwellwert 199, 204, 274, 285, 301, 317  
 Schwellwertfunktion 193, 204, 213, 281  
 selbstorganisierende Karte 251, 252, 313  
 Selektion 232, 245  
 Self-Organizing Map *Siehe* selbstorganisierende Karte  
 semantische Äquivalenz 44  
 Semantische Folgerung 39, 60  
 Semantisches Netz 85  
 Set-Of-Support-Strategie 66  
 shortcut connection 197  
 Sicherheitsfaktor 96  
 Simulated Annealing 146, 291, 293  
 simuliertes Abkühlen *Siehe* Simulated Annealing  
 Skolemisierung 62  
 SLD-Resolution 68  
 SNNS 19, 191, 196, 210, 219, 221, 230, 241, 248, 274, 295  
 SOM 252  
 Speicherkapazität 242  
 Spezifität 78  
 SSE 308  
 Struktur 166  
 Stuttgarter Neuronale Netze Simulator *Siehe* SNNS  
 Subsumption 67  
 Suche 115
  - Fairness 126
  - heuristische 128
  - informierte 130
  - Komplexität 127
  - Korrektheit 126
  - uninformierte 118
  - vollständige 117
  - Vollständigkeit 125
 Suchproblem 115  
 Suchverfahren 114  
 Summed Squared Error 308  
 Symbol verarbeitende KI 13
- T**
- Tabellenkalkulation 19, 215  
 Tabu-Suche 146  
 Tautologie 37, 39, 58, 67  
 t-CoNorm 105  
 teaching output 204  
 Term 54  
 Threshold Accepting 146  
 Tiefensuche 120  
 t-Norm 104  
 Topic Map 89  
 Training 195, 205, 206, 210, 217, 218, 223, 236, 240, 241, 296, 298, 309, 314  
 Trainingsmenge 239, 303  
 Trainingsmuster 298  
 Turing-Test 12, 24
- U**
- UML 17, 312  
 UND-Funktion 34, 195, 201, 204, 207  
 Unified Modelling Language *Siehe* UML  
 Unifikation 64, 161  
 Unscharfes Wissen 91, 100  
 Unsicheres Wissen 91, 92
- V**
- Vages Wissen 91  
 Variable 166  
 Variablensubstitution 161  
 Verbindungsgewicht 196, 199, 204, 210, 213, 216, 222, 256  
 verdecktes Neuron 197  
 Vererbung 31  
 verrauschen 227, 239  
 Vollständigkeit 43, 125

Voronoi-Tesselation 266  
vorwärtsgerichtetes Netz 202, 270, 315  
Vorwärtsverkettung 74

**W**

Wachsendes neuronales Gas 267  
Wahrheitswerttabelle 34, 39  
Wahrscheinlichkeit 93  
– bedingte 93  
Wahrscheinlichkeitsfunktion 93  
Wenn-Dann-Regel 71  
Wettbewerbslernen 19, 191, 200, 251, 265  
Widerlegungsvollständigkeit  
– Resolution 49, 65  
Widerspruch 49, 63  
Widerspruchsbeweis 43, 47, 61  
Wiedererkennung 190, 282  
winner takes all 251

Wissen  
– logisches 32  
– prozedurales 31  
– relationales 31

Wissensnetz 89  
Wissensrepräsentation 28, 38  
Wissensverarbeitung 28, 38

**X**

XOR-Funktion 34, 206, 207, 210, 215, 296

**Z**

Zahl 166  
Zeichenerkennung *Siehe* Mustererkennung  
Zeichenkette 166  
Zielzustand 115  
Zulässigkeit 140  
Zustandsraum 118