

(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
24. November 2016 (24.11.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/184585 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G01P 21/00 (2006.01) G01C 25/00 (2006.01)
B60R 21/0132 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/054897

(22) Internationales Anmeldedatum:
8. März 2016 (08.03.2016)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2015 209 132.5 19. Mai 2015 (19.05.2015) DE

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE];
Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder: **NELL, David**; Neue Gaerten 17, 74245
Loewenstein (DE). **TUEXEN, Henning**; Lisztstr. 5, 74251
Lehrensteinsfeld (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, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

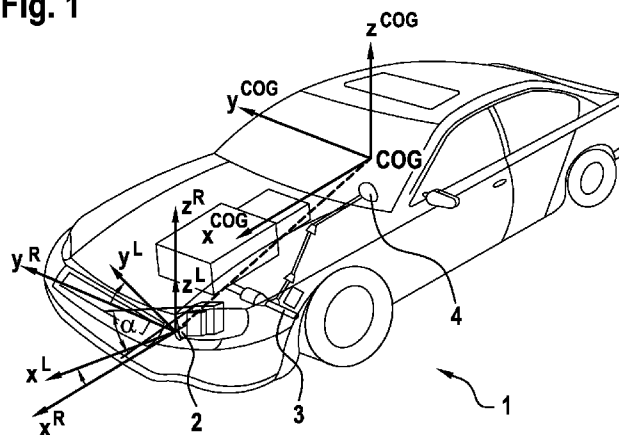
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: METHOD FOR OPERATING AN INERTIAL SENSOR AND FOR OPERATING A VEHICLE HAVING SUCH AN INERTIAL SENSOR, AND SUCH A VEHICLE

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINES INERTIALSENSORS UND EINES FAHRZEUGS MIT SOLCH EINEM INERTIALSENSOR, SOWIE SOLCH EIN FAHRZEUG

Fig. 1



(57) Abstract: The invention relates to a method for operating an inertial sensor (2) of a vehicle, in particular a motor vehicle, wherein measurement data of at least one measurement variable of the inertial sensor are captured during operation of the vehicle and are checked for error values in order to calibrate the inertial sensor. According to the invention, during operation of the vehicle, measurement data of a different measurement variable, which, however, correlates with the measurement variable of the inertial sensor, are captured by means of a reference sensor and are compared with the measurement data of the inertial sensor in order to record the error values in accordance with a deviation of the measurement data of the inertial sensor from the measurement data of the reference sensor.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2016/184585 A1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Inertialsensors (2) eines Fahrzeugs, insbesondere Kraftfahrzeugs, wobei Messdaten zumindest eine Messgröße des Inertialsensors im Betrieb des Fahrzeugs erfasst und zur Kalibrierung des Inertialsensors auf Fehlerwerte geprüft werden. Es ist vorgesehen, dass im Betrieb des Fahrzeugs durch einen Referenzsensor Messdaten einer anderen, mit der Messgröße des Inertialsensors jedoch korrelierenden Messgröße erfasst und mit den Messdaten des Inertialsensors verglichen werden, um in Abhängigkeit von einer Abweichung der Messdaten des Inertialsensors von den Messdaten des Referenzsensors die Fehlerwerte zu erfassen.

5 Beschreibung

Titel

VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINES INERTIALSENSORS UND EINES FAHRZEUGS MIT SOLCH EINEM INERTIALSENSOR, SOWIE SOLCH EIN FAHRZEUG

10 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Inertialsensors eines Fahrzeugs, insbesondere Kraftfahrzeugs, wobei Messdaten einer Messgröße des Inertialsensors im Betrieb des Fahrzeugs erfasst und zu einer Kalibrierung auf Fehlerwerte geprüft werden.

15 Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben eines Fahrzeugs, insbesondere Kraftfahrzeugs, das wenigstens einen Inertialsensor aufweist, wobei in Abhängigkeit von Messdaten wenigstens eine Messgröße des Inertialsensors eine Funktion, insbesondere eine Sicherheitsfunktion/-einrichtung wie ein Airbag oder ein Bremssystem, des Fahrzeugs ausgelöst wird.

20 Ferner betrifft die Erfindung ein Fahrzeug, insbesondere Kraftfahrzeug, das wenigstens einen Inertialsensor und insbesondere eine in Abhängigkeit von Messdaten wenigstens einer Messgröße des Inertialsensors auslösbare Einrichtung, insbesondere Sicherheitseinrichtung wie ein Airbag oder ein
25 Bremssystem, insbesondere ESP, aufweist.

Stand der Technik

Aus der Offenlegungsschrift DE 101 62 689 A1 ist es bereits bekannt, die
30 Messdaten einer Inertialsensorik zu plausibilisieren, indem die Inertialsensorik redundant vorgesehen wird. Dadurch können Messfehler erkannt und kompensiert werden. Zur Kalibrierung der Inertialsensoren ist es dabei bekannt, über Langzeitmessungen des Inertialsensors in einem
Referenzkoordinatensystem Messwertfehler oder Offsetwerte zu ermitteln, die
35 dann zur Kalibrierung des Inertialsensors berücksichtigt werden können. Weil

eine 100% richtige Einbaulage des Inertialsensors kaum garantiert werden kann, ist eine derartige Kalibrierung des Inertialsensors zwar notwendig, führt jedoch auch zu einem entsprechenden Aufwand, da oftmals ein langer Zeitraum zur Überwachung der Messdaten benötigt wird und nur in bestimmten Situationen eine sinnvolle Messung möglich ist.

Offenbarung der Erfindung

Das erfindungsgemäße Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 hat den Vorteil, dass eine Kalibrierung des Inertialsensors mit weniger Aufwand und präziser als bisher durchführbar ist. Hierzu sieht das erfindungsgemäße Verfahren vor, dass im Betrieb des Fahrzeugs durch einen Referenzsensor Messdaten einer anderen, mit der Messgröße des Inertialsensors jedoch korrelierenden Messgröße erfasst und mit den Messdaten des Inertialsensors verglichen werden, um in Abhängigkeit einer Abweichung der Messdaten des Inertialsensors von den Messdaten des Referenzsensors Fehlerwerte zu erfassen. Für den Vergleich der Messdaten des Inertialsensors werden somit nicht Messdaten eines redundanten Systems verwendet, sondern Messdaten eines Referenzsensors, der eine Messgröße erfasst, die sich von den Messgrößen des Inertialsensors unterscheidet. Bei dem Referenzsensor handelt es sich insofern nicht um einen Inertialsensor, der Beschleunigungen und/oder Drehraten durch eine Trägheitsmessung erfasst, sondern um einen Sensor, der insbesondere eine Relativbewegung als Messgröße erfasst. Als Relativbewegung wird dabei eine Relativbewegung gewählt, die mit der Messgröße des Inertialsensors korreliert, sodass aus der ermittelten Messgröße des Referenzsensors eine Vergleichsgröße berechnet beziehungsweise bestimmt werden kann, durch welche die Messdaten des Inertialsensors plausibilisiert werden können.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist dabei vorgesehen, dass als Referenzsensor ein Drehzahlsensor vorgesehen wird, der die Drehzahl eines Rads des Fahrzeugs erfasst. Drehzahlsensoren sind in Fahrzeugen, insbesondere Kraftfahrzeugen, üblicherweise bereits vorgesehen, sodass dies keinen Mehraufwand bedeutet. Es werden lediglich die Messdaten des Drehzahlsensors im Betrieb des Kraftfahrzeugs mitausgewertet. Wichtig dabei ist

selbstverständlich, dass die Messdaten des Inertialsensors und des Referenzsensors zur selben Zeit erfasst werden, um einen sinnvollen Vergleich zu ermöglichen.

5 Vorzugsweise wird aus der erfassten Drehzahl eine Beschleunigung des Fahrzeugs ermittelungsweise berechnet. Diese Beschleunigung kann dann mit der von dem Inertialsensor erfassten Beschleunigung (Messgröße) verglichen werden. Weicht die berechnete Beschleunigung von der von dem Inertialsensor ermittelten Beschleunigung ab, so wird der Inertialsensor
10 entsprechend kalibriert, beispielsweise indem neben den von ihm erfassten Messdaten auch die Messdaten des Referenzsensors, insbesondere in Form eines Offsetwertes von den Messdaten des Inertialsensors zu den Messdaten des Referenzsensors, berücksichtigt werden.

15 Ferner ist bevorzugt vorgesehen, dass die Beschleunigung alternativ in Abhängigkeit von einem Lenkwinkel des Fahrzeugs berechnet wird, sodass als Referenzsensor ein Lenkwinkelsensor vorgesehen beziehungsweise verwendet wird. Dadurch wird nicht nur die Höhe der Beschleunigung, sondern auch die Richtung der Beschleunigung des Fahrzeugs in Abhängigkeit von der Drehzahl
20 des Rads des Fahrzeugs berechnet, sodass ein optimaler Vergleich der durch den Inertialsensor erfassten Beschleunigung mit der berechneten Beschleunigung erfolgt.

Das erfindungsgemäße Verfahren zum Betreiben eines Fahrzeugs mit den
25 Merkmalen des Anspruchs 5 zeichnet sich dadurch aus, dass der Inertialsensor durch das erfindungsgemäße Verfahren kalibriert wird. Es ergeben sich hierdurch die bereits genannten Vorteile. Weitere Merkmale und Vorteile ergeben sich aus dem zuvor Beschriebenen sowie aus den Ansprüchen.

30 Das erfindungsgemäße Fahrzeug mit den Merkmalen des Anspruchs 6 zeichnet sich dadurch aus, dass ein Referenzsensor zum Erfassen einer anderen, jedoch mit der Messgröße des Inertialsensors korrelierenden Messgröße sowie ein Steuergerät vorgesehen sind, wobei das Steuergerät in Abhängigkeit von einer Abweichung der Messdaten des Inertialsensors von den Messdaten des

Referenzsensors den Inertialsensor kalibriert. Es ergeben sich hierdurch die bereits genannten Vorteile.

5 Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass der Inertialsensor fest in dem Fahrzeug verbaut ist. Der Inertialsensor ist somit ein fester Bestandteil des Fahrzeugs, beispielsweise der Inertialsensor eines Sicherheitssystems des Fahrzeugs.

10 Alternativ ist bevorzugt vorgesehen, dass der Inertialsensor Bestandteil eines in dem Fahrzeug angeordneten Mobilcomputers, insbesondere Tablet Computers oder Mobiltelefon ist. Durch eine drahtlose oder kabelgebundene Kommunikationsverbindung kann der Mobilcomputer an das Fahrzeug signaltechnisch angeschlossen werden, um die Daten des Referenzsensors zu erfassen, sodass mittels des Inertialsensors des Mobilcomputers die Einbaulage
15 des Mobilcomputers in dem Fahrzeug ermittelt werden kann. Hierzu ist der Mobilcomputer zweckmäßigerweise mit einem entsprechenden Programm versehen, welches das erfindungsgemäße Verfahren durchführt.

20 Im Folgenden soll die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert werden. Dazu zeigen

Figur 1 ein Kraftfahrzeug mit einem Inertialsensor in einer vereinfachten Darstellung,

Figur 2 ein vereinfachtes Berechnungsmodell.

25 Figur 1 zeigt in einer vereinfachten Darstellung ein Kraftfahrzeug 1, das ein Referenzkoordinatensystem (COG) aufweist sowie einen Inertialsensor 2, der in drei Raumrichtungen x, y, z Beschleunigungen erfasst und insofern ein Inertialsensorkoordinatensystem L aufweist, das in Abhängigkeit von der Einbaulage des Inertialsensors 2 von einem parallel zu dem Kraftfahrzeugkoordinatensystem COG ausgerichteten Referenzkoordinatensystem R abweicht. Weiterhin ist zumindest einem der Räder des Kraftfahrzeugs 1 wenigstens ein Drehzahlsensor zugeordnet, der einen Referenzsensor 3 bildet. Vorzugsweise sind insgesamt zwei
30 Drehzahlsensoren vorgesehen. Der Inertialsensor 2 ist beispielsweise direkt oder
35

durch ein Steuergerät mit einer Sicherheitseinrichtung 4, beispielsweise ein Airbaggerät, verbunden, um in Abhängigkeit von durch den Inertialsensor erfassten Messdaten bei Bedarf die Sicherheitseinrichtung 4 auszulösen.

5 Der Inertialsensor 2 erfasst zumindest drei Messgrößen, nämlich Beschleunigungen in die drei Raumrichtungen x, y und z. Damit eine Auslösung der Sicherheitseinrichtung 4 sicher gewährleistet ist, muss die tatsächliche Einbaulage des Inertialsensors 2 berücksichtigt werden, um diesen kalibrieren zu können, sodass sein Koordinatensystem L dem Referenzkoordinatensystem R
10 entspricht. Hierzu wird das folgende Verfahren vorgeschlagen:

Im Grunde genommen basiert das Verfahren auf einem Vergleich der Messdaten der Messgrößen des Inertialsensors 2, also der in die verschiedenen Raumrichtungen x, y und z gemessenen Beschleunigungen, mit
15 Korrelationsdaten aus dem Referenzkoordinatensystem R. Dazu werden vorliegend Messdaten von der Messgröße des Drehzahlsensors erfasst. Die erfasste Drehzahl entspricht dabei nicht direkt der durch den Inertialsensor 2 erfassten Beschleunigung in der x-Richtung, jedoch korreliert die Drehzahl mit der Längsbeschleunigung in der x-Richtung des Kraftfahrzeugs 1. Damit ist es
20 möglich, aus der Drehzahl, also aus den Messdaten der Messgröße des Referenzsensors 3, Beschleunigungswerte zu berechnen und diese mit den Beschleunigungswerten beziehungsweise Messgrößen des Inertialsensors 2 zu vergleichen, um Abweichungen der Messdaten voneinander zu ermitteln, die dann bei einer Kalibrierung des Inertialsensors 2 kompensiert beziehungsweise
25 ausgeglichen werden können. Zunächst wird davon ausgegangen, dass die z-Achse des Inertialsensors 2 mit der Fahrzeughochachse übereinstimmt. Eine Erweiterung des Verfahrens auf den dreidimensionalen Raum ist jedoch ebenfalls denkbar. Zur Berechnung des Einbauwinkels des Inertialsensors 2 werden die bereits vorhandenen Beschleunigungswerte (Messdaten der
30 Messgrößen in x- und y-Richtung) aus dem Inertialsensor und die Korrelationsdaten des Referenzsensors 3 ermittelt. Dabei kann die Problemstellung auf das in Figur 2 gezeigte Modell abstrahiert werden. Dabei gelten folgende Parameter:

35 a_x^L = durch den Inertialsensor 2 erfasste Beschleunigen in x-Richtung,

a_y^L = durch den Inertialsensor 2 erfasste Beschleunigung in y-Richtung,

5

a^{RL} = Abweichung der erfassten Werte des Inertialsensors 2 zu den Referenzkoordinaten,

a_x^R = Beschleunigung in x-Richtung im Referenzkoordinatensystem,

10

a_y^R = Beschleunigung in y-Richtung im Referenzkoordinatensystem,

IVM = inverses Fahrzeugmodell,

a_x^{COG}, a_y^{COG} = Beschleunigung im Kraftfahrzeugkoordinatensystem in x- und y-Richtung,

15

$a_{Corr-x}^{COG}, a_{Corr-y}^{COG}$ = korrelierte Beschleunigung im Kraftfahrzeugkoordinatensystem in x- und y-Richtung,

20

a_{WSS} = Beschleunigungsberechnung auf Basis der von dem Drehzahlsensor erfasste Drehzahl.

Der gestrichelt umrandete Bereich kann dabei wie folgt beschrieben werden:

$$\begin{pmatrix} a_{Corr-x}^{COG}(t) \\ a_{Corr-y}^{COG}(t) \end{pmatrix} \approx \begin{pmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha & offsetx \\ \sin \alpha & \cos \alpha & offsety \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} a_x^L(t) \\ a_y^L(t) \\ 1 \end{pmatrix}$$

25

Wobei offsetx die Abweichung in x-Richtung und offsety die Abweichung in y-Richtung darstellen. Weiterhin gilt:

$$\Rightarrow a_{Corr-x}^{COG}(t) \approx \begin{pmatrix} a_x^L(t) & -a_y^L(t) & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \cos \alpha \\ \sin \alpha \\ offsetx \end{pmatrix}$$

$$y(t) \approx \varphi^T(t) \cdot \theta$$

30

- 7 -

$$\Rightarrow a_{Corr-y}^{COG}(t) \approx \begin{pmatrix} a_y^L(t) & a_x^L(t) & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \cos \alpha \\ \sin \alpha \\ offset_y \end{pmatrix}$$

$$y(t) \approx \varphi^T(t) \cdot \theta$$

Für eine Reihe von Messwerten entsteht mit der Definition und Berücksichtig von entsprechenden Fehlertermen:

5

$$Y = \begin{pmatrix} y(1) \\ \vdots \\ y(n) \end{pmatrix} ; \quad \phi = \begin{pmatrix} \varphi^T(1) \\ \vdots \\ \varphi^T(n) \end{pmatrix} ; \quad \varepsilon_{Corr-x} = \begin{pmatrix} \varepsilon_{Corr-x}(1) \\ \vdots \\ \varepsilon_{Corr-x}(n) \end{pmatrix}$$

eine Systemgleichung der Art:

10

$$Y = \phi \cdot \theta + \varepsilon_{Corr-x}$$

Dabei enthält θ den gesuchten Parameter α , der den Einbauwinkel des Inertialsensors 2 repräsentiert. Diese Art der Berechnung kann als Offlineverfahren verwendet werden, um den Einbauwinkel anhand vorhandener Messungen schätzen zu können. Für eine Implementierung im laufenden Betrieb erfolgt die Berechnung rekursiv. Dabei greift das hier beschriebene Verfahren auf das rekursive Least Square Verfahren zurück.

15

1. Schritt: Parameterupdate ($P(t)$)

20

$$P(t) = P(t-1) - \frac{P(t-1)\varphi(t)\varphi^T(t)P(t-1)}{1 + \varphi^T(t)P(t-1)\varphi(t)}$$

2. Schritt: Berechnung der Verstärkung

25

$$K(t) = \frac{P(t-1)\varphi(t)}{1 + \varphi^T(t)P(t-1)\varphi(t)} = P(t)\varphi(t)$$

3. Schritt: Fehlerberechnung

$$\varepsilon(t) = y(t) - \varphi^T(t) \hat{\theta}(t-1)$$

4. Schritt: Abschätzen des neuen Parametervektors

$$\hat{\theta}(t) = \hat{\theta}(t-1) + K(t)\varepsilon(t)$$

5

10

Der Einbauwinkel wird demnach fortlaufend neu geschätzt. Eine nachgeschaltete Plausibilisierung gibt dann Auskunft darüber, ob dem geschätzten Winkel vertraut werden kann, oder ob das Schätzverfahren noch keine ausreichenden Güte aufweist.

15

20

25

30

Mit diesem Verfahren ist es möglich, dass der Inertialsensor 2 selbstlernend, insbesondere ohne zusätzliche Hardware, wenn auf den im Kraftfahrzeug üblicherweise sowieso vorhandenen Drehzahlsensor 3 zugegriffen wird, oder manueller Eingabe von Parametern, die reale Einbaulage des Inertialsensors 2 in Relation zum Kraftfahrzeug-Koordinatensystem bestimmt. Dadurch ist eine Kalibrierung des Inertialsensors 2 auf einfache Art und Weise möglich. Bei dem Inertialsensor 2 handelt es sich insbesondere um einen fest in das Fahrzeug integrierten Inertialsensor, beispielsweise als Bestandteil eines Sicherheitssystems, insbesondere eines ESP-Bremssystems des Fahrzeugs. Alternativ kann es sich gemäß einem weiteren, hier nicht dargestellten Ausführungsbeispiel, bei dem Inertialsensor auch um den Inertialsensor eines Mobilcomputers handeln, der in dem Kraftfahrzeug gehalten angeordnet ist, wobei dann bei Durchführung des zuvor beschriebenen Verfahrens die Einbaulage des Mobilcomputers in dem Kraftfahrzeug auf einfache Art und Weise bestimmt wird.

5 Ansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Inertialsensors (2) eines Fahrzeugs, insbesondere Kraftfahrzeugs, wobei Messdaten zumindest einer Messgröße des Inertialsensors im Betrieb des Fahrzeugs erfasst und zur Kalibrierung des Inertialsensors auf Fehlerwerte geprüft werden, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Betrieb des Fahrzeugs durch einen Referenzsensor Messdaten einer anderen, mit der Messgröße des Inertialsensors jedoch korrelierenden Messgröße erfasst und mit den Messdaten des Inertialsensors verglichen werden, um in Abhängigkeit von einer Abweichung der Messdaten des Inertialsensors von den Messdaten des Referenzsensors die Fehlerwerte zu erfassen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Referenzsensor ein Drehzahlsensor vorgesehen wird, der die Drehzahl eines Rades des Fahrzeugs erfasst.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass aus der erfassten Drehzahl eine Beschleunigung des Fahrzeugs ermittelt/berechnet wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Beschleunigung in Abhängigkeit von einem Lenkwinkel des Fahrzeugs berechnet wird.
5. Verfahren zum Betreiben eines Fahrzeugs, insbesondere Kraftfahrzeug, das wenigstens einen Inertialsensor aufweist, wobei in Abhängigkeit von Messdaten zumindest einer Messgröße des Inertialsensors eine Sicherheitseinrichtung, insbesondere Airbag, des Fahrzeugs ausgelöst wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Inertialsensor durch ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4 kalibriert wird.

- 5
6. Fahrzeug, insbesondere Kraftfahrzeug (1), mit wenigstens einem Inertialsensor (2) und insbesondere mit wenigstens einer durch den Inertialsensor (2) auslösbaren Sicherheitseinrichtung (4), **gekennzeichnet durch** einen Referenzsensor (3), der eine andere mit einer Messgröße des Inertialsensors jedoch korrelierende Messgröße erfasst, und ein Steuergerät (5), das das Verfahren nach Anspruch 5 durchführt.
- 10
7. Fahrzeug nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Inertialsensor (2) fest in dem Fahrzeug verbaut ist.
8. Fahrzeug nach Anspruch , dadurch gekennzeichnet, dass der Inertialsensor (2) Bestandteil eines in dem Fahrzeug angeordneten Mobilcomputers ist.

Fig. 1

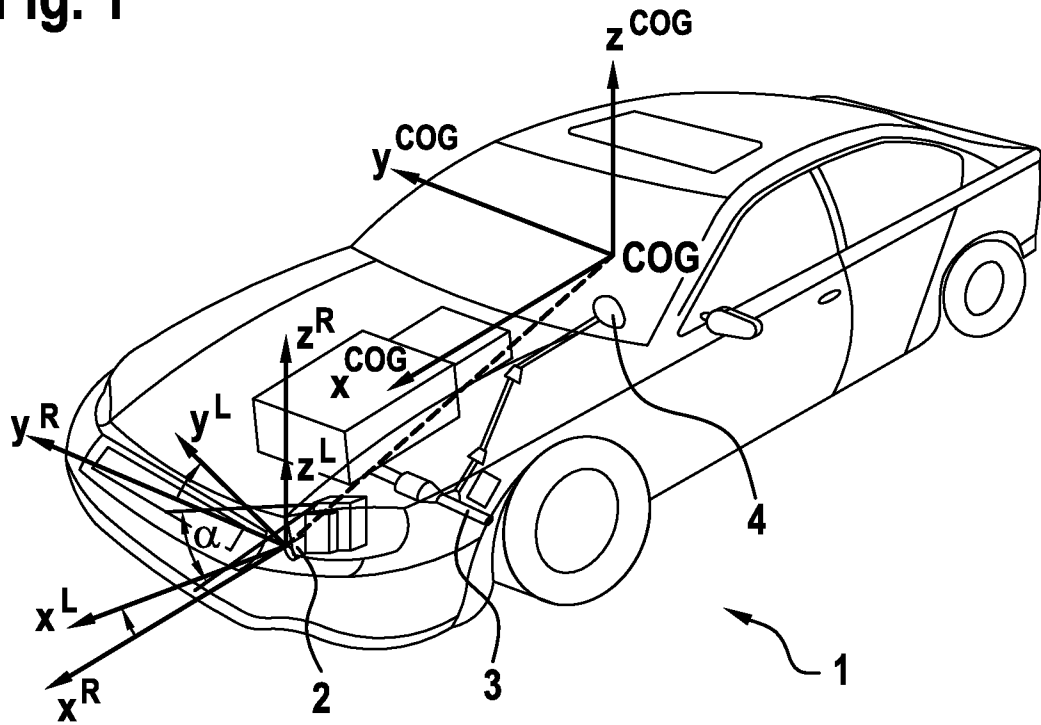
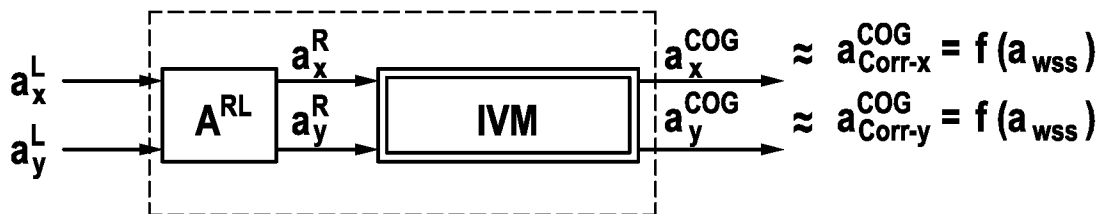


Fig. 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/054897

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01P21/00 B60R21/0132 G01C25/00
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)
G01P B60R G01C

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 2011 121822 A1 (WABCO GMBH [DE]) 27 June 2013 (2013-06-27)	1-4
Y	page 5, paragraph 34 - page 8, paragraph 68; figures 1-3	5-8
X	EP 1 013 523 A2 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 28 June 2000 (2000-06-28)	1-4
Y	column 2, paragraph 8 - column 3, paragraph 9 column 9, paragraph 28 - column 10, paragraph 31; figures 1-4	5-8
X	DE 37 05 983 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 10 September 1987 (1987-09-10)	1-3
Y	column 3, line 28 - column 5, line 53; figures 1-2	4-8
	----- -/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search 2 June 2016	Date of mailing of the international search report 13/06/2016
--	--

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 Springer, Oliver
--	--

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/054897

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X,P	DE 10 2014 202026 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 6 August 2015 (2015-08-06) page 4, paragraph 27 - page 6, paragraph 42; figures 1, 2 -----	1-3
Y	US 2007/276566 A1 (DIEBOLD JURGEN [DE] ET AL) 29 November 2007 (2007-11-29) the whole document -----	4-8
Y	DE 39 24 691 A1 (DAIMLER BENZ AG [DE]) 7 February 1991 (1991-02-07) the whole document -----	4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2016/054897

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102011121822 A1	27-06-2013	CN 104011548 A	27-08-2014
		DE 102011121822 A1	27-06-2013
		EP 2795345 A1	29-10-2014
		JP 2015500766 A	08-01-2015
		KR 20140105731 A	02-09-2014
		US 2014330480 A1	06-11-2014
		WO 2013091741 A1	27-06-2013
EP 1013523 A2	28-06-2000	EP 1013523 A2	28-06-2000
		JP 3707276 B2	19-10-2005
		JP 2000177556 A	27-06-2000
		US 6305760 B1	23-10-2001
DE 3705983 A1	10-09-1987	NONE	
DE 102014202026 A1	06-08-2015	CN 104820114 A	05-08-2015
		DE 102014202026 A1	06-08-2015
		US 2015219683 A1	06-08-2015
US 2007276566 A1	29-11-2007	DE 112005000348 A5	24-05-2007
		EP 1720739 A1	15-11-2006
		JP 4945434 B2	06-06-2012
		JP 2007525373 A	06-09-2007
		US 2007276566 A1	29-11-2007
		WO 2005082680 A1	09-09-2005
DE 3924691 A1	07-02-1991	DE 3924691 A1	07-02-1991
		JP H0368870 A	25-03-1991
		JP H0778506 B2	23-08-1995
		US 5265472 A	30-11-1993

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. G01P21/00 B60R21/0132 G01C25/00
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 G01P B60R G01C

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 2011 121822 A1 (WABCO GMBH [DE]) 27. Juni 2013 (2013-06-27)	1-4
Y	Seite 5, Absatz 34 - Seite 8, Absatz 68; Abbildungen 1-3	5-8

X	EP 1 013 523 A2 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 28. Juni 2000 (2000-06-28)	1-4
Y	Spalte 2, Absatz 8 - Spalte 3, Absatz 9 Spalte 9, Absatz 28 - Spalte 10, Absatz 31; Abbildungen 1-4	5-8

X	DE 37 05 983 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 10. September 1987 (1987-09-10)	1-3
Y	Spalte 3, Zeile 28 - Spalte 5, Zeile 53; Abbildungen 1-2	4-8

	-/--	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

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

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

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

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

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

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

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf 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
2. Juni 2016	13/06/2016

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 Springer, Oliver
--	---

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X,P	DE 10 2014 202026 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 6. August 2015 (2015-08-06) Seite 4, Absatz 27 - Seite 6, Absatz 42; Abbildungen 1, 2	1-3
Y	----- US 2007/276566 A1 (DIEBOLD JURGEN [DE] ET AL) 29. November 2007 (2007-11-29) das ganze Dokument	4-8
Y	----- DE 39 24 691 A1 (DAIMLER BENZ AG [DE]) 7. Februar 1991 (1991-02-07) das ganze Dokument -----	4

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/054897

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102011121822 A1	27-06-2013	CN 104011548 A	27-08-2014
		DE 102011121822 A1	27-06-2013
		EP 2795345 A1	29-10-2014
		JP 2015500766 A	08-01-2015
		KR 20140105731 A	02-09-2014
		US 2014330480 A1	06-11-2014
		WO 2013091741 A1	27-06-2013
EP 1013523 A2	28-06-2000	EP 1013523 A2	28-06-2000
		JP 3707276 B2	19-10-2005
		JP 2000177556 A	27-06-2000
		US 6305760 B1	23-10-2001
DE 3705983 A1	10-09-1987	KEINE	
DE 102014202026 A1	06-08-2015	CN 104820114 A	05-08-2015
		DE 102014202026 A1	06-08-2015
		US 2015219683 A1	06-08-2015
US 2007276566 A1	29-11-2007	DE 112005000348 A5	24-05-2007
		EP 1720739 A1	15-11-2006
		JP 4945434 B2	06-06-2012
		JP 2007525373 A	06-09-2007
		US 2007276566 A1	29-11-2007
		WO 2005082680 A1	09-09-2005
DE 3924691 A1	07-02-1991	DE 3924691 A1	07-02-1991
		JP H0368870 A	25-03-1991
		JP H0778506 B2	23-08-1995
		US 5265472 A	30-11-1993