
Inhalt

Vorwort.....	II
Kurzinhalt.....	III
Short Summary	IV
Abkürzungsverzeichnis	IX
Abbildungsverzeichnis.....	XIV
Tabellenverzeichnis.....	XVIII
1 Einleitung	1
1.1 Motivation.....	1
1.2 Inhalt der Arbeit.....	3
1.3 Problemstellung	3
1.4 Gliederung der Arbeit	4
2 Ausgangssituation.....	6
2.1 Begriffe und Definitionen	6
2.2 Bekannte Überwachungsstrategien.....	8
2.2.1 Wachpersonal	8
2.2.2 Festinstallationen.....	9
2.2.3 Sicherheitsroboter	9
2.3 Analyse von Einsatzfällen	12
2.3.1 Anwendungsfälle im Innenbereich.....	14
2.3.2 Anwendungsfälle im Außenbereich	15
2.3.3 Definition der für diese Arbeit relevanten potentiellen Einsatzszenarien	16
3 Stand der Technik	17
3.1 Drahtlose Sensornetzwerke zur Überwachung	17
3.2 Funkprotokolle.....	18
3.3 Ausbringstrategien	20
3.3.1 Genetische Algorithmen.....	20
3.3.2 Potenzialfelder.....	21
3.3.3 Maximal-Breach Path Optimierung mit Voronoi-Diagrammen	22
3.3.4 Gridkarten.....	23
3.4 Sensorsonden	23

3.4.1	Potentielle Sensoren zur Bestückung von Sensorsonden	24
3.4.2	Drahtlose Übertragungsformen	24
3.4.3	Geeignete Schnittstellen zwischen Sensor und drahtloser Übertragung	25
3.4.4	Energieversorgung von Sensorsonden	26
4	Anforderungsanalyse	28
4.1	Anforderungen an Sensorsonden	28
4.1.1	Grundsätzliche Anforderungen	28
4.1.2	Weiterführende Anforderungen	29
4.2	Anforderungen an Ausbringeinheiten	30
4.2.1	Allgemeine Anforderungen	30
4.2.2	Mechanische Anforderungen	30
4.2.3	Elektrische Anforderungen	31
4.3	Ausbringstrategien	31
4.3.1	Analyse der Hauptzonen und abgeleitete Anforderungen	31
4.3.2	Analyse der verschiedenen Ausbringstrategien	33
5	Konzeption	37
5.1	Konzeption der Sensorsonden	37
5.1.1	Konzeption der Schnittstelle von Sensorsonden	38
5.1.2	Lösbarer Kraftschluss	38
5.1.3	Offsetausgleich	42
5.1.4	Verdrehungsausgleich	44
5.1.5	Elektrische Schnittstelle	47
5.1.6	Bereitzustellende Informationen	47
5.1.7	Zusammenfassung der Konzeption der Sensorsonde	48
5.2	Konzeption einer Ausbringeinheit	49
5.2.1	Aufbewahrung der Sonden	50
5.2.2	Handhabung der Sonden	54
5.2.3	Identifikation der Sensorsonden	57
5.2.4	Steuerung der Ausbringeinheit	58
5.2.5	Schnittstelle zum Überwachungsroboter	61
5.2.6	Zusammenfassung der Konzeption einer Ausbringeinheit	62
5.3	Konzeption der Ausbringstrategien	64
5.3.1	Genetische Algorithmen	64
5.3.2	Gridkartenansatz	72
6	Realisierung	76
6.1	Realisierung der Sensorsonden	76

6.1.1	Verwendete Sensoren	76
6.1.2	Verwendete drahtlose Übertragungsform	77
6.1.3	Funkprotokolle	79
6.1.4	Verwendete Energieversorgung	80
6.1.5	Zusammenfassung der Realisierung von Sensorsonden	81
6.2	Realisierung einer Ausbringineheit	83
6.3	Aufbau der Simulationsumgebung	87
6.3.1	Anforderungen.....	88
6.3.2	Vereinfachungen	88
6.3.3	Darstellung der Umgebung	89
6.3.4	Darstellung der Sensoren.....	89
6.3.5	Berechnung der abgedeckten Fläche	90
6.3.6	Berechnung der abgedeckten Grenzlinie..	93
6.3.7	Ergebnis.....	94
6.4	Demonstrator Überwachungsroboter	95
7	Optimierung und Bewertung der Ausbringstrategien.....	96
7.1	Beschreibung der Einsatzfälle	96
7.1.1	Fertigungshalle mit Foyer	96
7.1.2	Bürogebäude.....	97
7.1.3	Lagerhalle	99
7.1.4	Definition eines Benchmarks	100
7.2	Experimentelle Verifikation und Benchmark in simulierten Beispielszenarien.....	102
7.2.1	Genetischer Algorithmus zur Positionierung der Sensorsonden.....	102
7.2.2	Gridkartenansatz mit Greedy-Algorithmus zur Sensorsondenpositionierung.....	103
7.2.3	Quantifizierung der zusätzlichen Überwachungsleistung durch Sensorsonden.....	104
7.3	Ergebnisse der Simulation	105
7.3.1	Optimierung genetischer Algorithmus – Erster Abschnitt	105
7.3.2	Optimierung genetischer Algorithmus – Zweiter Abschnitt	110
7.3.3	Optimierung Gridmap mit Greedy Ansatz	117
7.3.4	Ergebnis Roboter ohne Sensorsonden	119
7.3.5	Ergebnis für Roboter mit Sensorsonden.....	120
7.4	Realer Überwachungseinsatz und Vergleich mit den Simulationsergebnissen	121
7.5	Fazit	124
8	Zusammenfassung und Ausblick.....	126
8.1	Zusammenfassung	126
8.2	Ergebnisanalyse	128

Inhalt

8.3 Aktuelle Weiterentwicklungen	129
8.4 Ausblick	130
9 Summary	131
10 Literaturverzeichnis.....	134
11 Anhang	139
11.1 Ergebnisse der Simulationen des GA – Erste Optimierungsphase	139
11.1.1 Plots der arithmetischen Mittelwerte der Perimeterabdeckungen	139
11.1.2 Plots der Standardabweichungen.....	143
11.1.3 Plots der Berechnungsdauern	147
11.1.4 Ergebnisse in tabellarischer Form	150
11.1.5 Darstellung der Abdeckung der jeweils besten Individuen.....	157
11.2 Ergebnisse der Simulationen zur Optimierung des GA – Zweiter Abschnitt.....	163
11.2.1 Plots der arithmetischen Mittelwerte der Perimeterabdeckungen	163
11.2.2 Plots der Standardabweichungen.....	167
11.2.3 Plots der Berechnungsdauern	171
11.2.4 Ergebnisse in tabellarischer Form	174
11.2.5 Darstellung der Abdeckung der jeweils besten Individuen.....	180
11.3 Trajektorien für Überwachungsroboter ohne Sensorsonden	186