

(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
6. März 2014 (06.03.2014)(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/032664 A1(51) Internationale Patentklassifikation:
G01S 17/66 (2006.01) *G01S 17/93* (2006.01)

(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, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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.

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2013/200115

(22) Internationales Anmeldedatum: 9. August 2013 (09.08.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2012 107 885.8
27. August 2012 (27.08.2012) DE

(71) Anmelder: CONTINENTAL TEVES AG & CO. OHG [DE/DE]; Guerickestr. 7, 60488 Frankfurt (DE).

(72) Erfinder: STRAUSS, Matthias; Seeheimer Str. 158, 64319 Pfungstadt (DE). KOMAR, Matthias; Sonnentaustraße 69, 60433 Frankfurt (DE). WALDBAUER, Dirk; Hauptstraße 73.1, 65817 Eppstein (DE). GÜNTHER, Wolfgang; Vautheigasse 3, 63500 Seligenstadt (DE). LÜKE, Stefan; Kapersburgweg 6, 61350 Bad Homburg (DE).

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

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR DETERMINING THE COURSE OF A LANE FOR A VEHICLE

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUR BESTIMMUNG EINES FAHRSPURVERLAUFS FÜR EIN FAHRZEUG

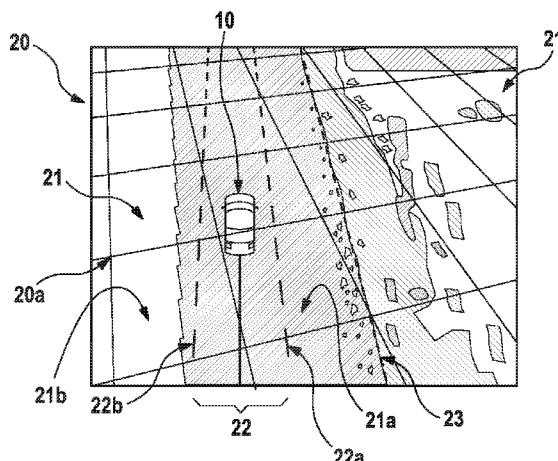


Fig. 2

(57) **Abstract:** The invention relates to a method for determining the course of a lane for a vehicle (10), wherein structures which delimit a traffic-bearing space by means of at least one image capturing unit (2) and these structures are plotted in a map of the surroundings (20) which divides the surroundings of the vehicle into a two-dimensional grid structure (20a) of cells (21). According to the invention - by means of odometric data of the vehicle (10) the position in the grid structure (21) of the map of the surroundings (20) is determined and continuously updated, - the spacing and the direction of the vehicle (10) with respect to those cells (21b) of the grid structure (20a) of the map of the surroundings (20) which have structures delimiting the travel path and/or the lane is determined, - light-dark and dark-light transitions in the image data generated by the image capturing unit (2) are detected and plotted in the cells (21) of the grid structure (20a) of the map of the surroundings (20), and - the course of the lane (22) is determined from the cells with the detected light-dark and dark-light transitions.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung eines Fahrspurverlaufs für ein Fahrzeug (10), bei welchem einen befahrbaren Raum begrenzende Strukturen mittels wenigstens einer Bilderfassungseinheit (2) erfasst werden und diese Strukturen in eine Umgebungskarte (20) eingetragen werden, welche die Fahrzeugumgebung in eine zweidimensionale Gitterstruktur (20a) von Zellen (21) unterteilt, erfundungsgemäß ist vorgesehen, dass - mittels odometrischen Daten des Fahrzeugs (10) die Position in der Gitterstruktur (21) der Umgebungskarte (20) bestimmt und laufend aktualisiert wird, - der Abstand und die Richtung des Fahrzeugs (10) zu jenen Zellen (21b) der Gitterstruktur (20a) der Umgebungskarte (20) bestimmt wird, welche die Fahrbahn und/oder die Fahrspur begrenzenden Strukturen aufweisen, - Hell-Dunkel- und Dunkel-Hell-Übergänge in der von der Bilderfassungseinheit (2) erzeugten Bilddaten detektiert und in die Zellen (21) der Gitterstruktur (20a) der Umgebungskarte (20) eingetragen werden, und - der Fahrspurverlauf (22) aus den Zellen mit den detektierten Hell-Dunkel- und Dunkel-Hell-Übergängen bestimmt wird.

Verfahren zur Bestimmung eines Fahrspurverlaufs für ein Fahrzeug

5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung eines Fahrspurverlaufs für ein Fahrzeug gemäß Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Ein solches Verfahren ist bspw. aus der DE 10 207 013 023 A1
10 bekannt, bei dem die Fahrzeugumgebung mittels eines Umgebungsensors erfasst und zur Detektion von Objekten in der Fahrzeugumgebung in Gitterzellen eingeteilt. Diese Gitterzellen werden jeweils mit einem Wert belegt, der die Besetzungswahrscheinlichkeit für das Vorhandensein eines Objektes in
15 dieser Gitterzelle angibt. So wird für eine Gitterzelle, für die kein Objekt detektiert wird oder verdeckt ist, der Wert 0 oder ein niedriger im Bereich der Wahrscheinlichkeit nahe 0 liegender Wert zugewiesen, während für eine besetzte Gitterzelle ein hoher Wert, bspw. zwischen 0,5 und 1 eingesetzt
20 wird. Insbesondere wird bei diesem aus der DE 10 207 013 023 A1 bekannten Verfahren jeder Gitterzelle ein Wert zugewiesen, der von der Entfernung einer freien Gitterzelle von dem Fahrzeug abhängt, d. h. je weiter die freie Gitterzelle entfernt ist, desto höher wird die Besetzungswahrscheinlichkeit ge-
25 wählt.

Das Koordinatensystem der mit diesem bekannten Verfahren gemäß der DE 10 207 013 023 A1 erzeugten gitterbasierten Umgebungskarte ist drehfest mit dem globalen Koordinatensystem
30 verbunden, so dass bei einer Bewegung des Fahrzeugs das Fahrzeug auf der zweidimensionalen Gitterstruktur der Umgebungs- karte bewegt wird.

Dieses aus der DE 10 207 013 023 A1 bekannte Verfahren zur Spurerkennung

Diese derart gemäß der DE 10 207 013 023 A1 erzeugten gitterbasierten Umgebungskarte wird zur Erkennung einer Fahrbahn, eines Fahrschlauches und/oder von Fahrbahnbegrenzungen verwendet. Hierzu wird zunächst ein Bereich auf der gitterbasierten Umgebungskarte ermittelt, in dem die Besetzungswahrscheinlichkeiten unterhalb eines vorgegebenen Wertes, bspw. 5 0,1 liegen. Innerhalb dieses Bereiches wird eine in Längsrichtung des Fahrzeugs verlaufende Mittellinie bestimmt, die in mehrere Teillinien unterteilt wird. Diese Teillinien werden dann senkrecht zur Richtung der Mittellinie nach beiden Seiten des Fahrzeugs verschoben, bis sie auf Gitterzellen 10 verschoben, deren Besetzungswahrscheinlichkeiten einen bestimmten Wert, bspw. 0,5 überschreiten. Diese derart verschobenen Teillinien werden miteinander verbunden und geprüft, ob die dadurch entstehende Verbindungsline ein für das Vorliegen einer Fahrbahn, eines Fahrschlauchs und/oder einer Fahrbahnbegrenzung gegebenes Modell beschreibt. bspw. eine Gerade, eine Klothoide, ein Polygon, ein Polynom, eine Parabel 15 oder ein Spline.

Schließlich kann mittels der nach der DE 10 207 013 023 A1 erzeugten gitterbasierten Umgebungskarte auch eine Eigenlokalisierung des Fahrzeugs auf dieser Umgebungskarte mittels des Umgebungssensors durchgeführt werden. 20

Das in der DE 10 2007 013 023 A1 beschriebene Verfahren zur Bestimmung eines Fahrspurverlaufs für ein Fahrzeug führt jedoch nicht in allen Verkehrssituationen zu befriedigenden Ergebnissen, insbesondere dann nicht, wenn bei langsamer Fahrt 30 oder bei Verdeckungen des Sichtbereichs des Umgebungssensors,

insbesondere durch vorausfahrende Fahrzeuge keine oder zu wenige Messungen zur Aktualisierung der gitterbasierten Umgebungskarte vorliegen.

5 Ein anderes Verfahren zur Erfassung und Verfolgung (Tracking) von einer Fahrspur und/oder einer Fahrbahn begrenzenden Strukturen ist bspw. aus der DE 10 2009 003 697 A1 bekannt, bei dem mittels einer Kamera die Umgebung eines Fahrzeugs erfasst und ein Bildverarbeitungsalgorithmus eingesetzt, der Strukturen in den erfassten Bildern auswertet, die für eine Fahrspur und/oder Fahrbahn und deren Verlauf charakteristisch sind, bspw. Fahrbahnmarkierungen oder Berandungen einer Fahrbahn wie Leitplanken und dergleichen. Die eingesetzten Bildverarbeitungsalgorithmen erkennen Markierungen vor allem aufgrund 10 der Dunkel-Hell/Hell-Dunkel-Übergänge zwischen der Fahrbahnoberfläche und den Fahrbahnmarkierungen. Weiterhin wird in den Bildern nach Strukturen mit dem höchsten Kontrast gesucht, da diese meistens durch die erwähnten Übergänge erzeugt werden.

15 Bei diesen bekannten Verfahren, welche Hell-Dunkel- bzw. Dunkel-Hell-Übergänge detektieren und diese an einen Filteralgorithmus weitergegeben werden Filteralgorithmen verwendet, die von der Fahrzeuggeschwindigkeit abhängen, wie bspw. ein Kalmanfilter, der ein Klothoidenmodel verwendet. Die Schätzung der Spurposition basiert bei einem solchen modelbasierten Filter auf zwei Dateneingängen. Zunächst aus der Position 20 der Messungen, zum anderen aus der Fahrzeugeigenbewegung. Kommen bei langsamer Fahrt oder Verdeckung durch das Vorderfahrzeug keine Messungen mehr an, kann das Tracking weiterlaufen und bedient sich in diesem Fall nur der Fahrzeugeigenbewegung.

Ein Problem dieser Vorgehensweise ist, dass bei langsamer Fahrt ein fehlerhaft angenommener Winkel oder eine fehlerhaft geschätzte Krümmung des Spurverlaufs dazu führt, dass sich die Spur „wegdreht“, d. h. bspw. dass anstatt einer Geraden 5 eine Kurve oder umgekehrt anstatt einer Kurve ein Gerade geschätzt wird. Ein solches Verfahren ist daher ebenso nur bei höheren Fahrzeuggeschwindigkeiten nutzbar.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein gegenüber dem Stand der 10 Technik verbessertes Verfahren zur Bestimmung eines Fahrspurverlaufs für ein Fahrzeug anzugeben, welches insbesondere ein Tracking des Fahrspurverlaufs auch bei langsamer Fahrt bzw. geringen Geschwindigkeiten und bei für den Umgebungssensor verdeckten Bereichen möglich ist.

15

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1

Ein solches Verfahren zur Bestimmung eines Fahrspurverlaufs 20 für ein Fahrzeug, bei welchem einen befahrbaren Raum begrenzende Strukturen mittels wenigstens einer Bilderfassungseinheit erfasst werden und diese Strukturen in eine Umgebungs-karte eingetragen werden, welche die Fahrzeugumgebung in eine zweidimensionale Gitterstruktur von Zellen unterteilt, zeich-25 net sich erfindungsgemäß dadurch aus, dass - mittels odometrischen Daten des Fahrzeugs die Position in der Gitterstruktur der Umgebungskarte bestimmt und laufend aktualisiert wird, - der Abstand und die Richtung des Fahrzeugs zu jenen Zelle 30 der Gitterstruktur der Umgebungskarte bestimmt wird, welche die Fahrbahn und/oder die Fahrspur begrenzenden Strukturen aufweisen,

- Hell-Dunkel- und Dunkel-Hell-Übergänge in der von der Bildfassungseinheit erzeugten Bilddaten detektiert und in die Zellen der Gitterstruktur der Umgebungskarte eingetragen werden, und

- 5 - der Fahrspurverlauf aus den Zellen mit den detektierten Hell-Dunkel- und Dunkel-Hell-Übergängen bestimmt wird.

Als einen befahrbaren Raum begrenzende Strukturen werden sowohl die eine Fahrbahn bzw. eine Fahrspur begrenzende Strukturen als auch bspw. einen Parkplatz begrenzende Strukturen, wie Fahrbahnbegrenzungen, bspw. Randsteine, Grünstreifen, Fahrbahnmarkierungen bzw. Linienmarkierungen auf der Fahrbahnmitte oder Fahrbahnseite usw. und Verkehrszeichen, einschließlich Leitpfosten usw. verstanden.

15

Mit diesem erfindungsgemäßen Verfahren wird die Spurinformation bei sehr niedrigen Geschwindigkeiten und auch bei geringen Abständen zu vorausfahrenden Fahrzeug, durch die bspw. Linienmarkierungen verdeckt werden, erhalten.

20

Dadurch dass alle Hell-Dunkel-und Dunkel-Hell-Übergänge in die Gitterzellen der Umgebungskarte eingetragen werden, können die Spurmarkierungen verfolgt („getrackt“) werden, wobei in vorteilhafter Weise zunächst alle Formen von Spurmarkierungen erfasst werden können, d. h. auch Hell-Dunkel-und Dunkel-Hell-Übergänge, die aus anderen Straßenmarkierungen entstehen, wie z. Bsp. Abbiegepfeile, Verkehrszeichen mit Geschwindigkeitsinformationen oder Zebrastreifen usw. Vorteilhaft ist auch aufgrund der Verwendung einer gitterbasierten Umgebungskarte, dass bereits von dem Fahrzeug passierte Spurmarkierungen in das Verfahren mit einbezogen werden kann. Die Fehlerrate bei der Erkennung der Spurmarkierung ist äußerst gering, da die Ablage des Fahrzeugs gegenüber der Spurmitte,

die Winkellage des Fahrzeugs und die Krümmung einer Spurmarkierung laufend aktualisiert wird.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist es
5 vorgesehen, dass bei fehlenden Bilddaten aus der vor dem Fahrzeug liegenden Umgebung der bestimmte Fahrspurverlauf in die vor dem Fahrzeug liegende Umgebung extrapoliert wird. Der derart geschätzte weitere Verlauf der Fahrspur bzw. der Fahrbahn ist besonders vorteilhaft, wenn sich das Fahrzeug im
10 städtischen Verkehr, insbesondere im dichten Verkehr oder in dichter Bebauung bewegt.

Nach einer weiteren bevorzugten Weiterbildung der Erfindung wird für die Umgebungskarte ein ortsfestes Koordinatensystem
15 verwendet. Dadurch werden Diskretisierungsfehler bei der Bildverarbeitung und Erzeugung der gitterbasierten Umgebungs-karte minimiert.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird besonders dadurch effizient,
20 wenn Hell-Dunkel- und Dunkel-Hell-Übergänge detektiert werden, die in einer Linienstruktur vorliegen. Dadurch werden insbesondere Fahrbahnänder und Fahrbahnänder bzw. Fahrspur-begrenzungen in Form Linienmarkierungen schnell und einfach erfasst.

25

Das erfindungsgemäße Verfahren wird gemäß einer weiteren Aus-gestaltung der Erfindung besonders dadurch robust, wenn die Gitterzellen der Umgebungskarte als überfahrbar oder nicht
überfahrbar klassifiziert werden. Hierzu werden die aus den
30 Bilddaten der Bilderfassungseinheit detektierbaren Strukturen und Objekte der Umgebung erfasst und in die Gitterzellen ein-getragen.

Die odometrischen Daten werden weiterbildungsgemäß mittels fahrzeugeigenen Sensoren ermittelt, die in der Regel in Fahrzeugen, insbesondere Kraftfahrzeuge bereits vorhanden sind.

5 Weiterhin ist es gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung vorgesehen, dass zur Bestimmung der Position des Fahrzeugs in der Gitterstruktur der Umgebungskarte neben den odometrischen Daten zusätzlich der optische Fluss aus den Bilddaten der Bilderfassungseinheit verwendet wird. Dadurch
10 können Fahrzeugzustände, wie durchdrehende Räder oder Rutschens des Fahrzeugs berücksichtigt werden.

Schließlich können nach einer letzten Ausgestaltung der Erfindung mit der Bilderfassungseinheit zum Fahrzeug parallel
15 fahrende Fahrzeuge erfasst werden, die Abstände quer zur Fahrtrichtung des Fahrzeugs zu den parallel fahrenden Fahrzeugen bestimmt und die ermittelten Abstände zu den parallel fahrenden Fahrzeugen zur Verifikation des bestimmten Fahrspurverlaufs verwendet werden. Dadurch wird in vorteilhafte
20 Weise die Spurerkennung unterstützt.

Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren näher erläutert. Es zeigen:

25 Figur 1 eine schematische Darstellung eines Fahrzeugs mit einer Bilderfassungseinheit zur Erläuterung des erfindungsgemäßen Verfahrens, und

Figur 2 eine schematische Darstellung einer mit dem erfindungsgemäßen Verfahren erzeugt gitterbasierten Umgebungskarte eines Fahrzeugs, und
30

Figur 3 ein Ablaufdiagramm zur Erzeugung einer gitterbasierten Umgebungskarte gemäß Figur 2 mittels des fahrzeuggebundenen Bildaufnahmesystems nach Figur 1 als Ausführungsbeispiel gemäß der Erfin dung.

5

Das in Figur 1 schematisch dargestellte Fahrzeug 10, insbesondere ein Kraftfahrzeug umfasst ein Bildaufnahmesystem 1 mit einer Kamera 2 als Bilderfassungseinheit, eine Objekterkennungseinheit 3 zur Erkennung von Objekten aus den von der Kamera 2 aufgenommenen Bilddaten, wobei der Objekterkennungseinheit 3 ein Speicher 4 zugeordnet ist. Zur Objekterkennung weist die Objekterkennungseinheit 3 einen Klassifikator 3a auf, mit dem mittels eines Mustererkennungsalgorithmus eine Klassifikation erkannter Strukturen und Objekte, insbesondere von in den von der Kamera 2 erzeugten Bilddaten erkannten Objekten am Fahrbahnrand vorgenommen wird. So können nicht nur die Fahrbahn bzw. die Fahrspur begrenzende Strukturen, wie Fahrbahnmarkierungen, Fahrbahnbegrenzungen, wie Leitplanken und Randsteine sowie Verkehrszeichen, sondern bspw. auch vorrausfahrende oder parallelfahrende Fahrzeuge, Rücklichter, Scheinwerfer usw. erkannt werden.

Ferner wird von dem Bildaufnahmesystems 1 auch der Fahrspurverlauf bzw. der Fahrbahnverlauf des Fahrzeugs 10 bestimmt und für Fahrerassistenzfunktionen verwendet. So ist bspw. ein Fahrerassistenzsystem 6 vorgesehen, welches als Spurhaltesassistenzsystem ausgebildet, dem die für die Spurhaltung erforderlichen Informationen hinsichtlich des erkannten Straßenverlaufs zugeführt werden und ggf. Eingriffe in das Brems- und/oder Lenksystem des Fahrzeugs 10 über Stellorgane 6a vornimmt.

Ferner umfasst das Fahrzeug 10 ein Display 5, welches bspw. ein Teil einer zentralen Anzeige- und Bedieneinheit des Fahrzeugs 10 oder ein Kombiinstrument des Fahrzeugs 10 darstellt, welches die von der Objekterkennungseinheit 3 erkannten Objekte, bspw. Verkehrszeichen anzeigt und deshalb mit derselben verbunden ist. Des Weiteren werden auch optische und/oder akustische Warnhinweise für den Fahrer angezeigt bzw. erzeugt, wenn ein ungewolltes Verlassen der erkannten Fahrspur bzw. der Fahrbahn detektiert wird.

10

Schließlich werden auch odometrische Daten des Fahrzeugs 10 zu dessen Bewegungsschätzung dem Bildaufnahmesystem 1 zugeführt, wobei hierzu Fahrzeugsensoren 7 bspw. die Gierrate, den Lenkwinkel und die Raddrehzahlen des Fahrzeugs erfassen.

15

Im Folgenden wird als Ausführungsbeispiel der Erfindung ein Verfahren zur Bestimmung des Fahrspurverlaufs des Fahrzeugs 10 in einer Verkehrsumgebung anhand der Figuren 1, 2 und 3 beschrieben und erläutert.

20

In einem ersten Verfahrensschritt S1 wird die von der Kamera 2 erfasste Fahrzeugumgebung 20 in Form der Bilddaten mittels eines ortsfesten bzw. globalen Gitters 20a mit jeweils gleicher Maschengröße in Gitterzellen 21 gerastert. Eine solche gemäß Figur 2 dargestellte gitterbasierte Umgebungskarte 20 diskretisiert die von der Kamera 1 erfasste Umgebung, wobei aus Übersichtlichkeitsgründen nur jede zehnte Gitterlinie eingetragen ist.

30 In einem nächsten Verfahrensschritt S2 werden Objekte aus den Bilddaten der Kamera 2 erfasst, mittels des Klassifikators 3a klassifiziert und in die Gitterzellen 21 mit einer Belegungswahrscheinlichkeit eingetragen. In Abhängigkeit des Wertes

der Belegungswahrscheinlichkeit, bspw. bei einem Wert $\geq 0,5$ erhalten die Gitterzellen 21 den Status nichtüberfahrbar (Gitterzellen 21a) und „überfahrbar“ (Gitterzellen 21b). Gemäß Figur 2 sind die überfahrbaren Gitterzellen 21a dunkler 5 dargestellt als die nichtüberfahrbaren Gitterzellen 21b.

In diese gitterbasierte Umgebungskarte 20 wird gemäß eines nächsten Verfahrensschrittes S3 die von den Sensoren 7 erzeugten odometrischen Daten erfasst und die Position des 10 Fahrzeugs 10 in die entsprechende Gitterzelle 21a eingetragen. Mit den laufend erzeugten odometrischen Daten wird die Bewegung des Fahrzeugs 10 geschätzt und dessen Position auf der Umgebungskarte 20 entsprechend der Bewegungsschätzung verschoben.

15

Zur Bewegungsschätzung des Fahrzeugs 10 können neben den odometrischen Daten, wie Gierwinkel, Lenkwinkel und Raddrehzahlen auch zusätzlich Informationen aus dem optischen Fluss der Kamera 2 zur Absicherung der geschätzten Position verwendet werden.

Mit der in die Gitterstruktur 20a der Umgebungskarte 20 eingetragenen Position des Fahrzeugs 10 kann mit einem weiteren 25 Verfahrensschritt S4 der Abstand und die Richtung des Fahrzeugs 10 zu den nichtüberfahrbaren Gitterzellen 21b, die die Fahrspur und/oder Fahrbahn begrenzenden Strukturen aufweisen, bestimmt werden.

In einem nachfolgenden Verfahrensschritt S5 werden alle in 30 einer Linienstruktur vorliegenden Hell-Dunkel- sowie Dunkel-Hell-Übergänge erfasst und ebenso in die Umgebungskarte 20 eingetragen (vgl. Figur 2) sowie in einem letzten Verfahrensschritt S7 als Spurmarkierungen 22a und 22b einer Fahrspur 22

und als rechte Fahrbahnmarkierung 23 identifiziert sowie durch Anwendung eines Partikelfilters getrackt; dabei werden auch die bereits von dem Fahrzeug 10 passierten Spurmarkierungen 22a, 22b und die Fahrbahn begrenzenden Strukturen 23 in die Bestimmung des Fahrspurverlaufs des Fahrzeugs 10 mit einbezogen werden. Selbst bei niedrigen Geschwindigkeiten ermöglicht das beschriebene Verfahren ein Tracken der Spurmarkierungen 22a, 22b und der die Fahrbahn begrenzenden Strukturen 23.

10

Mit diesem Verfahren können auch Hell-Dunkel- sowie Dunkel-Hell-Übergänge erfasst werden, die aus anderen Straßenmarkierungen hervorgehen, wie z. Bsp. Abbiegepfeile, Geschwindigkeitsinformationen von Verkehrszeichen oder Zebrastreifen

15

usw.

Bei fehlenden Bilddaten, bspw. aufgrund von Verdeckungen durch vorausfahrende Fahrzeuge wird der bisher bestimmte Fahrspurverlauf 22 bzw. Fahrbahnverlauf 23 in die vor dem 20 Fahrzeug 10 liegende Umgebung extrapoliert.

Das dargestellte Verfahren kann auch dadurch hinsichtlich der Bestimmung des Fahrspurverlaufs des Fahrzeugs 10 verbessert werden, dass parallel fahrende Fahrzeuge erfasst werden, so dass verhindert werden kann, dass ein solches parallel fahrende Objekt bei einer Spurverengung durch das Fahrzeug 10 berührt wird.

In dem oben beschriebenen Ausführungsbeispiel wird als Bild erfassungseinheit ein Videobild erzeugende Kamera 2, die 30 auch eine Stereokamera darstellen kann verwendet. Anstelle einer solchen Kamera 2 kann zur Durchführung des erfindungs-

gemäß den Verfahrens auch ein Laserscannerdaten erzeugender Laser eingesetzt werden.

Bezugszeichen

- 1 Bildaufnahmesystem
- 5 2 Bilderfassungseinheit, Kamera
- 3 Objekterkennungseinheit
- 3a Klassifikator
- 4 Speicher
- 5 Display
- 10 6 Fahrerassistenzsystem
- 6a Stellmittel des Fahrerassistenzsystems 6
- 7 Fahrzeugsensoren
- 10 Fahrzeug, Kraftfahrzeug

- 15 20 Umgebungskarte
- 20a ortsfestes Gitter der Umgebungskarte 20
- 21 Gitterzelle der Umgebungskarte 20
- 21a überfahrbare Gitterzelle 21
- 21b nicht überfahrbare Gitterzelle 21
- 20 22 Fahrspur des Fahrzeugs 10
- 22a rechte Fahrspurmarkierung
- 22b linke Fahrspurmarkierung
- 23 rechte Fahrbahnmarkierung

25

30

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung eines Fahrspurverlaufs für ein
5 Fahrzeug (10), bei welchem einen befahrbaren Raum begren-
zende Strukturen mittels wenigstens einer Bild erfassungs-
einheit (2) erfasst werden und diese Strukturen in eine
Umgebungskarte (20) eingetragen werden, welche die Fahr-
zeugumgebung in eine zweidimensionale Gitterstruktur (20a)
10 von Zellen (21) unterteilt,

dadurch gekennzeichnet, dass

- mittels odometrischen Daten des Fahrzeugs (10) die Posi-
tion in der Gitterstruktur (21) der Umgebungskarte (20)
bestimmt und laufend aktualisiert wird,

- der Abstand und die Richtung des Fahrzeugs (10) zu jenen
Zellen (21b) der Gitterstruktur (20a) der Umgebungskarte
(20) bestimmt wird, welche die Fahrbahn und/oder die Fahr-
spur begrenzenden Strukturen aufweisen,

- Hell-Dunkel- und Dunkel-Hell-Übergänge in der von der

- Bild erfassungseinheit (2) erzeugten Bilddaten detektiert
und in die Zellen (21) der Gitterstruktur (20a) der Umge-
bungskarte (20) eingetragen werden, und

- der Fahrspurverlauf (22) aus den Zellen mit den detek-
tierten Hell-Dunkel- und Dunkel-Hell-Übergängen bestimmt
wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, dass bei fehlenden Bilddaten aus
der vor dem Fahrzeug (10) liegenden Umgebung der bestimmte
Fahrspurverlauf (22) in die vor dem Fahrzeug (10) liegende
Umgebung extrapoliert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass für die Umgebungskarte (20)
ein ortsfestes Koordinatensystem verwendet wird.

5 4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass als Hell-Dunkel- und Dunkel-
Hell-Übergänge detektiert werden, die in einer Linien-
struktur vorliegen.

10 5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Gitterzellen (21) der Um-
gebungskarte als überfahrbar oder nicht überfahrbar klas-
sifiziert werden.

15 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die odometrischen Daten mit-
tels fahrzeugeigenen Sensoren (7) ermittelt werden.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch
20 gekennzeichnet, dass zur Bestimmung der Position des Fahr-
zeugs (10) in der Gitterstruktur (20a) der Umgebungskarte
(20) neben den odometrischen Daten der optische Fluss aus
den Bilddaten der Bilderfassungseinheit (2) verwendet
wird.

25 8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch
gekennzeichnet, dass
- mit der Bilderfassungseinheit (2) zum Fahrzeug (10) pa-
rallel fahrende Fahrzeuge erfasst werden,
30 - die Abstände quer zur Fahrtrichtung des Fahrzeugs (10)
zu den parallel fahrenden Fahrzeugen bestimmt werden, und

- die ermittelten Abstände zu den parallel fahrenden Fahrzeugen zur Verifikation des bestimmten Fahrspurverlaufs (22) verwendet werden.

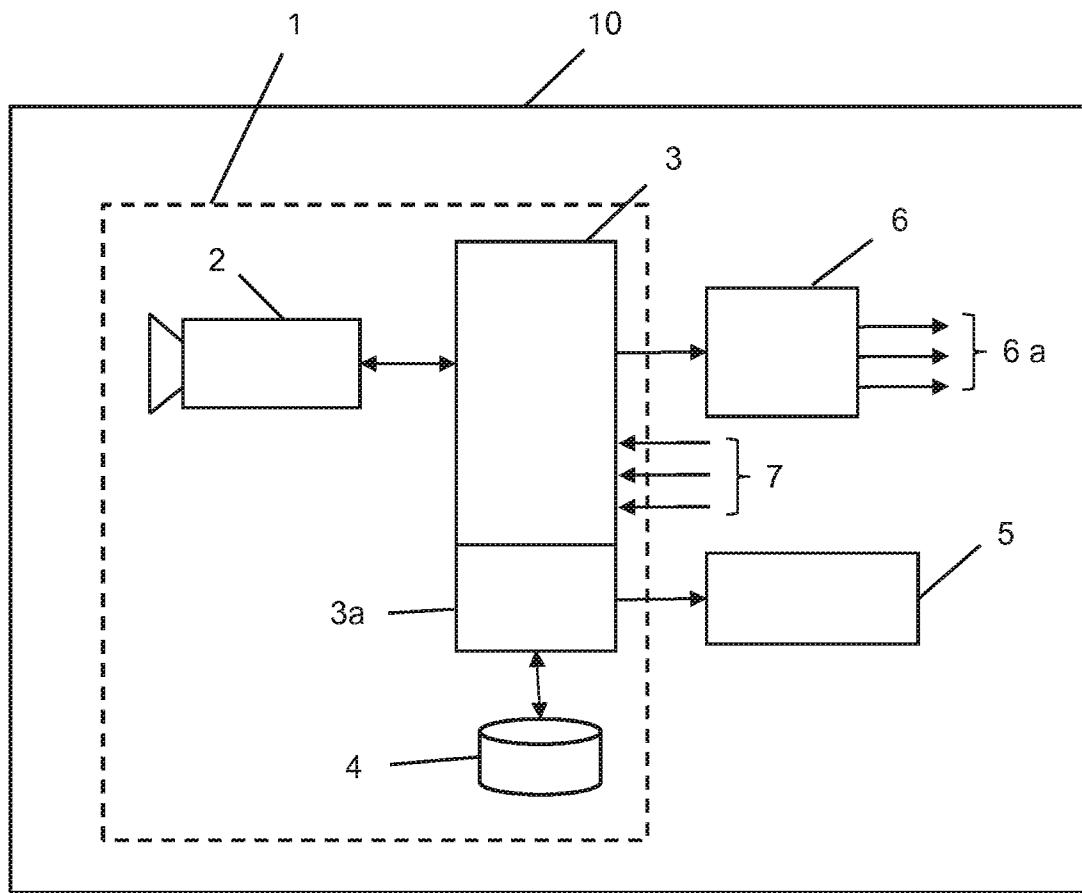


Fig. 1

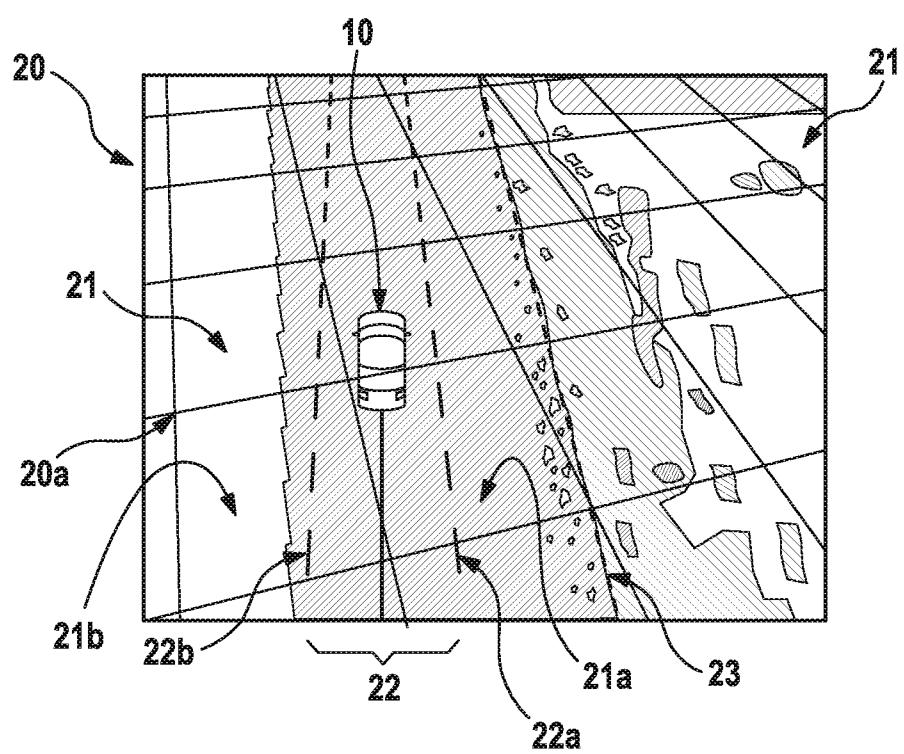


Fig. 2

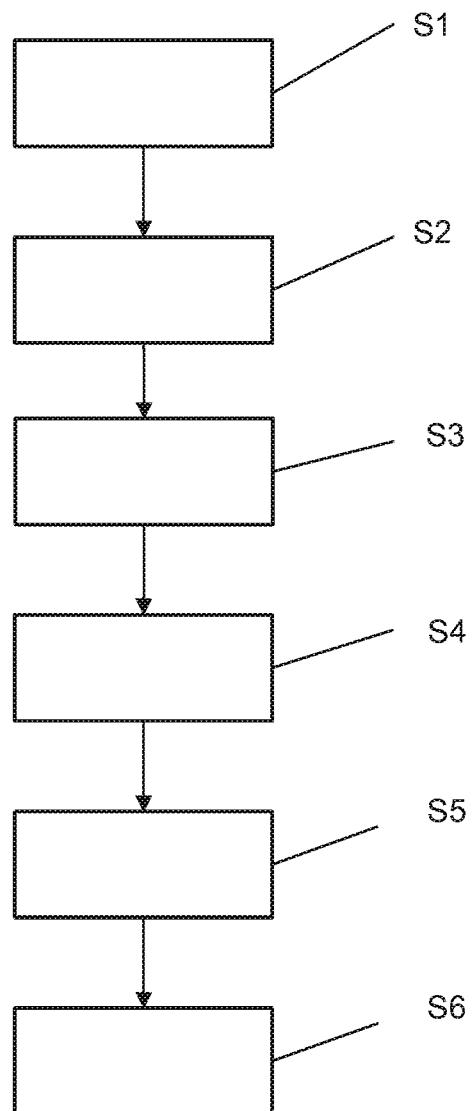


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2013/200115

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. G01S17/66 G01S17/93
 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)
G01S

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| X | WO 2010/099789 A1 (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG [DE]; ADC AUTOMOTIVE DIST CONTROL [DE];) 10 September 2010 (2010-09-10) page 5, paragraph 2 page 7, paragraph 4 page 12, paragraph 3 page 14, paragraph 4-5 page 15, paragraph 3; figures 1,3,10-11 ----- | 1-8 |
| A | DE 10 2005 002719 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 3 August 2006 (2006-08-03) paragraph [0046]; figure 7 ----- | 1-8 |



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 |
| 18 October 2013 | 25/10/2013 |
| 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) 340-3046 | Authorized officer Shaan, Mohamed |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/DE2013/200115

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|--|------------------|--|--|
| WO 2010099789 A1 | 10-09-2010 | DE 112010000079 A5 EP 2404195 A1 JP 2012519346 A KR 20110132437 A US 2011313665 A1 WO 2010099789 A1 | 02-08-2012 11-01-2012 23-08-2012 07-12-2011 22-12-2011 10-09-2010 |
| DE 102005002719 A1 | 03-08-2006 | DE 102005002719 A1 EP 1684142 A1 | 03-08-2006 26-07-2006 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2013/200115

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. G01S17/66 G01S17/93
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
G01S

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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|---|--------------------|
| X | WO 2010/099789 A1 (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG [DE]; ADC AUTOMOTIVE DIST CONTROL [DE];) 10. September 2010 (2010-09-10) Seite 5, Absatz 2 Seite 7, Absatz 4 Seite 12, Absatz 3 Seite 14, Absatz 4-5 Seite 15, Absatz 3; Abbildungen 1,3,10-11 ----- | 1-8 |
| A | DE 10 2005 002719 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 3. August 2006 (2006-08-03) Absatz [0046]; Abbildung 7 ----- | 1-8 |

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

18. Oktober 2013

25/10/2013

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

Shaan, Mohamed

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2013/200115

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|--|--|
| WO 2010099789 A1 | 10-09-2010 | DE 112010000079 A5 EP 2404195 A1 JP 2012519346 A KR 20110132437 A US 2011313665 A1 WO 2010099789 A1 | 02-08-2012 11-01-2012 23-08-2012 07-12-2011 22-12-2011 10-09-2010 |
| DE 102005002719 A1 | 03-08-2006 | DE 102005002719 A1 EP 1684142 A1 | 03-08-2006 26-07-2006 |