

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	XV
Tabellenverzeichnis	XXI
Symbolverzeichnis	XXIII
Abkürzungsverzeichnis.....	XXVII
1 Einleitung.....	1
2 Computergestützte Informationsversorgung des Managements.....	5
2.1 Überblick.....	5
2.2 Kommunikation.....	5
2.3 Information.....	9
2.4 Informationssysteme.....	12
2.4.1 Begriff und Aufgaben.....	12
2.4.2 Grundstruktur	14
2.4.3 Komponenten	16
2.5 Management	18
2.5.1 Begriffsklärung.....	18
2.5.2 Managementprozeß.....	20
2.5.3 Informationsbedarf.....	22
2.6 Management-Informationssysteme	28
2.6.1 Begriff und Ziele	28
2.6.2 Dimensionen.....	34
2.6.3 Gestaltungsmerkmale	38
2.6.3.1 Bedienung.....	38
2.6.3.2 Flexibilität	41
2.6.3.3 Integrationsfähigkeit	42
2.6.4 Funktionen.....	45
2.6.4.1 Überblick.....	45
2.6.4.2 Allgemeine Funktionen	47
2.6.4.2.1 Bedienung.....	47
2.6.4.2.2 Systemverbindung.....	49
2.6.4.2.3 Datenbankfunktionen.....	49
2.6.4.3 Informationsorientierte Funktionen	51
2.6.4.3.1 Informationsverdichtung.....	51
2.6.4.3.2 Informationsfilterung	59
2.6.4.3.3 Informationspräsentation	60
2.6.4.4 Entscheidungsorientierte Funktionen	61

2.6.4.4.1	Datenanalyse	61
2.6.4.4.1.1	Begriff	61
2.6.4.4.1.2	Prognose	62
2.6.4.4.1.3	Diagnose	66
2.6.4.4.2	Entscheidung	68
2.6.4.4.2.1	Begriff	68
2.6.4.4.2.2	Konventionelle Verfahren	70
2.6.4.4.2.3	Wissensbasierte Verfahren	70
2.6.4.4.3	Simulation	72
2.6.5	Architektur	74
3	Theoretische Analyse von neuronalen Netzen	77
3.1	Ziele	77
3.2	Begriffsklärungen	79
3.3	Aufbau und Funktionsweise	81
3.3.1	Netztopologie	81
3.3.2	Signalverarbeitung	85
3.3.3	Lernen	89
3.3.3.1	Begriff	89
3.3.3.2	Lernziele	90
3.3.3.3	Lernkonzepte	90
3.3.3.4	Lernzeitpunkte	92
3.3.3.5	Lernparameter	92
3.3.3.6	Grundlegende Lernregeln	93
3.3.3.6.1	Unüberwachtes Lernen: Hebb'sche Lernregel	93
3.3.3.6.2	Unüberwachtes Lernen in rückgekoppelten Netzen: Hopfield-Lernregel und Simulated Annealing	94
3.3.3.6.3	Überwachtes Lernen: Delta-Regel	96
3.3.3.6.4	Überwachtes Lernen mit verdeckten Schichten: Generalisierte Delta-Regel	97
3.3.3.6.5	Wettbewerbslernen: Kohonens Lernregel	98
3.3.3.6.6	Lernen und Vergessen: Grossbergs Lernregel	100
3.3.4	Daten	100
3.3.4.1	Grundlagen	100
3.3.4.2	Auswahl	101
3.3.4.3	Vorverarbeitung	101
3.3.5	Architektur	103
3.4	Methoden zur Darstellung	104

3.5 Vorgehensmodell zum Arbeiten	106
3.6 Netzparadigmen.....	109
3.6.1 Überblick.....	109
3.6.2 Vorwärtsgekoppelte Netze.....	111
3.6.2.1 Perceptron.....	111
3.6.2.2 Adaline und Madaline	114
3.6.2.3 Multilayer-Perceptron (Backpropagation).....	117
3.6.3 Rückgekoppelte Netze	128
3.6.3.1 Hopfield	128
3.6.3.2 Boltzmann Maschine	133
3.6.3.3 Lernende Vektorquantisierung	139
3.6.3.4 Selbstorganisierende Karten	141
3.6.3.5 Adaptive Resonanztheorie	145
3.6.3.6 Bidirektionale Assoziativspeicher	152
3.6.3.7 Counterpropagation.....	155
3.6.3.8 Radiale Basisfunktionsnetze	160
3.7 Kombination mit anderen Methoden.....	162
3.7.1 Neuronale Netze und Fuzzy Logic	162
3.7.2 Neuronale Netze und evolutionäre Algorithmen.....	166
3.7.2.1 Grundlagen.....	166
3.7.2.2 Kombinationsmöglichkeiten der Methoden.....	171
4 Anwendungsbereiche für neuronale Netze in Management- Informationssystemen	175
4.1 Überblick.....	175
4.2 Kriterien zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit von neuronalen Netzen in Management-Informationssystemen.....	176
4.3 Untersuchung zum Einsatz neuronaler Netze zur Diagnose	178
4.3.1 Überblick über ausgewählte Forschungsergebnisse.....	178
4.3.2 Konkretisierung der Problemstellung	181
4.3.3 Beschreibung des Versuchsaufbaus	184
4.3.4 Ergebnisse der Untersuchung.....	190
4.3.4.1 Bidirektionale assoziative Speicher.....	190
4.3.4.2 Radiale Basisfunktionsnetze und Counterpropagation....	192
4.3.4.3 Lineare Vektorquantisierung	196
4.3.4.4 Selbstorganisierende Karten	198
4.3.4.5 Backpropagation.....	200
4.3.4.5.1 Vorgehensweise.....	200
4.3.4.5.2 Ergebnisse.....	203

4.3.4.6	Vergleich der Ergebnisse und Bewertung	207
4.4	Untersuchung zum Einsatz neuronaler Netze zur Prognose	210
4.4.1	Überblick über ausgewählte Forschungsergebnisse	210
4.4.2	Konkretisierung der Problemstellung	213
4.4.3	Fundamentale Prognose	213
4.4.3.1	Beschreibung des Versuchsaufbaus	213
4.4.3.2	Ergebnisse der Untersuchung	215
4.4.4	Technische Prognose	219
4.4.4.1	Beschreibung des Versuchsaufbaus	219
4.4.4.2	Ergebnisse der Untersuchung	221
4.4.5	Vergleich der Ergebnisse und Bewertung	223
4.5	Untersuchung zum Einsatz neuronaler Netze zur Optimierung	224
4.5.1	Überblick über ausgewählte Forschungsergebnisse	224
4.5.2	Konkretisierung der Problemstellung und Beschreibung des Versuchsaufbaus	228
4.5.3	Anwendung von Selbstorganisierenden Karten	229
4.5.4	Anwendung von Hopfield-Netzen	232
4.5.5	Ergebnisse der Untersuchung	233
5	Entwurf und prototypische Realisierung eines Softwaresystems zur Einbindung von neuronalen Netzen in Management- Informationssysteme	235
5.1	Überblick	235
5.2	Vorgehensmodelle der Systementwicklung	235
5.2.1	Phasenmodelle	235
5.2.2	Erweiterungen des Phasenkonzepts und Vorgehensalternativen	237
5.2.3	Ziele der objektorientierten Technologie	239
5.2.4	Konzepte der objektorientierten Softwareentwicklung	241
5.2.5	Eine objektorientierte Methodologie für die Softwareentwicklung	243
5.3	Systemkonzept	245
5.3.1	Überblick	245
5.3.2	Funktionen	245
5.3.2.1	Funktionsüberblick und Beschreibung der verwendeten Notation	245
5.3.2.2	Projektinformationen	247
5.3.2.3	Datenakquisition	250
5.3.2.4	Netzbearbeitung	253

5.3.2.5	Auswertung und Anwendung der Netze.....	258
5.3.2.6	Zusammenfassung der Subsysteme zu einem Gesamtsystem	259
5.3.3	Daten.....	262
5.4	Test und Validierung.....	264
5.4.1	Überblick.....	264
5.4.2	Ergebnisorientierte Bewertung.....	265
5.4.2.1	Diagnose.....	265
5.4.2.2	Prognose.....	266
5.4.2.2.1	Fundamentale Prognose.....	266
5.4.2.2.2	Technische Prognose	269
5.4.3	Bewertung der Anforderungen an die Gestaltung.....	272
5.4.3.1	Überblick.....	272
5.4.3.2	Bedienbarkeit.....	272
5.4.3.3	Flexibilität	273
5.4.3.4	Integrationsfähigkeit	274
5.4.3.5	Ergebnisse	274
6	Schlußbemerkungen.....	277
Anhang.....	279
Modelle neuronaler Netze	281
NNGen Funktionsbeschreibung	293
Literaturverzeichnis	297

Abbildungsverzeichnis

Abb. 2-1:	Informationstheoretisches Kommunikationsmodell.....	6
Abb. 2-2:	Ebenen der Semiotik	7
Abb. 2-3:	Grundmodell von Informationssystemen.....	15
Abb. 2-4:	Komponenten computergestützter Informationssysteme.....	16
Abb. 2-5:	Phasen des Managementprozesses	21
Abb. 2-6:	Informationsbedarf, Informationsangebot und Informationsnachfrage.....	24
Abb. 2-7:	Historische Entwicklung von computergestützten Informationssystemen.....	29
Abb. 2-8:	Management-Informationssystem-Pyramide	32
Abb. 2-9:	Überblick über die wichtigsten Merkmalsgruppen (Dimensionen) zur Analyse von Management- Informationssystemen.....	35
Abb. 2-10:	Strukturmodell der (Einzel-) Unternehmung.....	37
Abb. 2-11:	Nach den Hauptfunktionen strukturierter Überblick über die Funktionen von Management-Informationssystemen.....	47
Abb. 2-12:	Gliederung von Kennzahlenarten.....	53
Abb. 2-13:	Dimensionen einer Kennzahl (kursiv: Beispiele für die Dimensionen)	54
Abb. 2-14:	Systematischer Überblick über ausgewählte quantitative Prognosemethoden.....	63
Abb. 2-15:	Prognoseablauf	65
Abb. 2-16:	Der computergestützte Entscheidungsprozeß.....	69
Abb. 2-17:	Architektur eines Expertensystems	71
Abb. 2-18:	Vergleich konventioneller und wissensbasierter Verfahren.....	72
Abb. 2-19:	Zielsetzungen der Simulationstechnik	73
Abb. 2-20:	Management-Informationssystem und Führungsprozeß	76
Abb. 3-1:	Biologisches Konzept eines Neurons.....	79

Abb. 3-2: Beispiele für Netztopologien a) Vorwärtsgekoppeltes neuronales Netz mit drei Schichten und Vollverbindung der Neuronen; b) neuronales Netz mit Rückkopplungen, c) Vollvernetzung mit Autoverbindungen, d) bidirektionale Vernetzung.....	83
Abb. 3-3: Assoziative Lernmethoden.....	90
Abb. 3-4: Arbeiten mit neuronalen Netzen.....	108
Abb. 3-5: Netztopologie des Perceptron-Netzes.....	112
Abb. 3-6: Lineare Trennbarkeit.....	114
Abb. 3-7: Netztopologie des Madaline-Netzes.....	116
Abb. 3-8: Dreischichtiges Backpropagation-Netz.....	118
Abb. 3-9: Beispiel für den Gradientenabstieg.....	121
Abb. 3-10: Der Backpropagation-Algorithmus.....	124
Abb. 3-11: Netzaufspaltung zur Datenkomprimierung.....	128
Abb. 3-12: Schematische Darstellung des Hopfield-Netzes.....	129
Abb. 3-13: Basins of Attraction.....	131
Abb. 3-14: Netztopologie des LVQ-Netzes.....	140
Abb. 3-15: Schematische Darstellung der Kohonen-Schicht.....	143
Abb. 3-16: Mexican-Hat-Funktion.....	144
Abb. 3-17: Netztopologie von ART-Netzen.....	146
Abb. 3-18: Netztopologie eines BAM-Netzes.....	153
Abb. 3-19: Vorwärtsgerichtetes Counterpropagation-Netz.....	157
Abb. 3-20: Counterpropagation-Netz.....	159
Abb. 3-21: Beispiel für den Verlauf von Zugehörigkeitsfunktionen.....	163
Abb. 3-22: Durchschnitt und Vereinigung zweier unscharfer Mengen bei Verwendung der Funktionen $\max()$ und $\min()$	165
Abb. 3-23: Vorgehensmodell für die Anwendung von evolutionären Algorithmen.....	168
Abb. 3-24: Verbesserung neuronaler Netze mit evolutionären Verfahren.....	174

Abb. 4-1:	Kriterien zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit neuronaler Netze in Management-Informationssystemen.....	178
Abb. 4-2:	Verteilung von Klassen im zweidimensionalen Merkmalsraum.....	182
Abb. 4-3:	Aufteilung der Daten in Lern- und Testmengen.....	185
Abb. 4-4:	Korrelation zwischen dem Performance-Index (PI) und dem negativen RMSE.....	189
Abb. 4-5:	Performance-Index für Bidirektionale Assoziative Speicher.....	190
Abb. 4-6:	Vergleich von ausgewählten mit BAM-Netzen erzielten Ergebnissen mit denen von Lohrbach.....	191
Abb. 4-7:	Vergleich des Performance-Index von CPN- und RBFN-Netzen bei Verwendung der Trainingsdaten mit einem Verhältnis von 1:1 und der Verwendung verschiedener Distanzmaße.....	193
Abb. 4-8:	Vergleich des Performance-Index von CPN- und RBFN-Netzen mit unterschiedlichen Kombinationen aus Lernregel und Transferfunktion.....	194
Abb. 4-9:	Performance-Index für Counterpropagation- und Radiale Basisfunktionsnetze (Euklidische Distanzberechnung, sigmoide Transferfunktion und Delta-Lernregel).....	195
Abb. 4-10:	Vergleich von ausgewählten mit CPN-Netzen und RBFN-Netzen ermittelten Ergebnissen mit denen von Lohrbach.....	196
Abb. 4-11:	Performance-Index für LVQ-Netze.....	197
Abb. 4-12:	Vergleich von ausgewählten mit LVQ-Netzen erzielten Ergebnissen mit denen von Lohrbach.....	198
Abb. 4-13:	Performance-Index ausgewählter SOM-Netze und Vergleich mit dem Ergebnis von Lohrbach.....	200
Abb. 4-14:	Testkombinationen für Backpropagation-Netze.....	202
Abb. 4-15:	Vorgehensweise zur Auswertung der Ergebnisse.....	203
Abb. 4-16:	Mittlerer Performance-Index differenziert nach der Codierungsart.....	203
Abb. 4-17:	Mittlerer Performance-Index differenziert nach der Proportionalität der Daten (1:1>2:1>3:1).....	204

Abb. 4-18: Mittlerer Performance-Index differenziert nach der Netztopologie (Topo1>Topo2).....	205
Abb. 4-19: Vergleich des mittleren Performance-Index berechnet auf der Grundlage der Lern- und der Testdaten für die besten vier Kombinationen aus Lernregel und Transferfunktion.....	206
Abb. 4-20: Mittlere Bewertung der Ergebnisse der besten vier Kombinationen aus Lernregel und Transferfunktion für Topo1	207
Abb. 4-21: Vergleich der im Durchschnitt mit BPG-Netzen über Topo1 erzielten Ergebnisse mit den jeweils besten Ergebnissen über alle anderen getesteten Netze, differenziert nach verschiedenen Kombinationen aus Lernregel und Transferfunktion.....	208
Abb. 4-22: Vergleich der vier besten Kombinationen aus Lernregel und Transferfunktionen mit allen Nicht-BPG-Netzen.....	209
Abb. 4-23: Überblick über die Testkombinationen	215
Abb. 4-24: Vergleich des RMSEM für die untersuchten Netzmodelle, differenziert nach Datenmengen	216
Abb. 4-25: Vergleich der Fehlerwerte für die untersuchten Netzmodelle.....	217
Abb. 4-26: Vergleich des RMSEM für BPG- und RBFN-Netze, differenziert nach Lernregel- und Transferfunktion-Kombinationen	218
Abb. 4-27: Mittlerer absoluter Prognosefehler bei unterschiedlichen Netztopologien.....	219
Abb. 4-28: Prognosefehler für das jeweils beste Netz bei unterschiedlichen Netztopologien.....	219
Abb. 4-29: Absatzverlauf der Produkte P1 bis P3	220
Abb. 4-30: Vergleich der mittleren Fehlerraten, differenziert nach den verwendeten Netzmodellen	222
Abb. 4-31: Vergleich der Fehlerraten für verschiedene Kombinationen aus Lernregel und Transferfunktion	222
Abb. 4-32: Bestes (+) und schlechtestes (-) Einzelergebnis.....	223
Abb. 4-33: Selbstorganisierende Karte zur Lösung von Travelling-Salesman-Problemen	229

Abb. 4-34: Ausgangssituation des TSP-Problems	231
Abb. 4-35: Lösung des TSP-Problems	231
Abb. 5-1: Konventionelle Softwareentwicklung im Vergleich zum Prototyping-Ansatz	239
Abb. 5-2: NNGen Funktionsübersicht	246
Abb. 5-3: Verwendete Symbole	247
Abb. 5-4: Dialog „Problemdefinition“	248
Abb. 5-5: Dialog „Projekteinstellungen“	249
Abb. 5-6: Funktionsübersicht „Projektinformation“	249
Abb. 5-7: Dialog „Dateiinformationen“	250
Abb. 5-8: Zeitliche Codierung von Prognosedaten	252
Abb. 5-9: Dialog „Aufspaltung der Daten“	253
Abb. 5-10: Funktionsübersicht „Datenakquisition“	253
Abb. 5-11: Funktionsübersicht „Netzbearbeitung“	254
Abb. 5-12: Dialog „Netzparameter editieren“	254
Abb. 5-13: Dialog „Netzspezifische Anpassung der Daten“	256
Abb. 5-14: Dialog „Optimierungsparameter“	257
Abb. 5-15: Dialog „Einstellungen für das Training“	257
Abb. 5-16: Dialog „Abbruch des Trainings“	258
Abb. 5-17: NNGen Hauptbildschirm der Anwendung	259
Abb. 5-18: Gesamtprozess „Problemlösung mit künstlichen neuronalen Netzen“	260
Abb. 5-19: Dialog „Einstellungen-Bearbeitung“	261
Abb. 5-20: Dialog „Einstellungen-Automatisierung“	262
Abb. 5-21: Datenbasis von NNGen	263
Abb. 5-22: Kriterien zur Bewertung der Leistungsfähigkeit von NNGen	264
Abb. 5-23: Mit NNGen erzielte Ergebnisse zur Lösung von Diagnoseproblemen	266
Abb. 5-24: Mittlerer absoluter Prognosefehler für die einzelnen Testläufe	267

Abb. 5-25: Vergleich der aus den besten 6 Netzen ermittelten mittleren Fehlerwerte	268
Abb. 5-26: Prognosefehler der fundamentalen Prognose mit NNGen, differenziert nach den verwendeten Eingabevektoren für das jeweils beste Ergebnis.....	269
Abb. 5-27: Bestes und schlechtestes mit NNGen erzielttes Ergebnis im Vergleich mit den tatsächlichen Absätzen von Produkt P1.....	270
Abb. 5-28: Bestes und schlechtestes mit NNGen erzielttes Ergebnis im Vergleich mit den tatsächlichen Absätzen von Produkt P2.....	270
Abb. 5-29: Bestes und schlechtestes mit NNGen erzielttes Ergebnis im Vergleich mit den tatsächlichen Absätzen von Produkt P3.....	271
Abb. 5-30: Vergleich der besten mit NNGen erzielten Ergebnisse mit den manuell ermittelten Ergebnissen	271

Tabellenverzeichnis

Tab. 3-1:	Überblick über die wichtigsten Arten der Vernetzung von Neuronen	82
Tab. 3-2:	Nettoeingabefunktionen.....	86
Tab. 3-3:	Kurvenverlauf ausgewählter Aktivierungsfunktionen	88
Tab. 3-4:	Darstellungsmöglichkeiten neuronaler Netze	106
Tab. 3-5:	Überblick über Netzparadigmen	110
Tab. 3-6:	Unterschiede zwischen Evolutionsstrategien und genetischen Algorithmen hinsichtlich der Operationen Rekombination und Mutation.....	169
Tab. 4-1:	Überblick über ausgewählte Studien zur Diagnose mit neuronalen Netzen (Teil 1).....	180
Tab. 4-2:	Überblick über ausgewählte Studien zur Diagnose mit neuronalen Netzen (Teil 2) DA: Diskriminanzanalyse k-NN: k-Nearest Neighbour MDA: Multivariate DA LR: Lineare Regression MRA: Multiple Regressionsanalyse LDA: Lineare DA RPA: Rekursiver Partitionsalg. LOGR: Logistische Regression ScSys: Scoring-Systeme.....	181
Tab. 4-3:	Merkmale zur Kreditwürdigkeitsprüfung	184
Tab. 4-4:	Überblick über ausgewählte Studien zur Prognose mit neuronalen Netzen (Teil 1).....	211
Tab. 4-5:	Überblick über ausgewählte Studien zur Prognose mit neuronalen Netzen (Teil 2) B&H: Vergleich des Trading-Gewinns mit einer Buy- and Hold-Strategie EG: Exponentielle Glättung GS: Gleitender Durchschnitt IBL: Instance Based Learning MRA: Multiple Regressionsanalyse NGE: Nested Generalized Example NP: Naive Prognose	212
Tab. 4-6:	Überblick über ausgewählte Studien zur kombinatorischen Optimierung mit neuronalen Netzen (Teil 1).....	226

Tab. 4-7:	Überblick über ausgewählte Studien zur kombinatorischen Optimierung mit neuronalen Netzen (Teil 2) C&L: Clark&Wright PRIO: Prioritätsregeln EB: Entscheidungsbaumv. SBP: Shifting Bottleneck Procedure M&J: Mole&Johnson SIM: Simulationsmodell NNBR: Nearest Neighbour GGP: Gemischt Ganzzahlige Programmierung.....	227
Tab. 4-8:	Codierung des Travelling-Salesman-Problems (Lösung: A->C->B).....	232
Tab. 4-9:	Vergleich der Ergebnisse zur Lösung von TSP-Problemen mit neuronalen Netzen.....	234
Tab. 5-1:	Übersicht über die Netzparameter	255