

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges

Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum

10. November 2016 (10.11.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer

WO 2016/177371 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G06K 9/00 (2006.01)

Kronfeldstraße 15, 07745 Jena (DE). DENZLER,
Joachim; Ziegelmühlenweg 7a, 07743 Jena (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2016/200207

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(22) Internationales Anmeldedatum: 4. Mai 2016 (04.05.2016)

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2015 208 429.9 6. Mai 2015 (06.05.2015) DE

(71) Anmelder: CONTINENTAL TEVES AG & CO. OHG [DE/DE]; Guerickestr. 7, 60488 Frankfurt (DE). FRIEDRICH-SCHILLER-UNIVERSITÄT JENA [DE/DE]; Fürstengraben 1, 07743 Jena (DE).

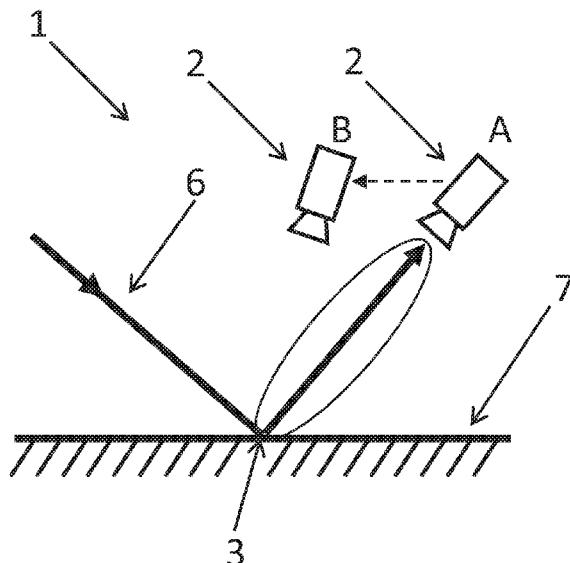
(72) Erfinder: FRITZ, Stefan; Dreieichring 50, 64390 Erzhausen (DE). HARTMANN, Bernd; Engelsgasse 3b, 61350 Bad Homburg (DE). AMTHOR, Manuel;

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND APPARATUS FOR DETECTING AND ASSESSING ROAD REFLECTIONS

(54) Bezeichnung : VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR ERKENNUNG UND BEWERTUNG VON FAHRBAHNREFLEXIONEN

Fig. 1b



(57) Abstract: The invention relates to a method for detecting and assessing reflections on a road (7). A camera (2) is provided and is used to produce at least two digital images of at least one point (3) of the road, wherein the images are produced from different recording perspectives (A, B) of the camera (2). Diffuse reflection and specular reflection of the road (7) are then detected by assessing differences in the appearances of the at least one point (3) of the road in the at least two digital images using digital image processing algorithms. Road reflections are particularly preferably assessed using an approximative approach. An item of road condition information is determined on the basis of the detected reflection, in particular an item of road condition information which states whether the road (7) is dry, wet, snow-covered or icy. The invention also relates to an apparatus (1) for carrying out the above-mentioned method and to a vehicle having such an apparatus (1).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erkennung und Bewertung von Reflexionen auf einer Fahrbahn (7). Es wird eine Kamera (2) bereitgestellt, mittels welcher mindestens zwei digitale Bilder wenigstens eines Fahrbahnpunktes (3) erzeugt werden, wobei das Erzeugen der Bilder aus unterschiedlichen Aufnahme-Perspektiven (A, B) der Kamera (2) erfolgt. Es folgt ein Detektieren von diffuser Reflexion und spiegelnder Reflexion der Fahrbahn (7) durch Bewerten von Unterschieden der Erscheinungsbilder des wenigstens einen Fahrbahnpunktes (3) in den mindestens zwei digitalen Bildern unter Verwendung von Algorithmen digitaler Bildverarbeitung. Besonders bevorzugt erfolgt das Bewerten von Fahrbahnreflexionen mittels eines approximativer Ansatzes. In Abhängigkeit der detektierten Reflexion wird eine Fahrbahnzustands-Information ermittelt, insbesondere eine Fahrbahnzustands-Information, welche eine Aussage darüber trifft, ob die Fahrbahn (7) trocken, nass, schneebedeckt oder vereist ist. Weiterhin betrifft die Erfindung eine Vorrichtung (1) zur Durchführung des vorgenannten Verfahrens und ein Fahrzeug mit einer solchen Vorrichtung (1).

Verfahren und Vorrichtung zur Erkennung und Bewertung von
Fahrbahnreflexionen

5

Gebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erkennung und Bewertung von Reflexionen auf einer Fahrbahn. Weiterhin betrifft die
10 Erfindung eine Vorrichtung zur Durchführung des vorgenannten Verfahrens und ein Fahrzeug mit einer solchen Vorrichtung.

Hintergrund der Erfindung

15 Der technologische Fortschritt im Bereich der optischen Bilderfassung erlaubt den Einsatz von kamerabasierten Fahrerassistenzsystemen, die hinter der Windschutzscheibe platziert der visuellen Wahrnehmung des Fahrers entsprechend das Vorfeld des Fahrzeugs erfassen. Die funktionalen Umfänge dieser
20 Systeme erstrecken sich dabei von der Fernlichtautomatik über Erkennung und Anzeige von Geschwindigkeitsbegrenzungen bis hin zur Warnung bei Spurhaltefehlern oder drohender Kollision.

Ausgehend von der reinen Vorfelderfassung bis hin zum
25 vollständigen 360° Rundumblick sind heute Kameras in vielfältigen Applikationen und unterschiedlichen Funktionen für Fahrerassistenzsysteme in modernen Fahrzeugen zu finden. Aufgabe der digitalen Bildverarbeitung als Stand-alone Funktion oder in Fusion mit Radar- oder Lidarsensoren ist es dabei primär Objekte
30 zu erkennen, zu klassifizieren und im Bildausschnitt zu verfolgen. Klassische Objekte sind in der Regel verschiedenste Fahrzeuge wie PKW, LKW, Zweiräder oder Fußgänger. Darüber hinaus übernehmen Kameras die Erfassung von Schildern, Fahrspurmarkierungen, Leitplanken, Freiräumen oder sonstigen
35 generischen Objekten.

Das automatische Erlernen und Erkennen von Objektkategorien und deren Instanzen gehört zu den wichtigsten Aufgaben der digitalen

Bildverarbeitung und stellt den aktuellen Stand der Technik dar. Aufgrund der aktuell sehr weit fortgeschrittenen Verfahren, die diese Aufgaben beinahe so gut wie ein Mensch erfüllen können, hat sich inzwischen der Schwerpunkt von einer groben auf eine genaue
5 Lokalisierung der Objekte verlagert.

Im Bereich moderner Fahrerassistenz werden unterschiedliche Sensoren u.a. auch Videokameras eingesetzt um das Fahrzeugumfeld möglichst genau und robust zu erfassen. Diese
10 Umfeldinformationen zusammen mit den fahrdynamischen Informationen des Fahrzeugs über z.B. die Inertialsensorik verschaffen einen guten Eindruck über den aktuellen Fahrzustand des Fahrzeugs und die gesamte Fahrsituation. Daraus lässt sich die Kritikalität von Fahrsituationen ableiten und die
15 entsprechenden Fahrerinformationen/-warnungen bis hin zu fahrdynamischen Eingriffen über Bremse und Lenkung initiieren.

Da der zur Verfügung stehende Reibbeiwert oder Fahrbahnzustand für Fahrerassistenzsysteme jedoch nicht zur Verfügung steht bzw.
20 nicht benannt werden kann, erfolgt die Auslegung der Warn- und Eingriffszeitpunkte grundsätzlich auf Basis einer trockenen Fahrbahn mit hohem Kraftschlusspotential zwischen Reifen und Fahrbahn.

Daraus ergibt sich das Problem, dass die Fahrerwarnung bzw. der
25 systemseitige Eingriff bei unfallvermeidenden oder unfallabschwächenden Systemen so spät erfolgt, dass es bei tatsächlich trockener Fahrbahn gerade noch zur Unfallvermeidung oder zur akzeptablen Unfallfolgenminderung reicht. Ist die Fahrbahn bei Nässe, Schnee oder gar Eis jedoch weniger griffig,
30 kann der Unfall nicht mehr verhindert werden und auch die Minderung der Unfallfolgen erzielt nicht den gewünschten Effekt.

Zusammenfassung der Erfindung

35 Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung kann daher darin bestehen, ein Verfahren und eine Vorrichtung der eingangs genannten Art bereitzustellen, mit denen der Fahrbahnzustand oder gar der zur Verfügung stehende Reibbeiwert der Fahrbahn bestimmt werden

kann, so dass Fahrerwarnungen sowie Systemeingriffe entsprechend zielgerichteter erfolgen können und die Wirksamkeit von unfallvermeidenden Fahrerassistenzsystemen erhöht werden kann.

- 5 Die Aufgabe wird gelöst durch die Gegenstände der unabhängigen Patentansprüche. Bevorzugte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Das erfindungsgemäße Verfahren nach Anspruch 1 dient der

- 10 Erkennung und Bewertung von Reflexionen wenigstens eines Punktes auf einer Fahrbahn. Gemäß einem Verfahrensschritt wird eine Kamera bereitgestellt, mittels welcher mindestens zwei digitale Bilder des wenigstens einen Fahrbahnpunktes erzeugt werden, wobei das Erzeugen der Bilder aus unterschiedlichen
15 Aufnahme-Perspektiven der Kamera erfolgt. Es folgt ein Unterscheiden von diffuser Reflexion und spiegelnder Reflexion der Fahrbahn durch Bewerten von Unterschieden der Erscheinungsbilder des wenigstens einen Fahrbahnpunktes in den mindestens zwei digitalen Bildern unter Verwendung von
20 Algorithmen digitaler Bildverarbeitung. In Abhängigkeit der detektierten Reflexion wird eine Fahrbahnzustands-Information ermittelt, insbesondere eine Fahrbahnzustands-Information, welche den Reibbeiwert der Fahrbahn beschreibt oder eine Aussage darüber trifft, ob die Fahrbahn trocken, nass oder vereist ist.

- 25 Die Erfindung macht sich zu Nutze, dass sich Reflexionen im Allgemeinen in drei Kategorien einteilen lassen und jede bei Veränderung des Blickwinkels bzw. der Perspektive unterschiedliche visuelle Effekte hervorruft. Dabei wird zwischen diffuser, glänzender und spiegelnder Reflexion unterschieden, wobei in der vorliegenden Erfindung besonders der Unterschied zwischen diffuser Reflexion, welche ein Indikator für eine trockene Fahrbahn ist, und spiegelnder Reflexion, welche ein Indikator für eine nasse und/oder vereiste Fahrbahn ist, von
30 Interesse ist. Auf diese Weise ermöglicht das erfindungsgemäße Verfahren das Unterscheiden von trockener und nasser/vereister Fahrbahn.
35

Das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Vorrichtung verwenden Algorithmen der digitalen Bildverarbeitung, mit dem Ziel Fahrbahnreflexionen zur Erkennung insbesondere von Nässe und Eis robust zu detektieren. Mit dem 5 erfindungsgemäßen Verfahren lässt sich dabei durch die Erkennung und Bewertung von Reflexionen bereits eines einzigen Fahrbahnpunktes, welcher die Fahrbahn repräsentiert, ein Rückschluss auf einen aktuellen Fahrbahnzustand ziehen, indem in den von der Kamera aus zwei verschiedenen Perspektiven erzeugten 10 Bildern des Fahrbahnpunktes durch Verwendung digitaler Bildverarbeitungsalgorithmen nach bestimmten Merkmalen gesucht wird, die es erlauben auf den aktuellen Fahrbahnzustand zu schließen.

15 Das Verfahren wird bevorzugt bei einer ausreichend beleuchteten Szene durchgeführt, welche die Erzeugung bzw. die Aufnahme verwertbarer Bilder ermöglichen. Voraussetzung für das Verfahren ist eine Veränderung der Perspektive in einer Bildsequenz von mindestens zwei Bildern. Im Falle von diffusen Reflexionen 20 (Indikator für eine trockene Fahrbahn) hat die Veränderung des Blickwinkels auf einen Fixpunkt auf der Fahrbahn keinen visuellen Effekt, da das Licht in alle Richtung gleichermaßen reflektiert wird. Bei Veränderung der Perspektive ändert sich das Erscheinungsbild für den Betrachter nicht. Im Gegensatz dazu wird 25 bei einer spiegelnden Reflexion (Indikator für eine nasse und/oder eine vereiste Fahrbahn) die Reflexion nicht gestreut zurück geworfen, was bei einer Veränderung des Blickwinkels eine starke Veränderung des Erscheinungsbildes eines Fixpunktes auf der Fahrbahn zur Konsequenz hat. Eine Veränderung der Perspektive 30 hat zur Folge, dass Reflexionen in einem bestimmten Punkt auf der Fahrbahn nach der Veränderung nicht mehr den Betrachter treffen. Um diesen Effekt auszunutzen ist es prinzipiell nötig, vereinzelte oder alle Punkte oder Regionen im Bild über eine 35 Sequenz von mindestens zwei Bildern zu verfolgen und deren Erscheinungsveränderung zu bewerten.

Das erfindungsgemäße Verfahren findet bevorzugt in einem Fahrzeug Anwendung. Das Bereitstellen der Kamera kann dabei

insbesondere innerhalb des Fahrzeugs erfolgen, vorzugsweise hinter der Windschutzscheibe, so dass einer visuellen Wahrnehmung eines Fahrers des Fahrzeugs entsprechend das Vorfeld des Fahrzeugs erfasst werden kann. Die Erzeugung der Bilder aus 5 zwei unterschiedlichen Perspektiven kann dabei insbesondere durch eine Fahrbewegung des Fahrzeugs erfolgen.

Bevorzugt wird eine Digitalkamera bereitgestellt, mit welcher die wenigstens zwei Erscheinungsbilder direkt digital 10 aufgenommen und mittels Algorithmen digitaler Bildverarbeitung ausgewertet werden können. Insbesondere kann eine Monokamera oder einer Stereokamera zum Erzeugen der Erscheinungsbilder zum Einsatz kommen, da je nach Ausprägung auch Tiefeninformationen aus dem Bild für den Algorithmus verwendet werden können.

15 Bevorzugt ist in diesem Zusammenhang vorgesehen, dass das Erzeugen mindestens zweier digitaler Bilder des wenigstens einen Fahrbahnpunktes mittels der Kamera erfolgt, wobei das Erzeugen der Bilder aus unterschiedlichen Aufnahme-Perspektiven mit einer Stereokamera erfolgt.

20 Ein besonderer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens ist, dass spiegelnde Reflexionen sicher von Schatten (diffuse Reflexionen) unterschieden werden können, da sie ein unterschiedliches Bewegungsverhalten im Bild zeigen.

25 Ebenfalls kann vorteilhaft vorgesehen sein, dass das Unterscheiden von diffuser und spiegelnder Reflexion auf Basis digitaler Bildverarbeitung durch Differenzieren von fahrbahnfesten und fahrbahnunabhängigen Erscheinungen verursacht durch eine Relativbewegung des Beobachters erfolgt 30 und somit eine sichere Trennung von Schatten und gespiegelter Infrastruktur auf der Fahrbahn ermöglicht wird.

Eine vorteilhafte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens umfasst die zusätzlichen Verfahrensschritte 35 Kommunizieren der Fahrbahnzustands-Information an ein Fahrerassistenzsystem eines Fahrzeugs und Anpassen von Warn- und Eingriffszeitpunkten mittels des Fahrerassistenzsystems in Abhängigkeit der Fahrbahnzustands-Information. Die

Fahrbahn-Zustandsinformation dient somit als Eingang für ein unfallvermeidendes Fahrerassistenzsystem eines Fahrzeugs, um Warn- und Eingriffszeitpunkte des Fahrerassistenzsystems besonders effektiv anpassen zu können. Die Wirksamkeit von 5 unfallvermeidenden Maßnahmen durch solche sogenannte Advanced Driver Assistance Systems (ADAS) kann dadurch deutlich erhöht werden.

Weiterhin ist auch vorteilhaft vorgesehen, dass die 10 Fahrbahn-Zustandsinformation als wichtige Information der Fahrumgebung beim automatisieren dient und vorzugsweise einer entsprechende Systemsteuerung zum autonomen Fahren zugeführt wird. In diesem Sinne ist gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform vorgesehen, dass die 15 Fahrbahnzustands-Information in die Funktion eines automatisierten Fahrzeugs einbezogen wird und Fahrstrategie sowie Bestimmung von Übergabezeitpunkten zwischen einem Automaten und Fahrer in Abhängigkeit der Fahrbahnzustands-Information angepasst werden.

Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform umfasst die 20 zusätzlichen Verfahrensschritte Erzeugen zweier digitaler Bilder einer Vielzahl von Fahrbahnpunkten, welche vorzugsweise eine trapezförmige Region bilden, aus unterschiedlichen 25 Perspektiven mittels der Kamera und Transformieren der vorzugsweise trapezförmigen Region mittels einer geschätzten Homographie in eine rechtwinklige Draufsicht. Gemäß dieser Ausführungsform wird zur Detektion von Fahrbahnreflexionen eine 30 Region, welche aus einer Vielzahl von Fahrbahnpunkten umfasst, in den Bildern der Kamera verwendet, welche die Fahrbahn repräsentiert. Je nach Anforderung an Laufzeit und Genauigkeit kann die Region auch ein segmentierter Ausschnitt sein. Besonders bevorzugt ist jedoch eine Region in Form eines Trapezes, wobei die trapezförmige Region mit Hilfe einer geschätzten Homographie 35 in eine rechtwinklige Draufsicht („Bird's-eye view“) transformiert wird. Mit Hilfe dieser Transformation können Merkmale extrahiert werden, die besonders dazu geeignet sind, die

unterschiedliche Erscheinung in dieser Region in Abhängigkeit der Präsenz von Fahrbahnreflexionen zu erfassen.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform erfolgt das
5 Bereitstellen der Kamera in einem Fahrzeug. Das erste Bild wird in einer ersten Position des Fahrzeugs aus einer ersten Aufnahme-Perspektive erzeugt. Das Fahrzeug wird in eine zweite Position bewegt, z.B. verfahren, wobei die zweite Position von der ersten Position unterschiedlich ist, d.h. die erste und die
10 zweite Position stimmen nicht überein. Es folgt das Erzeugen des mindestens zweiten Bildes in der mindestens zweiten Position des Fahrzeugs aus einer mindestens zweiten Aufnahme-Perspektive. Die mindestens zwei Bilder der mindestens zwei unterschiedlichen Aufnahme-Perspektiven werden anschließend in eine jeweilige
15 Draufsicht transformiert. Es folgt ein Registrieren der mindestens zwei erzeugten Draufsichten mit Mitteln der digitalen Bildverarbeitung unter Einbeziehung von Fahrdynamikparametern des Fahrzeugs und ein Vergleich der Erscheinungsbilder des wenigstens einen Fahrbahnpunktes in den mindestens zwei
20 registrierten Draufsichten. Die Registrierung ist gemäß diesem Ausführungsbeispiel durch eine einfache Translation und Rotation realisierbar, da die Szene in eine Draufsicht transformiert wurde. Die Kompensation kann vorzugsweise durch Einbezug einzelner Fahrdynamikparameter, z.B. Fahrzeuggeschwindigkeit,
25 Lenkwinkel, etc. oder ganzer Modelle, z.B. Groundplane-Modell und Fahrdynamik-Modelle erfolgen oder unterstützt werden. Der Vorteil der Verwendung dieser zusätzlichen Informationen zeigt sich speziell bei homogener oder stark spiegelnder Fahrbahn, bei der es zu Fehlinterpretation der Fahrzeugbewegung auf Basis
30 reiner Bildverarbeitung kommen kann.

Weiterhin erfolgt vorteilhaft ein Extrahieren von Merkmalen des mindestens einen Fahrbahnpunktes oder der Region, welche die Veränderung des Erscheinungsbildes in den mindestens zwei registrierten Draufsichten erfassen. Dies ist vorteilhaft nach einem Zuordnen der Einzelpunkte oder Regionen einer Sequenz vorgesehen. Das Extrahieren kann auf unterschiedliche Weise

geschehen, wie z.B. über deren Varianz oder Werteverlauf in Form eines Vektors.

Die einzelnen Merkmale bilden einen Merkmalsvektor, welcher
5 anschließend von einem Klassifikationssystem (Klassifikator) mindestens einer Klasse zugewiesen. Vorzugsweise sind die Klassen „nass/vereist“ und „trocken/Rest“ vorgesehen. Ein Klassifikator ist dabei eine Abbildung eines Merkmalsdeskriptors auf eine diskrete Zahl, die die zu erkennenden Klassen
10 repräsentiert.

Als Klassifikator wird vorzugsweise ein zufälliger Entscheidungswald (engl. Random Decision Forest) verwendet. Entscheidungsbäume sind hierarchisch angeordnete
15 Klassifikatoren, die das Klassifikationsproblem iterativ aufspalten. Beginnend in der Wurzel wird auf Basis der getroffenen Entscheidungen der Pfad zu einem Blattknoten beschritten, in welchem die finale Klassifikationsentscheidung stattfindet. Aufgrund der Lernkomplexität werden vorzugsweise für die inneren Knoten sehr einfache Klassifikatoren, die
20 sogenannten decision stumps verwendet, welche den Eingaberaum orthogonal zu einer Koordinatenachse separieren.

Entscheidungswälder sind Kollektionen von Entscheidungsbäumen, die an vorzugsweise zwei Stellen randomisierte Elemente beim Trainieren der Bäume enthalten. Als erstes wird jeder Baum mit einer zufälligen Auswahl an Trainingsdaten trainiert und zweitens für jede binäre Entscheidung nur eine zufällige Auswahl zulässiger Dimensionen verwendet. In den Blattknoten werden
25 Klassenhistogramme gespeichert, die eine Maximum-Likelihood-Schätzung über die den Blattknoten im Training erreichenden Merkmalsvektoren erlauben. Klassenhistogramme speichern die Häufigkeit, mit der ein Merkmalsvektor eines bestimmten Fahrbahnzustands beim
30 Durchlaufen des Entscheidungsbaumes den entsprechenden Blattknoten erreicht. Als Ergebnis kann jeder Klasse vorzugsweise eine Wahrscheinlichkeit zugeordnet werden, die sich aus den Klassenhistogrammen berechnet.

Um für einen Merkmalsvektor eine Entscheidung über die Präsenz von spiegelnden Reflexionen zu treffen, wird vorzugsweise die wahrscheinlichste Klasse aus dem Klassenhistogramm als der aktuelle Zustand verwendet, oder andere Methoden, um die Information aus den Entscheidungsbäumen in eine Reflexionspräsenzentscheidung zu übertragen.

An diese Entscheidung pro Eingabebild schließt sich bevorzugt eine Optimierung an. Diese Optimierung kann zeitlichen Kontext berücksichtigen oder weitere Information, die vom Fahrzeug zur Verfügung gestellt werden. Zeitlicher Kontext wird vorzugsweise dadurch berücksichtigt, dass die häufigste Klasse aus einem vorangegangenen Zeitabschnitt verwendet oder mittels eines sogenannten Hysterese-Schwellwertverfahrens bestimmt wird. Bei dem Hysterese-Schwellwertverfahren wird der Wechsel von einem Fahrbahnzustand in den anderen anhand von Schwellwerten geregelt. Ein Wechsel erfolgt erst dann, wenn die Wahrscheinlichkeit für den neuen Zustand hoch genug und für den alten Zustand dementsprechend gering ist.

Ist das vorstehend beschriebene Extrahieren für die Einzelpunkte oder Regionen geschehen, so ist es weiter möglich für einen gesamten Bildausschnitt eines der Bilder, insbesondere einen transformierten Bildausschnitt, Merkmale zu extrahieren. Dafür sind verschiedenste Berechnungen denkbar, wie beispielsweise die Konkatenation der Einzelpunktmerkmale mit eventuellen Dimensionsreduzierungsmaßnahmen (z.B. „Principal Component Analysis“), die Beschreibung mit Hilfe von statistischen Momenten oder auch ein „Bag-of-Visual-Words“-Ansatz, bei dem auf Basis eines Histogramms das Vorkommen bestimmter prototypischer Werte oder Wertetupel erfasst wird (z.B. SIFT, HOG, LBPs etc.).

Besonders bevorzugt erfolgt das Bewerten von Fahrbahnreflexionen anhand der oben beschriebenen Effekte mittels eines approximativer Ansatzes, durch welchen insbesondere die Robustheit des Verfahrens mit Bildregistrierung erhöht werden kann. Gleichzeitig lassen sich Laufzeiten reduzieren, was

essentiell für den Automotive-Bereich ist. In diesem Sinne ist gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform vorgesehen, dass die mindestens zwei erzeugten Bilder, besonders bevorzugt die erzeugten Draufsichten, gemittelt werden, um ein

5 Durchschnittsbild zu erhalten und dass eine absolute oder quadratische Differenz zwischen jedem Bildpunkt im Durchschnittsbild und dem zugehörigen Spaltenmittelwert gebildet wird. Eine Grundannahme dieser Ausführungsform ist, dass sich eine Region durch den gesamten Bildbereich bewegt.
10 Betrachtet wird dabei nicht eine bestimmte Region an sich, sondern deren zurückgelegter Pfad. Somit werden besonders bevorzugt mehr als zwei Bilder erzeugt. Es wird weiterhin angenommen, dass eine geradlinige und stetige Veränderung der Perspektive vorliegt, vorzugsweise eine gleichmäßig geradlinige
15 Bewegung des Fahrzeugs. Diese Annahme kann vorzugsweise durch Fahrzeuggbewegungsparameter als Kontextwissen bestätigt werden. Unter dieser Voraussetzung werden die Einzelbilder, bevorzugt die transformierten Einzelbilder, aus der Sequenz gemittelt, um ein Durchschnittsbild zu erhalten. Um Speicherplatz zu
20 minimieren oder jüngere Ereignisse höher zu gewichten, ist auch die Berechnung eines gleitenden Mittelwertes möglich.
Anschließend wird zwischen jedem Bildpunkt im Durchschnittsbild und dem dazugehörigen Spaltenmittelwert die absolute Differenz oder die quadratische Differenz gebildet.

25 Das Extrahieren von Merkmalen des Durchschnittsbildes kann unter Berücksichtigung der Spaltenmittelwerte erfolgen, wobei vorzugsweise ein „Bag-of-Visual-Words“-Ansatz angewandt wird, bei welchem auf Basis eines Histogramms das Vorkommen bestimmter prototypischer Werte oder Wertetupel erfasst wird.

30 Das entstandene Bild kann verwendet werden, um das Vorhandensein von spiegelnden Reflexionen zu bewerten, wie beispielsweise durch statistische Momente oder in einer besonders vorteilhaften Form durch lokale Merkmale (vorzugsweise „Local Binary Pattern“) in einem „Bag-of-Visual-Words“-Ansatz. Grundlage dieses approximativen Ansatzes ist die Annahme, dass passierte Regionen auf der Fahrbahn im Falle von diffuser Reflexion dem Spaltenmittelwert bei geradliniger Bewegung sehr ähnlich sind,

wohingegen bei spiegelnden Reflexionen die Veränderung des Erscheinungsbildes der passierten Regionen starke Unterschiede zu den Spaltenmittelwerten aufweisen.

- 5 Dieses Verfahren basiert – wie vorstehend erwähnt – im Wesentlichen auf der Annahme, dass das Fahrzeug eine geradlinige Bewegung ausführt. Bei Kurvenfahrt kann der betrachtete Bildbereich durch Drehung oder/oder Scherung entsprechend angepasst werden, dieses um sicher zu stellen, dass sich die
10 Effekte auch bei Kurvenfahrt noch spaltenweise auswirken. Sozusagen werden bei diesem Ansatz nicht die Einzelregionen direkt verfolgt, um deren Erscheinungsbildänderung zu bewerten, sondern es wird deren zurückgelegter Pfad (Bildspalten) analysiert. Ein Vorteil dieses Verfahrens ist die Robustheit
15 gegenüber nicht registrierten Fahrzeugbewegungen (Nicken/Wanken), welche besonders sicher fehlerfreie Schätzungen liefert. Ein weiterer Vorteil ist die benötigte Rechenzeit, die sich im Gegensatz zu ersterem Verfahren stark reduziert. Die Berechnungen beschränken sich dabei auf die
20 Mittelwertbildung und einige Subtraktionen.
Weiterhin erfolgt bevorzugt ein Einbeziehen von Kameraparametern in das Bewerten der Veränderung der Erscheinungsbilder. Dadurch kann die Robustheit des Verfahrens gesteigert werden.
Vorzugsweise wird die sich ständig verändernde Belichtungszeit
25 berücksichtigt, welche Veränderungen im Erscheinungsbild der Regionen in der Sequenz (bspw. Helligkeitsveränderungen) verursacht und die Detektion von Reflexionen negativ beeinflussen kann.

30 Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Erkennung und Bewertung von Reflexionen wenigstens eines Punktes auf einer Fahrbahn nach Anspruch 13 umfasst eine Kamera, welche dazu eingerichtet ist, mindestens zwei digitale Bilder des wenigstens einen Fahrbahnpunktes aus unterschiedlichen Aufnahme-Perspektiven zu erzeugen. Die Vorrichtung ist dabei dazu eingerichtet, unter Verwendung von Algorithmen digitaler Bildverarbeitung Unterschiede in den Erscheinungsbildern des wenigstens einen Fahrbahnpunktes zu bewerten und dadurch diffuse Reflexionen und
35

spiegelnde Reflexionen der Fahrbahn zu detektieren und in Abhängigkeit der detektierten Reflexion eine Fahrbahnzustands-Information zu ermitteln.

- 5 Bezüglich der Vorteile und vorteilhaften Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird zur Vermeidung von Wiederholungen auf die vorstehenden Ausführungen im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren verwiesen, wobei die erfindungsgemäße Vorrichtung die dazu notwendigen Elemente
10 aufweisen bzw. in erweiterter Weise dazu eingerichtet sein kann.

Schließlich umfasst das erfindungsgemäße Fahrzeug nach Anspruch
14 die vorstehend genannte erfindungsgemäße Vorrichtung.

15 Kurze Beschreibung der Figuren

Im Folgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert. Hierbei zeigt:

- 20 Fig. 1a und b eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Vorrichtung während der Durchführung eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens.

25 Detaillierte Beschreibung von Ausführungsbeispielen

Die durch Fig. 1a und 1b gezeigte erfindungsgemäße Vorrichtung
1 umfasst eine digitale Kamera 2, welche dazu eingerichtet ist,
wenigstens zwei digitale Bilder eines Fahrbahnpunktes 3 aus
30 unterschiedlichen Aufnahme-Perspektiven aufzunehmen, wobei die unterschiedlichen Aufnahme-Perspektiven durch jeweils zwei unterschiedliche Stellungen A und B der jeweiligen Kamera 2 dargestellt sind.

- 35 Die Kamera 2 ist in einem nicht dargestellten Fahrzeug angeordnet, und zwar hinter dessen Windschutzscheibe, so dass einer visuellen Wahrnehmung eines Fahrers des Fahrzeugs entsprechend das Vorfeld des Fahrzeugs erfasst werden kann. Durch

eine Fahrbewegung des Fahrzeugs wird dieses aus einer ersten Position in eine zweite Position bewegt. In der ersten Position, in welcher die Kamera 2 die in Fig. 1a und 1b jeweils rechts dargestellte Aufnahme-Perspektive A abdeckt, wird jeweils ein
5 erstes Bild des Fahrbahnpunktes 3 aufgenommen. Das Fahrzeug wird in die zweite Position verfahren, in welcher die Aufnahme-Perspektive der Kamera 2 derart kompensiert wird, dass die in Fig. 1a und 1b jeweils links dargestellte Aufnahme-Perspektive B abdeckt wird, aus welcher jeweils ein
10 zweites Bild des Fahrbahnpunktes (3) aufgenommen wird.

Wie aus Fig. 1a ersichtlich, ändert sich das Bild des Fahrbahnpunktes 3 nicht bei der Veränderung der Aufnahme-Perspektive von A nach B, weil ein eintreffender
15 Lichtstrahl 4 in alle Richtungen gleichermaßen von einer trockenen Fahrbahnoberfläche 5 reflektiert wird. Dies entspricht einer diffusen Reflexion, welche ein Indikator für eine trockene Fahrbahnoberfläche ist. Die Vorrichtung 1 vergleicht das erste und zweite Bild miteinander. Unter Verwendung von Algorithmen
20 digitaler Bildverarbeitung erkennt die Vorrichtung 1, dass das erste und das zweite Bild nicht oder nur in einem Umfang voneinander abweichen, dass eine diffuse Reflexion vorliegen muss. Aufgrund der erkannten bzw. detektierten diffusen Reflexion ermittelt die Vorrichtung 1 eine
25 Fahrbahnzustands-Information, welche beinhaltet, dass die Fahrbahnoberfläche 5 trocken ist. Dieser Wert wird an ein nicht dargestelltes Fahrerassistenzsystem übermittelt.

Dahingegen ändert sich, wie aus Fig. 1b ersichtlich, das Bild des Fahrbahnpunktes 3 bei der Veränderung der Aufnahme-Perspektive von A nach B, weil ein eintreffender Lichtstrahl 6 in nur eine bestimmte Richtung von einer vereisten oder nassen Fahrbahnoberfläche 7 reflektiert wird. Dies entspricht einer spiegelnden Reflexion, welche ein Indikator für eine nasse oder vereiste Fahrbahnoberfläche ist. Die Vorrichtung 1 vergleicht das erste und zweite Bild miteinander. Unter Verwendung von Algorithmen digitaler Bildverarbeitung erkennt die Vorrichtung, dass das erste und das zweite Bild derart stark voneinander

abweichen, dass eine spiegelnde Reflexion vorliegen muss. Aufgrund der erkannten bzw. detektierten spiegelnden Reflexion ermittelt die Vorrichtung eine Fahrbahnzustands-Information, welche beinhaltet, dass die Fahrbahnoberfläche nass bzw. vereist ist. Dieser Wert wird an ein nicht dargestelltes Fahrerassistenzsystem übermittelt, welches Warn- und Eingriffszeitpunkte an die nasse oder vereiste Fahrbahnoberfläche anpasst.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erkennung und Bewertung von Reflexionen wenigstens eines Punktes (3) auf einer Fahrbahn (5, 7), umfassend die Verfahrensschritte:
 - Bereitstellen einer Kamera (2);
 - Erzeugen mindestens zweier digitaler Bilder des wenigstens einen Fahrbahnpunktes (3) mittels der Kamera (2), wobei das Erzeugen der Bilder aus unterschiedlichen Aufnahme-Perspektiven (A, B) der Kamera (2) erfolgt;
 - Unterscheiden von diffuser Reflexion und spiegelnder Reflexion der Fahrbahn (5, 7) durch Bewerten von Unterschieden der Erscheinungsbilder des wenigstens einen Fahrbahnpunktes (3) in den mindestens zwei digitalen Bildern unter Verwendung von Algorithmen digitaler Bildverarbeitung und
 - Ermitteln einer Fahrbahnzustands-Information in Abhängigkeit der detektierten Reflexion.
2. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch Erzeugen mindestens zweier digitaler Bilder des wenigstens einen Fahrbahnpunktes (3) mittels der Kamera (2), wobei das Erzeugen der Bilder aus unterschiedlichen Aufnahme-Perspektiven (A, B) mit einer Stereokamera erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, gekennzeichnet durch
 - Unterscheiden von diffuser und spiegelnder Reflexion auf Basis digitaler Bildverarbeitung durch Differenzieren von fahrbahnfesten und fahrbahnunabhängigen Erscheinungen verursacht durch Relativbewegung des Beobachters somit
 - sichere Trennung von Schatten und gespiegelter Infrastruktur auf der Fahrbahn.
4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch

- Kommunizieren der Fahrbahnzustands-Information an ein Fahrerassistenzsystem eines Fahrzeugs und
 - Anpassen von Warn- und Eingriffszeitpunkten mittels des Fahrerassistenzsystems in Abhängigkeit der Fahrbahnzustands-Information.
- 5
5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch
 - Einbeziehen der Fahrbahnzustands-Information in die Funktion eines automatisierten Fahrzeugs und
 - Anpassen von Fahrstrategie und Bestimmung von Übergabezeitpunkten zwischen einem Automaten und Fahrer in Abhängigkeit der Fahrbahnzustands-Information.
- 10
15. Verfahren einem der vorstehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch
 - Erzeugen mindestens zweier digitaler Bilder einer Vielzahl von Fahrbahnpunkten (3), welche eine trapezförmige Region bilden, aus unterschiedlichen Perspektiven (A, B) mittels der Kamera (2) und
 - Transformieren der trapezförmigen Region mittels einer geschätzten Homographie in eine rechtwinklige Draufsicht.
- 20
25. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch
 - Bereitstellen der Kamera (2) in einem Fahrzeug;
 - Erzeugen des ersten Bildes in einer ersten Position des Fahrzeugs aus einer ersten Aufnahme-Perspektive (A);
 - Bewegen des Fahrzeugs in eine zweite Position, welche von der ersten Position unterschiedlich ist;
 - Erzeugen des mindestens zweiten Bildes in einer mindestens zweiten Position des Fahrzeugs aus einer mindestens zweiten Aufnahme-Perspektive (B);
 - Transformation der mindestens zwei Bilder der mindestens zwei unterschiedlichen
- 30
- 35

Aufnahme-Perspektiven (A und B) in eine jeweilige Draufsicht;

- Registrieren der mindestens zwei erzeugten Draufsichten mit Mitteln der digitalen Bildverarbeitung unter Einbeziehung von Fahrdynamikparametern des Fahrzeugs;
- Vergleich der Erscheinungsbilder des wenigstens einen Fahrbahnpunktes (3) in den mindestens zwei registrierten Draufsichten.

10

8. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch Extrahieren von Merkmalen des mindestens einen Fahrbahnpunktes (3) oder der Region, welche die Veränderung des Erscheinungsbildes in den mindestens zwei registrierten Draufsichten erfassen.

15

9. Verfahren nach Anspruch 8, gekennzeichnet durch

- Bilden eines Merkmalsvektors aus den extrahierten Merkmalen und
- Zuweisen des Merkmalsvektors zu einer Klasse mittels eines Klassifikators.

20

10. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch

- Erzeugen eines Durchschnittsbildes durch Mitteln der mindestens zwei erzeugten Draufsichten und
- Bilden einer absoluten Differenz oder einer quadratischen Differenz zwischen jedem Bildpunkt im Durchschnittsbild und dem zugehörigen Spaltenmittelwert.

30

11. Verfahren nach Anspruch 10, gekennzeichnet durch Extrahieren von Merkmalen des Durchschnittsbildes unter Berücksichtigung der Spaltenmittelwerte, wobei vorzugsweise ein „Bag-of-Visual-Words“-Ansatz angewandt wird, bei welchem auf Basis eines Histogramms das Vorkommen bestimmter prototypischer Werte oder Wertetupel erfasst wird.

35

12. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
gekennzeichnet durch Einbeziehen von Kameraparametern in
das Bewerten der Veränderung der Erscheinungsbilder.

5

13. Vorrichtung (1) zur Erkennung und Bewertung von Reflexionen
wenigstens eines Punktes (3) auf einer Fahrbahn (5, 7),
umfassend eine Kamera (2), welche dazu eingerichtet ist,
mindestens zwei digitale Bilder des wenigstens einen

10

Fahrbahnpunktes (3) aus unterschiedlichen
Aufnahme-Perspektiven (A, B) zu erzeugen,
wobei die Vorrichtung (1) dazu eingerichtet ist,

- unter Verwendung von Algorithmen digitaler
Bildverarbeitung Unterschiede in den

15

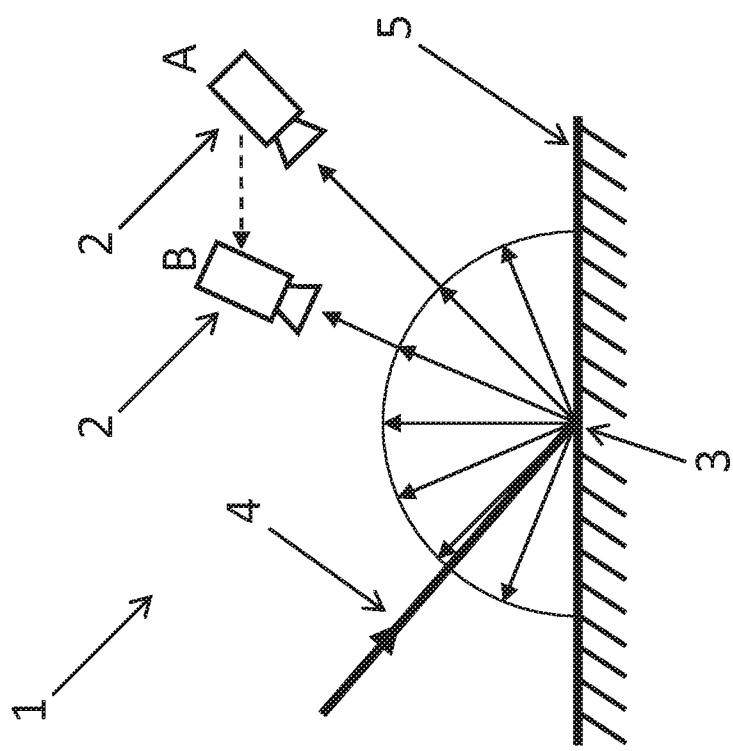
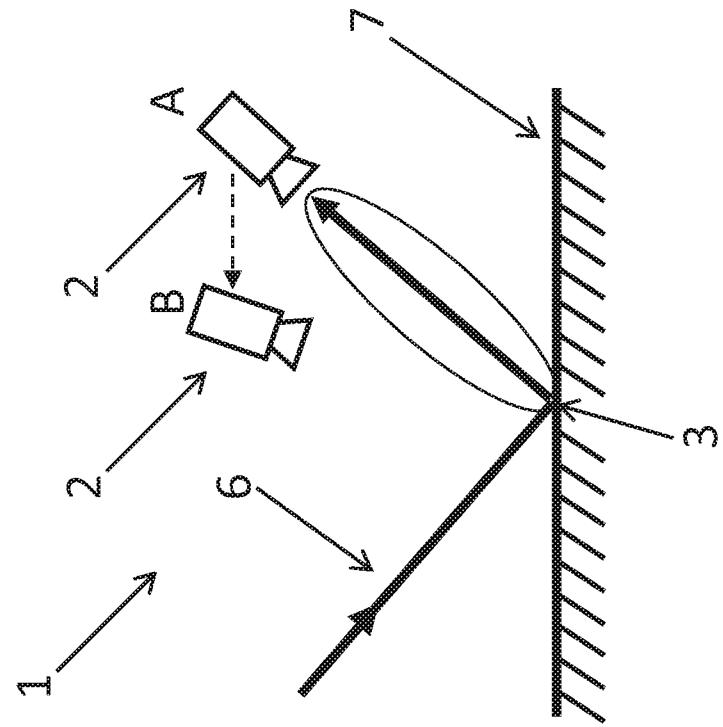
Erscheinungsbildern des wenigstens einen
Fahrbahnpunktes (3) zu bewerten und dadurch diffuse
Reflexionen und spiegelnde Reflexionen der Fahrbahn zu
detektieren und

- in Abhängigkeit der detektierten Reflexion eine
Fahrbahnzustands-Information zu ermitteln.

20

14. Fahrzeug umfassend eine Vorrichtung (1) nach Anspruch 13.

Fig. 1a
Fig. 1b



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2016/200207

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G06K9/00
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G06K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	<p>WO 2004/081897 A2 (LIWAS APS [DK]; FRIDTHJOF JACK [DK]) 23 September 2004 (2004-09-23) abstract page 3, line 1 - page 6, line 2 page 7, lines 10-25 page 9, line 1 - page 11, line 24 page 13, lines 18-23 page 18, line 1 - page 20, line 28 ----- -/-</p>	1-14

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
31 August 2016	07/09/2016

Name and mailing address of the ISA/
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Miclea, Sorin

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/DE2016/200207

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 2 551 794 A2 (HITACHI LTD [JP]) 30 January 2013 (2013-01-30) abstract paragraphs [0008], [0016] - [0018], [0023] - [0033], [0039], [0040], [0049], [0057] - [0065], [0073] - [0078], [0092] - [0094] paragraphs [0102] - [0104], [0110], [0121], [0126] -----	1-14
X	US 2002/191837 A1 (TAKEDA NOBUYUKI [JP] ET AL) 19 December 2002 (2002-12-19) paragraphs [0007], [0010], [0011], [0071], [0102] - [0105], [0124] - [0127] -----	1-14
X	JP 2003 057168 A (OMRON TATEISI ELECTRONICS CO) 26 February 2003 (2003-02-26) paragraphs [0001], [0003], [0012], [0019], [0020], [0026] - [0032], [0036] - [0039], [0041], [0049] - [0051] -----	1-14
X,P	AMTHOR MANUEL ET AL: "Road Condition Estimation Based on Spatio-Temporal Reflection Models", 3 November 2015 (2015-11-03), CORRECT SYSTEM DESIGN; [LECTURE NOTES IN COMPUTER SCIENCE; LECT.NOTES COMPUTER], SPRINGER INTERNATIONAL PUBLISHING, CHAM, PAGE(S) 3 - 15, XP047333260, ISSN: 0302-9743 ISBN: 978-3-642-36616-1 [retrieved on 2015-11-03] Absätze 1, 3 und 4 -----	1-14
A	FUJIMURA K ET AL: "Road surface sensor", FUJITSU TEN GIHO - FUJITSU TEN TECHNICAL REPORT, FUJITSU TEN KAKUSHIKI GAISHA, KOBE, JP , no. 1 1 February 1988 (1988-02-01), pages 64-72, XP002688511, ISSN: 0289-3789 Retrieved from the Internet: URL: http://www.fujitsu-ten.com/business/technicaljournal/pdf/1-6E.pdf [retrieved on 2012-12-04] Absätze 1, 3 und 4 ----- -/-	1-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/DE2016/200207

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	SHOHEI KAWAI ET AL: "A method to distinguish road surface conditions for car-mounted camera images at night-time", ITS TELECOMMUNICATIONS (ITST), 2012 12TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON, IEEE, 5 November 2012 (2012-11-05), pages 668-672, XP032327884, DOI: 10.1109/ITST.2012.6425265 ISBN: 978-1-4673-3071-8 abstract Absätze I-III -----	1-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/DE2016/200207

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
WO 2004081897	A2	23-09-2004		AT 375585 T AT 534896 T AU 2004219513 A1 AU 2009240864 A1 CA 2518386 A1 CN 1809853 A DE 602004009422 T2 DK 1606784 T3 DK 1890128 T3 EP 1606784 A2 EP 1890128 A2 ES 2295838 T3 HK 1117903 A1 JP 4492883 B2 JP 2006523336 A KR 20050109565 A NZ 542080 A NZ 568833 A US 2006261975 A1 US 2010085175 A1 WO 2004081897 A2		15-10-2007 15-12-2011 23-09-2004 17-12-2009 23-09-2004 26-07-2006 24-07-2008 11-02-2008 19-03-2012 21-12-2005 20-02-2008 16-04-2008 14-09-2012 30-06-2010 12-10-2006 21-11-2005 31-07-2008 31-05-2009 23-11-2006 08-04-2010 23-09-2004
EP 2551794	A2	30-01-2013		CN 102902952 A EP 2551794 A2 JP 5892876 B2 JP 2013047934 A US 2013027511 A1		30-01-2013 30-01-2013 23-03-2016 07-03-2013 31-01-2013
US 2002191837	A1	19-12-2002		JP 3759429 B2 JP 2002352225 A US 2002191837 A1 US 2006013439 A1 US 2007217656 A1 US 2007217657 A1 US 2007217658 A1 US 2007217709 A1 US 2007222857 A1 US 2007223787 A1 US 2007223806 A1 US 2007223840 A1 US 2007230746 A1 US 2007237362 A1		22-03-2006 06-12-2002 19-12-2002 19-01-2006 20-09-2007 20-09-2007 20-09-2007 20-09-2007 27-09-2007 27-09-2007 27-09-2007 04-10-2007 11-10-2007
JP 2003057168	A	26-02-2003		JP 3783588 B2 JP 2003057168 A		07-06-2006 26-02-2003

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2016/200207

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. G06K9/00
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
G06K

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, INSPEC

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2004/081897 A2 (LIWAS APS [DK]; FRIDTHJOF JACK [DK]) 23. September 2004 (2004-09-23) Zusammenfassung Seite 3, Zeile 1 - Seite 6, Zeile 2 Seite 7, Zeilen 10-25 Seite 9, Zeile 1 - Seite 11, Zeile 24 Seite 13, Zeilen 18-23 Seite 18, Zeile 1 - Seite 20, Zeile 28 ----- -/- -	1-14



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

31. August 2016

07/09/2016

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Miclea, Sorin

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2016/200207

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 2 551 794 A2 (HITACHI LTD [JP]) 30. Januar 2013 (2013-01-30) Zusammenfassung Absätze [0008], [0016] - [0018], [0023] - [0033], [0039], [0040], [0049], [0057] - [0065], [0073] - [0078], [0092] - [0094] Absätze [0102] - [0104], [0110], [0121], [0126] -----	1-14
X	US 2002/191837 A1 (TAKEDA NOBUYUKI [JP] ET AL) 19. Dezember 2002 (2002-12-19) Absätze [0007], [0010], [0011], [0071], [0102] - [0105], [0124] - [0127] -----	1-14
X	JP 2003 057168 A (OMRON TATEISI ELECTRONICS CO) 26. Februar 2003 (2003-02-26) Absätze [0001], [0003], [0012], [0019], [0020], [0026] - [0032], [0036] - [0039], [0041], [0049] - [0051] -----	1-14
X,P	AMTHOR MANUEL ET AL: "Road Condition Estimation Based on Spatio-Temporal Reflection Models", 3. November 2015 (2015-11-03), CORRECT SYSTEM DESIGN; [LECTURE NOTES IN COMPUTER SCIENCE; LECT.NOTES COMPUTER], SPRINGER INTERNATIONAL PUBLISHING, CHAM, PAGE(S) 3 - 15, XP047333260, ISSN: 0302-9743 ISBN: 978-3-642-36616-1 [gefunden am 2015-11-03] Absätze 1, 3 und 4 -----	1-14
A	FUJIMURA K ET AL: "Road surface sensor", FUJITSU TEN GIHO - FUJITSU TEN TECHNICAL REPORT, FUJITSU TEN KAKUSHIKI GAISHA, KOBE, JP , Nr. 1 1. Februar 1988 (1988-02-01), Seiten 64-72, XP002688511, ISSN: 0289-3789 Gefunden im Internet: URL: http://www.fujitsu-ten.com/business/technicaljournal/pdf/1-6E.pdf [gefunden am 2012-12-04] Absätze 1, 3 und 4 ----- -/-	1-14
1		

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHTInternationales Aktenzeichen
PCT/DE2016/200207**C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	SHOHEI KAWAI ET AL: "A method to distinguish road surface conditions for car-mounted camera images at night-time", ITS TELECOMMUNICATIONS (ITST), 2012 12TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON, IEEE, 5. November 2012 (2012-11-05), Seiten 668-672, XP032327884, DOI: 10.1109/ITST.2012.6425265 ISBN: 978-1-4673-3071-8 Zusammenfassung Absätze I-III -----	1-14
1		

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2016/200207

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 2004081897	A2	23-09-2004	AT 375585 T AT 534896 T AU 2004219513 A1 AU 2009240864 A1 CA 2518386 A1 CN 1809853 A DE 602004009422 T2 DK 1606784 T3 DK 1890128 T3 EP 1606784 A2 EP 1890128 A2 ES 2295838 T3 HK 1117903 A1 JP 4492883 B2 JP 2006523336 A KR 20050109565 A NZ 542080 A NZ 568833 A US 2006261975 A1 US 2010085175 A1 WO 2004081897 A2		15-10-2007 15-12-2011 23-09-2004 17-12-2009 23-09-2004 26-07-2006 24-07-2008 11-02-2008 19-03-2012 21-12-2005 20-02-2008 16-04-2008 14-09-2012 30-06-2010 12-10-2006 21-11-2005 31-07-2008 31-05-2009 23-11-2006 08-04-2010 23-09-2004
EP 2551794	A2	30-01-2013	CN 102902952 A EP 2551794 A2 JP 5892876 B2 JP 2013047934 A US 2013027511 A1		30-01-2013 30-01-2013 23-03-2016 07-03-2013 31-01-2013
US 2002191837	A1	19-12-2002	JP 3759429 B2 JP 2002352225 A US 2002191837 A1 US 2006013439 A1 US 2007217656 A1 US 2007217657 A1 US 2007217658 A1 US 2007217709 A1 US 2007222857 A1 US 2007223787 A1 US 2007223806 A1 US 2007223840 A1 US 2007230746 A1 US 2007237362 A1		22-03-2006 06-12-2002 19-12-2002 19-01-2006 20-09-2007 20-09-2007 20-09-2007 20-09-2007 27-09-2007 27-09-2007 27-09-2007 04-10-2007 11-10-2007
JP 2003057168	A	26-02-2003	JP 3783588 B2 JP 2003057168 A		07-06-2006 26-02-2003