

Inhaltsverzeichnis

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	XIII
KAPITEL 1 EINLEITUNG.....	1
1.1. Ausgangssituation und Motivation.....	1
1.1.1. Anstieg der Zahl an elektronischen Steuergeräten	2
1.1.2. Fahrerassistenzsysteme	4
1.1.3. Testmethoden kamerabasierter Fahrerassistenzsysteme	7
1.2. Ziel der Arbeit und Ableitung der Aufgabenstellung	9
1.2.1. Ziel der Arbeit.....	9
1.2.2. Aufgabenstellung	10
1.3. Vorgehen und Aufbau der Arbeit	10
1.3.1. Wissenschaftliche Methodik.....	10
1.3.2. Aufbau der Arbeit	11
KAPITEL 2 GRUNDLAGEN.....	13
2.1. Automobilelektronik.....	13
2.2. Fahrerassistenzsysteme	15
2.2.1. Überblick über Assistenzsysteme	16
2.2.2. Definition der Begriffe.....	20
2.3. Beispiele für Assistenzsysteme.....	22
2.3.1. Überblick über die Sensorik: Radar, Kamera, Lidar	24
2.3.2. Fahrerassistenzsysteme	29
2.3.3. Aktive Fahrerassistenzsysteme	36
2.3.4. Umfeld erfassende Assistenzsysteme in anderen Domänen.....	43
2.3.5. Trends im Bereich der Fahrerassistenzsysteme.....	46
2.4. Testen von Automobilelektronik	48
2.4.1. Vorgehensmodelle in der E/E-Entwicklung.....	48
2.4.2. Software-Qualität und Software-Engineering	51
2.4.3. Testprozesse	53
2.4.4. Überblick und Einordnung des Testens	57
2.4.5. Hardware-in-the-Loop Tests	64
2.4.6. Testfälle.....	66
2.5. 3D-Grafik	72
2.5.1. Fotorealismus.....	73
2.5.2. Computergrafik-Pipeline	73
2.5.3. Spiele- und Grafik-Engines.....	77
2.5.4. Bildverarbeitung.....	78
2.6. Weitere Grundlagen.....	80
2.6.1. Datenbanken	80
2.6.2. Versuchsplanung.....	81
2.6.3. Algorithmik.....	83

2.7. Zusammenfassung der Grundlagen.....	84
KAPITEL 3 ZIELE UND ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN AN DIE FUNKTIONALE ABSICHERUNG KAMERABASIERTER AKTIVER FAHRERASSISTENZSYSTEME	85
3.1. Ziele	85
3.2. Allgemeine Anforderungen.....	86
3.3. Zusammenfassung der Ziele und Anforderungen.....	93
KAPITEL 4 STAND DER TECHNIK: TESTEN KAMERABASIERTER FAHRERASSISTENZSYSTEME.....	95
4.1. Testen kamerabasierter Fahrerassistenzsysteme	95
4.1.1. Überblick	96
4.1.2. Klassifikation der Testmethoden	98
4.1.3. Visuelle Simulationsumgebungen für kamerabasierte Fahrerassistenzsysteme.....	109
4.1.4. Visuelle Simulationsumgebungen in anderen Domänen	120
4.2. Testfälle	121
4.2.1. Testbasis.....	121
4.2.2. Bestandteile von Testfällen	123
4.2.3. Automatisierbarkeit des Testfallentwurfs und der Testfallgenerierung	125
4.2.4. Testfall-Datenbanken.....	126
4.3. Zusammenfassung und Handlungsbedarf.....	126
4.3.1. Zusammenfassung Stand der Technik.....	127
4.3.2. Handlungsbedarf für das Konzept.....	129
KAPITEL 5 LÖSUNG ZUM AUTOMATISIERTEN FUNKTIONALEN TESTEN KAMERABASIERTER AKTIVER FAHRERASSISTENZSYSTEME	131
5.1. Rahmenkonzept.....	134
5.1.1. Der Testprozess	135
5.1.2. Use Cases.....	142
5.1.3. Grafik-Simulation.....	144
5.1.4. Visual Loop (VL) System	146
5.1.5. Schnittstellen	149
5.1.6. Zusammenfassung des Rahmenkonzepts	156
5.2. Verfahren zum HiL-Testen kamerabasierter Aktiver Fahrerassistenzsysteme	157
5.2.1. VL-Editor	158
5.2.2. Grafik Generator	175
5.2.3. Zusammenfassung des VL-Testsystems.....	183
5.3. Testfälle und Test-Szenarien	184
5.3.1. Testfälle als parametrierbare Testklassen.....	184
5.3.2. Methodik zur Erzeugung von Test-Szenarien	196
5.4. Zusammenfassung der Lösung zum Testen kamerabasierter ADAS	203
KAPITEL 6 IMPLEMENTIERUNG DES VL-TESTSYSTEMS	205
6.1. VL-Testsystem „PROVEtech:VL“	206
6.1.1. Grafik Generator	207
6.1.2. VL-Editor	209
6.1.3. Schnittstellen	212

6.1.4. Weitere Komponenten.....214

6.1.5. Gesamt-Testsystem215

6.2. Erzeugung von Testfällen und Szenarien216

6.2.1. Versuchsplanung und automatische Testfallspezifikations-Generierung216

6.2.2. Kombinations-Algorithmik und automatische Szenario-Generierung.....218

6.3. Anwendungsfälle, Projekte.....219

6.3.1. Fahrspurverlassenswarnung220

6.3.2. Verkehrszeichenerkennung.....221

6.3.3. Fahrsimulator Assistenzsysteme222

6.3.4. Stereo Multi Purpose Camera222

6.4. Zusammenfassung der Implementierung224

KAPITEL 7 ERGEBNISSE, ZUSAMMENFASSUNG, AUSBLICK225

7.1. Ergebnisse.....225

7.1.1. Methode: Testprozess mit Szenarien aus parametrisierten Testklassen.....226

7.1.2. Werkzeug: VL-Testsystem für kamerabasierte Aktive Fahrerassistenzsysteme.....228

7.1.3. Prototypische Umsetzung.....230

7.1.4. Zusammenfassung der Ergebnisse.....230

7.2. Zusammenfassung der Arbeit231

7.2.1. Grundlagen, Anforderungen und Stand der Technik231

7.2.2. Konzept, Implementierung und Ergebnisse232

7.2.3. Wissenschaftlicher Mehrwert.....233

7.3. Ausblick234

ANHANG235

A 1 Navigations-, Stabilisierungs- und Collision Mitigation Systeme235

A 2 Radar-, Lidar- und Ultraschall-Sensoren236

A 3 ISO/DIS 26262238

A 4 V-Modelle239

A 5 Überblick PROVEtech:TP5 nach [Bäro08]240

A 6 Überblick Bestandteile und Zusammenspiel der PROVEtech:VL-Softwarekomponenten
.....244

ABBILDUNGSVERZEICHNIS245

LITERATURVERZEICHNIS249