

Marcus Spies

# Unsicheres Wissen

Wahrscheinlichkeit, Fuzzy-Logik, neuronale Netze  
und menschliches Denken

# Inhalt

<b>Vorwort von Klaus Eyferth</b>	<b>11</b>
<b>Zum Geleit – Vorbemerkungen von Wolfgang Glatthaar</b>	<b>14</b>
<b>Einleitung</b>	<b>17</b>
1. Was ist unsicheres Wissen?	17
2. Worum geht es in diesem Buch?	19
3. Perspektive: Kognitive Modelle der Informationsverarbeitung	20
4. Zum Aufbau des Buches	22
5. Für wen ist dieses Buch geschrieben?	23
<b>1. Unsicherheit und Wahrscheinlichkeit</b>	<b>25</b>
1.1 Grundlagen und Interpretationen von Wahrscheinlichkeit	26
1.1.1 Der Begriff des Ereignisses	26
1.1.2 Die frequentistische Interpretation der Wahrscheinlichkeit	28
1.1.3 Die logische Interpretation der Wahrscheinlichkeit	30
1.1.4 Die subjektive Interpretation der Wahrscheinlichkeit	33

1.2	Wahrscheinlichkeiten in Expertensystemen	36
1.2.1	Bedingte Wahrscheinlichkeiten	36
1.2.2	Kombination von Evidenz	41
1.2.3	Unabhängige und bedingt unabhängige Ereignisse	44
1.2.4	Gewißheitsfaktoren	49
1.2.5	Die Aktualisierung von Wahrscheinlichkeiten	51
1.3	Wahrscheinlichkeit und menschliche Urteile	58
1.3.1	Heuristiken und Fehleinschätzungen	58
1.3.2	Repräsentativität: Die große Wirkung kleiner Zahlen	59
1.3.3	Wenig zugänglich, aber sehr zuversichtlich: Numerische Urteile zur Wahrscheinlichkeit	67
1.3.4	Kognitive Täuschungen und kognitive Rationalität	71
1.3.5	Qualitative Wahrscheinlichkeit	74
<b>2.</b>	<b>Die Dynamik vernetzten Wissens</b>	<b>80</b>
2.1	Vernetztes Wissen	80
2.1.1	Vernetztes Wissen bei Sicherheit	81
2.1.2	Vernetztes Wissen bei Unsicherheit	85
2.1.3	Der Weg zur lokalen Repräsentation der Vernetzung unsicheren Wissens	86
2.2	Graphische Strukturmodelle unsicheren Wissens	92
2.2.1	Zusammenhang und Unabhängigkeit in Graphen	92
2.2.2	Kausale Schemata	97
2.3	Kausale und diagnostische Evidenz in Kettenschlüssen	106
2.3.1	Integration von Evidenz für einen Aspekt der Welt	109
2.3.2	Propagation von Evidenz in Richtung der Kausalität	112
2.3.3	Propagation von Evidenz gegen die Richtung der Kausalität: Diagnostisches Schließen	117
2.3.4	Lokale Kombination von propagierter Evidenz	120
2.3.5	Das Beispiel vom gestohlenen Autoradio (1. Version)	121
2.4	Verarbeitung von Evidenz in Kausalbäumen	126
2.4.1	Lokale Berechnungen an einem Knoten eines Kausalbaumes	128
2.4.2	Das Beispiel des gestohlenen Radios (2. Version)	132
2.5	Die Berücksichtigung von Mehrfachursachen	138
2.6	Vernetzte Strukturmodelle	140
2.6.1	Integration von Aspekten der Welt	140
2.6.2	Strukturierungen integrierter Weltaspekte	144
2.6.3	Propagation von Evidenz durch Cliques	156
2.7	Schluß	162

<b>3. Plausibilität und Evidenz</b>	<b>167</b>
3.1 Die Logik der Plausibilität	168
3.2 Relative Häufigkeit und Evidenztheorie	173
3.3 Wetten auf Mengen	179
3.4 Plausibilitätsintervalle	180
3.5 Die Evidenztheorie als Logik der Plausibilität	182
3.6 Kombination von Evidenz über Plausibilitätsintervalle	185
3.7 Konkordante und konflikthafte Evidenz	187
3.8 Die Repräsentation der völligen Unwissenheit	193
3.9 Plausibilitäten in wissensbasierten Systemen	194
3.10 Plausibilitäten in kausalen Strukturmodellen	196
3.10.1 Glaubensfunktionen für mehrere Aspekte der Welt	196
3.10.2 Qualitativ unabhängige Aspekte der Welt	199
3.10.3 Propagation von Plausibilität	202
3.11 Schluß	210
<b>4. Unscharfes Schließen</b>	<b>212</b>
4.1 Unscharfes Wissen	213
4.2 Der Begriff der unscharfen Menge	215
4.3 Quantifizierungen der Unschärfe	218
4.3.1 Zugehörigkeit als Wahrscheinlichkeit	219
4.3.2 Zugehörigkeit als Intensität (1)	221
4.3.3 Zugehörigkeit als Intensität (2)	222
4.3.4 Zugehörigkeit als Ähnlichkeit	223
4.3.5 Zugehörigkeit als Abstufung	224
4.3.6 Zugehörigkeit als Approximation	225
4.3.7 Zusammenfassung	227
4.4 Kalküle der Unschärfe	227
4.5 Von Mengen zu Aussagen: Die Möglichkeitstheorie	231

4.6	Schließen über mögliche Aspekte der Welt	235
4.6.1	Schema und Bedeutung eines Möglichkeitsschlusses	235
4.6.2	Gebirge bedingter Möglichkeiten	237
4.6.3	Integration bedingter und gegebener Möglicheitsevidenz	239
4.6.4	Stärken der Unschärfe	243
4.7	Unscharfe Prozeßsteuerung – ein Beispiel kognitiver Modellierung	244
4.8	Schluß	256
<b>5.</b>	<b>Muster und Merkmale in neuronalen Netzwerken</b>	<b>258</b>
5.1	Übersicht	258
5.2	Einleitung	259
5.3	Repräsentation von Mustern	263
5.3.1	Muster als Vektoren	263
5.3.2	Ähnlichkeiten zwischen Mustern	267
5.4	Grundlagen neuronaler Modelle der Informationsverarbeitung	271
5.5	Modellneuronen im Musterraum	276
5.6	Funktionsweisen neuronaler Modelle	276
5.6.1	Merkmalsdetektion	279
5.6.2	Musterklassifikation	287
5.6.3	Musterassoziation	298
5.7	Lernen und Wissensrepräsentation in linearen Musterassoziatoren	307
5.7.1	Der lineare Assoziator	307
5.7.2	Lernen als Systemidentifizierung	311
5.7.3	Lokales Lernen	313
5.7.4	Die Hebbsche Lernregel	314
5.7.5	Die Lernregel nach Widrow und Hoff	317
5.7.6	Der Hof der Ähnlichkeiten	321
5.7.7	Autoassoziation	325
5.8	Modelle mit verborgenen Verarbeitungseinheiten	327
5.8.1	Rückwärtsfortschreibung: Lernen interner Repräsentationen	332
5.8.2	Lernen durch Rückwärtsfortschreibung	335
5.8.3	Perspektiven für Rückwärtsfortschreibungsnetze	338

5.9 Optimale Assoziationen in Energielandschaften	341
5.10 Neuronale Netzwerke und kognitive Psychologie	351
5.10.1 Wahrnehmung und Denken	351
5.10.2 Autoassoziatoren und menschliches Gedächtnis	356
5.11 Diskussionen um konnektionistische Modelle	359
<b>Nachwort</b>	<b>365</b>
<b>Literatur</b>	<b>367</b>
<b>Index</b>	<b>383</b>