

INHALTSVERZEICHNIS

DANKSAGUNG	I
INHALTSVERZEICHNIS	III
KURZFASSUNG	VII
ABSTRACT	IX
1 EINLEITUNG	1
1.1 MOTIVATION	3
1.2 FÖRDERPROJEKTE	4
1.3 GLIEDERUNG DER ARBEIT	4
2 VERBREITUNG VORAUSSCHAUENDER ASSISTENZSYSTEME	7
2.1 DAIMLER	7
2.2 LEXUS	8
2.3 BMW	10
2.4 CADILLAC	11
2.5 HONDA	11
3 DER SCHUTZ VON FUSSGÄNGERN	13
3.1 UNFALLFORSCHUNG ZU FUSSGÄNGERUNFÄLLEN	14
3.1.1 BEGRIFFE ZUR METHODISCHEN UNFALLFORSCHUNG	14
3.1.2 DEFINITION DER KATEGORIE »FUSSGÄNGER«	15
3.1.3 FUSSGÄNGERUNFALLSTATISTIK DEUTSCHLAND	15
3.1.4 FUSSGÄNGERUNFALLSTATISTIK EUROPA	18
3.1.5 FUSSGÄNGERUNFALLSTATISTIK USA	19
3.1.6 WELTWEITE FUSSGÄNGERUNFALLSTATISTIK	19
3.2 FAHRERASSISTENZ UND SICHERHEIT	20
3.2.1 CHARAKTERISTIKA VON FAHRERASSISTENZ- UND SICHERHEITSSYSTEMEN	20
3.2.2 WIENER KONVENTION	27

3.2.3	HAFTUNG DES AUTOMOBILHERSTELLERS	28
3.3	MÖGLICHE AUSPRÄGUNG EINES SYSTEMS FÜR DEN AKTI- VEN FUSSGÄNGERSCHUTZ (FSS)	29
3.3.1	FOLGERUNGEN AUS DEN UNFALLANALYSEN	30
3.3.2	AKTIONSKONZEPT	30
3.3.3	BERECHNUNG DER TIME TO CONTACT	31
3.3.4	EXISTIERENDE ALTERNATIVE AKTIONSKONZEPTE	34
3.4	VERKAUFSRELEVANTE ASPEKTE	36
4	VORAUSSCHAUENDE SENSOREN	39
4.1	PHOTONIC MIXER DEVICE (PMD)	40
4.1.1	FUNKTIONSWEISE DER PMD-KAMERA	40
4.2	MONOVIDEO-KAMERA	44
4.2.1	FUNKTIONSWEISE EINES CCD-SENSORS	45
4.2.2	VERGLEICH MIT CMOS-BILDAUFNEHMER	46
4.2.3	BESONDERHEITEN DER BELICHTUNGSREGELUNG	46
4.2.4	ERREICHBARE MESSGENAUIGKEIT	48
4.3	STEREOVIDEOSENSORIK	49
4.4	RADAR	51
4.5	LIDAR	52
4.6	LASERSCANNER	52
4.7	AKTIVE NAHINFRAROT-SENSORIK	53
4.8	THERMISCHE SENSORIK	54
4.9	ULTRASCHALL	56
4.10	SENSORIKEMPFEHLUNG	59
5	FUSSGÄNGERERKENNUNG AUS 3D- UND 2D-DATEN	61
5.1	DIE ALLGEMEINE SCHÄTZTHEORIE	62
5.2	MERKMALSEXTRAKTION AUS 3D-DATEN	63
5.2.1	VORVERARBEITUNG DER REGION	63
5.2.2	GRÖSSE	64
5.2.3	Globale geometrische Merkmale	65
5.2.4	MOMENTENBASIERTE OBJEKTFORM	66
5.2.5	KONTURBASIERTE OBJEKTFORM	68
5.2.6	WEITERE MERKMALE ZUR OBJEKTFORM	70
5.2.7	TEXTUR	71
5.2.8	OBERFLÄCHE	73
5.3	FUSION DER 3D- UND 2D-DATEN	74
5.4	MERKMALSEXTRAKTION AUS 2D-DATEN	75
5.4.1	HISTOGRAMME DER KANTENRICHTUNG	75
5.4.2	MUSTERVERGLEICH	77
5.5	EIGNUNG MÖGLICHER KLASSIFIKATIONSVERFAHREN	78

5.5.1	KLASSIFIKATION DURCH DIREKTEN VERGLEICH . . .	79
5.5.2	SCHWELLENENTSCHEIDUNG	79
5.5.3	k-NÄCHSTE-NACHBARN KLASSIFIKATION	80
5.5.4	MAXIMUM LIKELIHOOD KLASSIFIKATION	80
5.5.5	MAXIMUM-A-POSTERIORI KLASSIFIKATION	81
5.5.6	KÜNSTLICHE NEURONALE NETZE (KNN)	84
5.5.7	SUPPORT VECTOR MACHINES	88
6	VERSUCHSDURCHFÜHRUNG	99
6.1	VERSUCHSAUFBAU	99
6.1.1	EINGESETZTES VERSUCHSFAHRZEUG	100
6.1.2	VERWENDETES PMD-SYSTEM	100
6.1.3	VERWENDETES MONOVIDEO-SYSTEM	101
6.1.4	KOORDINATENSYSTEM UND KALIBRIERUNG	101
6.1.5	WIRKUNGSBEREICH DER SENSORIK	104
6.2	SOFTWAREKOMponentEN VON PRESUME	105
6.2.1	VORKLASSIFIKATOR	107
6.2.2	HAUPTKLASSIFIKATION	108
6.2.3	KLASSIFIKATIONSTRACKING	109
6.2.4	TRENNUNG ZWISCHEN NAH- UND FERNBEREICH . .	109
6.3	TRAINING UND TEST DER KLASSIFIKATOREN	109
6.3.1	AUFTEILUNG DES DATENSATZES	110
6.3.2	BRUTE-FORCE PERMUTATION DER PARAMETER . . .	110
6.3.3	EVOLUTIONÄRER ALGORITHMUS	111
6.4	GÜTEPARAMETER UND BEWERTUNG DER KLASSIFIKATION .	112
6.5	TRAININGS- UND VALIDIERUNGSDATEN	117
7	ERGEBNISSE	121
7.1	ANALYSE DER MERKMALSEXTRAKTION	122
7.2	DETEKTIONSRATE	122
7.3	KLASSIFIKATIONS RATEN	123
7.3.1	EINFLUSS DER SVM-PARAMETER	125
7.3.2	ERGÄNZENDE ERGEBNISVALIDIERUNG	126
7.4	ERKENNUNGSRATEN	126
7.5	ERFORDERLICHE RECHENZEIT	128
7.6	VERGLEICH MIT INTERNATIONALEN FORSCHUNGS- & ENT- WICKLUNGS AKTIVITÄTEN	129
7.6.1	UNIVERSITÄT PARMA	131
7.6.2	TECHNISCHE UNIVERSITÄT CLUJ-NAPOCA	132
7.6.3	TECHNISCHE UNIVERSITÄT HAMBURG-HARBURG . .	132
7.6.4	TECHNISCHE UNIVERSITÄT WUPPERTAL	133
7.6.5	AUSTRALIAN NATIONAL UNIVERSITY	133

7.6.6	DAIMLER AG	134
7.6.7	TOYOTA CENTRAL R & D LABS	135
7.6.8	NISSAN	135
8	ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK	141
A	HISTOGRAMME DER MERKMALE	145
B	EINFLUSS DER SVM-PARAMETER	155
C	OPTIMIERUNG MIT GENETISCHEM ALGORITHMUS	163
D	SYSTEMGRENZEN DES VERWENDETEN SENSORSYSTEMS	165
	LITERATURVERZEICHNIS	175