

# Inhaltsverzeichnis

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>Einleitung</b>  | <b>1</b>  |
| 1.1      | Motivation . . . . .   | 2         |
| 1.2      | Aufbau der Arbeit . . . . .  | 6         |
| <b>2</b> | <b>Grundlagen der Personenverfolgung</b>   | <b>9</b>  |
| 2.1      | Vorverarbeitung . . . . .  | 11        |
| 2.1.1    | Detektion von Hautfarbe . . . . .  | 12        |
| 2.1.2    | Hintergrundsegmentierung . . . . .   | 18        |
| 2.2      | Personendetektion . . . . .  | 23        |
| 2.2.1    | Gesichtsdetektion mittels Neuronaler Netze . . . . .                               | 26        |
| 2.2.2    | Waveletbasierte Gesichtsdetektion . . . . .  | 31        |
| 2.3      | Trackinglogik . . . . .  | 38        |
| 2.3.1    | Bestimmung der Personenkorrespondenzen . . . . .                                   | 39        |
| 2.3.2    | Trajektorienberechnung . . . . .   | 40        |
| 2.3.3    | Prädiktion der Objekteigenschaften . . . . .                                       | 41        |
| <b>3</b> | <b>Videobasierte hybride Personenverfolgung in Besprechungsszenarien</b>           | <b>43</b> |
| 3.1      | Hypothesenbasiertes Tracking . . . . .   | 45        |
| 3.2      | Einzelpersonenverfolgung . . . . .   | 50        |
| 3.2.1    | Modellierung von Köpfen mittels Ellipsen . . . . .                                 | 50        |
| 3.2.2    | Active Shape Modelle . . . . .   | 53        |
| 3.3      | Mehrpersonenverfolgung . . . . .   | 63        |
| 3.3.1    | Mehrschichtiger Partikelfilter . . . . .   | 64        |
| 3.3.2    | Simulated Annealing . . . . .  | 70        |
| <b>4</b> | <b>Tracking-Evaluierung</b>  | <b>79</b> |
| 4.1      | Historie der Tracking-Evaluierung . . . . .  | 79        |
| 4.2      | Datenbank . . . . .  | 80        |
| 4.3      | Evaluierungsschema . . . . .   | 84        |
| 4.3.1    | Das Zuordnungsproblem . . . . .  | 84        |
| 4.3.2    | Beurteilung von Trackingfehlern bezüglich der Personen-<br>konfiguration . . . . . | 86        |

|          |   |            |
|----------|---|------------|
| 4.3.3    | Beurteilung von Trackingfehlern bezüglich der Personenidentitäten . . . . .         | 87         |
| 4.3.4    | Prägnante Größen zur Bewertung von Trackingergebnissen auf Videosequenzen . . . . . | 89         |
| 4.4      | Evaluation Einzelpersonenverfolgung . . . . .                                       | 91         |
| 4.4.1    | Evaluierte Systeme zur Einzelpersonenverfolgung . . . . .                           | 91         |
| 4.4.2    | Diskussion der Evaluationsergebnisse . . . . .                                      | 93         |
| 4.4.3    | Zusammenfassung der Ergebnisse . . . . .  | 100        |
| 4.5      | Evaluation Mehrpersonenverfolgung . . . . .   | 101        |
| 4.5.1    | Evaluierte Systeme zur Mehrpersonenverfolgung . . . . .                             | 101        |
| 4.5.2    | Diskussion der Evaluationsergebnisse . . . . .                                      | 102        |
| 4.5.3    | Zusammenfassung der Ergebnisse . . . . .  | 108        |
| <b>5</b> | <b>Gesten- und Aktionserkennung</b>   | <b>111</b> |
| 5.1      | Datenbank . . . . .   | 112        |
| 5.2      | Merkmale . . . . .  | 113        |
| 5.3      | Merkmalsextraktion und Aufbereitung . . . . .                                       | 116        |
| 5.3.1    | Erzeugung rauschbehafteter Merkmale . . . . .                                       | 117        |
| 5.3.2    | Modell der Merkmalsextraktion . . . . .   | 117        |
| 5.3.3    | System der Merkmalsaufbereitung . . . . .   | 119        |
| 5.4      | Experimente und Ergebnisse . . . . .  | 122        |
| 5.4.1    | Erkennung von ungestörten Gesten . . . . .  | 122        |
| 5.4.2    | Erkennung von rauschbehafteten Gesten . . . . .                                     | 126        |
| <b>6</b> | <b>Zusammenfassung</b>  | <b>131</b> |
| 6.1      | Hybride Trackingarchitektur . . . . .   | 131        |
| 6.2      | Gestenerkennung . . . . .   | 133        |
| 6.3      | Weitere Anwendungsgebiete . . . . .   | 134        |
| <b>A</b> | <b>Abkürzungen</b>  | <b>137</b> |
| <b>B</b> | <b>Formelzeichen</b>  | <b>139</b> |
| <b>C</b> | <b>Theorie der eindimensionalen Hidden Markov Modelle</b>                           | <b>143</b> |
| C.1      | Doppelt stochastische Prozesse . . . . .  | 143        |
| C.1.1    | Kontinuierliche HMM . . . . .   | 145        |
| C.1.2    | Diskrete HMM . . . . .  | 146        |
| C.2      | Training eines HMM . . . . .  | 147        |
| C.3      | Klassifikation mittels HMM . . . . .  | 148        |
| C.4      | Viterbi-Algorithmus . . . . .   | 149        |

|                                    |            |
|------------------------------------|------------|
| <b>D Theorie des Kalmanfilters</b> | <b>151</b> |
| <b>Literaturverzeichnis</b>        | <b>155</b> |