

George F. Luger

Künstliche Intelligenz

Strategien zur Lösung komplexer Probleme

4. Auflage

**Pearson
Studium**

ein Imprint der Pearson Education Deutschland GmbH

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	13
Einleitung	13
Neuerungen dieser Auflage	15
Inhalt	16
Verwendung dieses Buches	18
Über das Internet verfügbare ergänzende Materialien	19
Danksagung	20

Teil I Künstliche Intelligenz: Ursprünge und Anwendungsgebiete

1 KI: Geschichte und Anwendungen	25
1.1 Von Eden bis ENIAC: Haltungen gegenüber Intelligenz, Wissen und menschlicher Kunstfertigkeit	25
1.2 Überblick über KI-Anwendungsbereiche	39
1.3 Künstliche Intelligenz - eine Zusammenfassung	50
1.4 Epilog und Literaturhinweise	51
Übungen	53

Teil II Repräsentations- und Suchverfahren der Künstlichen Intelligenz

2 Die Prädikatenlogik	71
2.0 Einführung	71
2.1 Die Aussagenlogik	71
2.2 Die Prädikatenlogik	75
2.3 Mit Hilfe von Schlussregeln prädikatenlogische Ausdrücke bilden	87
2.4 Anwendung: ein auf Logik basierender Finanzberater	97
2.5 Epilog und Literaturhinweise	101
Übungen	102
3 Strukturen und Strategien der Zustandsraumsuche	105
3.0 Einführung	105
3.1 Graphentheorie	108
3.2 Strategien der Zustandsraumsuche	117
3.3 Repräsentation des prädikatenlogischen Schließens mit Hilfe von Zustandsräumen	130

Inhaltsverzeichnis

3.4	Epilog und Literaturhinweise	144
	Übungen	145
4	Heuristische Suche	147
4.0	Einführung	147
4.1	Ein Algorithmus zur heuristischen Suche	151
4.2	Zulässigkeit, Monotonie und Informiertheit	163
4.3	Einsatz von Heuristiken in Spielen	168
4.4	Fragen der Komplexität	177
4.5	Epilog und Literaturhinweise	180
	Übungen	181
5	Steuerung und Implementierung der Zustandsraumsuche	185
5.0	Einführung	185
5.1	Auf Rekursion basierende Suchverfahren	186
5.2	Musterorientierte Suche	190
5.3	Produktionssysteme	197
5.4	Die Blackboard-Architektur für Problemlösungsverfahren	213
5.5	Epilog und Literaturhinweise	215
	Übungen	216

Teil III Repräsentation und Intelligenz - die KI-Herausforderung

6	Wissensrepräsentation	225
6.0	Probleme der Wissensrepräsentation	225
6.1	Kurzer Überblick über Repräsentationsschemata der KI	226
6.2	Konzeptgraphen: eine Netzwerksprache	247
6.3	Alternativen zur expliziten Repräsentation	258
6.4	Agentenbasiertes und verteiltes Problemlösen	265
6.5	Epilog und Literaturhinweise	271
	Übungen	274
7	„Starke“ Problemlösungsmethoden	279
7.0	Einführung	279
7.1	Überblick über die Expertensystemtechnologie	281
7.2	Regelbasierte Expertensysteme	289
7.3	Modellbasierte, fallbasierte und hybride Systeme	301
7.4	Planung	319
7.5	Epilog und Literaturhinweise	334
	Übungen	336
8	Schließen in unsicheren Situationen	339
8.0	Einführung	339
8.1	Logikbasiertes abduktives Schließen	341
8.2	Abduktion: Alternativen zur Logik	356
8.3	Der stochastische Ansatz zur Unsicherheit	370
8.4	Epilog und Literaturhinweise	382
	Übungen	384

Teil IV Maschinelles Lernen

9 Maschinelles Lernen: symbolbasiert	391
9.0 Einführung	391
9.1 Ein Rahmen für symbolbasiertes Lernen	394
9.2 Version-Space-Suche	400
9.3 Der ID3-Algorithmus zur Decision Tree Induction	413
9.4 Induktive Kalibrierung und Erlernbarkeit	422
9.5 Wissen und Lernen	427
9.6 Unüberwachtes Lernen	437
9.7 Reinforcement-Lernen	447
9.8 Epilog und Literaturhinweise	454
Übungen	455
10 Maschinelles Lernen: konnektionistisch	459
10.0 Einführung	459
10.1 Grundlagen konnektionistischer Netze	461
10.2 Perceptron-Lernverfahren	464
10.3 Backpropagation-Lernverfahren	474
10.4 Wettbewerbslernen	480
10.5 Hebbsches Koizidenzlernen	488
10.6 Attraktornetze	498
10.7 Epilog und Literaturhinweise	508
Übungen	509
11 Maschinelles Lernen: sozial und emergent	511
11.0 Soziale und emergente Lernmodelle	511
11.1 Der genetische Algorithmus	513
11.2 Klassifikationssysteme und genetische Programmierung	523
11.3 Künstliche Lebensformen und soziales Lernen	535
11.4 Epilog und Literaturhinweise	546
Übungen	547

Teil V Fortgeschrittene KI-Problemlösungen

12 Automatisches Schließen	553
12.0 Einführung zu den schwachen Theorembeweismethoden	553
12.1 General Problem Solver und Differenztabellen	554
12.2 Resolution	560
12.3 PROLOG und automatisches Schließen	578
12.4 Weitere Themen des automatischen Schließens	584
12.5 Epilog und Literaturhinweise	591
Übungen	592
13 Natürlichsprachliche Systeme	595
13.0 Das Problem der Interpretation natürlicher Sprache	595
13.1 Sprachdekomposition: eine symbolische Analyse	598
13.2 Syntax	601

Inhaltsverzeichnis

13.3	Verarbeitung von Syntax und Wissen mit ATN-Parsern	611
13.4	Stochastische Verfahren bei der Sprachanalyse	620
13.5	Anwendungen zur Verarbeitung natürlicher Sprache	628
13.6	Epilog und Literaturhinweise	635
	Übungen	637

Teil VI Programmiersprachen und -techniken der Künstlichen Intelligenz

14	Einführung in Prolog	649
14.0	Einführung	649
14.1	Syntax der prädikatenlogischen Programmierung	650
14.2	Abstrakte Datentypen (ADTs) in PROLOG	661
14.3	Ein Beispiel für ein Produktionssystem in PROLOG	665
14.4	Alternative Suchstrategien entwerfen	670
14.5	Ein PROLOG-Planer	675
14.6	Meta-Prädikate, Typen und Unifikation	678
14.7	Meta-Interpreter in PROLOG	685
14.8	Lernalgorithmen in PROLOG	701
14.9	Die Verarbeitung natürlicher Sprache in PROLOG	710
14.10	Epilog und Literaturhinweise	717
	Übungen	720
15	Eine Einführung in LISP	725
15.0	Einführung	725
15.1	LISP-ein Überblick	726
15.2	Die Suche in LISP: ein funktionaler Ansatz für das Problem des Bauern, des Wolfs, der Ziege und des Kohls	747
15.3	Funktionen höherer Ordnung und prozedurale Abstraktion	752
15.4	Suchstrategien in LISP	755
15.5	Mustervergleich in LISP	759
15.6	Eine rekursive Unifikationsfunktion	761
15.7	Interpreter und eingebettete Sprachen	765
15.8	Logische Programmierung in LISP	767
15.9	Streams und verzögerte Auswertung	776
15.10	Eine Expertensystem-Shell in LISP	780
15.11	Semantische Netze und Vererbung in LISP	786
15.12	Objektorientierte Programmierung mit CLOS	790
15.13	Lernen in LISP: der ID3-Algorithmus	801
15.14	Epilog und Literaturhinweise	812
	Übungen	813

Teil VII Epilog

16 Künstliche Intelligenz als empirische Forschung	821
16.0 Einführung	821
16.1 Künstliche Intelligenz: Neudefinition	823
16.2 Die Wissenschaft der intelligenten Systeme	834
16.3 KI: Aktuelle Probleme und Entwicklungen in der Zukunft	845
16.4 Epilog und Literaturhinweise	850
Literaturverzeichnis	851
Autorenregister	877
Sachregister	881
Bild- und Textnachweise	891