

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Motivation	1
1.1	Motivation	1
1.2	Eigener Beitrag	2
1.3	Struktur der vorliegenden Arbeit	3
2	Problemstellung	7
2.1	Anforderungen an das Lokalisierungssystem	7
2.2	Stand der Technik und relevante Lokalisierungssysteme	9
2.3	Fazit	15
3	Entwurf eines Systems zur Fledermauslokalisierung	17
3.1	Übersicht Sensornetzwerk	18
3.2	Entwurf von Konzepten zur feldstärkebasierten Lokalisierung	22
3.3	Zusammenfassung	27
4	Winkelschätzung basierend auf der Empfangsleistungsdifferenz von gerichteten Antennen	29
4.1	Messmethodik	29
4.2	Charakterisierung und Modellierung des Übertragungskanals	32
4.3	Antennenentwurf für Empfangsleistungsdifferenz basierte Winkelschätzung	37
4.4	Zusammenfassung und Fazit	49
5	Positionsrechnung und Filterung	51
5.1	Modellbildung des Messsystems	52
5.2	Bayes'sches Filter	53
5.3	Rasterbasiertes Filter	59
5.4	Untersuchung der Leistungsfähigkeit des rasterbasierten Filters	61
5.5	Analyse zur Auflösung von Mehrdeutigkeiten	66
5.6	Zusammenfassung und Fazit	73
6	Entwurf der Lokalisierung basierend auf Empfangsleistungsdifferenzen	75
6.1	Messmodell für Positionsschätzung	75
6.2	Entwurf einer optimierten Antenne zur Lokalisierung basierend auf Empfangsleistungsdifferenzen	76
6.3	Realisierung der Antennenprototypen für das Sensornetzwerk	77
6.4	Simulative Validierung der Messmethodik	81
6.5	Messtechnische Validierung der Messmethodik	86
6.6	Zusammenfassung und Fazit	92

7 Entwurf der Lokalisierung basierend auf Empfangsleistungen	93
7.1 Messmodell für Positionsschätzung	93
7.2 Kanalmodell	95
7.3 Simulative Validierung der Messmethodik	99
7.4 Messtechnische Validierung der Messmethodik	99
7.5 Zusammenfassung und Fazit	104
8 Fingerabdruckbasierte Lokalisierung mittels Kanalübertragungsfunktionen	107
8.1 Messprinzip	107
8.2 Beschreibung im Zeit- und Frequenzbereich	110
8.3 Signalbeschreibung	111
8.4 Herleitung des Messmodells	112
8.5 Simulative Verifikation der Messmethodik	120
8.6 Anpassung des Signals des mobilen Sensorknotens	122
8.7 Statistische Eigenschaften von Kanalübertragungsfunktionen	123
8.8 Simulative Verifikation mit reduzierten Fingerabdrücken	124
8.9 Messtechnische Verifikation mit reduzierten Fingerabdrücken	128
8.10 Zusammenfassung und Fazit	129
9 Zusammenfassung und Ausblick	133
10 Anhang	137
10.1 Referenzmessungen von kommerziellen GPS-tracker	137
10.2 Messung des Übertragungskanals im Waldgebiet bei Forchheim	138
10.3 Architektur und Signalverarbeitung am stationären Sensorknoten	140
10.4 Beschreibung des zentralen Servers im Sensornetzwerk	142
10.5 Beschreibung der NTP-Server im Sensornetzwerk	143
10.6 Lokalisierungsergebnisse der CFR-Methode	144
10.7 Qualitätsmaße für zirkulare Anordnung von drei Dipolen	147
10.8 Pfadverlustmodell für 2,4GHz	148
10.9 Schätzung von Kanalübertragungsfunktion aus der Channel State Information	149
10.10k-NN und wk-NN Mittelung	150
10.11 Synthetische Messfunktionen zur Validierung der Schätzer	151
11 Abkürzungen	153
12 Nomenklaturverzeichnis	157
Literatur	169