

Inhaltsverzeichnis

Mathematische Notation	xxiii
1. Einleitung	1
1.1. Anspruch der Arbeit	3
1.2. Anwendungsszenario	4
1.2.1. Fazit	7
1.3. Gliederung der Arbeit	8
2. Motivation	13
2.1. Biologische Motivation	13
2.1.1. Simulander	14
2.1.2. Wahrnehmung von Bewegungen	15
2.1.3. Experimente mit Neugeborenen	17
2.1.4. Strukturen im menschlichen Gehirn	18
2.2. Verwandte Arbeiten	20
2.2.1. Anwendungsfelder	21
2.2.2. Methodik	23
2.2.2.1. Probabilistische Methoden	25
2.2.2.2. Neuronale Methoden	26
2.2.2.3. Analytische Methoden	27
2.2.2.4. Sonstige Verfahren	28
2.3. Fazit	29
3. Vorverarbeitung von Bewegungsabläufen	31
3.1. Datenakquisition	31
3.1.1. Point-Light Display	32

3.1.2. Lasertracker	35
3.2. Repräsentation von Bewegungstrajektorien	36
3.2.1. Referenzsystem	40
3.2.1.1. Kontextuelle Repräsentation	41
3.2.1.2. Zielbezogene Repräsentation	42
3.2.1.3. Trajektorienbezugssystem	42
3.2.2. Abtastung	43
3.2.2.1. Räumlich äquidistante Abtastung	44
3.2.2.2. Zeitlich äquidistante Abtastung	44
3.2.3. Koordinatentransformationen	45
3.2.4. Auswahl der geeigneten Repräsentation	45
3.2.5. Experimentelle Untersuchungen	50
3.2.6. Fazit	55
3.3. Bewertung der Ähnlichkeit von Trajektorien	57
3.3.1. Fazit	60
4. Echo State Netzwerke	63
4.1. Vergleich von Prädiktionsalgorithmen	64
4.2. Aufbau von ESN	65
4.2.1. Funktionsweise	65
4.2.2. Training und Anwendung	68
4.2.3. Erweiterungen	71
4.3. Experimentelle Evaluierung	72
4.3.1. Referenzalgorithmen	73
4.3.2. Gütekriterien	73
4.3.3. Ergebnisse	76
4.4. Anforderungen an den Realwelteinsatz	79
4.4.1. Verkürzung der Beobachtungsphase	80
4.4.2. Kompensation von Unterabtastung	82
4.4.3. Prädiktion des Interaktionspartners	84
4.5. Fazit	86
5. Local Modelling	89
5.1. Bestimmung der Einbettung	89
5.1.1. Wahl der Einbettungsverzögerung	92
5.1.2. Wahl der Einbettungsdimension	92
5.2. Local Model Verfahren	93
5.2.1. Local Average Model	96

5.2.2. Local Linear Model	97
5.3. Experimentelle Evaluierung	97
5.4. Anforderungen an den Realwelteinsatz	100
5.4.1. Verkürzung der Beobachtungsphase	100
5.4.2. Kompensation von Unterabtastung	102
5.4.3. Prädiktion des Interaktionspartners	104
5.5. Erweiterung der Local Models	105
5.5.1. Erweiterung der Wissensbasis	106
5.5.2. Erweiterung als Klassifikator	110
5.5.2.1. Learning Vector Quantisierung	110
5.5.2.2. Nearest-Neighbor-Klassifikation	111
5.5.2.3. Vergleichende Untersuchungen	112
5.6. Fazit	114
6. Spatio-temporale NMF	117
6.1. Nicht-negative Matrixzerlegung	121
6.1.1. Spärlichkeitskriterium	123
6.1.2. Transformationsinvarianz	125
6.2. Dekomposition von Bewegungsabläufen	126
6.2.1. Trainingsphase	129
6.2.2. Anwendungsphase	133
6.3. Experimentelle Evaluierung	136
6.3.1. Verschieben der Aktivitäten	137
6.3.2. Prädiktionsgenauigkeit	139
6.3.3. Erkennungsaufgabe	142
6.4. Fazit	144
7. Zusammenfassung und Ausblick	147
7.1. Szenariospezifische Anwendbarkeit	151
7.1.1. Prädiktionsaufgaben	151
7.1.2. Erkennungsaufgaben	153
7.2. Erweiterungsmöglichkeiten	154
A. Visuelle Bewegungssegmentierung	157
A.1. Markov Random Fields	159
A.2. Zusammensetzung der Energiefunktion	161
A.2.1. Berechnung des optischen Flusses	162
A.2.2. Integration von Farbinformationen	163
A.2.3. Integration von Tiefeninformationen	164

A.3. Verwerfen und Zusammenführen von Segmenten	165
A.4. Initialisierung	165
B. Verfahren zur Repräsentation von Zeit	167
B.1. Dimensionalität	167
B.2. Abtastung	170
B.2.1. Ereignis-basierte Abtastung	170
B.2.2. Informationsabhängige Abtastung	172
B.3. Funktionsapproximation	173
B.4. Experimentelle Evaluierung	175
C. Ähnlichkeit von Trajektorien	179
C.1. Experimentaldaten	179
C.2. \mathcal{L}_p -Normen	181
C.3. Korrelationskoeffizient	184
C.4. Sequence Search	185
C.4.1. Adaptive Piecewise Constant Approximation	186
C.4.2. Chebyshev-Approximation	189
C.5. Time Warping Algorithmen	190
C.6. Scan Matching Algorithmen	196
C.7. Zusammenfassung	199
D. Vergleich von Prädiktionsalgorithmen	203
D.1. Cluster Weighted Modeling	206
D.2. Autoregressive Models	207
D.2.1. Wiener Filter	208
D.2.2. Durbin-Levinson	209
D.2.3. Yule-Walker	209
D.3. Experimenteller Vergleich	210
D.3.1. Sinus und Lorenzattraktor	212
D.3.2. Realwelt Bewegungsdaten	213
D.3.3. Berechnungszeit	215
D.4. Fazit	215
E. Vergleich von Clusteralgorithmen	219
E.1. O-Cluster	221
E.2. Neuronale Ansätze	222
E.2.1. Neuronales Gas	222
E.2.2. Self Organizing Feature Map	223

E.2.3. Expanding Self Organizing Feature Maps	223
E.3. K-Means	223
E.4. SASH	224
E.5. Experimenteller Vergleich	225
E.6. Fazit	228