Inhaltsverzeichnis

A Einführung **13**

1 Motivation **15**

2 Augmented Reality als Querschnittstechnologie für Bildverarbeitung, Geoinformation und Computergrafik **21**

2.1 Komponenten eines AR-Systems 22
2.1.1 Displaysysteme 22
2.1.2 Positionierung und Orientierung 27
2.1.3 Raumbezogene Informationen 44
2.2 Verdeckung 46
2.3 Schatten und Beleuchtung 50
2.4 Zusammenfassung und Ausblick 50

B Fusion unter geometrischen Aspekten **57**

3 Fusion von 3D-Punktwolken und thermischen Infrarotbildern zur Objektdetektion in dynamischen Indoor-Szenen **59**

3.1 Einleitung 59
3.2 Verwandte Arbeiten 61
3.3 Sensorkalibrierung 63
3.3.1 Entfernungskamera 63
3.3.2 Thermalkamera 65
3.4 Ermittlung von korrespondierenden Merkmalen 67
3.5 Koregistrierung von 3D-Punktwolken und thermischen Infrarotbildern . . 69
3.6 Objekt- und Änderungsdetektion in dynamischen Szenen 72
3.7 Zusammenfassung und Ausblick 74

4 Fusion von Kameradaten und Laserscanner-Daten für mobile Anwendungen **81**

4.1 Einleitung 81
4.2 Ausgleichung mit Varianzkomponenten 82
4.2.1 Die Beobachtungsgleichungen des funktionalen Modells 83
4.2.2 Die Varianzkomponenten des stochastischen Modells 84
4.3 Merkmalsextraktion und -verfolgung 85
4.4 Gleichzeitige Lokalisierung und Kartierung 86
4.5 Systemkalibrierung 87

Bibliografische Informationen
http://d-nb.info/1131367308

digitalisiert durch DEUTSCHE NATIONAL BIBLIOTHEK

4.6 Experimentalsystem 89
4.7 Ergebnisse 90
4.8 Zusammenfassung und Wertung 94

5 Fusion von Höhen- und Grundrissdaten zur Extraktion geeigneter Dachflächen für Solarenergieanlagen 97
5.1 Einleitung 97
5.2 Verwandte Arbeiten 98
5.2.1 Extraktion ebener Dachflächen 98
5.2.2 Extraktion geeigneter Dachflächen für Solarenergienutzung . . . 101
5.3 Methodischer Ansatz 102
5.3.1 Datenvorverarbeitung 103
5.3.2 Extraktion ebener Dachflächen 103
5.3.3 Detektion und Elimination von Störobjekten 105
5.3.4 Schattenanalyse 108
5.3.5 Abschätzung des Energieertrags 109
5.4 Daten und Software 110
5.5 Ergebnisse und Qualität der Dachflächenextraktion 110
5.5.1 Übereinstimmung der Gebäudegrundrisse mit den Höhenmodellen 110
5.5.2 Qualität der Dachflächenextraktion 112
5.5.3 Abhängigkeit von der Auflösung und Kompressionsrate der Eingangsdaten 115
5.6 Diskussion der Ergebnisse 117
5.6.1 Übereinstimmung der Gebäudegrundrisse mit den Höhenmodellen 117
5.6.2 Extraktion ebener Dachflächen 117
5.6.3 Einfluss der Auflösung und Kompressionsrate der Eingangsdaten 119
5.6.4 Vergleich der Ergebnisse aus LiDAR- und Luftbilddaten 120
5.7 Zusammenfassung und Ausblick 121

6 Zuordnung von Fahrzeugtrajektorien in Luftbild- und SAR-Daten 127
6.1 Motivation 127
6.2 Bewegungserkennung in Luftbildern 129
6.2.1 Fahrzeuggeschwindigkeiten aus optischen Bildsequenzen . . . 129
6.2.2 Fahrzeuggeschwindigkeiten aus Zwei-Kanal-SAR-Daten 131
6.3 Zuordnung von sich bewegenden Fahrzeugen in optischen und SAR-Daten 142
6.3.1 Geometrische Zuordnung 143
6.3.2 Zeitliche Zuordnung 144

6.4 Genauigkeitsaspekte, Validierung und Ergebnisse 147
6.4.1 Genauigkeit der Fahrzeugmessungen in optischen Bildern . . . 147
6.4.2 Genauigkeit der Fahrzeugmessungen in SAR-Bildern 151
6.4.3 Ergebnisse der Flugkampagne 153
6.5 Zusammenfassung und Schlussfolgerung 155

C Fusion unter physikalischen Aspekten 159

7 Fusion von PSI-Geometrie und meteorologischen Daten zum Bewegungsmonitoring von urbanen Gebieten 161
7.1 Einleitung 161
7.2 Ansätze zur Auswertung von Interferogrammstapeln 163
7.2.1 Persistent Scatterer Interferometry 163
7.2.2 Auswahl von PS-Kandidaten 164
7.2.3 Schätzung modellierbarer Phasenanteile 165
7.2.4 Selektion der PS-Punkte 169
7.2.5 Phasenabwicklung 170
7.2.6 Schätzung räumlich korrelierter Signalanteile 170
7.2.7 SAR-Tomografie 171
7.2.8 SBAS 172
7.2.9 SqueeSAR 174
7.3 Temperaturabhängige Modellierung mit MSBAS 174
7.3.1 Subbänder im τ-$B_\perp$-ϑ-Raum 176
7.3.2 Stapelung von Subbändern 179
7.3.3 Sequentieller Ansatz 181
7.3.4 Konvergenz der Iteration 184
7.3.5 Parameterschätzung basierend auf Periodogrammen 188
7.3.6 Parameterschätzung mittels TSVD 190
7.3.7 Regularisierung 193
7.3.8 Schätzung des Periodogramms 194
7.3.9 Beispiel 195
7.3.10 FFT-Methode 199
7.3.11 Optimiertes Iterationsschema 200
7.4 Untersuchungen zur Deformation der Bebauung und des Untergrundes 202
7.4.1 Datengrundlage 203
7.4.2 Ergebnisse 203
7.5 Zusammenfassung und Schlussfolgerung 212

8 Fusion hyperspektraler, LWIR- und Bodenradar-Daten mit maschinellen Lernverfahren zur Bodenfeuchteschätzung 217
8.1 Einleitung 217
8.1.1 Räumliche und zeitliche Auflösung der Datenaufnahme von physikalischen Vorgängen 218
8.1.2 Spektrale Auflösung von multi- und hyperspektralen Daten . . . 221
8.1.3 Spektrale Signatur und Mischpixel 222
8.2 Überblick zu verwandten Arbeiten 223
8.2.1 Schätzung der Bodenfeuchte aus Fernerkundungsdaten 223
8.2.2 Grundlagen maschineller Lernverfahren 226
8.3 Datenaufnahme in einer Messkampagne 228
8.4 Fusion von hyperspektralen Daten und LWIR-Daten 231
8.5 Fusion von hyperspektralen Daten und GPR-Daten 238
8.6 Schlussfolgerung 246

D Fusion unter semantischen Aspekten 251

9 Fusion von Bildverstehen und Sprachverstehen 253
9.1 Grundlagen 254
9.1.1 Einführung 254
9.1.2 Terminologie 255
9.1.3 Graphen zur Wissensrepräsentation in Bild und Sprache 261
9.1.4 Beispiele für Transformationen bei Bild und Sprache 261
9.1.5 Vergleich von Wissensmustern (Verstehen, Lernen) 264
9.1.6 Schlussbemerkung 266
9.2 Anwendungsbeispiele 267
9.2.1 Beispiel 1: Text und Karte im brasilianischen Eigentumskataster 267
9.2.2 Beispiel 2: Integration von Sprache in Meldesysteme durch Modellierung linguistischer Terme 270
9.3 Schlussbemerkung 275

10 Crowdsourcing und GIS im Katastrophenmanagement 279
10.1 Einleitung 279
10.1.1 Motivation 279
10.1.2 Merkmale von Social-Media-Daten 280
10.1.3 Naturkatastrophen als gemeinsamer Anwendungsfall 282
10.1.4 Naturkatastrophenereignisse 283
10.1.5 Echtzeit 285
10.1.6 Informationsbeschaffung und Themenerkennung 286
10.2 Ereignisanalyse-Framework – Fusion unterschiedlicher Datentypen . . 287

10.2.1 Eingabedaten 288
10.2.2 Räumlich-zeitlicher Nachrichtenfluss 292
10.2.3 Raum-Zeit-Modell zur globalen Ereigniserkennung 295
10.2.4 Thematische Klassifizierung 302
10.2.5 Datenfusion durch räumlich-thematisches und zeitliches Clustering 305
10.3 Tests, Ergebnisse und Validierung 309
10.3.1 Globales Bewertungsset 310
10.3.2 Ergebnisse 310
10.4 Diskussion 315
10.5 Schlussfolgerungen 317

Anhang **323**

A Modellbildung der SAR-Interferometrie **325**
A.1 Abbildungsgeometrie von PS-Punkten 325
A.1.1 PS-Interferometrie 328
A.2 Punktverschiebung 333
A.3 Variation der Signalausbreitung 335
A.3.1 Neutrosphärische Laufzeitverzögerung 336
A.4 Variation der Rückstreuung 337
A.4.1 Phasenkohärenz 338
A.5 Zusammenfassung 339