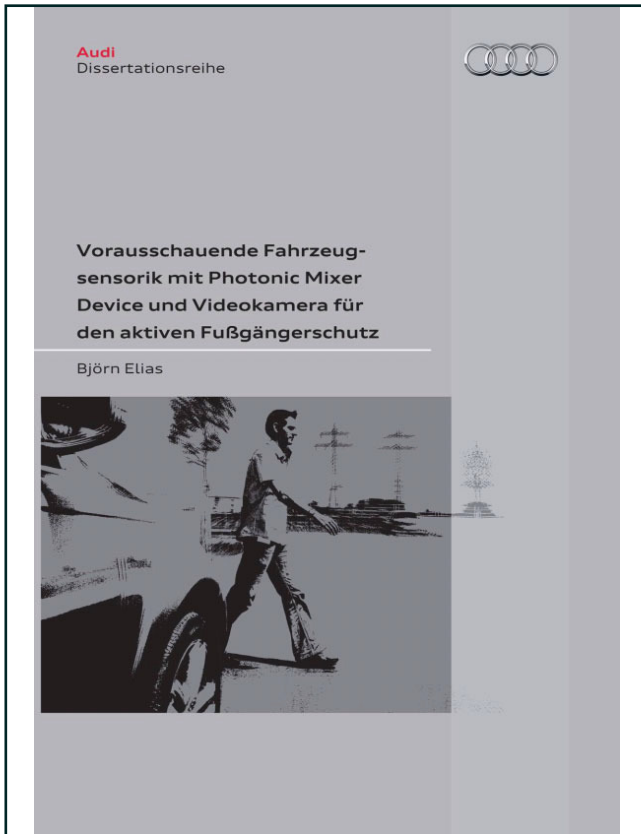




Björn Elias (Autor)

Vorausschauende Fahrzeugsensorik mit Photonic Mixer Device und Videokamera für den aktiven Fußgängerschutz



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/1067>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen, Germany

Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: info@cuvillier.de, Website: <https://cuvillier.de>

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 |