

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung und Grundbegriffe der Expertensysteme	1
1.1	Historische Entwicklung der Künstlichen Intelligenz (KI)	2
1.2	Teilgebiete der Künstlichen Intelligenz	6
1.3	Grundbegriffe	7
1.4	Wissensbasierte Systeme	10
1.5	Expertensysteme in der Energieversorgung	14
	Literatur	19
2	Repetitorium der Prädikatenlogik	21
2.1	Wissen	21
2.2	Logische Grundbegriffe	23
2.3	Verknüpfung der Aussagen	25
2.4	Prädikatenlogik mit Variablen	35
2.5	Prädikatenformeln und ihre Beweise	36
2.6	Aufgaben zur Übung	42
2.7	LÖSUNGEN Aufgaben Abschn. 2.6	43
	Literatur	45
3	Wissensrepräsentation und Wissensakquisition	47
3.1	Wissensrepräsentation	47
3.1.1	Einführung	47
3.1.2	Produktionsregeln	48
3.1.3	Semantische Netze	52
3.1.4	Rahmen	54
3.1.5	Wandtafelkonzepte	57
3.2	Wissensakquisition	59
3.2.1	Einführung	59
3.2.2	Lernen durch externe Eingabe und die Akquisition von Wissen	60
3.2.3	Lernen als Erkenntnis von Gesetzen oder Regelmäßigkeiten	62
3.2.4	Lernen durch Analogie	63
	Literatur	65

4	Deklaratives Programmieren und Inferenzmechanismen	67
4.1	Deklaratives Programmieren	67
4.2	Inferenzmechanismen	69
4.3	PROLOG	73
	Literatur.	75
5	Behandlung von Ungenauigkeit	77
5.1	Einführung	77
5.2	Wahrscheinlichkeiten.	80
5.3	Beispiel für die Anwendung des Satzes von Bayes	81
	Literatur.	83
6	Fuzzy-Logik	85
6.1	Fuzzy-Sets – Einleitung	85
6.1.1	Geschichte der Fuzzy-Logik	85
6.1.2	Fuzzy-Sets – unscharfe Mengen. Grundbegriffe und Definition.	90
6.1.3	Darstellung der unscharfen Mengen – Zugehörigkeitsfunktionen.	96
6.2	Fuzzy-Algebra	98
6.2.1	Basisoperationen mit Fuzzy-Sets.	98
6.2.2	Weitere Fuzzy-Set-Operatoren und Auswahlkriterien	101
6.2.3	Linguistische Modifikatoren	103
6.2.4	L-R-Fuzzy-Zahlen	103
6.3	Anwendung der Fuzzy-Logik zur Problemlösung.	110
6.3.1	Prinzip der Fuzzy-Logik – Bearbeitung der Information	110
6.3.2	Fuzzyifizierung – Fuzzy-Klassifikation und linguistische Variablen	112
6.3.3	Entscheidungslogik – Fuzzy-Regeln	117
6.3.4	Defuzzyifizierung	119
6.4	Fuzzy-Techniken in Expertensystemen	120
6.5	Zusammenfassung	122
6.5.1	Fuzzy-Tools	122
6.5.2	Beispiel – Anordnung der Abnehmer und Stationen	123
	Literatur.	129
7	Künstliche Neuronale Netzwerke	131
7.1	Einführung	132
7.2	Historischer Rückblick	133
7.3	Das Neuron und seine Funktionen.	136
7.4	Neuronale Netzwerke und deren Trainingsmethoden	143
7.4.1	Überblick über die Netzarten.	143
7.4.2	Grundlagen des KNN-Trainings	147
7.4.3	Training von Multi-Layer-Perzeptron-KNN	152
7.4.4	Training von KNN mit Rückkopplung: Das Hopfield-Modell	168
7.4.5	Lernverfahren für selbstorganisierte KNN.	175
7.5	Einsatz neuronaler Netzwerke – Methodik	180

7.6	Anwendungsbeispiele	183
7.6.1	Lastflussprognose	183
7.6.2	Erkennung des Systemzustandes	190
	Literatur	201
8	Neuro-Fuzzy-Systeme	203
8.1	Einführung	203
8.2	Prinzip der Übersetzung mittels Neuro-Fuzzy-Systeme	206
8.2.1	Modellierung des Fuzzyifizierungsprozesses	206
8.2.2	Modellierung des Regelsatzes	208
8.2.3	Defuzzyifizierung	210
8.3	Weitere Hinweise	212
8.4	Übungsaufgabe	212
8.4.1	Weitere Übungen zum tieferen Verständnis	213
	Literatur	213
9	Daten- und Wissensbanken in Expertensystemen für die Energieversorgung	215
9.1	Einleitung – Datenbankkonzepte	215
9.2	Typische Strukturen in Daten der Energieversorgung	217
9.2.1	Einführung	217
9.2.2	Lastverläufe und Einspeisedaten	218
9.2.3	Netztopologie	218
9.2.4	Betriebsmitteldaten	221
9.3	Objektorientierte Datenrepräsentation	222
9.3.1	Struktur und Hierarchie von Objekten	222
9.3.2	Modellierung mittels Unified Modeling Language (UML)	224
9.3.3	Stammdaten von Netzelementen als hierarchische Struktur	225
9.3.4	Repräsentation von Netzstrukturen	226
9.3.5	Repräsentation von Zeitreihen	227
9.3.6	Objektorientierte Datenbanken	229
9.4	Common Information Model	230
	Literatur	233
10	Expertensysteme in der elektrischen Energieversorgung – Beispiel	235
10.1	Einleitung	235
10.2	Ziele für das Expertensystem SiExPro zur Schutzkoordination	237
10.3	Architektur des Expertensystems SiExPro zur Schutzkoordination	240
10.4	Grafische Oberfläche des Expertensystems SiExPro	240
10.5	Lösung einer Beispielaufgabe [6]	243
10.6	Zusammenfassung	246
	Literatur	247
	Stichwortverzeichnis	249