

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	i
Kurzfassung	iii
Abstract	v
Inhaltsverzeichnis	vii
1 Einführung	1
1.1 Stand der Forschung	1
1.2 Konzept und Ziel	4
2 Grundlagen	9
2.1 Micro Electro Mechanical System (MEMS)	9
2.1.1 Technologie und typische Anwendungsgebiete	9
2.1.2 Beschleunigungsmesser	11
2.1.3 Gyroskop	13
2.1.4 Magnetfeldsensor	15
2.1.5 Barometer	16
2.2 Stochastische Filter	17
2.2.1 Kalman Filter	18
2.2.2 Partikelfilter	23
2.2.3 Vergleich von Kalman Filter und Partikelfilter	28
2.3 Gebäudepläne und Routing-Netz	29
2.4 Graphentheorie und Routingalgorithmen	33
2.5 Versuchshardware	36
2.5.1 Smartphones mit integrierten MEMS	37
2.5.2 Android als Entwicklungsumgebung	47
2.5.3 Arbeiten auf Sensorebene am Beispiel von Arduino	48
3 Untersuchungen und Kalibrierung von MEMS im Smartphone	54
3.1 Stockwerkserkennung mit Barometer BMP-180	54
3.2 Kalibrierung eines Gyroskops	60

3.3	Kalibrierung eines Beschleunigungsmessers	70
3.4	Kalibrierung eines Magnetfeldsensors	78
3.5	Einfluss der Nicht-Orthogonalität	85
3.6	Qualität des Zeitstempels im Nexus 4	90
4	Komponenten einer Smartphone gestützten hybriden Positionsschätzung	95
4.1	Trajektorie aus Smartphone-Sensoren	95
4.1.1	Pedestrian Dead Reckoning	96
4.1.2	Berechnung einer Trajektorie (2D + 1D)	105
4.2	Infrastrukturbabhängige Positionsschätzung	111
4.2.1	Unterscheidung und Überblick der bekanntesten Verfahren	111
4.2.2	WLAN Fingerprinting am Beispiel des HCU-Gebäudes . .	122
4.3	Möglichkeiten der Stützung einer INS-basierten Positionsschätzung	129
4.3.1	Weitere Eingrenzung von Stützungsmöglichkeiten	130
4.3.2	Favorisierte Komponenten	137
5	Gestützte MEMS-basierte Positionsschätzung	140
5.1	Kalman Filter	140
5.1.1	Aufbau des Filters	140
5.1.2	Ergebnisdiskussion zweier repräsentativer Routen	147
5.2	Partikelfilter	156
5.2.1	Aufbau des Filters	156
5.2.2	Ergebnisdiskussion zweier repräsentativer Routen	161
5.3	Topologischer Ansatz auf einem Routing-Graphen	164
5.3.1	Zustandsschätzung aus MEMS-Sensordaten	166
5.3.2	Ergebnisdiskussion zweier repräsentativer Routen	170
5.4	Vergleich und Diskussion der vorgestellten Ansätze	176
5.5	Finaler Fusionsalgorithmus - Kantenbasiertes Partikelfilter	185
5.5.1	Fusion von Partikelfilter und topologischem Ansatz	185
5.5.2	Ergebnisdiskussion zweier repräsentativer Routen	190
5.5.3	Untersuchungen zur Zuverlässigkeit	200

6 Implementierung für eine Navigationsanwendung	213
6.1 Weitere Komponenten	213
6.1.1 Routenberechnung	213
6.1.2 Raumattribute	216
6.1.3 Erstellung von Visualisierungs- und Routinggrundlage . . .	217
6.2 Voraussetzungen und Zusammenspiel der Komponenten	224
6.3 Anwendungen (Apps)	227
7 Zusammenfassung und Ausblick	233
Literatur	239
Abbildungsverzeichnis	x
Tabellenverzeichnis	xxii
Stichwortverzeichnis	xxiv