(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
18. Oktober 2018 (18.10.2018)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2018/188702 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G06K 9/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2018/200035

(22) Internationales Anmeldedatum:
09. April 2018 (09.04.2018)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2017 206 245.2
11. April 2017 (11.04.2017) DE

(71) Anmelder: **CONTI TEMIC MICROELECTRONIC GMBH** [DE/DE]; Sieboldstraße 19, 90411 Nürnberg (DE).

(72) Erfinder: **MILZ, Stefan**; Hauptstraße 18, 07929 Saalburg-Ebersdorf (DE). **PETZOLD, Johannes**; Schlehensteig 2a, 95326 Kulmbach (DE). **SCHREPFER, Jörg**; Im Gründle 1, 96355 Tettau (DE). **DHANA SEKARAN, Sudhan**; Pödeldorfer Str. 70, 96052 Bamberg (DE). **KHONGSAB, Peerayut**; Gieshügeler Str. 43, 97218 Grebrunn (DE). **NAIK, Vinay**; Dobersgrund 25, 96317 Kronach (DE).

(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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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.

(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, 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)*

(54) **Title:** DEVICE AND METHOD FOR DETECTING TERRAIN

(54) **Bezeichnung:** VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR DETEKTION EINES GELÄNDEVERLAUFS

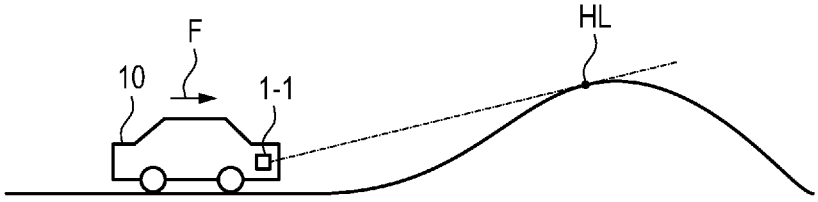


Fig. 2

(57) **Abstract:** The present invention relates to the detection of terrain, in particular the detection of elevations and/or depressions in the surroundings of a vehicle. Here, image data is detected in the surroundings of the vehicle and the course of a horizon in the image data is compared with a predefined reference course for the horizon. According to the deviation between actual horizon and reference course, elevations and/or depressions in the terrain can be identified as a result.

(57) **Zusammenfassung:** Die vorliegende Erfindung betrifft die Detektion eines Geländeverlaufs, insbesondere die Detektion von Erhebungen und/oder Senken in der Umgebung um ein Fahrzeug. Hierbei werden Bilddaten in der Umgebung des Fahrzeugs erfasst und dabei der Verlauf eines Horizonts in den Bilddaten mit einem vorgegebenen Referenzverlauf für den Horizont verglichen. In Abhängigkeit von der Abweichung zwischen tatsächlichem Horizont und Referenzverlauf können daraufhin Erhebungen bzw. Senken in dem Geländeverlauf ermittelt werden.

WO 2018/188702 A1

VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR DETEKTION EINES GELÄNDEVERLAUFS

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Detektion eines Geländeverlaufs, insbesondere eine Geländeverlaufs in der Umgebung eines Fahrzeugs, sowie ein Kraftfahrzeug mit einer Vorrichtung zur Detektion eines Geländeverlaufs.

Stand der Technik

Moderne Kraftfahrzeuge verfügen in der Regel über zahlreiche Kameras. Beispielsweise können in einem Fahrzeug Kameras vorgesehen sein, um die Umgebung des Fahrzeugs zu erfassen. Die von den Kameras bereitgestellten Bildinformationen können entweder direkt einem Fahrzeugführer auf einer Anzeige dargestellt werden, oder die Bildinformationen können ausgewertet werden, um hieraus Informationen für das Steuern des Fahrzeugs zu gewinnen. Beispielsweise können Hindernisse, Verkehrszeichen oder Fahrspuren in den Bilddaten detektiert werden, die als Daten für ein Fahrerassistenzsystem oder für ein ganz- oder teilweise autonomes Fahren des Fahrzeuges verwendet werden können.

Beim Fahren eines Fahrzeugs ist dabei auch die Topologie der Umgebung, das heißt der Verlauf des Geländes in der Umgebung, insbesondere der Fahrbahn, für das Fahrzeug von Interesse. Steigt die Fahrbahn vor dem Fahrzeug an oder fällt die Fahrbahn von dem Fahrzeug ab, so kann beispielsweise die Leuchtweite der Fahrzeugscheinwerfer bei Dunkelheit angepasst werden, um einerseits eine ausreichend weite Entfernung durch die Scheinwerfer auszuleuchten und dabei andererseits Fahrer von entgegenkommenden Fahrzeugen nicht zu blenden. Darüber hinaus kann beispielsweise durch einen Hügel oder eine Kuppe die Sicht im weiteren Verlauf der Fahrbahn eingeschränkt werden. Hierdurch können gegebenenfalls Hindernisse auf der Fahrbahn beim Überfahren eines Hügels erst sehr spät erkannt werden. In diesem Fall ist es beispielsweise angebracht, die

Fahrgeschwindigkeit zu reduzieren, um auch beim Auftauchen eines möglichen Hindernisses hinter einem Hügel noch rechtzeitig bremsen zu können.

Es besteht daher ein Bedarf zur Detektion des Geländeverlaufs in der Umgebung eines Fahrzeugs. Insbesondere besteht der Bedarf, Erhebungen und/oder Senken in der Umgebung des Fahrzeugs automatisch zu detektieren.

Die vorliegende Erfindung schafft hierzu eine Vorrichtung zur Detektion eines Geländeverlaufs mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1, ein Verfahren zur Detektion eines Geländeverlaufs mit den Merkmalen des Patentanspruchs 11, sowie ein Kraftfahrzeug mit den Merkmalen des Patentanspruchs 10.

Demgemäß ist vorgesehen:

Eine Vorrichtung zur Detektion eines Geländeverlaufs in der Umgebung eines Fahrzeugs. Die Vorrichtung umfasst eine Bilderfassungseinrichtung, eine Analyseeinrichtung und eine Detektoreinrichtung. Die Bilderfassungseinrichtung ist dazu ausgelegt, die Umgebung des Fahrzeugs optisch zu erfassen. Die Analyseeinrichtung ist dazu ausgelegt, einen Verlauf eines Horizonts in den erfassten Bilddaten zu ermitteln. Die Detektoreinrichtung ist dazu ausgelegt, eine Erhebung und/oder eine Senke in der Umgebung des Fahrzeugs zu detektieren, falls der Verlauf des Horizonts in den erfassten Bilddaten von einem vorgegebenen Referenzverlauf für den Horizont abweicht.

Weiterhin ist vorgesehen:

Ein Kraftfahrzeug mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Detektion eines Geländeverlaufs.

Ferner ist vorgesehen:

Ein Verfahren zur Detektion eines Geländeverlaufs in der Umgebung eines Fahrzeugs. Das Verfahren umfasst die Schritte des Erfassens von Bilddaten in der Umgebung des Fahrzeugs und des Ermittelns eines Verlaufs eines Horizonts in den erfassten Bilddaten. Ferner umfasst das Verfahren einen Schritt zum Detektieren einer Erhebung und/oder eine Senke in der Umgebung des Fahrzeugs, falls der ermittelte Verlauf des Horizonts in den erfassten Bilddaten von einem vorgegebenen Referenzverlauf für den Horizont abweicht.

Vorteile der Erfindung

Der vorliegenden Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass der Verlauf des Horizonts in einem Kamerabild in Abhängigkeit von der Topologie variieren kann. Der Horizont stellt dabei in dem Bild einen Übergang zwischen dem Boden, das heißt dem Untergrund, auf dem ein Fahrzeug fährt, und dem Himmel, also dem restlichen Bildbereich ohne Untergrund dar. Blickt eine waagerecht gehaltene Kamera auf eine Erhebung, beispielsweise einen Hügel, so wird sich im Bereich dieser Erhebung der Verlauf des Horizonts näher in Richtung des oberen Bildrands befinden. Blickt die Kamera dagegen in den Bereich einer Senke, so wird sich der Horizont näher im Bereich des unteren Bildrands befinden.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Idee zugrunde, dieser Erkenntnis Rechnung zu tragen und eine einfache und zuverlässige Analyse einer Umgebung um ein Fahrzeug herum vorzusehen, welche Erhebungen und Senken in der Umgebung des Fahrzeugs detektieren kann. Hierzu ist es vorgesehen, die Umgebung um das Fahrzeug herum optisch mittels geeigneter Bilderfassungssensoren, wie zum Beispiel Kameras, zu erfassen und dabei den Verlauf des Horizonts zu analysieren. Insbesondere kann der Verlauf des Horizonts in den erfassten Bilddaten mit einem vorgegebenen Referenzverlauf für den Horizont verglichen werden. Liegt der Verlauf des Horizonts in den erfassten Bilddaten oberhalb des Referenzverlaufes für den Ho-

rizont, so kann hieraus auf eine mögliche Erhebung, beispielsweise einen Hügel oder ähnliches geschlossen werden. Liegt der Verlauf des Horizonts in den erfassten Bilddaten dagegen unterhalb des Referenzverlaufs für den Horizont, so ist dies ein Hinweis auf eine mögliche Senke an der entsprechenden Position.

Da moderne Kraftfahrzeuge in der Regel ohnehin eine Vielzahl von Bilderfassungsvorrichtungen wie Kameras aufweisen, können diese von den vorhandenen Kameras bereitgestellten Bilddaten herangezogen werden, um die erfindungsgemäße Analyse der Umgebung um das Fahrzeug herum durchzuführen. Dies ermöglicht eine besonders einfache und kostengünstige Analyse der Umgebung um das Fahrzeug herum, ohne dass hierzu eine zusätzliche, komplexe und teure Hardware erforderlich wäre. Beispielsweise können Fahrzeugkameras eines Surround View Systems oder eines in dem Fahrzeug vorgesehenen Fahrerassistenzsystems die erforderlichen Bilddaten zur Analyse der Umgebung um das Fahrzeug herum bereitstellen.

Die Informationen über die Umgebung des Fahrzeugs, insbesondere über Erhebungen oder Senken in der Umgebung des Fahrzeugs können daraufhin sehr effizient genutzt werden, um einen Fahrer des Fahrzeugs auf mögliche Gefahrensituationen hinzuweisen, oder eine oder mehrere Funktionen des Fahrzeugs automatisch in Abhängigkeit der Umgebung des Fahrzeugs anzupassen.

Gemäß einer Ausführungsform umfasst die Bilderfassungseinrichtung mehrere Kameras. Beispielsweise kann es sich bei den mehreren Kameras um Kameras eines Fahrerassistenzsystems oder eines Surround View Systems des Fahrzeugs handeln.

Gemäß einer Ausführungsform erfasst die Bilderfassungseinrichtung die Umgebung um das Fahrzeug herum vollständig, das heißt in einem vollen Umlauf von 360 Grad um das Fahrzeug herum. Hierzu können beispielsweise nach vorne, nach hinten

und zur Seite gerichtete Kameras an einem Fahrzeug verwendet werden. Insbesondere können beispielsweise Kameras mit einem breiten Öffnungswinkel von mindestens 120 Grad oder gegebenenfalls sogar bis zu 180 Grad oder mehr eingesetzt werden.

Gemäß einer Ausführungsform umfasst die Vorrichtung zur Detektion des Geländeverlaufs einen Referenzspeicher. Der Referenzspeicher kann dazu ausgelegt sein, den vorgegebenen Referenzverlauf des Horizonts bereitzustellen.

Gemäß einer Ausführungsform kann es sich bei dem vorgegebenen Referenzverlauf, insbesondere bei dem im Referenzspeicher abgespeicherten Referenzverlauf um einen fest vorgegebenen Referenzverlauf handeln. Dieser Referenzverlauf kann beispielsweise bei der Fertigung bzw. der Montage der Vorrichtung zur Detektion des Geländeverlaufs oder der Endmontage des Fahrzeugs festgelegt und abgespeichert werden. Darüber hinaus ist es auch möglich, den vorgegebenen Referenzverlauf regelmäßig zu aktualisieren bzw. zu korrigieren. Beispielsweise kann der vorgegebene Referenzverlauf innerhalb von vorgegebenen Wartungsintervallen oder ähnlichem aktualisiert werden.

Gemäß einer Ausführungsform umfasst die Vorrichtung zur Detektion des Geländeverlaufs eine Kalibriereinrichtung. Die Kalibriereinrichtung ist dazu ausgelegt, den vorgegebenen Referenzverlauf des Horizonts zu ermitteln. Der so durch die Kalibriereinrichtung ermittelte Referenzverlauf kann beispielsweise in dem Referenzspeicher abgespeichert werden. Beispielsweise kann zu vorgegebenen Zeitintervallen der Referenzverlauf erneut ermittelt werden. Beispielsweise ist es auch möglich, vor Fahrtantritt eines Fahrzeugs den Referenzverlauf jeweils erneut festzulegen.

Gemäß einer Ausführungsform umfasst die Kalibriereinrichtung einen Lagesensor. Der Lagesensor ist dazu ausgelegt, eine Neigung des Fahrzeugs zu ermitteln. Auf diese Weise kann die Kalibriereinrichtung auch bei einem gegebenenfalls schräg

stehenden Fahrzeug eine Abweichung von der Normallage detektieren und daraufhin den Referenzverlauf für den Horizont korrekt ermitteln.

Gemäß einer Ausführungsform umfasst die Vorrichtung zur Detektion des Geländeverlaufs eine Steuereinrichtung. Die Steuereinrichtung ist dazu ausgelegt, mindestens eine Funktion des Fahrzeugs in Abhängigkeit von der detektierten Erhebung und/oder der detektierten Senke anzupassen. Auf diese Weise kann die Sicherheit eines Fahrzeugs gesteigert werden. Insbesondere kann auf diese Weise in Abhängigkeit von detektierten Erhebungen oder Senken beispielsweise eine Bremsfunktion ausgelöst werden, die potentiell gefährliche Fahrsituationen vermeiden oder zumindest darauf hinweisen können.

Gemäß einer Ausführungsform umfasst die Funktion, die von der Steuervorrichtung ausgeführt werden kann, mindestens ein Anpassen der Leuchtweite eines Scheinwerfers des Fahrzeugs, ein Anpassen der Geschwindigkeit des Fahrzeugs, ein Abbremsen des Fahrzeugs und/oder ein Ausgeben einer Signalisierung. Bei der Signalisierung kann es sich beispielsweise um ein optisches oder akustisches Signal handeln, welches dem Fahrer des Fahrzeugs ausgegeben wird. Darüber hinaus kann es sich bei der Signalisierung auch um eine elektronische Signalisierung handeln. Insbesondere ist es auch möglich, diese Signalisierung drahtlos an weitere Fahrzeuge oder ein zentrales Rechensystem zu übertragen, um gegebenenfalls auch weitere Verkehrsteilnehmer auf eine Gefahrensituation hinzuweisen.

Die obigen Ausgestaltungen und Weiterbildungen lassen sich, soweit sinnvoll, beliebig miteinander kombinieren. Weitere Ausgestaltungen, Weiterbildungen und Implementierungen der Erfindung umfassen auch nicht explizit genannte Kombinationen von zuvor oder im Folgenden bezüglich den Ausführungsbeispielen beschriebenen Merkmalen der Erfindung. Insbesondere wird der Fachmann dabei auch Einzelaspekte als Verbesserungen oder

Ergänzungen zu den jeweiligen Grundformen der Erfindung hinzufügen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend anhand der in den schematischen Figuren der Zeichnungen angegebenen Ausführungsbeispiele näher erläutert. Dabei zeigen:

Figur 1: eine schematische Darstellung eines Kraftfahrzeugs mit einer Vorrichtung zur Detektion eines Geländeverlaufs gemäß einer Ausführungsform;

Figur 2: eine schematische Darstellung einer Fahrsituation eines Fahrzeugs mit einer Vorrichtung zur Detektion eines Geländeverlaufs gemäß einer Ausführungsform;

Figur 3: eine schematische Darstellung eines Bildes, wie es einer Detektion des Geländeverlaufs gemäß einer Ausführungsform zugrunde liegt;

Figur 4: eine schematische Darstellung für den Bezug von Horizont und Referenz des Horizonts, wie er einer Detektion eines Geländeverlaufs gemäß einer Ausführungsform zugrunde liegt;

Figur 5: eine schematische Darstellung eines Verlaufs von Horizont und Referenz des Horizonts, wie er einer weiteren Ausführungsform zur Detektion des Geländeverlaufs zugrunde liegt; und

Figur 6: eine schematische Darstellung eines Ablaufdiagramms, wie es einem Verfahren zur Detektion eines Geländeverlaufs gemäß einer Ausführungsform zugrunde liegt.

Beschreibung der Ausführungsformen

Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Fahrzeugs 10 mit einer Vorrichtung zur Detektion eines Geländeverlaufs in der Umgebung des Fahrzeugs 10. Die Vorrichtung umfasst mehrere Kameras 1-i, eine Analyseeinrichtung 2 und eine Detektoreinrichtung 3. Die dargestellte Anzahl von vier Kameras 1-i dient nur dem besseren Verständnis und stellt dabei keine Einschränkung der vorliegenden Erfindung dar. Darüber hinaus ist auch eine beliebige von vier abweichende Anzahl von Kameras, beispielsweise nur zwei Kameras, oder auch drei, fünf, sechs oder acht Kameras möglich. Grundsätzlich ist auch eine Bilderfassungseinrichtung mit nur einer Kamera möglich.

Bei den Kameras 1-i kann es sich beispielsweise um Kameras eines Fahrerassistenzsystems oder eines Surround View Systems handeln. Beispielsweise kann, wie hier dargestellt, eine Kamera 1-1 nach vorne gerichtet sein, eine weitere Kamera 1-2 kann nach hinten gerichtet sein, und jeweils eine Kamera 1-3, 1-4 kann nach links bzw. rechts gerichtet sein. Bei den Kameras kann es sich um monochromatische Kameras oder auch um Farbkameras handeln. Grundsätzlich sind auch Kameras denkbar, die nicht sichtbares Licht erfassen, beispielsweise im infraroten oder auch im ultravioletten Wellenlängenspektrum. Bei den Kameras 1-i kann es sich um Kameras handeln, welche jeweils auf Anforderung ein Bild liefern. Darüber hinaus können die einzelnen Kameras 1-i auch periodisch Bilddaten mit einer vorgegebenen Bildwiederholrate (frame rate) bereitstellen.

Sofern die Bilderfassungseinrichtung mehr als eine Kamera 1-i umfasst, können die Bilddaten der einzelnen Kameras 1-i vor der weiteren Verarbeitung auch zu einem gemeinsamen Bild kombiniert werden. Auf diese Weise kann beispielsweise ein komplettes Bild erzeugt werden, welches einen 360 Grad-Blick um das Fahrzeug 10 herum repräsentiert.

Die von den Kameras 1-i bereitgestellten Bilddaten werden daraufhin von der Analyseeinrichtung 2 ausgewertet. Hierbei detektiert die Analyseeinrichtung 2 einen Horizont in den erfassten Bilddaten. Bei dem Horizont handelt es sich dabei um den Übergang zwischen dem Untergrund und dem Himmel in den Bilddaten. Zur Detektion des Verlaufs des Horizonts können beliebige Bildverarbeitungsoperationen eingesetzt werden. Beispielsweise kann der Verlauf des Horizonts durch Detektion einer Kante, basierend auf einem Übergang von Farbwerten oder mittels beliebiger bekannter oder neuartiger Bildverarbeitungsoperationen ermittelt werden.

Anschließend kann die Detektoreinrichtung 3 durch Vergleich des ermittelten Verlaufs des Horizonts in den erfassten Bilddaten mit einem vorgegebenen Referenzverlauf für den Horizont eine Erhebung oder eine Senke in der Umgebung des Fahrzeugs 10 detektieren. Bei dem vorgegebenen Referenzverlauf für den Horizont kann es sich hierbei beispielsweise um einen zu erwartenden Verlauf des Horizonts bei einer vollständig ebenen Umgebung um das Fahrzeug 10 herum handeln. Ein derartiger Referenzverlauf für den Horizont kann beispielsweise bei der Montage der Vorrichtung zur Detektion des Geländeverlaufs eingestellt werden. Beispielsweise kann hierzu bei der Fertigung in einem fest definierten Kalibrierszenario der Referenzverlauf ermittelt und in einem entsprechenden, geeigneten Referenzspeicher abgespeichert werden.

Es ist auch möglich, den Referenzverlauf für den Horizont gegebenenfalls auch nachträglich zu überprüfen und/oder gegebenenfalls neu einzustellen oder zu korrigieren. Hierzu kann beispielsweise während einer Wartung oder zu vorgegebenen Kalibrierzeitpunkten eine erneute Kalibrierung des Referenzverlaufs für den Horizont ermittelt werden. Beispielsweise kann hierzu das Fahrzeug 10 in einem definierten Szenario abgestellt werden und daraufhin mittels der Kameras 1-i das definierte Referenzszenario erfasst werden, um hieraus einen Referenzverlauf für den Horizont zu ermitteln und diesen gege-

benenfalls in dem Referenzspeicher abzuspeichern. Gegebenenfalls kann für die Kalibrierung auch ein Lagesensor die exakte Lage des Fahrzeugs während der Kalibrierung erfassen, so dass gewährleistet ist, dass der Referenzverlauf nicht eventuell durch ein schräg stehendes Fahrzeug beeinträchtigt wird.

Wird durch die Detektoreinrichtung 3 in den erfassten Bilddaten eine Erhebung oder eine Senke detektiert, so kann daraufhin diese detektierte Erhebung oder Senke an ein weiteres System des Fahrzeugs 10 weitergegeben werden. Beispielsweise kann eine Signalisierung in Form eines optischen und/oder akustischen Signals erfolgen, um einen Fahrer des Fahrzeugs 10 auf mögliche Gefahren hinzuweisen. Darüber hinaus kann eine solche detektierte Erhebung oder Senke auch mittels einer Kommunikationsschnittstelle beispielsweise an weitere Verkehrsteilnehmer oder ein zentrales Rechensystem übertragen werden. Auf diese Weise können auch weitere Nutzer Informationen über die Topologie in der Umgebung des Fahrzeugs 10 erhalten. Ferner kann die detektierte Erhebung oder Senke auch an ein weiteres System des Fahrzeugs 10 übertragen werden. Beispielsweise kann die Detektion einer Erhebung oder einer Senke an ein Fahrerassistenzsystem übertragen werden, welches daraufhin gegebenenfalls das Fahrverhalten des Fahrzeugs entsprechend anpasst. Ebenso kann auch eine Steuerung für ein ganz- oder teilweise autonom fahrendes Fahrzeug das Fahrverhalten des Fahrzeugs basierend auf der Detektion einer Erhebung oder Senke entsprechend anpassen. So kann beispielsweise bei der Detektion einer Erhebung im weiteren Verlauf der Fahrbahn des Fahrzeugs 10 eventuell in Betracht gezogen werden, dass sich hinter einer solchen Erhebung eventuell ein Hindernis oder eine Gefahrensituation befinden könnte. Um auch in diesem Falle rechtzeitig vor einer solchen Gefahrenstelle reagieren zu können, kann daraufhin die Geschwindigkeit des Fahrzeugs 10 entsprechend angepasst werden. Auch ist es beispielsweise möglich, die Leuchtweite von Fahrzeugscheinwerfern entsprechend den detektierten Erhebungen oder

Senken anzupassen, um einerseits eine ausreichende Ausleuchtung der Fahrbahn zu gewährleisten und dabei eine mögliche Gefährdung von weiteren Verkehrsteilnehmern aufgrund von Blendungen oder ähnlichem zu vermeiden. Ferner kann gegebenenfalls auch bei einer zu erwartenden Steigung oder einem zu erwartenden Gefälle die Leistung des Antriebs für das Fahrzeug 10 entsprechend frühzeitig angepasst werden.

Ferner ist es auch denkbar, gegebenenfalls einen Druckabfall in einem Reifen des Fahrzeugs 10 zu detektieren. So kann sich das Fahrzeug 10 beispielsweise einem Druckverlust in einem Reifen des Fahrzeugs 10 an diesem Reifen leicht absenken, wodurch der Verlauf des Horizonts um das Fahrzeug 10 herum in Bezug auf den Referenzverlauf abweicht. Diese Abweichung kann daher auch als Hinweis auf einen potentiellen Druckverlust in einem Fahrzeugreifen gedeutet werden.

Figur 2 zeigt eine schematische Darstellung einer möglichen Fahrsituation, wie sie bei der Detektion der Umgebung des Geländeverlaufs um ein Fahrzeug 10 herum auftreten kann. In diesem Fall ist die Fahrtrichtung F durch einen Pfeil dargestellt. In Fahrtrichtung vor dem Fahrzeug 10 ist eine Erhebung dargestellt. Die Kamera 1-1 wird daher an der Position HL den Verlauf des Horizonts erfassen. Da der Verlauf des Horizonts HL somit höher als erwartet in den Bilddaten der Kamera 1-1 detektiert wird, kann auf eine mögliche Erhebung vor dem Fahrzeug 10 geschlossen werden.

Figur 3 zeigt eine weitere schematische Darstellung zur Erläuterung der Detektion von Erhebungen B und Senken S in Bilddaten, die von einer Bilderfassungseinrichtung einer Vorrichtung zur Detektion des Geländeverlaufs erfasst worden sind. Der zu erwartende Verlauf des Horizonts ist als gestrichelte Linie RL als Referenzverlauf dargestellt. Der von der Analyseeinrichtung 2 detektierte tatsächliche Verlauf des Horizonts in den Bilddaten ist als durchgezogene Linie HL dargestellt. Im Bereich S verläuft der tatsächliche Verlauf des

Horizonts unterhalb des Referenzverlaufs RL. In diesem Bereich ist daher eine Senke zu erwarten. Im Bereich B verläuft der tatsächliche Verlauf HL des Horizonts oberhalb des zu erwartenden Verlaufs RL des Horizonts. In diesem Bereich ist mit einer Erhebung zu rechnen.

In den Figuren 4 und 5 sind schematisch jeweils Verläufe eines detektierten Horizonts zum Referenzverlauf für den Horizont für verschiedene Situationen dargestellt. Dabei wird angenommen, dass durch die Bilderfassungseinrichtung eine vollständige 360 Grad Rundumsicht um das Fahrzeug 10 aufgezeichnet wird. Die Bilddaten sind hierbei in vier Sektoren zu jeweils 90° unterteilt. Dies dient jedoch nur dem besseren Verständnis und stellt keine Beschränkung der vorliegenden Erfindung dar. Der vorgegebene Referenzverlauf RL für den Horizont ist hierbei jeweils als gestrichelter Kreis dargestellt. Die durchgezogene Linie HL illustriert hierbei den detektierten Verlauf des Horizonts in den erfassten Bilddaten.

In Figur 4 liegt in den durch die Frontkamera 1-1 erfassten Bilddaten der detektierte Verlauf des Horizonts oberhalb des Referenzverlaufs für den Horizont. In diesem Fall kann im vorderen Bereich, also im Sichtbereich der Frontkamera 1-1 eine Erhebung detektiert werden.

In Figur 5 ist im Sichtbereich der rückwärtig gerichteten Kamera 1-4 der Verlauf HL des Horizonts oberhalb des Referenzverlaufs RL für den Horizont, während auf der linken Seite der detektierte Horizont unterhalb dem Referenzverlauf RL liegt. In diesem Fall ist hinter dem Fahrzeug eine Erhebung zu erwarten, während auf der linken Seite eine Senke detektiert werden kann.

Figur 6 zeigt eine schematische Darstellung eines Ablaufdiagramms, wie es einem Verfahren zur Detektion eines Geländeverlaufs in der Umgebung eines Fahrzeugs 10 zugrunde liegt. In Schritt S1 werden Bilddaten in der Umgebung des Fahrzeugs

10 erfasst, und in Schritt S2 wird der Verlauf eines Horizonts in den erfassten Bilddaten ermittelt. In Schritt S3 wird eine Erhebung und/oder eine Senke in der Umgebung des Fahrzeugs detektiert, falls der ermittelte Verlauf des Horizonts HL in den erfassten Bilddaten von einem vorgegebenen Referenzverlauf RL für den Horizont abweicht. Die dem Verfahren zugrunde liegenden Schritte entsprechen dabei den im Zusammenhang mit der Vorrichtung bereits beschriebenen Abläufen.

Zusammenfassend betrifft die vorliegende Erfindung die Detektion eines Geländeverlaufs, insbesondere die Detektion von Erhebungen und/oder Senken in der Umgebung um ein Fahrzeug. Hierbei werden Bilddaten in der Umgebung des Fahrzeugs erfasst und dabei der Verlauf eines Horizonts in den Bilddaten mit einem vorgegebenen Referenzverlauf für den Horizont verglichen. In Abhängigkeit von der Abweichung zwischen tatsächlichem Horizont und Referenzverlauf können daraufhin Erhebungen bzw. Senken in dem Geländeverlauf ermittelt werden.

PATENTANSPRÜCHE

1. Vorrichtung zur Detektion eines Geländeverlaufs in der Umgebung eines Fahrzeugs (10), mit:

einer Bilderfassungseinrichtung (1-i), die dazu ausgelegt ist, die Umgebung des Fahrzeugs (10) optische zu erfassen;

eine Analyseeinrichtung (2), die dazu ausgelegt ist, einen Verlauf (HL) eines Horizonts in den erfassten Bilddaten zu ermitteln; und

einer Detektoreinrichtung (3), die dazu ausgelegt ist, eine Erhebung und/oder eine Senke in der Umgebung des Fahrzeugs (10) zu detektieren, falls der Verlauf (HL) des Horizonts in den erfassten Bilddaten von einem vorgegebenen Referenzverlauf (RL) für den Horizont abweicht.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Bilderfassungseinrichtung (1-i) mehrere Kameras umfasst.

3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 2, wobei die Bilderfassungseinrichtung (1-i) die Umgebung um das Fahrzeug (10) herum vollständig erfasst.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, mit einem Referenzspeicher, der dazu ausgelegt ist, den vorgegebenen Referenzverlauf (RL) den Horizont bereitzustellen.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der vorgegebene Referenzverlauf (RL) des Horizonts fest vorgegeben ist.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, mit einer Kalibrierungseinrichtung, die dazu ausgelegt ist, den

vorgegebenen Referenzverlauf (RL) des Horizonts zu ermitteln.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, wobei die Kalibrierungseinrichtung einen Lagesensor umfasst, der dazu ausgelegt ist, eine Neigung des Fahrzeugs (10) zu ermitteln.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, mit einer Steuereinrichtung, die dazu ausgelegt ist, mindestens eine Funktion des Fahrzeugs (10) in Abhängigkeit von der detektierten Erhebung und/oder der detektierten Senke anzupassen.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, wobei die mindestens eine Funktion des Fahrzeugs (10) ein Anpassen der Leuchtweite eines Scheinwerfers des Fahrzeugs (10), ein Anpassen der Geschwindigkeit des Fahrzeugs (10), ein Abbremsen des Fahrzeugs (10) und/oder ein Ausgeben einer Signalisierung umfasst.

10. Kraftfahrzeug (10) mit einer Vorrichtung zur Detektion eines Geländeverlaufs nach einem der Ansprüche 1 bis 9.

11. Verfahren zur Detektion eines Geländeverlaufs in der Umgebung eines Fahrzeugs (10), mit den Schritten:

Erfassen (S1) von Bilddaten der Umgebung des Fahrzeugs (10);

Ermitteln (S2) des Verlaufs (HL) eines Horizonts in den erfassten Bilddaten; und

Detektieren (S3) einer Erhebung und/oder einer Senke in der Umgebung des Fahrzeugs (10), falls der ermittelte Verlauf (HL) des Horizonts in den erfassten Bilddaten von einem vorgegebenen Referenzverlauf (RL)für den Horizont abweicht.

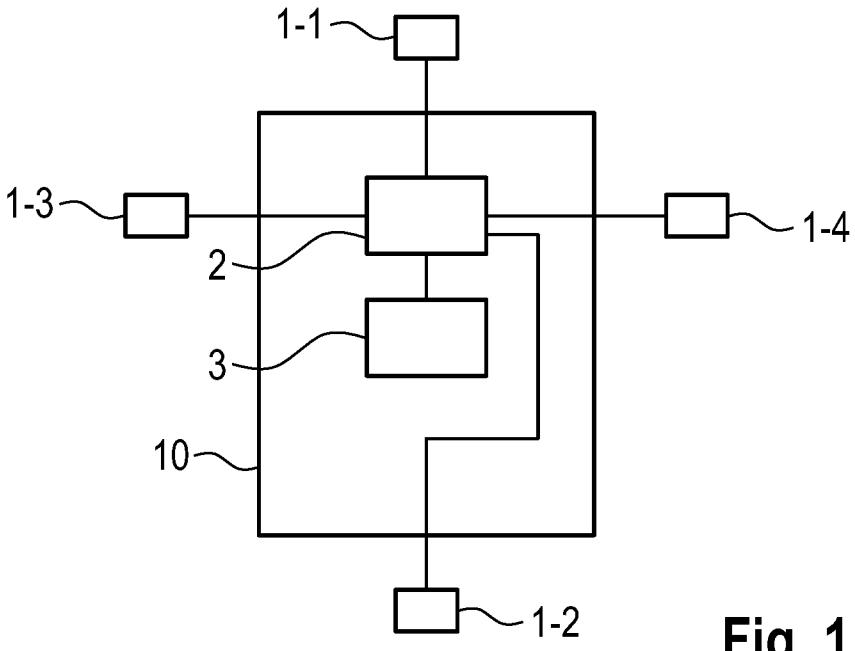


Fig. 1

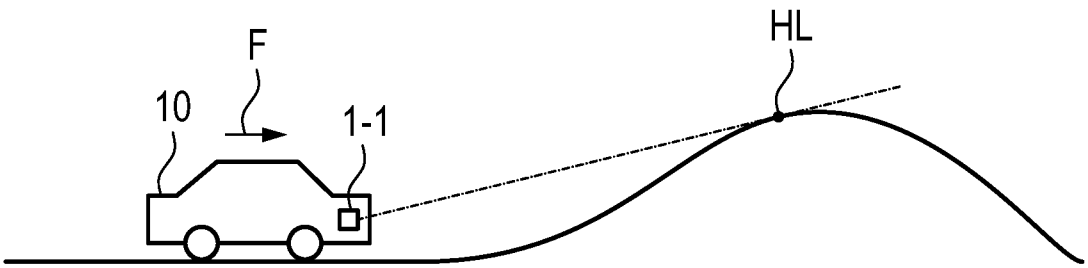


Fig. 2

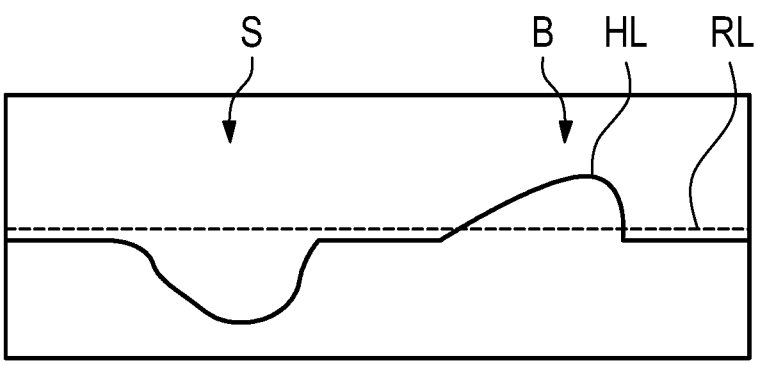


Fig. 3

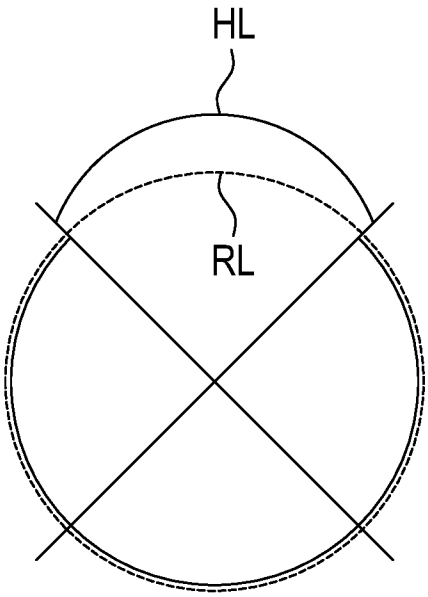


Fig. 4

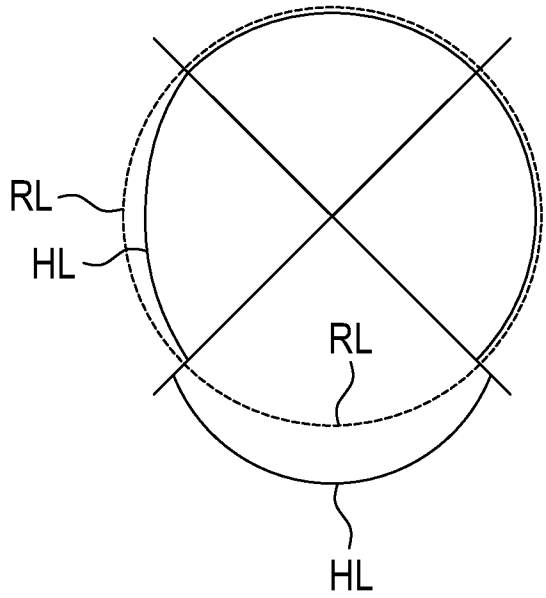


Fig. 5

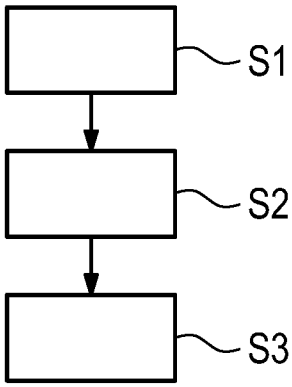


Fig. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2018/200035

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 2 347 931 A1 (KOITO MFG CO LTD [JP]) 27 July 2011 (2011-07-27) paragraphs [0001], [0039], [0046]; figures 3, 7B, 7C, 8 -----	1-11

☐ 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
27 June 2018	13/07/2018

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

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/DE2018/200035

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 2347931 A1	27-07-2011	EP 2347931 A1	27-07-2011
		JP 5361901 B2	04-12-2013
		JP WO2010050095 A1	29-03-2012
		WO 2010050095 A1	06-05-2010

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2018/200035

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

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter 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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 2 347 931 A1 (KOITO MFG CO LTD [JP]) 27. Juli 2011 (2011-07-27) Absätze [0001], [0039], [0046]; Abbildungen 3, 7B, 7C, 8 -----	1-11

☐ 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 erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer 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
27. Juni 2018	13/07/2018

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

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2018/200035

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2347931 A1	27-07-2011	EP 2347931 A1	27-07-2011
		JP 5361901 B2	04-12-2013
		JP WO2010050095 A1	29-03-2012
		WO 2010050095 A1	06-05-2010