

(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
26. Januar 2017 (26.01.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/013260 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G08G 1/16 (2006.01) *G05D 1/02* (2006.01)
B60W 30/12 (2006.01) *G01S 5/02* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/067584

(22) Internationales Anmeldedatum:
22. Juli 2016 (22.07.2016)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2015 111 925.0 22. Juli 2015 (22.07.2015) DE

(71) Anmelder: **DEUTSCHES ZENTRUM FÜR LUFT- UND RAUMFAHRT E.V.** [DE/DE]; Linder Höhe, 51147 Köln (DE).

(72) Erfinder: **RUNGE, Hartmut**; Waldfriedhofstr. 16, 81377 München (DE). **KLARNER, Robert**; Isartorplatz 3, II, 80331 München (DE).

(74) Anwalt: **RÖSLER, Frank**; Rösler Rasch Van Der Heide & Partner, Patent- und Rechtsanwälte

Partnerschaftsgesellschaft mbB, Bodenseestr. 18, 81241 München (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, 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.

(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,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: LANE KEEPING ASSISTANCE SYSTEM

(54) Bezeichnung : SPURHALTEASSISTENZSYSTEM

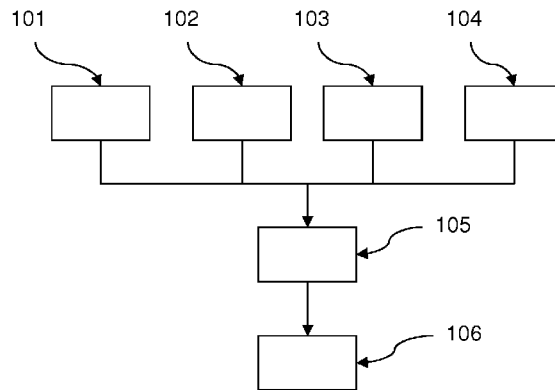


Fig. 1

(57) **Abstract:** The invention relates to a lane keeping assistance system for a vehicle, comprising: a means (101) for detecting a current first position $P_1(t)$ of the vehicle in a road traffic network having a position accuracy ΔP_1 : $P_1(t) = P_1(t) \pm \Delta P_1$, a first interface (102) for providing a target trajectory $ST(t)$ of the vehicle in the road traffic network, a second interface (103) for providing georeferenced position data $P_{OR,i}$, $P_{OL,i}$ of objects OR_i of a right traffic lane boundary and georeferenced position data of objects OL_i of a left traffic lane boundary, and of 2D or 3D radar signatures $RS_{OR,i}$ and $RS_{OL,i}$ of these objects OR_i , OL_i , for the route section of the road traffic network being traveled by the vehicle. The georeferenced position data $P_{OR,i}$, $P_{OL,i}$ have a position accuracy ΔP_2 , wherein $\Delta P_2 < \Delta P_1$, $i = 1, 2, 3, \dots$. The invention further comprises a radar system (104) for scanning a right and a left lateral environment of the vehicle for detecting distances D_{OR} to objects OR present laterally to the right of the vehicle and the radar signatures RS_{OR} thereof, and distances D_{OL} to objects OL present laterally to the left of the vehicle and the radar signatures RS_{OL} thereof, an evaluation unit (105), by way of which initially, based on the first position $P_1(t)$, the provided data $P_{OR,i}$, $P_{OL,i}$, $RS_{OR,i}$ and $RS_{OL,i}$, and the detected data D_{OR} , RS_{OR} , D_{OL} , RS_{OL} , an identification of the detected objects OR and OL as OR_i , OL_i takes place, and based thereupon, a second position $P_2(t)$ of the vehicle is detected,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2017/013260 A1

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)

the position accuracy of which has a position precision $\Delta P2$, at least in one dimension, and a control device (106) for the transverse control of the vehicle, by way of which the transverse control of the vehicle is done, taking into account the target trajectory $ST(t)$ and the position $P2(t)$.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Spurhalteassistenzsystem für ein Fahrzeug, umfassend: ein Mittel (101) zur Ermittlung einer aktuellen ersten Position $P1(t)$ des Fahrzeugs in einem Straßenverkehrsnetz mit einer Positionsgenauigkeit $\Delta P1$: $P1(t) = P1(t) \pm \Delta P1$, eine erste Schnittstelle (102) zur Bereitstellung einer Solltrajektorie $ST(t)$ des Fahrzeugs im Straßenverkehrsnetz, eine zweite Schnittstelle (103) zur Bereitstellung von georeferenzierten Positionsdaten $P_{OR,i}$, $P_{OL,i}$ von Objekten OR_i einer rechten Fahrbahnbegrenzung und von georeferenzierten Positionsdaten von Objekten OL_i einer linken Fahrbahnbegrenzung, und von 2D- oder 3D-Radarsignaturen $RS_{OR,i}$ und $RS_{OL,i}$ dieser Objekte OR_i , OL_i , für den vom Fahrzeug befahrenen Streckenabschnitt des Straßenverkehrsnetzes, wobei die georeferenzierten Positionsdaten $P_{OR,i}$, $P_{OL,i}$ eine Positionsgenauigkeit $\Delta P2$ aufweisen, wobei gilt: $\Delta P2 < \Delta P1$, $i = 1, 2, 3, \dots$, ein Radarsystem (104) zur Abtastung einer rechten und einer linken seitlichen Umgebung des Fahrzeugs zur Ermittlung von Distanzen D_{OR} zu seitlich rechts des Fahrzeugs vorhandenen Objekten OR und deren Radarsignaturen RS_{OR} , und von Distanzen D_{OL} zu seitlich links des Fahrzeugs vorhandenen Objekten OL und deren Radarsignaturen RS_{OL} , eine Auswerteeinheit (105), mit der basierend auf der ersten Position $P1(t)$, den bereitgestellten Daten: $P_{OR,i}$, $P_{OL,i}$, $RS_{OR,i}$ und $RS_{OL,i}$ und den ermittelten Daten: D_{OR} , RS_{OR} , D_{OL} , RS_{OL} , zunächst eine Identifikation der erfassten Objekte OR und OL als Objekte OR_i , OL_i erfolgt und darauf basierend eine zweite Position $P2(t)$ des Fahrzeugs ermittelt wird, deren Positionsgenauigkeit zumindest in einer Dimension die Positionsgenauigkeit $\Delta P2$ aufweist, und eine Reglereinrichtung (106) zur Querregelung des Fahrzeugs, mit der die Querregelung des Fahrzeugs unter Berücksichtigung der Solltrajektorie $ST(t)$ und der Position $P2(t)$ erfolgt.

Spurhalteassistenzsystem

Die Erfindung betrifft ein Spurhalteassistenzsystem, ein Fahrzeug mit einem ebensolchen Spurhalteassistenzsystem, sowie ein Verfahren zur Querregelung eines Fahrzeugs.

Spurhaltesysteme sind im Stand der Technik bekannt. Einfache Spurhaltesysteme erzeugen bspw. haptische Signale am Lenkrad, wenn das Fahrzeug droht, eine aktuelle Fahrspur zu verlassen. Somit kann der Fahrer die Quersteuerung des Fahrzeugs durch entsprechende Lenkeingaben korrigieren. Komplexere Spurhaltesysteme sind insbesondere Systeme zur autonomen Querregelung des Fahrzeugs und dienen dazu, die Fahrzeuge auf einer vorgegebenen Trajektorie, bspw. einer Fahrspur, einem vorgegebenen Spurwechsel, einer vorgegebenen Ein- oder Ausfahrt etc. autonom zu führen.

Bekannte Spurhaltesysteme basieren im Wesentlichen auf der Erfassung und Auswertung von optischen Umgebungsdaten, hier insbesondere von Fahrbahnmarkierungen. Die Fahrbahnmarkierungen können jedoch wegen Verschmutzung, Schneebedeckung, oder anderen Umwelteinflüssen (bspw. dichtem Nebel) nicht erkennbar sein.

Die Aufgabe der Erfindung ist es, ein verbessertes Spurhalteassistenzsystem anzugeben.

Die Erfindung ergibt sich aus den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche. Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche. Weitere Merkmale, Anwendungsmöglichkeiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, sowie der Erläuterung von Ausführungsbeispielen der Erfindung, die in den Figuren dargestellt sind.

Ein erster Aspekt der Erfindung betrifft ein Spurhalteassistenzsystem für ein Fahrzeug. Das vorgeschlagene Spurhalteassistenzsystem umfasst: ein erstes Mittel zur Ermittlung einer aktuellen ersten Position $P_1(t)$ des Fahrzeugs in einem Straßenverkehrsnetz mit einer Positionsgenauigkeit ΔP_1 : $P_1(t) = P_1(t) \pm \Delta P_1$, eine erste Schnittstelle zur Bereitstellung einer Solltrajektorie $ST(t)$ des Fahrzeugs im Straßenverkehrsnetz, eine zweite Schnittstelle zur Bereitstellung von georeferenzierten Positionsdaten $P_{OR,i}$, $P_{OL,i}$ von Objekten OR_i einer rechten Fahrbahnbegrenzung und von georeferenzierten Positionsdaten von Objekten OL_i einer linken Fahrbahnbegrenzung, und von 2D- oder 3D-

Radarsignaturen $RS_{OR,i}$ und $RS_{OL,i}$ dieser Objekte OR_i , OL_i , für den vom Fahrzeug befahrenen Streckenabschnitt des Straßenverkehrsnetzes, wobei die georeferenzierten Positionsdaten $P_{OR,i}$, $P_{OL,i}$ eine Positionsgenauigkeit $\Delta P2$ aufweisen, wobei gilt: $\Delta P2 < \Delta P1$, $i = 1, 2, 3, \dots$, ein Radarsystem zur Abtastung einer rechten und einer linken seitlichen Umgebung des Fahrzeugs zur Ermittlung von Distanzen D_{OR} zu seitlich rechts des Fahrzeugs vorhandenen Objekten OR und deren Radarsignaturen RS_{OR} , und von Distanzen D_{OL} zu seitlich links des Fahrzeugs vorhandenen Objekten OL und deren Radarsignaturen RS_{OL} , eine Auswerteeinheit, mit der basierend auf der ersten Position $P1(t)$, den bereitgestellten Daten: $P_{OR,i}$, $P_{OL,i}$, $RS_{OR,i}$ und $RS_{OL,i}$ und den ermittelten Daten: D_{OR} , RS_{OR} , D_{OL} , RS_{OL} , zunächst eine Identifikation der ermittelten Objekte OR und OL als Objekte OR_i , OL_i erfolgt und darauf basierend eine zweite Position $P2(t)$ des Fahrzeugs ermittelt wird, deren Positionsgenauigkeit zumindest in einer Dimension die Positionsgenauigkeit $\Delta P2$ aufweist, und eine Reglereinrichtung zur Querregelung des Fahrzeugs, mit der die Querregelung des Fahrzeugs unter Berücksichtigung der Solltrajektorie $ST(t)$ und der Position $P2(t)$ erfolgt.

Das erste Mittel ist vorteilhaft zur Ermittlung der Position $P1(t)$ auf Basis von Daten eines Satelliten-Navigationssystems, oder auf Basis von optischen Umgebungsdaten des Fahrzeugs, oder auf Basis von Radardaten, oder auf Basis von Koppelnavigationsdaten, oder einer Kombination daraus ausgebildet. Vorteilhaft umfasst das erste Mittel eine GPS-, Galileo und oder GLONASS-Empfangeinheit. Die Position $P1(t)$ wird mit einer Positionsgenauigkeit $\Delta P1$: $P1(t) = P1(t) \pm \Delta P1$ ermittelt, die bspw. bei einem GPS basierten Navigationssystem in einem Bereich zwischen 5 und 150 m schwanken kann. Diese Positionsgenauigkeit ist insbesondere für einen autonomen Fahrzeugbetrieb nicht ausreichend.

Über die erste Schnittstelle wird die Solltrajektorie $ST(t)$ des Fahrzeugs vorteilhaft von einem Navigationssystem oder einem Zentralsystem des Fahrzeugs oder von einer externen zentralen Verkehrs-Leitstelle, (bspw. einem Zentralserver mit dem das Fahrzeug zum Datenaustausch verbunden ist) bereitgestellt. Die Solltrajektorie $ST(t)$ hängt von der Zeit t ab und gibt den dem Fahrzeug voraus liegenden Soll-Fahrweg, vorzugsweise in georeferenzierten Koordinaten, an. Natürlich sind auch andere Referenzsysteme denkbar.

Eine für einen Zeitschritt t_k vorgegebene Solltrajektorie $ST(t_k)$ kann für einen kommenden Zeitschritt t_{k+1} über die erste Schnittstelle in geänderter Form bereitgestellt werden, um bspw. eine sich zeitlich ändernde Verkehrssituation, die sich zeitlich ändernde Position $P1(t)$ und/oder $P2(t)$ des Fahrzeugs, auch in Relation zu Umgebungsobjekten, einen sich

zeitlich ändernden Fahrzeugzustand (bspw. Energievorrat), ein vorgegebenes neues Fahrziel, etc. zu berücksichtigen. Eine Solltrajektorie $ST(t)$ kann insbesondere aufgrund des Verhaltens anderer Verkehrsteilnehmer und plötzlich auftretender unbekannter Hindernisse geändert werden. Wie eine Solltrajektorie $ST(t)$ geändert wird, ist nicht Gegenstand der vorliegenden Anmeldung. Hier wird vielmehr davon ausgegangen, dass zu jeder Zeit t bzw. für jeden Zeitschritt t_k eine Solltrajektorie ST einer vorausliegenden Soll-Fahrtroute für das Fahrzeug bereitgestellt ist.

Über die zweite Schnittstelle werden die georeferenzierten Positionsdaten $P_{OR,i}$, $P_{OL,i}$ von Objekten OR_i , OL_i und die zugehörigen 2D- oder 3D-Radarsignaturen $RS_{OR,i}$ und $RS_{OL,i}$ dieser Objekte OR_i , OL_i , für den vom Fahrzeug befahrenen, insbesondere dem vorausliegenden Streckenabschnitt des Straßenverkehrsnetzes, vorteilhaft von einer Speichereinheit im Fahrzeug oder von einem externen Zentralserver bereitgestellt. Das Bereitstellen der Daten $P_{OR,i}$, $P_{OL,i}$, $RS_{OR,i}$ und $RS_{OL,i}$ von dem externen Zentralserver hat insbesondere den Vorteil, dass der Zentralserver als zentrale Datenbank fungiert, die einfacher aktualisierbar ist als eine Vielzahl von Speichereinheiten in Fahrzeugen. Die über die zweite Schnittstelle bereitgestellten georeferenzierten Positionsdaten $P_{OR,i}$, $P_{OL,i}$ besitzen vorteilhaft eine Positionsgenauigkeit ΔP_2 von $< 0,5$ m oder $< 0,4$ m oder $< 0,3$ m oder $< 0,25$ m oder $< 0,20$ m oder $< 0,15$ m oder $0,10$ m oder $< 0,05$ m.

Mit dem Radarsystem werden die Distanzen D_{OR} / D_{OL} zu seitlich rechts / links des Fahrzeugs vorhandenen Objekten OR / OL und deren Radarsignaturen RS_{OR} / RS_{OL} ermittelt. Die Distanzen D_{OR} , D_{OL} geben vorteilhaft den horizontalen Abstand der Objekte OR , OL relativ zu einer Längsachse des Fahrzeugs an. Das Radarsystem ermöglicht die Ermittlung der Distanzen D_{OR} / D_{OL} vorteilhaft mit einer Genauigkeit $< 0,4$ m, oder $< 0,3$ m, oder $< 0,25$ m, oder $< 0,20$ m, oder $< 0,15$ m, oder $< 0,10$ m, oder $< 0,05$ m. Das Radarsystem ermöglicht weiterhin vorteilhaft die Erfassung der Radarsignaturen RS_{OR} / RS_{OL} als 2D- oder 3D-Radarsignaturen.

Für jedes der über die zweite Schnittstelle bereitgestellten Objekte OR_i / OL_i ist neben der georeferenzierten Positionsdaten $P_{OR,i}$, $P_{OL,i}$ eine zugeordnete 2D- oder 3D-Radarsignatur $RS_{OR,i}$ / $RS_{OL,i}$ bekannt, so dass über einen Vergleich der mit dem Radarsystem erfassten Daten und der über die zweite Schnittstelle bereitgestellten Daten eine Identifikation der vom Radarsystem erfassten Objekte OR/OL als jeweils eines der Objekte OR_i , OL_i möglich ist.

Diese Identifikation erfolgt durch die Auswerteeinheit. Dabei wird basierend auf der ersten

Position $P1(t)$, den bereitgestellten Daten: $P_{OR,i}$, $P_{OL,i}$, $RS_{OR,i}$ und $RS_{OL,i}$ und den ermittelten Daten: D_{OR} , RS_{OR} , D_{OL} , RS_{OL} , zunächst ermittelt, ob die ermittelten Radarsignaturen RS_{OR} , RS_{OL} sich den bereitgestellten Daten eindeutig zuordnen lassen. Ist eine solche eindeutige Zuordnung ermittelt, gelten die Objekte OL OR als Objekte OR_i , OL_i identifiziert.

Auf Basis der gemessenen seitlichen Abstände D_{OR} , D_{OL} zu identifizierten Objekten $OR = OR_i$ und $OL = OL_i$ zum Fahrzeug kann nun eine zweite Position $P2(t)$ des Fahrzeugs ermittelt werden, deren Positionsgenauigkeit zumindest in einer Dimension die Positionsgenauigkeit $\Delta P2$ aufweist. Diese eine Dimension (Richtung) wird durch den Vektor der jeweils ermittelten horizontalen Distanz zwischen Fahrzeug und dem jeweiligen Objekt OR / OL definiert. In einem Koordinatensystem des Fahrzeugs, bei dem in Richtung der aktuellen Fahrtrichtung die x-Achse, und senkrecht dazu die y-Achse zeigt, wobei die x-y-Ebene die Horizontalebene definiert, kann die Position $P2(t)$ des Fahrzeugs demzufolge zumindest entlang der y-Achse mit einer Positionsgenauigkeit $\Delta P2$ angegeben werden.

Die Position $P2(t)$ wird nur dann ermittelt, wenn zumindest ein seitliches Objekt OR oder OL eindeutig identifiziert werden konnte. Da die Objekte OR/OL teilweise unregelmäßig in der seitlichen Umgebung des befahrenen Straßenabschnitts angeordnet sind, wird die Position typischerweise nicht kontinuierlich sondern punktuell ermittelt.

Vorteilhaft erfolgt bei der Identifikation der Objekte OL OR als Objekte OR_i , OL_i in der Auswerteeinheit eine Plausibilitätsprüfung, bei der Wahrscheinlichkeiten $W(OR)$, $W(OL)$ einer eindeutigen Identifizierung von Objekten OR, OL als jeweils eines der Objekte OR_i , OL_i auf Basis der ermittelten Radarsignaturen RS_{OR} und RS_{OL} , der bereitgestellten Radarsignaturen $RS_{OR,i}$ und $RS_{OL,i}$ und der Position $P1(t)$ ermittelt werden. Zur Ermittlung der zweiten Position $P2(t)$ werden nur solche erfasste Objekte OR, OL verwendet, deren Wahrscheinlichkeiten $W(OR)$, $W(OL)$ über einem vorgegebenen Grenzwert $G1$ liegen. Für Objekte OR, OL, deren Wahrscheinlichkeiten $W(OR)$, $W(OL)$ jeweils unter dem vorgegebenen Grenzwert $G1$ liegen, wird ein Warnsignal WARN erzeugt.

In dieser Weiterbildung kann somit abhängig von der Wahl des Grenzwerts $G1$ (bspw. $G1 = 90\%$ Wahrscheinlichkeit) sichergestellt werden, dass die ermittelte Position $P2(t)$ robust und zuverlässig oder weniger robust und zuverlässig ist. Das erzeugte Warnsignal WARN wird vorteilhaft zur Kennzeichnung nicht erkannter bzw. nicht identifizierter Objekte OR,

OL genutzt, die in einem Datenprotokoll der Auswerteeinheit gespeichert werden. Mit dieser Plausibilitätsprüfung kann insbesondere erkannt werden, ob eine freie Sicht auf die seitliche Umgebung des Fahrzeugs bzw. der Fahrbahn vorlag, oder ob die seitliche Umgebung durch bspw. seitlich neben dem Fahrzeug fahrende andere Fahrzeuge verdeckt ist. In letzterem Fall liegen die Wahrscheinlichkeiten $W(OR)$, $W(OL)$ unter dem Grenzwert $G1$, da die ermittelten Radarsignaturen und die ermittelten Abstände eines auf einer Nachbarspur fahrenden Fahrzeugs leicht eine Unterscheidung von den bereitgestellten Objekten OR_i , OL_i zulässt.

Vorteilhaft werden über die zweite Schnittstelle von der aktuellen Position $P1(t)$ / $P2(t)$ und der Fahrtrichtung des Fahrzeugs abhängige Daten für den vom Fahrzeug befahrenen Streckenabschnitt, insbesondere dem voraus liegenden Streckenabschnitt, bereitgestellt. Dadurch werden über die zweite Schnittstelle nur aktuell relevante Daten bereitgestellt, so dass die Zahl der Radarsignatur-Vergleiche mit in Betracht kommenden Objekte OR_i , OL_i begrenzt, und so in der Auswerteeinheit erforderlich Rechenzeiten verringert werden.

Die Querregelung des Fahrzeugs erfolgt vorteilhaft autonom, d.h. ohne Lenkeingriff des Fahrers. Die Längsregelung des Fahrzeugs erfolgt bevorzugt unter Nutzung bekannter Fahrzeug-Längsregelsysteme. Das vorgeschlagene Spurhalteassistenzsystem kann vorteilhaft vom Fahrer deaktiviert werden, bevorzugt durch eine manuelle Eingabe oder eine Spracheingabe. Weiterhin wird die Querregelung vorteilhaft automatisch deaktiviert, sofern ein Systemfehler erkannt wurde, bspw. durch einen Defekt an einem der Teile des vorgeschlagenen Spurhalteassistenzsystems oder bei unbrauchbaren Messdaten des Radarsystems über einen vorgebbaren Zeitraum hinweg.

Vorteilhaft basiert die Querregelung des Fahrzeugs auf einer zusätzlichen Berücksichtigung von Daten bekannter Systeme zur Erfassung oder Abtastung der Fahrzeugumgebung wie bspw. optischen Systemen (bspw. zur Ermittlung von Fahrbahnmarkierungen, Bordsteinen etc.), Ultraschallsystemen, Lasersystemen, LIDAR Systemen, etc. Diese Daten bekannter Systeme werden vorteilhaft zur Verifikation der vom Radarsystem ermittelten Daten und/oder sofern diese bekannten Systeme eine eigene Ermittlung einer georeferenzierten Position des Fahrzeugs erlauben, bei der Ermittlung der Position $P2(t)$ berücksichtigt.

Die Objekte OR_i , OL_i sind vorteilhaft fest angeordnet bspw. Leitplanken, Leitplanken-Vertikalträger, Randsteine, Beton-Abweiser, Masten, Metallzäune, Lärmschutzwände,

Seitenwände oder Radarreflektoren, Retroreflektoren, Corner-Reflektoren, Masten von Verkehrszeichen, Schilderbrücken, Notrufsäulen. Derartige Objekte weisen jeweils spezifische 2D-/3D-Radarsignaturen auf, die von dem Radarsystem des Fahrzeugs erfass- und identifizierbar sind.

Vorteilhaft sind die bereitgestellten Radarsignaturen $RS_{OR,i}$, $RS_{OL,i}$ der Objekte OR_i , OL_i auf Basis von Radarsignaturen erzeugt, die mittels eines flugzeuggetragenen oder eines satellitengetragenen Sensors in Aufsicht auf die Erdoberfläche erfasst und anschließend in horizontal erfassbare Radarsignaturen umgewandelt wurden. Flugzeuggetragene oder satellitengetragene Radarsensoren erlauben die Erfassung eines Straßenverkehrsnetzes eines Landes in kurzer Zeit, je nach Größe bspw. innerhalb eines Tages. Somit kann ein hochfrequentes Update der entsprechenden Radarziele der seitlichen Umgebung von Fahrbahnen gewährleistet werden.

Eine Weiterbildung des Spurhalteassistenzsystems zeichnet sich dadurch aus, dass, sofern die Auswerteeinheit die Position $P2(t)$ zu einem Zeitschritt t_0 ermittelt hat, und für Zeitschritte t_k größer t_0 , mit $t_k = t_{k-1} + \Delta t$, $k = 1, 2, \dots$, und $\Delta t :=$ Zeitinkrement, das Warnsignal WARN erzeugt wird, die Auswerteeinheit für diese Zeitschritte t_k eine Position $P2'(t_k)$ ermittelt, für die gilt:

$$(1) \quad P2'(t_k) = P2'(t_{k-1}) + \dot{P}1(t_{k-1})\Delta t, \text{ und}$$

die Reglereinrichtung die Querregelung des Fahrzeugs zumindest für eine vorgegebene Zeitspanne ZS auf Basis der Position $P2'(t_k)$ durchführt. Die Zeitspanne ZS wird vorteilhaft abhängig von der Geschwindigkeit des Fahrzeugs aus dem Bereich [10 s, 2 min] gewählt. Diese Weiterbildung geht davon aus, dass für alle Zeitschritte nach t_0 keine Messergebnisse vorliegen, die zu einer Ermittlung einer Position $P2(t)$ verwendbar sind.

Vorteilhaft werden über eine dritte Schnittstelle Daten bereitgestellt, die eine optische und/oder Ultraschall-Charakterisierung der Objekte OR_i , OL_i ermöglichen. Weiterhin weist das Fahrzeug vorteilhaft ein optisches System OPT und/oder ein Ultraschallsystem US auf, mit dem die rechte und die linke seitliche Umgebung des Fahrzeugs abtastbar ist, und mit dem entsprechende Distanzen $D_{R,OR,OPT}$, $D_{R,OR,US}$ zu seitlich rechts des Fahrzeugs vorhandenen Objekten OR und zu entsprechende Distanzen $D_{L,OR,OPT}$, $D_{L,OR,US}$ zu seitlich links des Fahrzeugs vorhandenen Objekten OL ermittelt werden können. Weiterhin ist das optische System OPT und/oder das Ultraschallsystem US vorteilhaft dazu ausgebildet, anhand der von dem jeweiligen System erfassten optischen Daten bzw. Ultraschalldaten

die erfassten Objekte als Objekte OR_i bzw. OL_i , zu identifizieren. In dieser Weiterbildung berücksichtigt die Auswerteeinheit zur Ermittlung der zweiten Position $P2(t)$ vorteilhaft die ermittelten Distanzen $D_{R,OR,OPT}$, $D_{R,OR,US}$, $D_{L,OR,OPT}$, $D_{L,OR,US}$ zu den jeweils identifizierten Objekten OR_i , OL_i . In dieser Weiterbildung werden somit die vom Radarsystem erkannten Objekte OR_i und OL_i zunächst mittels eines optischen Systems OPT und/oder einem Ultraschallsystem US verifiziert.

Eine Weiterbildung des Spurhalteassistenzsystems zeichnet sich dadurch aus, dass an eine Zentralstelle übermittelt wird, dass mit dem Radarsystem an Positionen $P1(t)$ oder $P2(t)$ Objekte OR und/oder OL ermittelt wurden, die nicht als Objekte OR_i und/oder OL_i identifizierbar sind und/oder dass mit dem Radarsystem an Positionen $P1(t)$ oder $P2(t)$ keine Objekte OR und/oder OL ermittelt wurden, die aber als Objekte OR_i und/oder OL_i vorhanden sein sollten. Die Zentralstelle ist vorteilhaft diejenige Stelle, die über die zweite Schnittstelle die georeferenzierten Positionsdaten $P_{OR,i}$, $P_{OL,i}$ von Objekten OR_i und OL_i sowie zugeordnete 2D- oder 3D-Radarsignaturen $RS_{OR,i}$ und $RS_{OL,i}$ an das Fahrzeug bereitstellt. Diese Weiterbildung erlaubt eine Aktualisierung dieser vorgenannten Daten, bei der Änderungen im Straßenverkehrsnetz durch Fahrzeuge mit einem erfindungsgemäßen Spurhalteassistenzsystem vorteilhaft automatisiert an die Zentralstelle gemeldet werden.

Vorteilhaft verfügt das Radarsystem über mehrere seitlich scannende Radarsensoren, die jeweils seitlich des Fahrzeugs entlang der Fahrzeuglängsachse verteilt angeordnet sind. So können Abschattungen oder ein Verdecken einer freien Radarsicht auf die Objekte teilweise kompensiert werden. Beispielsweise kann, wenn das Fahrzeug auf einer mittleren Fahrspur fährt, die seitliche Radarsicht im vorderen Bereich des Fahrzeugs durch ein anderes seitlich voraus fahrendes Fahrzeug verdeckt sein. In diesem Fall können Radarsensoren, die im seitlich hinteren Teil des Fahrzeugs angeordnet sind, dennoch eine freie seitliche Radarsicht haben.

Eine Weiterbildung des Spurhalteassistenzsystems zeichnet sich dadurch aus, dass die Auswerteeinheit zur Identifikation der mit dem Radarsystem erfassten Objekte OR und OL als Objekte OR_i , OL_i mit einem Zähler Z_L die Anzahl ANZ_{OL} der seitlich links erfassten Objekte OL, und mit einem Zähler Z_R die Anzahl ANZ_{OR} der seitlich rechts erfassten Objekte OR erfasst, wobei die Größen ANZ_{OL} und ANZ_{OR} bei der Ermittlung der Fahrzeugposition $P2(t)$ berücksichtigt werden. Dies dient vorteilhaft zur Abschätzung einer Längsposition auf dem vom Fahrzeug befahrenen Streckenabschnitt, insbesondere bei mehreren neben der aktuellen Fahrbahn benachbart angeordneten gleichartigen

Radarzielen OL, OR (bspw. Leitplankenhalterungen). Vorteilhaft wird die Zählung neu gestartet, wenn eines der vom Radarsystem erfassten Objekte eindeutig identifiziert wurde.

Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein Fahrzeug, insbesondere ein Kraftfahrzeug, mit einem Spurhalteassistenzsystem, wie vorstehend beschrieben.

Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zur Querregelung eines Fahrzeugs. Das Verfahren umfasst die Schritte: Ermitteln einer aktuellen ersten Position $P1(t)$ des Fahrzeugs in einem Straßenverkehrsnetz mit einer Positionsgenauigkeit $\Delta P1$: $P1(t) = P1(t) \pm \Delta P1$, Bereitstellen einer Solltrajektorie $ST(t)$ des Fahrzeugs im Straßenverkehrsnetz, Bereitstellen von georeferenzierten Positionsdaten $P_{OR,i}$, $P_{OL,i}$ von Objekten OR_i einer rechten Fahrbahnbegrenzung und von georeferenzierten Positionsdaten von Objekten OL_i einer linken Fahrbahnbegrenzung, und von 2D- oder 3D-Radarsignaturen $RS_{OR,i}$ und $RS_{OL,i}$ dieser Objekte OR_i , OL_i , für den vom Fahrzeug befahrenen Streckenabschnitt des Straßenverkehrsnetzes, wobei die georeferenzierten Positionsdaten $P_{OR,i}$, $P_{OL,i}$ eine Positionsgenauigkeit $\Delta P2$ von $< 0,15$ m aufweisen, wobei gilt: $\Delta P2 < \Delta P1$, $i = 1, 2, 3, \dots$, mittels eines Radarsystems Abtasten einer rechten und einer linken seitlichen Umgebung des Fahrzeugs zur Ermittlung von Distanzen D_{OR} zu seitlich rechts des Fahrzeugs vorhandenen Objekten OR und deren Radarsignaturen RS_{OR} , und von Distanzen D_{OL} zu seitlich links des Fahrzeugs vorhandenen Objekten OL und deren Radarsignaturen RS_{OL} , basierend auf der ersten Position $P1(t)$, den bereitgestellten Daten: $P_{OR,i}$, $P_{OL,i}$, $RS_{OR,i}$ und $RS_{OL,i}$ und den ermittelten Daten: D_{OR} , RS_{OR} , D_{OL} , RS_{OL} , Ermitteln einer zweiten Position $P2(t)$ des Fahrzeugs, deren Positionsgenauigkeit zumindest in einer Dimension die Positionsgenauigkeit $\Delta P2$ aufweist, und Durchführen der Querregelung des Fahrzeugs unter Berücksichtigung der Solltrajektorie $ST(t)$ und der Position $P2(t)$.

Weiterbildungen und Vorteile des Verfahrens ergeben sich durch eine analoge und sinngemäße Übertragung der zu dem Spurhalteassistenzsystem vorstehend gemachten Ausführungen.

Die Aufgabe der Erfindung ist weiterhin gelöst durch ein Computersystem mit einer Datenverarbeitungsvorrichtung, wobei die Datenverarbeitungsvorrichtung derart ausgestaltet ist, dass ein Verfahren, wie vorstehend beschrieben, auf der Datenverarbeitungsvorrichtung ausgeführt wird.

Zudem wird die Aufgabe der Erfindung gelöst durch ein digitales Speichermedium mit elektronisch auslesbaren Steuersignalen, wobei die Steuersignale so mit einem programmierbaren Computersystem zusammenwirken können, dass ein Verfahren, wie vorstehend beschrieben, ausgeführt wird.

Ferner wird die Aufgabe der Erfindung gelöst durch ein Computer-Programm-Produkt mit auf einem maschinenlesbaren Träger gespeichertem Programmcode zur Durchführung des Verfahrens, wie vorstehend beschrieben, wenn der Programmcode auf einer Datenverarbeitungsvorrichtung ausgeführt wird.

Schließlich betrifft die Erfindung ein Computer-Programm mit Programmcodes zur Durchführung des Verfahrens, wie vorstehend beschrieben, wenn das Programm auf einer Datenverarbeitungsvorrichtung abläuft. Dazu kann die Datenverarbeitungsvorrichtung als ein beliebiges, aus dem Stand der Technik bekanntes, Computersystem ausgestaltet sein.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, in der – gegebenenfalls unter Bezug auf die Zeichnungen – zumindest ein Ausführungsbeispiel im Einzelnen beschrieben ist. Gleiche, ähnliche und/oder funktionsgleiche Teile sind mit gleichen Bezugszeichen versehen.

Es zeigen:

Fig. 1 einen schematisierten Aufbau eines erfindungsgemäßen Spurhalteassistenzsystems, und

Fig. 2 einen schematisierten Ablaufplan eines erfindungsgemäßen Verfahrens.

Fig. 1 zeigt einen schematisierten Aufbau eines erfindungsgemäßen Spurhalteassistenzsystems für ein Fahrzeug, umfassend ein Mittel 101 zur Ermittlung einer aktuellen ersten Position $P1(t)$ des Fahrzeugs in einem Straßenverkehrsnetz mit einer Positionsgenauigkeit $\Delta P1$: $P1(t) = P1(t) \pm \Delta P1$, eine erste Schnittstelle 102 zur Bereitstellung einer Solltrajektorie $ST(t)$ des Fahrzeugs im Straßenverkehrsnetz, eine zweite Schnittstelle zur Bereitstellung von georeferenzierten Positionsdaten $P_{OR,i}$, $P_{OL,i}$ von Objekten OR_i einer rechten Fahrbahnbegrenzung und von georeferenzierten Positionsdaten von Objekten OL_i einer linken Fahrbahnbegrenzung, und von 2D- oder 3D-Radarsignaturen $RS_{OR,i}$ und $RS_{OL,i}$ dieser Objekte OR_i , OL_i , für den vom Fahrzeug befahrenen Streckenabschnitt des Straßenverkehrsnetzes, wobei die georeferenzierten

Positionsdaten $P_{OR,i}$, $P_{OL,i}$ eine Positionsgenauigkeit $\Delta P2$ aufweisen, wobei gilt: $\Delta P2 < \Delta P1$, $i = 1, 2, 3, \dots$, ein Radarsystem 103 zur Abtastung einer rechten und einer linken seitlichen Umgebung des Fahrzeugs zur Ermittlung von Distanzen D_{OR} zu seitlich rechts des Fahrzeugs vorhandenen Objekten OR und deren Radarsignaturen RS_{OR} , und von Distanzen D_{OL} zu seitlich links des Fahrzeugs vorhandenen Objekten OL und deren Radarsignaturen RS_{OL} , eine Auswerteeinheit 104, mit der basierend auf der ersten Position $P1(t)$, den bereitgestellten Daten: $P_{OR,i}$, $P_{OL,i}$, $RS_{OR,i}$ und $RS_{OL,i}$ und den ermittelten Daten: D_{OR} , RS_{OR} , D_{OL} , RS_{OL} , zunächst eine Identifikation der erfassten Objekte OR und OL als Objekte OR_i , OL_i erfolgt und darauf basierend eine zweite Position $P2(t)$ des Fahrzeugs ermittelt wird, deren Positionsgenauigkeit zumindest in einer Dimension die Positionsgenauigkeit $\Delta P2$ aufweist, und eine Reglereinrichtung 105 zur Querregelung des Fahrzeugs, mit der die Querregelung des Fahrzeugs unter Berücksichtigung der Solltrajektorie $ST(t)$ und der Position $P2(t)$ erfolgt.

Fig. 2 zeigt einen schematisierten Ablaufplan eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Querregelung eines Fahrzeugs. Das Verfahren umfasst folgende Schritte.

In einem Schritt 201 erfolgt ein Ermitteln einer aktuellen ersten Position $P1(t)$ des Fahrzeugs in einem Straßenverkehrsnetz mit einer Positionsgenauigkeit $\Delta P1$: $P1(t) = P1(t) \pm \Delta P1$. In einem Schritt 202 erfolgt ein Bereitstellen einer Solltrajektorie $ST(t)$ des Fahrzeugs im Straßenverkehrsnetz. In einem Schritt 203 erfolgt ein Bereitstellen von georeferenzierten Positionsdaten $P_{OR,i}$, $P_{OL,i}$ von Objekten OR_i einer rechten Fahrbahnbegrenzung und von georeferenzierten Positionsdaten von Objekten OL_i einer linken Fahrbahnbegrenzung, und von 2D- oder 3D-Radarsignaturen $RS_{OR,i}$ und $RS_{OL,i}$ dieser Objekte OR_i , OL_i , für den vom Fahrzeug befahrenen Streckenabschnitt des Straßenverkehrsnetzes, wobei die georeferenzierten Positionsdaten $P_{OR,i}$, $P_{OL,i}$ eine Positionsgenauigkeit $\Delta P2$ von $< 0,15$ m aufweisen, wobei gilt: $\Delta P2 < \Delta P1$, $i = 1, 2, 3, \dots$. In einem Schritt 204 erfolgt mittels eines Radarsystems ein Abtasten einer rechten und einer linken seitlichen Umgebung des Fahrzeugs zur Ermittlung von Distanzen D_{OR} zu seitlich rechts des Fahrzeugs vorhandenen Objekten OR und deren Radarsignaturen RS_{OR} , und von Distanzen D_{OL} zu seitlich links des Fahrzeugs vorhandenen Objekten OL und deren Radarsignaturen RS_{OL} . In einem Schritte 205 erfolgt basierend auf der ersten Position $P1(t)$, den bereitgestellten Daten: $P_{OR,i}$, $P_{OL,i}$, $RS_{OR,i}$ und $RS_{OL,i}$ und den ermittelten Daten: D_{OR} , RS_{OR} , D_{OL} , RS_{OL} , ein Ermitteln einer zweiten Position $P2(t)$ des Fahrzeugs, deren Positionsgenauigkeit zumindest in einer Dimension die Positionsgenauigkeit $\Delta P2$ aufweist. In einem Schritt 206 erfolgt ein Durchführen der Querregelung des Fahrzeugs unter Berücksichtigung der Solltrajektorie $ST(t)$ und der Position $P2(t)$.

Obwohl die Erfindung im Detail durch bevorzugte Ausführungsbeispiele näher illustriert und erläutert wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzbereich der Erfindung zu verlassen. Es ist daher klar, dass eine Vielzahl von Variationsmöglichkeiten existiert. Es ist ebenfalls klar, dass beispielhaft genannte Ausführungsformen wirklich nur Beispiele darstellen, die nicht in irgendeiner Weise als Begrenzung etwa des Schutzbereichs, der Anwendungsmöglichkeiten oder der Konfiguration der Erfindung aufzufassen sind. Vielmehr versetzen die vorhergehende Beschreibung und die Figurenbeschreibung den Fachmann in die Lage, die beispielhaften Ausführungsformen konkret umzusetzen, wobei der Fachmann in Kenntnis des offenbarten Erfindungsgedankens vielfältige Änderungen beispielsweise hinsichtlich der Funktion oder der Anordnung einzelner, in einer beispielhaften Ausführungsform genannter Elemente vornehmen kann, ohne den Schutzbereich zu verlassen, der durch die Ansprüche und deren rechtliche Entsprechungen, wie etwa weitergehenden Erläuterungen in der Beschreibung, definiert wird.

Patentansprüche

1. Spurhalteassistenzsystem für ein Fahrzeug, umfassend:
 - ein Mittel (101) zur Ermittlung einer aktuellen ersten Position $P1(t)$ des Fahrzeugs in einem Straßenverkehrsnetz mit einer Positionsgenauigkeit $\Delta P1$: $P1(t) = P1(t) \pm \Delta P1$,
 - eine erste Schnittstelle (102) zur Bereitstellung einer Solltrajektorie $ST(t)$ des Fahrzeugs im Straßenverkehrsnetz,
 - eine zweite Schnittstelle (103) zur Bereitstellung von georeferenzierten Positionsdaten $P_{OR,i}$, $P_{OL,i}$ von Objekten OR_i einer rechten Fahrbahnbegrenzung und von georeferenzierten Positionsdaten von Objekten OL_i einer linken Fahrbahnbegrenzung, und von 2D- oder 3D-Radarsignaturen $RS_{OR,i}$ und $RS_{OL,i}$ dieser Objekte OR_i , OL_i , für den vom Fahrzeug befahrenen Streckenabschnitt des Straßenverkehrsnetzes, wobei die georeferenzierten Positionsdaten $P_{OR,i}$, $P_{OL,i}$ eine Positionsgenauigkeit $\Delta P2$ aufweisen, wobei gilt: $\Delta P2 < \Delta P1$, $i = 1, 2, 3, \dots$,
 - ein Radarsystem (104) zur Abtastung einer rechten und einer linken seitlichen Umgebung des Fahrzeugs zur Ermittlung von Distanzen D_{OR} zu seitlich rechts des Fahrzeugs vorhandenen Objekten OR und deren Radarsignaturen RS_{OR} , und von Distanzen D_{OL} zu seitlich links des Fahrzeugs vorhandenen Objekten OL und deren Radarsignaturen RS_{OL} ,
 - eine Auswerteeinheit (105), mit der basierend auf der ersten Position $P1(t)$, den bereitgestellten Daten: $P_{OR,i}$, $P_{OL,i}$, $RS_{OR,i}$ und $RS_{OL,i}$ und den ermittelten Daten: D_{OR} , RS_{OR} , D_{OL} , RS_{OL} , zunächst eine Identifikation der erfassten Objekte OR und OL als Objekte OR_i , OL_i erfolgt und darauf basierend eine zweite Position $P2(t)$ des Fahrzeugs ermittelt wird, deren Positionsgenauigkeit zumindest in einer Dimension die Positionsgenauigkeit $\Delta P2$ aufweist, und
 - eine Reglereinrichtung (106) zur Querregelung des Fahrzeugs, mit der die Querregelung des Fahrzeugs unter Berücksichtigung der Solltrajektorie $ST(t)$ und der Position $P2(t)$ erfolgt.

2. Spurhalteassistenzsystem nach Anspruch 1, bei dem das erste Mittel (101) zur Ermittlung der Position $P1(t)$ auf Basis von Daten eines Satelliten-Navigationssystems, oder auf Basis von optischen Umgebungsdaten des Fahrzeugs, oder auf Basis von Radardaten, oder auf Basis von Koppelnavigationsdaten, oder einer Kombination daraus ausgebildet ist.

3. Spurhalteassistenzsystem nach Anspruch 1 oder 2, bei dem die Objekte OR_i , OL_i Leitplanken, Leitplanken-Vertikalträger, Randsteine, Beton-Abweiser, Masten, Metallzäune, Lärmschutzwände, Seitenwände oder Radarreflektoren, Retroreflektoren, Corner-Reflektoren, Masten von Verkehrszeichen, Schilderbrücken, Notrufsäulen sind.
4. Spurhalteassistenzsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem die bereitgestellten Radarsignaturen $RS_{OR,i}$, $RS_{OL,i}$ der Objekte OR_i , OL_i auf Basis von Radarsignaturen, die mittels eines flugzeuggetragenen oder eines satellitengetragenen Sensors in Aufsicht erfasst und in mittels des Radarsystems (104) des Fahrzeugs erfassbare Radarsignaturen umgewandelt wurden.
5. Spurhalteassistenzsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem die Auswerteeinheit (105) zu einer Plausibilitätsprüfung ausgeführt und eingerichtet ist, wobei Wahrscheinlichkeiten $W(OR)$, $W(OL)$ einer eindeutigen Identifizierung von Objekten OR , OL als jeweils eines der Objekte OR_i , OL_i auf Basis der ermittelten Radarsignaturen RS_{OR} und RS_{OL} , der bereitgestellten Radarsignaturen $RS_{OR,i}$ und $RS_{OL,i}$ und der Position $P1(t)$ ermittelt werden, wobei zur Ermittlung der zweiten Position $P2(t)$ nur solche Objekte OR , OL verwendet werden, deren Wahrscheinlichkeiten $W(OR)$, $W(OL)$ über einem vorgegebenen Grenzwert $G1$ liegen, und wobei für Objekte OR , OL , deren Wahrscheinlichkeiten $W(OR)$, $W(OL)$ jeweils unter dem vorgegebenen Grenzwert $G1$ liegen, ein Warnsignal $WARN$ erzeugt wird.
6. Spurhalteassistenzsystem nach Anspruch 5, bei dem im Fall, dass die Auswerteeinheit (105) die Position $P2(t)$ zu einem Zeitschritt t_0 ermittelt hat, und für Zeitschritte t_k größer t_0 , mit $t_k = t_{k-1} + \Delta t$, $k = 1, 2, \dots$, und $\Delta t :=$ Zeitinkrement, das Warnsignal $WARN$ erzeugt wird, die Auswerteeinheit für diese Zeitschritte t_k eine Position $P2'(t_k)$ ermittelt, für die gilt:

$$(1) \quad P2'(t_k) = P2'(t_{k-1}) + \dot{P}1(t_{k-1})\Delta t, \text{ und}$$

die Reglereinrichtung die Querregelung des Fahrzeugs zumindest für eine vorgegebene Zeitspanne ZS auf Basis der Position $P2'(t_k)$ durchführt.

7. Spurhalteassistenzsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem
- über eine dritte Schnittstelle Daten bereitgestellt werden, die eine optische und/oder Ultraschall-Charakterisierung der Objekte OR_i , OL_i ermöglichen, und
 - ein optisches System OPT und/oder ein Ultraschallsystem US zur Abtastung der rechten und der linken seitlichen Umgebung des Fahrzeugs zur Ermittlung von Distanzen $D_{R,OR,OPT}$, $D_{R,OR,US}$ zu seitlich rechts des Fahrzeugs vorhandenen Objekten OR und zu deren Identifizierung als Objekte OR_i , und von Distanzen $D_{L,OR,OPT}$, $D_{L,OR,US}$ zu seitlich links des Fahrzeugs vorhandenen Objekten OL und deren Identifizierung als Objekte OL_i , vorhanden ist/sind,
- wobei die Auswerteeinheit (105) zur Ermittlung der zweiten Position $P2(t)$ die Distanzen $D_{R,OR,OPT}$, $D_{R,OR,US}$, $D_{L,OR,OPT}$, $D_{L,OR,US}$ zu den jeweils identifizierten Objekten OR_i , OL_i berücksichtigt.
8. Spurhalteassistenzsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei dem die Auswerteeinheit (105) derart ausgeführt und eingerichtet ist, dass an eine Zentralstelle übermittelt wird, dass mit dem Radarsystem (104) an Positionen $P1(t)$ oder $P2(t)$ Objekte OR und/oder OL ermittelt wurden, die nicht als Objekte OR_i und/oder OL_i identifizierbar sind und/oder dass mit dem Radarsystem (104) an Positionen $P1(t)$ oder $P2(t)$ keine Objekte OR und/oder OL ermittelt wurden, die aber als Objekte OR_i und/oder OL_i vorhanden sein sollten.
9. Spurhalteassistenzsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei dem die Auswerteeinheit (105) zur Identifikation der mit dem Radarsystem (104) erfassten Objekte OR und OL als Objekte OR_i , OL_i mit einem Zähler Z_L die Anzahl ANZ_{OL} der seitlich links erfassten Objekte OL, und mit einem Zähler Z_R die Anzahl ANZ_{OR} der seitlich rechts erfassten Objekte OR erfasst, wobei die Größen ANZ_{OL} und ANZ_{OR} bei der Ermittlung der Fahrzeugposition $P2(t)$ berücksichtigt werden.
10. Verfahren zur Querregelung eines Fahrzeugs, umfassend:
- Ermitteln (201) einer aktuellen ersten Position $P1(t)$ des Fahrzeugs in einem Straßenverkehrsnetz mit einer Positionsgenauigkeit $\Delta P1$: $P1(t) = P1(t) \pm \Delta P1$,
 - Bereitstellen (202) einer Solltrajektorie $ST(t)$ des Fahrzeugs im Straßenverkehrsnetz,
 - Bereitstellen (203) von georeferenzierten Positionsdaten $P_{OR,i}$, $P_{OL,i}$ von

Objekten OR_i einer rechten Fahrbahnbegrenzung und von georeferenzierten Positionsdaten von Objekten OL_i einer linken Fahrbahnbegrenzung, und von 2D- oder 3D-Radarsignaturen $RS_{OR,i}$ und $RS_{OL,i}$ dieser Objekte OR_i , OL_i , für den vom Fahrzeug befahrenen Streckenabschnitt des Straßenverkehrsnetzes, wobei die georeferenzierten Positionsdaten $P_{OR,i}$, $P_{OL,i}$ eine Positionsgenauigkeit $\Delta P2$ von $< 0,15$ m aufweisen, wobei gilt: $\Delta P2 < \Delta P1$, $i = 1, 2, 3, \dots$,

- mittels eines Radarsystems (104) Abtasten (204) einer rechten und einer linken seitlichen Umgebung des Fahrzeugs zur Ermittlung von Distanzen D_{OR} zu seitlich rechts des Fahrzeugs vorhandenen Objekten OR und deren Radarsignaturen RS_{OR} , und von Distanzen D_{OL} zu seitlich links des Fahrzeugs vorhandenen Objekten OL und deren Radarsignaturen RS_{OL} ,
- basierend auf der ersten Position $P1(t)$, den bereitgestellten Daten: $P_{OR,i}$, $P_{OL,i}$, $RS_{OR,i}$ und $RS_{OL,i}$ und den ermittelten Daten: D_{OR} , RS_{OR} , D_{OL} , RS_{OL} , Ermitteln (205) einer zweiten Position $P2(t)$ des Fahrzeugs, deren Positionsgenauigkeit zumindest in einer Dimension die Positionsgenauigkeit $\Delta P2$ aufweist, und
- Durchführen (206) der Querregelung des Fahrzeugs unter Berücksichtigung der Solltrajektorie $ST(t)$ und der Position $P2(t)$.

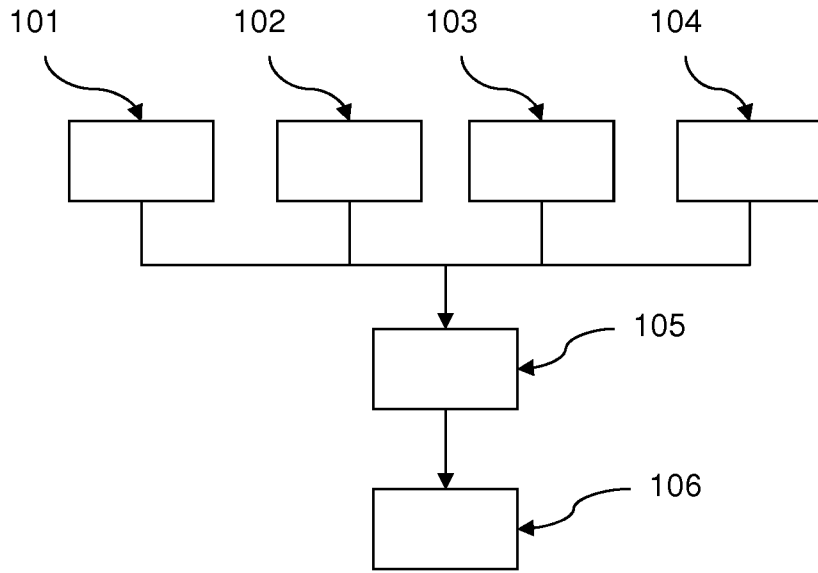


Fig. 1

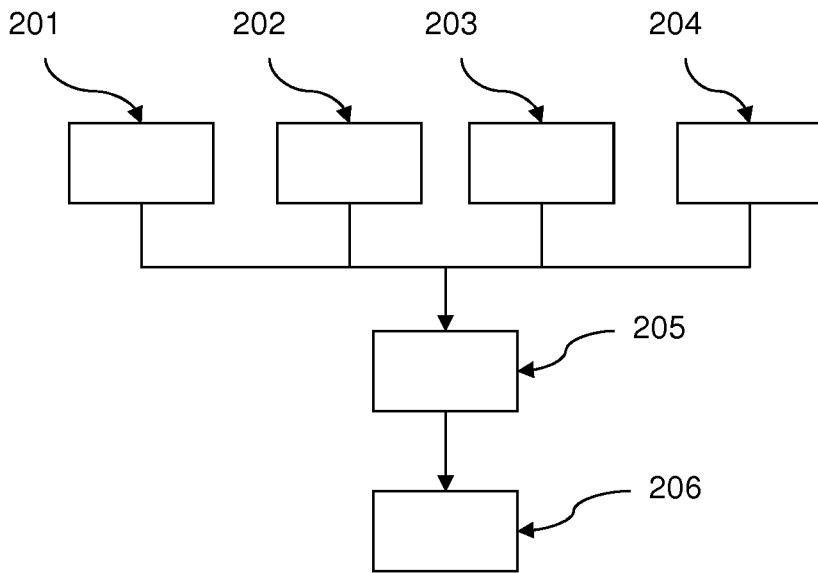


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/067584

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G08G1/16 B60W30/12 G05D1/02 G01S5/02
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)
G08G B60W G05D 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	DE 10 2013 015892 A1 (DEUTSCHES ZENTRUM FÜR LUFT UND RAUMFAHRT E V [DE]) 26 March 2015 (2015-03-26) paragraphs [0001], [0002], [0007] - [0009], [0011] - [0016], [0018] - [0029], [0033] - [0036], [0038], [0047] - [0054], [0057], [0058]; figures 1,2 -----	1-10
A	US 2013/103298 A1 (BECKER JAN [US] ET AL) 25 April 2013 (2013-04-25) paragraphs [0003] - [0005], [0014], [0017], [0018], [0021] - [0038], [0040] -----	1-10

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	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"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
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 10 October 2016	Date of mailing of the international search report 19/10/2016
-------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------

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 Fagundes-Peters, D
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/067584

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102013015892 A1	26-03-2015	CA 2923233 A1	02-04-2015
		DE 102013015892 A1	26-03-2015
		EP 3049825 A1	03-08-2016
		US 2016202352 A1	14-07-2016
		WO 2015043579 A1	02-04-2015

US 2013103298 A1	25-04-2013	CN 104024880 A	03-09-2014
		EP 2769238 A1	27-08-2014
		US 2013103298 A1	25-04-2013
		WO 2013059552 A1	25-04-2013

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2016/067584

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. G08G1/16 B60W30/12 G05D1/02 G01S5/02
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 G08G B60W G05D 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	DE 10 2013 015892 A1 (DEUTSCHES ZENTRUM FÜR LUFT UND RAUMFAHRT E V [DE]) 26. März 2015 (2015-03-26) Absätze [0001], [0002], [0007] - [0009], [0011] - [0016], [0018] - [0029], [0033] - [0036], [0038], [0047] - [0054], [0057], [0058]; Abbildungen 1,2 -----	1-10
A	US 2013/103298 A1 (BECKER JAN [US] ET AL) 25. April 2013 (2013-04-25) Absätze [0003] - [0005], [0014], [0017], [0018], [0021] - [0038], [0040] -----	1-10

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	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
10. Oktober 2016	19/10/2016

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 <p style="text-align: center;">Fagundes-Peters, D</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/067584

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102013015892 A1	26-03-2015	CA 2923233 A1	02-04-2015
		DE 102013015892 A1	26-03-2015
		EP 3049825 A1	03-08-2016
		US 2016202352 A1	14-07-2016
		WO 2015043579 A1	02-04-2015

US 2013103298 A1	25-04-2013	CN 104024880 A	03-09-2014
		EP 2769238 A1	27-08-2014
		US 2013103298 A1	25-04-2013
		WO 2013059552 A1	25-04-2013
