

(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
04. April 2019 (04.04.2019)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/063393 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
G01S 15/52 (2006.01) G01S 15/46 (2006.01)
G01S 15/93 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2018/075410
- (22) Internationales Anmeldedatum:
20. September 2018 (20.09.2018)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2017 122 768.7
29. September 2017 (29.09.2017) DE
- (71) Anmelder: VALEO SCHALTER UND SENSOREN GMBH [DE/DE]; Laiernstr. 12, 74321 Bietigheim-Bissingen (DE).
- (72) Erfinder: BARIANT, Jean-Francois; Laiernstr. 12, 74321 Bietigheim-Bissingen (DE). MICHAEL, Anto; Laiernstr. 12, 74321 Bietigheim-Bissingen (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,

(54) Title: METHOD AND SYSTEM FOR DETERMINING AT LEAST ONE MOVEMENT COMPONENT OF AN ABSOLUTE MOVEMENT OF AN OBJECT IN A STATIONARY REFERENCE SYSTEM

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND SYSTEM ZUR BESTIMMUNG ZUMINDEST EINER BEWEGUNGSKOMPONENTE EINER ABSOLUTBEWEGUNG EINES OBJEKTES IM RUHENDEN BEZUGSSYSTEM

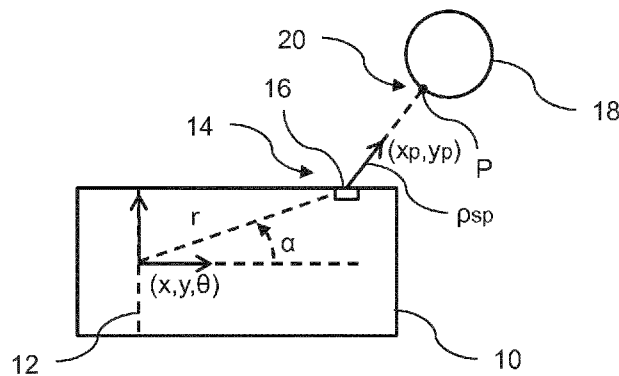


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a method for detecting an absolute movement of an object (18) in a stationary reference system by taking measurements using ultrasonic sensors (16) mounted on a vehicle (10) in a fixed manner. The following steps are provided: ascertaining the speed p_{Sp} of the object (18) relative to the vehicle (10) on the basis of measurements taken by at least one of the sensors (16) (S1), ascertaining the position (x_p, y_p) of the object (18) relative to the vehicle (10) in a trilateration-dependent manner on the basis of measurements taken by at least one of the sensors (16) (S2), and detecting whether an absolute movement of the object (18) is occurring in the stationary reference system by means of (i) the ascertained speed p_{Sp} of the object (18) relative to the vehicle (10), (ii) the ascertained position of the object (18) relative to the vehicle (10), and (iii) the vehicle speed v_s of the vehicle (10) (S3). The invention additionally relates to the use of the method, to a corresponding computer program product, and to a corresponding system for detecting an absolute movement of an object (18) in a stationary reference system by taking measurements.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erkennen einer Absolutbewegung eines Objektes (18) im ruhenden

WO 2019/063393 A1

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)

Bezugssystem durch Messungen mittels an einem Fahrzeug (10) fahrzeugfest montierter Ultraschall-Sensoren (16). Es sind, die folgenden Schritte vorgesehen: Ermitteln der Geschwindigkeit p_{Sp} des Objekts (18) relativ zum Fahrzeug (10) basierend auf mittels zumindest eines der Sensoren (16) durchgeführten Messungen (S1), trilaterationsberuhendes Ermitteln einer Position (x_p , y_p) des Objekts (18) relativ zum Fahrzeug (10) basierend auf mittels zumindest eines der Sensoren (16) durchgeführten Messungen (S2) und Erkennen mittels (i) der ermittelten Geschwindigkeit p_{Sp} des Objekts (18) relativ zum Fahrzeug (10), (ii) der ermittelten Position des Objekts (18) relativ zum Fahrzeug (10) sowie (iii) der Fahrzeuggeschwindigkeit v_s des Fahrzeugs (10) ob eine Absolutbewegung des Objektes (18) im ruhenden Bezugssystem vorliegt (S3). Die Erfindung betrifft weiterhin eine Verwendung des Verfahrens, ein entsprechendes Computerprogrammprodukt sowie ein entsprechendes System zum Erkennen einer Absolutbewegung eines Objektes (18) im ruhenden Bezugssystem durch Messungen.

Verfahren und System zur Bestimmung zumindest einer Bewegungskomponente einer
Absolutbewegung eines Objektes im ruhenden Bezugssystem

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erkennen einer Absolutbewegung eines Objektes im ruhenden Bezugssystem durch Messungen mittels an einem Fahrzeug fahrzeugfest montierter Ultraschall-Sensoren.

Die Erfindung betrifft weiterhin eine Verwendung des Verfahrens, ein entsprechendes Computerprogrammprodukt sowie ein entsprechendes Sensorsystem zum Erkennen einer Absolutbewegung eines Objektes im ruhenden Bezugssystem durch Messungen mittels an einem Fahrzeug fahrzeugfest montierter systemeigener Ultraschallsensoren.

Im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung soll unter dem Begriff „Absolutbewegung im ruhenden Bezugssystem“ eine Bewegung verstanden werden, wie sie vom ruhenden Beobachter auf der Straße aus gesehen wird. Der Begriff wird somit völlig analog zum gebräuchlichen Begriff „Absolutgeschwindigkeit“ genutzt.

Die Verwendung von Ultraschallsensoren im Automotive-Bereich ist hinlänglich bekannt. So wird für die Einparkhilfe-Funktion von Fahrerassistenzsystemen oftmals mit Ultraschallsensoren realisiert.

Bei Objekten, die mittels an einem Fahrzeug fahrzeugfest montierter Ultraschallsensoren erkannt werden, ist es aufgrund der Eigenbewegung des Fahrzeugs beziehungsweise der Sensoren in einigen Verkehrssituationen schwierig, zwischen ruhenden Objekten und bewegten Objekten zu unterscheiden. Eine solche Unterscheidungsmöglichkeit wäre für Fahrerassistenzsysteme jedoch sehr wünschenswert.

Die Druckschrift DE 10 2009 029 465 A1 beschreibt ein Verfahren zur Bestimmung von Bewegungsrichtung und Relativgeschwindigkeit eines sich relativ zu einem Fahrzeug bewegenden Objekts im Detektionsbereich von mindestens zwei am Fahrzeug befestigten Sensoren, welche beispielsweise als Ultraschall-Sensoren ausgebildet sein können.

Ausgehend von dem Stand der Technik liegt der Erfindung somit die Aufgabe zugrunde, Maßnahmen anzugeben, die ein Erkennen einer Absolutbewegung eines Objektes im

ruhenden Bezugssystem aus entsprechenden Messungen auf relativ einfache Weise ermöglicht.

Die Lösung der Aufgabe erfolgt erfindungsgemäß durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zum Erkennen einer Absolutbewegung eines Objektes im ruhenden Bezugssystem durch Messungen mittels an einem Fahrzeug fahrzeugfest montierter Ultraschall-Sensoren sind die folgenden Schritte vorgesehen: Ermitteln der Geschwindigkeit des Objekts relativ zum Fahrzeug basierend auf mittels zumindest eines der Sensoren durchgeführten Messungen, trilaterationsberuhendes Ermitteln einer Position des Objekts relativ zum Fahrzeug basierend auf mittels zumindest eines der Sensoren durchgeführten Messungen und Erkennen mittels (i) der ermittelten Geschwindigkeit des Objekts relativ zum Fahrzeug, (ii) der ermittelten Position des Objekts relativ zum Fahrzeug sowie (iii) der Fahrzeuggeschwindigkeit des Fahrzeugs ob eine Absolutbewegung des Objektes im ruhenden Bezugssystem vorliegt. Das trilaterationsberuhende Ermitteln der Position des Objekts relativ zum Fahrzeug basiert in der Regel auf Messungen, die mittels mehrerer der Sensoren durchgeführt wurden. Es ist jedoch auch möglich die Messung nacheinander mit nur einem Sensor durchzuführen, so dieser eine wohldefinierte Bewegung durchführt.

Grundidee der Erfindung ist es, aus der RADAR-Technik (RADAR: radio detection and ranging) bekannte Verknüpfungen von Messinformationen an die hier verwendete Ultraschall-Technik anzupassen sowie RADAR-analoge Signale zu generieren, sodass das Kombinieren von Messungen Informationen über die Bewegung/Geschwindigkeit des Objekts im ruhenden Bezugssystem, also die Absolutbewegung/Absolutgeschwindigkeit, liefert. Dabei ergeben sich einige messtechnische Unterschiede zwischen RADAR- und Ultraschall-Messungen, obwohl beide Messungen Laufzeitmessungen sind.

Durch die genannten Maßnahmen ist es zumindest möglich anzugeben, ob sich das Objekt im ruhenden Bezugssystem (also absolut) bewegt oder nicht.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung wird zur Ermitteln der Geschwindigkeit des Objekts relativ zum Fahrzeug aus den Messungen ein zum Doppler-Effekt analoges Signal gebildet. Anders als beim RADAR ergibt sich ein entsprechendes Signal über die Laufzeitmessung mittels Ultraschall nicht unmittelbar. Ein entsprechendes Signal kann jedoch durch zeitliche Ableitung des Ergebnisses von Abstandsmessungen generiert werden.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass in die jeweilige Ermittlung einer Geschwindigkeit des Objekts relativ zum Fahrzeug zwei nacheinander durchgeführte Messungen eines Sensors eingehen. Dabei ist insbesondere vorgesehen, dass sich die jeweilige Ermittlung der Geschwindigkeit des Objekts relativ zum Fahrzeug durch Bildung eines Differenzenquotienten ergibt.

Gemäß noch einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Ermittlung der jeweiligen Geschwindigkeit des Objekts relativ zum Fahrzeug mittels eines Signalwegfilters (SGWF: Signal way filter) oder sonstigen Trackers durchgeführt wird. Aus dem Signalwegfilter (SGWF) ergibt sich ein Doppler-Signal, also die Ableitung der Distanz Sensor-Objekt d über die Zeit t , des Signalwegs. Der Signalwegfilter ist ein Tracker, der Signalwege zwischen Messungen verknüpft und damit die Geschwindigkeit entweder mit einem Kalman-ähnlichen Tracker oder einfach über den Differenzenquotienten ($v = \Delta d / \Delta t$) berechnet.

Tracker sind aus dem Bereich der Radarsysteme (zum Beispiel bei der Flugsicherung) bekannt. Dort setzen die Tracker einzelne Positionsmeldungen des Radars („plots“) zu kompletten Bewegungsspuren („tracks“) zusammen und ermöglichen es damit, das Verhalten und die Bewegungsmuster der beobachteten Objekte zu erkennen. Die Trackersoftware nutzt zum Aufbau der Spuren mathematische Schätzmodelle, die es ermöglichen, die Zuordnung eines Plots zu einer Spur mit geringerer Verzögerung (Latenzzeit), unter Berücksichtigung von systemischen Ungenauigkeiten und zufälligen Messfehlern, durchzuführen. Typischerweise bauen diese Modelle auf einfachen Beobachtungen der Bewegung der Objekte auf.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird das trilaterationsberuhende Ermitteln der Position des Objekts relativ zum Fahrzeug mittels sogenannter Merkmalsextraktion durchgeführt. Ein entsprechendes numerisches Tool

ist im Zusammenhang mit der Signalverarbeitung von Ultraschall-Signalen als UFEX (Ultrasonic feature extraction) bekannt.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass das Erkennen der Absolutbewegung des Objektes im ruhenden Bezugssystem das Ermitteln zumindest eines Geschwindigkeitsvektors der Geschwindigkeit des Objektes einschließt. Ist das Objekt dynamisch, so wird auch dessen Geschwindigkeit im ruhenden Bezugssystem, also die Absolutgeschwindigkeit, ermittelt.

Bei der erfindungsgemäßen Verwendung des vorgenannten Verfahrens ist vorgesehen, dass es zur Abschätzung der weiteren Bewegung des Objekts durch ein Fahrerassistenzsystem verwendet wird. Das Fahrerassistenzsystem ist bevorzugt ein Fahrerassistenzsystem zur Realisierung einer Einparkhilfe, also ein Parkassistenzsystem oder ein Fahrerassistenzsystem mit Parkassistenzmodul.

Bei dem erfindungsgemäßen Computerprogrammprodukt ist vorgesehen, dass dieses Programmteile umfasst, die in einem Prozessor einer computerbasierten Auswerteeinheit geladen zur Durchführung des vorstehend genannten Verfahrens eingerichtet sind.

Bei dem erfindungsgemäßen Sensorsystem zum Erkennen einer Absolutbewegung eines Objektes im ruhenden Bezugssystem durch Messungen mittels an einem Fahrzeug fahrzeugfest montierbarer systemeigener Ultraschall-Sensoren ist vorgesehen, dass dieses System weiterhin eine computerbasierte Auswerteeinheit umfasst, die zur Durchführung der folgenden Schritte eingerichtet ist: (i) Ermitteln der Geschwindigkeit des Objekts relativ zum Fahrzeug basierend auf einer mittels zumindest eines der Sensoren durchgeführten Messung, (ii) trilaterationsberuhendes Ermitteln einer Position des Objekts relativ zum Fahrzeug basierend auf mittels zumindest eines der Sensoren durchgeführten Messungen und (iii) Erkennen mittels der ermittelten Geschwindigkeit des Objekts relativ zum Fahrzeug, der ermittelten Position des Objekts relativ zum Fahrzeug sowie der Fahrzeuggeschwindigkeit des Fahrzeugs, ob eine Absolutbewegung des Objektes im ruhenden Bezugssystem vorliegt.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist das System eingerichtet, das vorstehend genannte Verfahren durchzuführen. Die im Zusammenhang mit dem Verfahren diskutierten optionalen Merkmale ergeben sich analog auch für das System.

Nachfolgend wird die Erfindung unter Bezugnahme auf die anliegenden Zeichnungen anhand einer bevorzugten Ausführungsform näher erläutert.

Es zeigt

- Fig. 1 eine Draufsicht auf eine Szene mit einem einen Sensor aufweisenden Fahrzeug und einem Objekt,
- Fig. 2 Szenen einer Trilaterations-Messung mit zwei Sensoren und
- Fig. 3 ein Ablaufdiagramm einer Ausführungsform eines Verfahrens zum Erkennen einer Absolutbewegung des Objektes im ruhenden Bezugssystem.

In Fig. 1 ist in einer schematischen Darstellung ein Fahrzeug 10 dargestellt. Das hier dargestellte Fahrzeug 10 ist ein Kraftfahrzeug, beispielsweise ein Personenkraftwagen (PKW). Zur Charakterisierung der Position eines solchen Fahrzeugs im ruhenden Bezugssystem (beziehungsweise „über Boden“) - also die Absolutposition - wird oftmals die Hinterachse 12 des Fahrzeugs 10 herangezogen, die hier in der schematischen Darstellung der Fig. 1 einfach als gestrichelte Linie dargestellt ist. In vielen Fällen hat ein solches Fahrzeug 10 ein Sensorsystem 14 mit mehreren Ultraschallsensoren 16, wobei hier nur einer dieser Sensoren 16 dargestellt ist. Der Sensor 16 ist dabei zur Detektion von Objekten 18 in einem Umgebungsbereich des Fahrzeugs 10, dem Detektionsbereich des Sensors 16, eingerichtet. In dem Umgebungsbereich befindet sich in der in Fig. 1 gezeigten Situation ein Objekt 18. Wird das Objekt 18 vom Sensor 16 erfasst, so ergibt sich ein Reflexionsbereich 20 des Objekts, der das Sensorsignal zum Sensor 16 zurück reflektiert. Sowohl das Fahrzeug 10 als auch das Objekt 18 können im ruhenden Bezugssystem ruhen oder sich im ruhenden Bezugssystem bewegen, also eine von Null verschiedene Geschwindigkeit im ruhenden Bezugssystem (Absolutgeschwindigkeit) aufweisen. In der folgenden Betrachtung soll der

Reflexionsbereich 18 beziehungsweise das gesamte Objekt 18 von dem (Reflexions-)Punkt P repräsentiert werden.

Ziel ist ein Erkennen der Absolutbewegung des Objekts 18 im ruhenden Bezugssystem. Dazu wird - analog zum Vorgehen bei einer RADAR-Messung (RADAR: radio detection and ranging) - von der relativen Signalgeschwindigkeit auf die Geschwindigkeit des Objekts 18 im ruhenden Bezugssystem geschlossen.

Wie beim RADAR können aus den empfangenen, vom Objekt 18 reflektierten Signalen unter anderem die folgenden Informationen gewonnen werden:

- (a) der Winkel bzw. die Richtung zum Objekt 18,
- (b) die Entfernung zum Objekt 18 (aus der Zeitverschiebung zwischen Senden und Empfangen, entsprechend der Signalgeschwindigkeit),
- (c) die Relativbewegung zwischen Sensor 16 und Objekt 18, welche durch den Dopplereffekt aus der Verschiebung der Frequenz des reflektierten Signals berechnet werden kann, wobei das Aneinanderreihen einzelner Messungen die Wegstrecke und die Absolutgeschwindigkeit des Objektes 18 liefert.

Folgende Größen gehen bei der Betrachtung ein: die Fahrzeuggeschwindigkeit v des Fahrzeugs 10, die Fahrzeugposition (x, y, θ) des Fahrzeugs 10, die Sensorposition des Sensors 16 in Polarkoordinaten (r, α) , der Punkt P des Reflexionsbereichs/Objekts im ruhenden Bezugssystem (x_P, y_P) , die über eine Messung mittels des Sensors 16 ermittelte relative Geschwindigkeit ρ_{SP} des Objekts 18 beziehungsweise des Reflexionsbereichs 20 des Objekts 18, repräsentiert durch den Punkt P.

Für den Sensor 16 ergeben sich die folgenden Kenngrößen im ruhenden Bezugssystem:

Die Sensorposition des Sensors 16 im ruhenden Bezugssystem ist in Vektordarstellung:

$$\begin{pmatrix} x_s = x + r \cos(\alpha + \theta) \\ y_s = y + r \sin(\alpha + \theta) \end{pmatrix}$$

Dementsprechend ist die Sensorgeschwindigkeit des Sensors 16 im ruhenden Bezugssystem in Vektordarstellung:

$$\mathbf{v}_s = \begin{pmatrix} \dot{x}_s \\ \dot{y}_s \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} v \cos \theta - r \dot{\theta} \sin(\alpha + \theta) \\ v \sin \theta - r \dot{\theta} \cos(\alpha + \theta) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} v \cos \theta - r \dot{\theta} \sin(\alpha + \theta) \\ v \sin \theta - r \dot{\theta} \cos(\alpha + \theta) \end{pmatrix}$$

Der Einheitsvektor zwischen Sensor 16 und Punkt P des Objekts 18 ist:

$$\mathbf{u}_{sp} = \begin{pmatrix} x_p - x_s \\ y_p - y_s \end{pmatrix} \sqrt{(x_p - x_s)^2 + (y_p - y_s)^2}$$

Die Geschwindigkeit \mathbf{v}_p des Punktes P im ruhenden Bezugssystem (absolute Geschwindigkeit) ergibt sich dann wie folgt:

Wenn \mathbf{v}_p die Geschwindigkeit des Punktes P im ruhenden Bezugssystem ist, so ist die relative Geschwindigkeit des Punktes P bezüglich des Sensors 16 $\mathbf{v}_{sp} = \mathbf{v}_p - \mathbf{v}_s$.

Die über einen Signalwegfilter (SGWF: Signal Way Filter) ermittelte relative Geschwindigkeit des Punktes P bezüglich des Fahrzeugs 10 beziehungsweise messenden Sensors 16 ist

$$\rho_{sp} = \mathbf{v}_{sp} \cdot \mathbf{u}_{sp} = \mathbf{v}_p \cdot \mathbf{u}_{sp} - \mathbf{v}_s \cdot \mathbf{u}_{sp}$$

und die gemessene/ermittelte Komponente der Geschwindigkeit des Punktes P ist:

$$\mathbf{v}_p \cdot \mathbf{u}_{sp} = \rho_{sp} + \mathbf{v}_s \cdot \mathbf{u}_{sp}.$$

Wenn der Absolutbetrag des Skalarprodukts $\mathbf{v}_p \cdot \mathbf{u}_{sp}$ kleiner als ein Grenzwert G ist ($\|\mathbf{v}_p \cdot \mathbf{u}_{sp}\| < G$), so ist der Punkt P statisch, bewegt sich also nicht im ruhenden Bezugssystem. Anderenfalls, also wenn $\mathbf{v}_p \cdot \mathbf{u}_{sp} \geq G$, ist der Punkt P dynamisch und bewegt sich somit im ruhenden Bezugssystem. Der Geschwindigkeitsvektor der Geschwindigkeit des Punktes P lautet dann:

$$\mathbf{v}_p = (\rho_{sp} + \mathbf{v}_s \cdot \mathbf{u}_{sp}) \cdot \mathbf{u}_{sp}$$

Im Folgenden wird die ermittelte absolute Geschwindigkeit des Punktes P als v_P^* gekennzeichnet. Wird nur der Signalweg eines Sensors 16 per Signalwegfilter SGWF gefiltert, so ergibt sich die angenommene absolute Geschwindigkeit des Punktes P auch nur aus diesem Signalweg.

Werden zwei Sensoren 16 genutzt und entsprechend zwei Signalwege gefiltert, so ergibt sich die angenommene absolute Geschwindigkeit aus einer Mittelung gemäß

$$v_P^* = (v_{P,1}^* + v_{P,2}^*) / 2$$

Wobei $v_{P,1}^*$ die absolute Geschwindigkeit gemäß erstem Signalweg ausgehend von einem ersten Sensor 16 und $v_{P,2}^*$ die absolute Geschwindigkeit gemäß zweitem Signalweg ausgehend von einem zweiten Sensor 16 ist. Wird kein Signalweg gefiltert, so ist die angenommene absolute Geschwindigkeit unbekannt.

Das gleiche Vorgehen ergibt sich auch für die Merkmale des Objekts (hier die Reflexionsfläche 20 beziehungsweise Punkt P). Da zumindest ein Signalweg gefiltert wird, ist v_P^* immer ermittelbar.

Die Fig. 2 illustriert die wesentlichen Aspekte der sogenannten Signalwegfilterung mittels Signalwegfilter SGWF.

Die in Fig. 2 dargestellte Geometrie entspricht gleichzeitig der Geometrie einer Trilaterations-Messung mittels zweier Sensoren 16. Solche Trilaterations-Messungen können beispielsweise zur Ermitteln der Position x_P , y_P des Objekts 18 relativ zum Fahrzeug 10 beziehungsweise eines entsprechenden Einheitsvektor zwischen dem Fahrzeug 10 und dem Punkt P des Objekts 18 genutzt werden.

Das UFEX-Tool (UFEX: Ultrasonic feature extraction) besitzt kein Bezug zum Koordinatensystem im ruhenden Bezugssystem. Daher wird die absolute Geschwindigkeit v_P^* der digitalen Karte (engl.: map) im Fahrzeug-Koordinatensystem übergeben. In diesem System kann sie zunächst auch gespeichert werden, muss dann jedoch in das Koordinatensystem des ruhenden Bezugssystems übertragen werden.

Die digitale Karte (map) trifft anhand des bereits erwähnten Kriteriums, ob das Skalarprodukt llv^*_{p11} kleiner als der Parameter G ist oder nicht, die Entscheidung, ob das Objekt 18 statisch oder dynamisch ist. Das UFEX-Tool liefert lediglich den Vektor v^*_p .

Wenn der Signalwegfilter ohne Kalman-Filter nachverfolgt, kann die relative Geschwindigkeit schwanken. Dies kann jedoch durch Filterung mittels eines Alpha-Beta-Filters stabilisiert werden. Entsprechende Filter sind für Signalwegfilter beziehungsweise Tracker bekannt.

Die Fig. 3 zeigt schließlich ein Ablaufdiagramm einer Ausführungsform eines Verfahrens zum Erkennen einer Absolutbewegung des Objektes 18 im ruhenden Bezugssystem durch Messungen mittels mehrerer an dem Fahrzeug 10 montierter Ultraschall-Sensoren 16, mit den Schritten S1 – S3:

Schritt 1 (Block S1): Ermitteln der Geschwindigkeit p_{SP} des Objekts 18 relativ zum Fahrzeug 10 basierend auf mittels zumindest eines der Sensoren 16 durchgeführten Messungen mittels eines Signalwegfilters (SGWF: Signal way filter),

Schritt 2 (Block S2): trilaterationsberuhendes Ermitteln der Position x_p, y_p des Objekts 18 relativ zum Fahrzeug 10 basierend auf mittels mehrerer Sensoren 16 durchgeführten Messungen mittels sogenannter Ultraschall-Merkmalsextraktion (UFEX: Ultrasonic feature extraction) und

Schritt 3 (Block S3): Erkennen über (a) die ermittelte Geschwindigkeit p_{SP} des Objekts 18 relativ zum Fahrzeug 10, (b) die ermittelte Position des Objekts 18 relativ zum Fahrzeug 10 sowie (c) der Fahrzeuggeschwindigkeit v_s des Fahrzeugs 10 ob eine Absolutbewegung des Objektes 18 im ruhenden Bezugssystem vorliegt.

So sich eine Absolutbewegung des Objektes 18 im ruhenden Bezugssystem ermitteln lässt, kann anschließend die Absolutgeschwindigkeit des Objekts 18 oder zumindest ein Geschwindigkeitsvektors dieser Geschwindigkeit im ruhenden Bezugssystem ermittelt werden.

Im Folgenden soll das Vorgehen noch einmal mit anderen Worten beschrieben werden:

Aus dem Signalwegfilter (SGWF) ergibt sich ein Doppler-Signal, also die Ableitung der Distanz d Sensor-Objekt über die Zeit t , des Signalwegs bekannt. Der Signalwegfilter ist ein Tracker, der Signalwege zwischen Messungen verknüpft und damit die Geschwindigkeit entweder mit einem Kalman-ähnlichen Tracker oder einfach über den Differenzenquotienten ($v = \Delta d / \Delta t$) berechnet.

Die Position des Reflexionspunktes P auf dem Kreis oder der Ellipse jeder gemessenen Distanz ist unbekannt. Es kann jedoch durch die Suche nach Tangenten oder Kreuzungen zwischen Signalwegen abgeleitet werden. Dies geschieht in der Ultraschall-Feature-Extraktion (UFEX). Ein solches Vorgehen ist aus dem Stand der Technik bekannt.

Auf die Tools SGWF und UFEX bezogene Idee der Erfindung ist es, die Relativgeschwindigkeitsinformation von SGWF mit der Position des Merkmals in UFEX zu kombinieren, um die Komponente der absoluten Geschwindigkeit des Punktes P über Boden auf der Achse Reflexionspunkt-Sensor zu berechnen.

Das Wissen über die absolute Geschwindigkeit des Reflexionspunktes P im ruhenden Bezugssystem (beziehungsweise über dem Boden) ermöglicht eine statische und dynamische Klassifizierung im ruhenden Bezugssystem, was es im Weiteren ermöglicht, die entsprechenden Objekte 18 als dynamisch anzunehmen, anstatt sie nur statisch zu betrachten.

Bezugszeichenliste

Fahrzeug	10
Hinterachse	12
Sensorsystem	14
Ultraschallsensor	16
Objekt	18
Reflexionsbereich	20
Punkt	P
Polarkoordinaten (Radius Azimut)	r, α
kartesische Koordinaten Fahrzeug	x, y, θ
kartesische Koordinaten Punkt	x_P, y_P
erste gemessene Geschwindigkeit des Punkts	$v_P^*{}_1$
zweite gemessene Geschwindigkeit des Punkts	$v_P^*{}_2$
gemittelte gemessene Geschwindigkeit des Punkts	v_P^*
Schritt 1	S1
Schritt 2	S2
Schritt 3	S3

Patentansprüche

1. Verfahren zum Erkennen einer Absolutbewegung eines Objektes (18) im ruhenden Bezugssystem durch Messungen mittels an einem Fahrzeug (10) fahrzeugfest montierter Ultraschall-Sensoren (16), mit den folgenden Schritten:
 - Ermitteln der Geschwindigkeit p_{SP} des Objekts (18) relativ zum Fahrzeug (10) basierend auf mittels zumindest eines der Sensoren (16) durchgeführten Messungen (S1),
 - trilaterationsberuhendes Ermitteln einer Position (x_P, y_P) des Objekts (18) relativ zum Fahrzeug (10) basierend auf mittels zumindest eines der Sensoren (16) durchgeführten Messungen (S2) und
 - Erkennen mittels
 - der ermittelten Geschwindigkeit p_{SP} des Objekts (18) relativ zum Fahrzeug (10),
 - der ermittelten Position des Objekts (18) relativ zum Fahrzeug (10) sowie
 - der Fahrzeuggeschwindigkeit v_S des Fahrzeugs (10)ob eine Absolutbewegung des Objektes (18) im ruhenden Bezugssystem vorliegt (S3).
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zur Ermitteln der Geschwindigkeit p_{SP} des Objekts (18) relativ zum Fahrzeug (10) aus den Messungen ein zum Doppler-Effekt analoges Signal gebildet wird.
3. Verfahren, nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass in die jeweilige Ermittlung einer Geschwindigkeit p_{SP} des Objekts (18) relativ zum Fahrzeug (10) zwei nacheinander durchgeführte Messungen eines Sensors (16) eingehen.
4. Verfahren, nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass sich die jeweilige Ermittlung der Geschwindigkeit p_{SP} des Objekts (18) relativ zum Fahrzeug (10) durch Bildung eines Differenzenquotienten ergibt.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Ermittlung der jeweiligen Geschwindigkeit ρ_{SP} des Objekts (18) relativ zum Fahrzeug (10) mittels eines sogenannten Signalwegfilters oder eines sonstigen Trackers durchgeführt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das trilaterationsberuhende Ermitteln der Position (x_P, y_P) des Objekts (18) relativ zum Fahrzeug (10) mittels sogenannter Merkmalsextraktion durchgeführt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Erkennen der Absolutbewegung des Objektes (18) im ruhenden Bezugssystem das Ermitteln zumindest eines Geschwindigkeitsvektors der Geschwindigkeit des Objektes (18) einschließt.
8. Verwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7 zur Abschätzung der weiteren Bewegung dieses Objekts (18) durch ein Fahrerassistenzsystem.
9. Computerprogrammprodukt umfassend Programmteile, die in einem Prozessor einer computerbasierten Auswerteeinheit geladen zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7 eingerichtet sind.
10. Sensorsystem (14) zum Erkennen einer Absolutbewegung eines Objektes (18) im ruhenden Bezugssystem durch Messungen mittels an einem Fahrzeug (10) fahrzeugfest montierbarer systemeigener Ultraschall-Sensoren (16), mit einer computerbasierten Auswerteeinheit, eingerichtet zur Durchführung der folgenden Schritte:
 - Ermitteln der Geschwindigkeit ρ_{SP} des Objekts (18) relativ zum Fahrzeug (10) basierend auf einer mittels zumindest eines der Sensoren (16) durchgeführten Messung,
 - trilaterationsberuhendes Ermitteln einer Position (x_P, y_P) des Objekts (18) relativ zum Fahrzeug (10) basierend auf mittels zumindest eines der Sensoren (16) durchgeführten Messungen und
 - Erkennen mittels

- der ermittelten Geschwindigkeit v_{SP} des Objekts (18) relativ zum Fahrzeug (10),
- der ermittelten Position des Objekts (18) relativ zum Fahrzeug (10) sowie
- der Fahrzeuggeschwindigkeit v_S des Fahrzeugs (10)

ob eine Absolutbewegung des Objektes (18) im ruhenden Bezugssystem vorliegt.

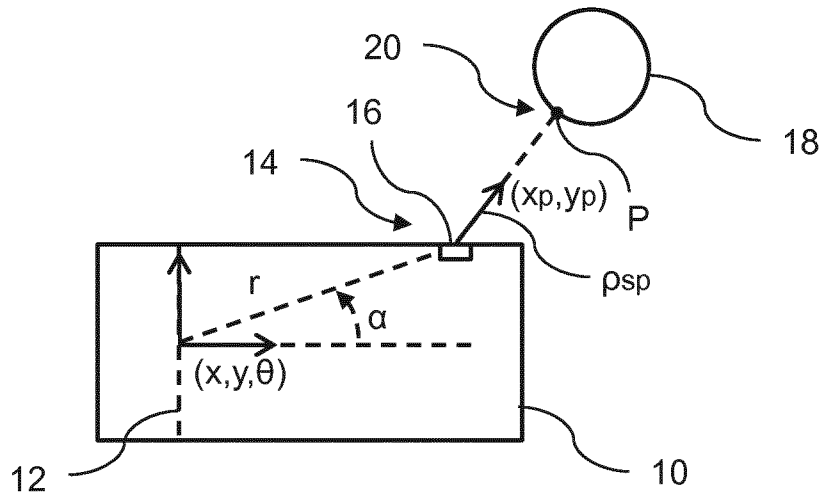


Fig. 1

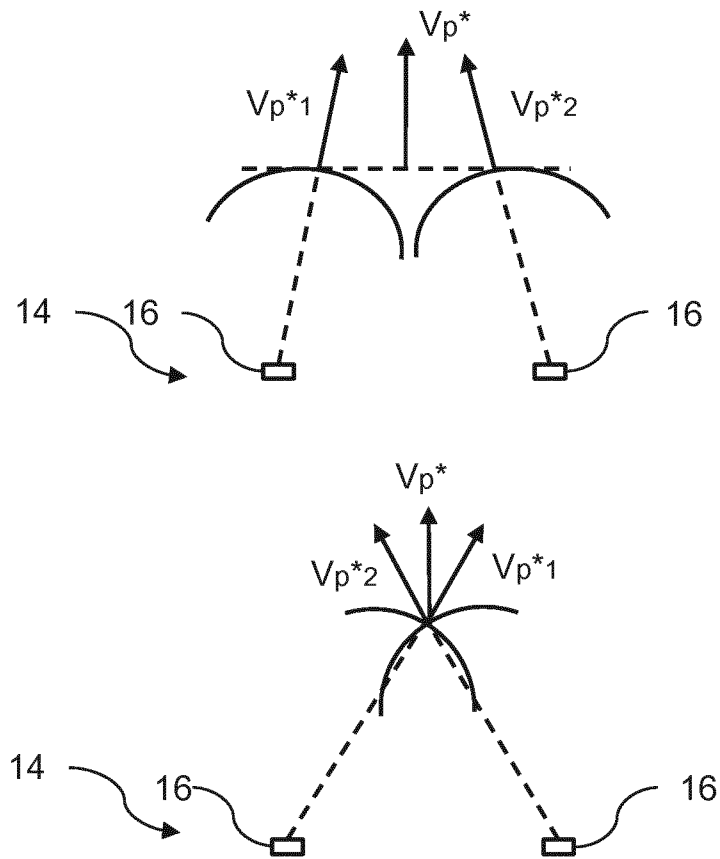


Fig. 2

2/2

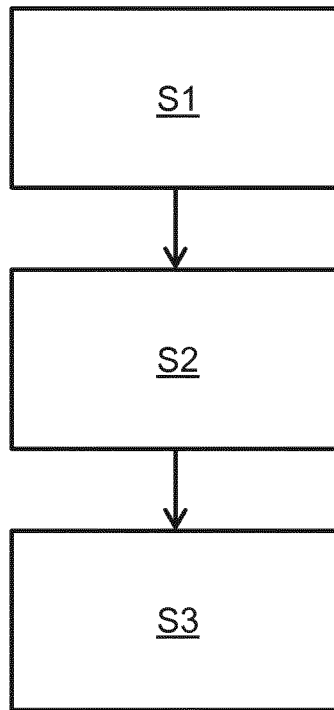


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2018/075410

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>G01S 15/52</i> (2006.01)i; <i>G01S 15/93</i> (2006.01)i; <i>G01S 15/46</i> (2006.01)n		
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, INSPEC		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 102015219551 A1 (DENSO CORP [JP]; TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 28 April 2016 (2016-04-28) paragraphs [0013], [0014], [0015], [0042], [0042], [0073], [0078], [0079], [0080], [0081], [0082], [0090], [0091]; figure 4	1-10
A	DE 102016203472 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 07 September 2017 (2017-09-07) paragraph [0006] - paragraph [0014]	1-10
A	DE 102009029465 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 21 April 2011 (2011-04-21) the whole document	1-10
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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
15 November 2018		23 November 2018
Name and mailing address of the ISA/EP		Authorized officer
European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Beer, Mark Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No. PCT/EP2018/075410

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
DE	102015219551	A1	28 April 2016	CN 105539437 A	04 May 2016
				DE 102015219551 A1	28 April 2016
				JP 6408860 B2	17 October 2018
				JP 2016080646 A	16 May 2016
				US 2016116589 A1	28 April 2016
<hr/>					
DE	102016203472	A1	07 September 2017	NONE	
<hr/>					
DE	102009029465	A1	21 April 2011	NONE	
<hr/>					

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2018/075410

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. G01S15/52 G01S15/93
 ADD. G01S15/46

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

B. RECHERCHIERTER GEBIETE

Recherchierter 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, INSPEC

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2015 219551 A1 (DENSO CORP [JP]; TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 28. April 2016 (2016-04-28) Absätze [0013], [0014], [0015], [0042], [0042], [0073], [0078], [0079], [0080], [0081], [0082], [0090], [0091]; Abbildung 4	1-10
A	DE 10 2016 203472 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 7. September 2017 (2017-09-07) Absatz [0006] - Absatz [0014]	1-10
A	DE 10 2009 029465 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 21. April 2011 (2011-04-21) das ganze Dokument	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
15. November 2018	23/11/2018

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 Beer, Mark
--	---

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2018/075410

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102015219551 A1	28-04-2016	CN 105539437 A	04-05-2016
		DE 102015219551 A1	28-04-2016
		JP 6408860 B2	17-10-2018
		JP 2016080646 A	16-05-2016
		US 2016116589 A1	28-04-2016

DE 102016203472 A1	07-09-2017	KEINE	

DE 102009029465 A1	21-04-2011	KEINE	
