

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	1
1.1 Mensch-Maschine-Kommunikation in der Informations- und Kommunikationstechnik	1
1.2 Grundbegriffe der Mensch-Maschine-Kommunikation	2
1.3 Disziplinen der Mensch-Maschine-Kommunikation	4
1.4 Literaturverzeichnis	5
2 Ein-/Ausgabegeräte	7
2.1 Datenrate verschiedener Ein-/Ausgabegeräte	7
2.2 Eingabegeräte	8
2.2.1 Loch- und Markierungskarte	8
2.2.2 Tastatur	10
2.2.3 Maus	13
2.2.4 Joystick	16
2.2.5 Touchscreen	17
2.2.6 Grafiktablett	21
2.2.7 Scanner	22
2.2.8 Videokamera	25
2.2.9 Mikrofon	26
2.2.10 Nutzung weiterer Modalitäten	27
2.3 Ausgabegeräte	28
2.3.1 Bildschirm	28
2.3.2 Lautsprecher	35
2.4 Übungen	36
Aufgabe 2.1: Tastatur	36
Aufgabe 2.2: Maus	36
Aufgabe 2.3: Resistiver Touchscreen	37
2.5 Literaturverzeichnis	38

3 Menschliche Sinnesorgane	43
3.1 Übersicht über die Sinne	43
3.2 Sehen	44
3.2.1 Aufbau des Auges	44
3.2.2 Prinzip des Sehens	45
3.2.3 Psychooptische und physikalische Messgrößen	46
3.2.4 Farbsehen	48
3.2.5 Gesichtsfeld	50
3.2.6 Farbmischung	51
3.3 Hören	55
3.3.1 Das Ohr	56
3.3.2 Psychoakustik	57
3.4 Übungen	64
Aufgabe 3.1: Auflösungsvermögen des menschlichen Auges	64
Aufgabe 3.2: Sehen, Farbsehen und CIE-Normfarbtafel	65
Aufgabe 3.3: Farbdarstellung	66
Aufgabe 3.4: Sehen und Hören	67
3.5 Literaturverzeichnis	69
4 Dialogsysteme	71
4.1 Grundlagen intelligenter Systeme	71
4.1.1 Suchverfahren	72
4.1.2 Einfache Suchstrategien	73
4.1.3 Heuristische Suche/A-Algorithmus	76
4.1.4 A*-Algorithmus (A Star)	78
4.2 Logik und Theorembeweisen	79
4.2.1 Aussagenlogik	79
4.2.2 Prädikatenlogik	80
4.3 Wissensrepräsentation	87
4.3.1 Prädikatenlogik zur Wissensrepräsentation	88
4.3.2 Produktionsregeln	88
4.3.3 Semantische Netze	90
4.3.4 Rahmen (Frames)	92
4.4 Grammatiken	93
4.4.1 Kontextfreie Grammatiken	94
4.4.2 Normalformen von Grammatiken	95
4.4.3 Kontextfreie Sprachen und Parsing	96
4.4.4 Anwendung von Grammatiken in der KI-Forschung	99
4.5 Automatentheorie	100
4.5.1 Zustandsautomaten	101
4.5.2 Kellerautomaten (push-down automaton)	103
4.6 Dialoggestaltung	106
4.6.1 Modellierung einfacher Dialoge mit Zustandsautomaten	109
4.6.2 Intelligente interaktive Systeme	109

4.7	Übungen	114
	Aufgabe 4.1: Suchverfahren	114
	Aufgabe 4.2: Prädikatenlogik und logisches Schließen	116
	Aufgabe 4.3: Wissensdarstellung	117
	Aufgabe 4.4: Grammatik	118
4.8	Literaturverzeichnis	118
5	Sprachkommunikation	123
5.1	Klassifizierung	124
5.2	Abstandsklassifikatoren	124
	5.2.1 Quadratischer (Euklidischer) Abstand	125
	5.2.2 Mahalanobis-Abstand	125
5.3	Hidden-Markov-Modelle als statistische Klassifikatoren	126
	5.3.1 Markov-Modelle	127
	5.3.2 Hidden-Markov-Modelle	128
	5.3.3 Klassifizierung mit HMM	129
	5.3.4 Training von HMM	133
	5.3.5 Viterbi-Algorithmus	135
5.4	HMM in der Spracherkennung	136
	5.4.1 Merkmalsextraktion	136
	5.4.2 Modelle	137
	5.4.3 Training	138
	5.4.4 Erkennung	140
5.5	Übungen	141
	Aufgabe 5.1: Abstandsklassifizierung	141
	Aufgabe 5.2: Hidden-Markov-Modelle – Erkennung	143
	Aufgabe 5.3: Hidden-Markov-Modelle – Segmentierung	146
5.6	Literaturverzeichnis	148
6	Handschrifterkennung	151
6.1	Offline- und Online-Erkennung	151
6.2	Vorverarbeitung	152
	6.2.1 Ortsäquidistante Neuabtastung	153
	6.2.2 Korrektur der Zeilenneigung	153
	6.2.3 Korrektur der Schriftneigung	155
	6.2.4 Normierung der Schriftgröße	156
	6.2.5 Vorverarbeitungskette	157
6.3	Merkmalsextraktion	157
6.4	Erkennung	159
	6.4.1 Modelle	159
	6.4.2 Training und Erkennung	160
6.5	Übungen	161
	Aufgabe 6.1: Neuabtastung	161
	Aufgabe 6.2: Zeilenneigungskorrektur	162
6.6	Literaturverzeichnis	163

7 Grundlagen der Bildverarbeitung	165
7.1 Kontinuierliche zweidimensionale Signale	165
7.1.1 Separierbarkeit	165
7.1.2 Spektraldarstellung	166
7.1.3 Faltung	168
7.2 Diskrete Signale	168
7.2.1 Ideale Abtastung	169
7.2.2 Spektraldarstellung	171
7.2.3 Quantisierung	172
7.2.4 Faltung	174
7.3 Bildaufzeichnung und Bildstörung	174
7.3.1 Additive Störungen	175
7.3.2 Lineare, ortsinvariante Bildstörungen	176
7.4 Bildrestauration und Bildverbesserung	177
7.4.1 Rauschkompensation	177
7.4.2 Medianfilter	179
7.4.3 Blur-Kompensation	180
7.4.4 Histogrammausgleich	180
7.5 Kantenhervorhebung	184
7.5.1 Gradientenfilter	184
7.5.2 Laplace-Filter	186
7.5.3 Binarisierung	187
7.6 Morphologische Operatoren	187
7.6.1 Erosion	189
7.6.2 Dilatation	189
7.6.3 Öffnen und Schließen	190
7.6.4 Anwendung morphologischer Operationen	191
7.7 Übungen	192
Aufgabe 7.1: Separierbare Signale	192
Aufgabe 7.2: Kontinuierliche Faltung	192
Aufgabe 7.3: Diskrete Faltung	193
Aufgabe 7.4: Bildrekonstruktion	194
Aufgabe 7.5: Histogrammausgleich – kontinuierliche Grauwertverteilung	196
Aufgabe 7.6: Histogrammausgleich – diskrete Grauwertverteilung	197
Aufgabe 7.7: Laplace-Operator	199
Aufgabe 7.8: Morphologische Operatoren	199
7.8 Literaturverzeichnis	200
8 Gesichtsdetektion	203
8.1 Farbbasierte Gesichtsdetektion	203
8.1.1 Das <i>YUV</i> -Farbsystem	204
8.1.2 Das <i>HSV</i> -Farbsystem	205
8.1.3 Hautfarben-Segmentierung	207

8.2	Blockbasiertes Viola-Jones-Verfahren	208
8.2.1	Gaußpyramide	209
8.2.2	Überblick Viola-Jones-Verfahren	209
8.2.3	Merkmalsgewinnung	210
8.2.4	Merkmalsselektion	212
8.2.5	AdaBoost-Algorithmus	214
8.2.6	Detektionsfenster mit variabler Größe	216
8.2.7	Kaskadierung mehrerer Klassifikatoren	217
8.2.8	Verbesserung des Viola-Jones-Verfahrens	218
8.3	Übungen	218
	Aufgabe 8.1: Farbbasierte Gesichtsdetektion	218
	Aufgabe 8.2: Viola-Jones – Merkmale	219
	Aufgabe 8.3: Viola-Jones – Integralbild	219
8.4	Literaturverzeichnis	220
9	Gesichtsidentifikation	223
9.1	Merkmalsgewinnung durch Eigengesichter	224
9.1.1	Bestimmung der Eigengesichter	225
9.1.2	Identifikation mit Eigengesichtern	228
9.2	Merkmalsgewinnung mit Formmodellen	228
9.2.1	Affine Transformationen	229
9.2.2	Prokrustes-Analyse	230
9.2.3	Objektabhängige Formen	232
9.2.4	Point-Distribution-Model	234
9.2.5	Anwendung des PDM auf Bilder	236
9.2.6	Gesichtsidentifikation mit ASM	239
9.2.7	Weitere Einsatzgebiete der ASM	240
9.3	Merkmalsgewinnung mit „Appearance“-Modellen	241
9.3.1	Triangulation	242
9.3.2	Warping	245
9.3.3	Mittelwerttextur	247
9.3.4	Texturmodell	248
9.3.5	Kombination von Form- und Texturmodell	248
9.3.6	Anpassung der Appearance-Parameter	250
9.3.7	Weitere Einsatzgebiete von AAM	253
9.4	Übungen	254
	Aufgabe 9.1: Hauptachsentransformation	254
	Aufgabe 9.2: Hauptachsentransformation – Reduzierung des Rechenaufwands	255
	Aufgabe 9.3: Prokrustes-Analyse	256
	Aufgabe 9.4: Triangulation	257
9.5	Literaturverzeichnis	257

10 Objektverfolgung	261
10.1 Dynamische Bildsequenz	261
10.2 Realisierung der Objektverfolgung	263
10.2.1 Objektverfolgung mithilfe von Differenzbildern	264
10.2.2 Stochastische Objektverfolgung	265
10.2.3 Condensation-Algorithmus	270
10.2.4 Condensation-Algorithmus mit Verwendung von ASM	272
10.3 Übungen	273
Aufgabe 10.1: Tracking mit vollständiger Suche	273
Aufgabe 10.2: Tracking mit Condensation-Algorithmus	273
10.4 Literaturverzeichnis	276
11 Musterlösungen zu den Übungen	279
11.1 Lösung zu Abschnitt 2.4	279
Aufgabe 2.1: Tastatur	279
Aufgabe 2.2: Maus	281
Aufgabe 2.3: Resistiver Touchscreen	284
11.2 Lösung zu Abschnitt 3.4	287
Aufgabe 3.1: Auflösungsvermögen des menschlichen Auges	287
Aufgabe 3.2: Sehen, Farbschen und CIE-Normfarbtafel	290
Aufgabe 3.3: Farbdarstellung	293
Aufgabe 3.4: Sehen und Hören	297
11.3 Lösung zu Abschnitt 4.7	299
Aufgabe 4.1: Suchverfahren	299
Aufgabe 4.2: Prädikatenlogik und logisches Schließen	311
Aufgabe 4.3: Wissensdarstellung	316
Aufgabe 4.4: Grammatik	318
11.4 Lösung zu Abschnitt 5.5	322
Aufgabe 5.1: Abstandsklassifizierung	322
Aufgabe 5.2: Hidden-Markov-Modelle – Erkennung	326
Aufgabe 5.3: Hidden-Markov-Modelle – Segmentierung	332
11.5 Lösung zu Abschnitt 6.5	337
Aufgabe 6.1: Neuabtastung	337
Aufgabe 6.2: Zeilenneigung	338
11.6 Lösung zu Abschnitt 7.7	342
Aufgabe 7.1: Separierbare Signale	342
Aufgabe 7.2: Kontinuierliche Faltung	345
Aufgabe 7.3: Diskrete Faltung	345
Aufgabe 7.4: Bildrekonstruktion	348
Aufgabe 7.5: Histogrammausgleich – kontinuierliche Grauwertverteilung	352
Aufgabe 7.6: Histogrammausgleich – diskrete Grauwertverteilung	353
Aufgabe 7.7: Laplace-Operator	355
Aufgabe 7.8: Morphologische Operatoren	356

11.7	Lösung zu Abschnitt 8.3	358
	Aufgabe 8.1: Farbbasierte Gesichtsdetektion	358
	Aufgabe 8.2: Viola-Jones – Merkmale	358
	Aufgabe 8.3: Viola-Jones – Integralbild	360
11.8	Lösung zu Abschnitt 9.4	361
	Aufgabe 9.1: Hauptachsentransformation	361
	Aufgabe 9.2: Hauptachsentransformation – Reduzierung des Rechenaufwands	363
	Aufgabe 9.3: Prokrustes-Analyse	364
	Aufgabe 9.4: Triangulation	367
11.9	Lösung zu Abschnitt 10.3	368
	Aufgabe 10.1: Tracking mit vollständiger Suche	368
	Aufgabe 10.2: Tracking mit Condensation-Algorithmus	370
	Abkürzungsverzeichnis	375
	Sachverzeichnis	377