

(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  
25. Juni 2020 (25.06.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2020/126596 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
G01S 19/20 (2010.01) G01S 19/45 (2010.01)  
B60W 50/02 (2012.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/084171

(22) Internationales Anmeldedatum:  
09. Dezember 2019 (09.12.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2018 222 166.9  
18. Dezember 2018 (18.12.2018) DE

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

(72) Erfinder: **SCHINDLER, Lena**; Lorscher Weg 1, 70839 Gerlingen (DE). **LIMBERGER, Marco**; Im Vogelsang 17, 71638 Ludwigsburg (DE).

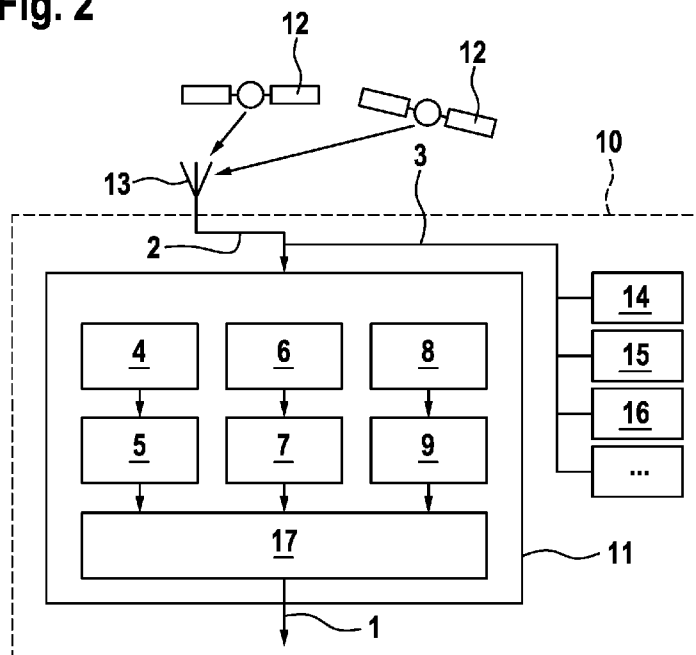
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, 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 FOR DETERMINING AN INTEGRITY RANGE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM ERMITTELN EINES INTEGRITÄTSBEREICHS

Fig. 2



(57) Abstract: The invention relates to a method for determining an integrity range (1) of a parameter estimation, wherein the integrity range (1) describes the range in which an estimated parameter lies with a minimum probability. The method comprises at least the following steps: a) ascertaining first integrity information (5) on the basis of at least data (2) from at least one first sensor (13) or on the basis of a first method (4) for determining the integrity information, b) ascertaining second integrity information (7) on the basis of at least data (3) from at least one second sensor (14) that is different from the first sensor or on the basis of a second method (6) that is different from the first method (4), for determining the integrity information, c) determining the integrity range (1) by merging at least the first integrity information (5) and the second integrity information (7).



WO 2020/126596 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)

---

**(57) Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ermitteln eines Integritätsbereichs (1) einer Parameterschätzung, wobei der Integritätsbereich (1) den Bereich beschreibt, in dem ein geschätzter Parameter mit einer Mindestwahrscheinlichkeit liegt, wobei das Verfahren zumindest folgende Schritte umfasst: a) Ermitteln einer ersten Integritätsinformation (5) auf Basis zumindest von Daten (2) mindestens eines ersten Sensors (13) oder einer ersten Methode (4) zur Bestimmung der Integritätsinformation, b) Ermitteln einer zweiten Integritätsinformation (7) auf Basis zumindest von Daten (3) mindestens eines sich von dem ersten Sensor unterscheidenden zweiten Sensors (14) oder einer sich von der ersten Methode (4) unterscheidenden zweiten Methode (6) zur Bestimmung der Integritätsinformation, c) Ermitteln des Integritätsbereichs (1) durch Fusionieren zumindest der ersten Integritätsinformation (5) und der zweiten Integritätsinformation (7).

Beschreibung

Titel

5 Verfahren zum Ermitteln eines Integritätsbereichs

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ermitteln eines Integritätsbereichs, Computerprogramm zur Durchführung eines entsprechenden Verfahrens, ein Maschinenlesbares Speichermedium, auf dem das Computerprogramm  
10 gespeichert ist sowie ein Steuergerät für ein Fahrzeug, wobei das Steuergerät zur Durchführung eines entsprechenden Verfahrens eingerichtet ist. Die Erfindung ist insbesondere dazu geeignet im Zusammenhang mit dem autonomen Fahren zur Anwendung zu kommen.

15 Stand der Technik

Eine der wichtigsten Herausforderungen für ein autonomes Fahren ist die möglichst genaue und zuverlässige Bestimmung der Eigenposition des autonomen Fahrzeugs. Das autonome Fahrzeug verfügt in der Regel über  
20 Sensoren, wie beispielsweise Inertialsensoren, Radsensoren, Umgebungssensoren, GNSS-Sensoren, optische und/oder akustische Sensoren, mittels welcher das Fahrzeug seine Eigenposition schätzen kann. In diesem Zusammenhang ist es hilfreich, wenn zu einer ermittelten Eigenposition auch eine Information über deren (zu erwartende) Schätzgenauigkeit ausgegeben  
25 wird. In diesem Zusammenhang kann zum Beispiel die Konfidenz der ermittelten Eigenposition durch ein sogenanntes „Protection Level“ (kurz: „PL“) dargestellt werden. Das PL kann dabei eine statistische Fehlergrenze beschreiben, deren Berechnung in der Regel auf statistischen Überlegungen und ggf. zusätzlich auf einer geeigneten Abstimmung der Schätzalgorithmen basiert.

30 Insbesondere in der Luftfahrt ist das Konzept der Bereitstellung des Protection Levels verbreitet. Die dabei entwickelten Lösungen sind jedoch auf den Anwendungsbereich des autonomen Fahrens nicht ohne weiteres übertragbar. Insbesondere stellen zum Beispiel Häuserschluchten und deren Beeinflussung  
35 von Satellitensignalen Probleme dar, die bei Luftfahrtanwendungen nicht auftreten. Es sind daher verbesserte Methoden zur Berechnung eines möglichst zuverlässigen Protection Levels wünschenswert, die insbesondere auch in

schwierigen Umgebungen, wie beispielsweise in städtischen Gebieten zuverlässige Ergebnisse liefern können.

#### Offenbarung der Erfindung

5

Hier vorgeschlagen wird gemäß Anspruch 1 ein Verfahren zum Ermitteln eines Integritätsbereichs einer Parameterschätzung, wobei der Integritätsbereich den Bereich beschreibt, in dem ein geschätzter Parameter mit einer Mindestwahrscheinlichkeit (tatsächlich) liegt, wobei das Verfahren zumindest folgende Schritte umfasst:

10

- a) Ermitteln einer ersten Integritätsinformation auf Basis zumindest von Daten mindestens eines ersten Sensors oder einer ersten Methode zur Bestimmung der Integritätsinformation,
- 15 b) Ermitteln einer zweiten Integritätsinformation auf Basis zumindest von Daten mindestens eines sich von dem ersten Sensor unterscheidenden zweiten Sensors oder einer sich von der ersten Methode unterscheidenden zweiten Methode zur Bestimmung der Integritätsinformation,
- 20 c) Ermitteln des Integritätsbereichs durch Fusionieren zumindest der ersten Integritätsinformation und der zweiten Integritätsinformation.

25

Die Schritte a) und b) können vorzugsweise zumindest teilweise parallel oder sogar gleichzeitig durchgeführt werden. Weiterhin bevorzugt werden die Schritte a) und b) zumindest teilweise vor Schritt c) durchgeführt.

30

Der Integritätsbereich beschreibt den Bereich, in dem ein geschätzter Parameter(-wert) mit einer Mindestwahrscheinlichkeit (tatsächlich) liegt. Der geschätzte Parameter(-wert) beschreibt dabei grundsätzlich ein (einzelnes, insbesondere momentanes) Schätzergebnis der Parameterschätzung. Dies bedeutet mit anderen Worten insbesondere, dass der Integritätsbereich den Bereich beschreibt, in dem ein realer bzw. tatsächlicher Wert eines geschätzten Parameters mit einer Mindestwahrscheinlichkeit liegt. Ein solcher Integritätsbereich kann auch als sogenanntes „Protection Level“ bezeichnet werden.

35

Bei der Mindestwahrscheinlichkeit handelt es sich in der Regel um eine vordefinierte Mindestwahrscheinlichkeit. Bevorzugt beträgt die Mindestwahrscheinlichkeit 90 %, besonders bevorzugt 95 % oder sogar 99 %.

5 Die Mindestwahrscheinlichkeit mit der ein realer bzw. tatsächlicher Wert eines geschätzten Parameters tatsächlich in einem Protection Level liegt ist noch sehr viel höher als bei „üblichen“ Integritätsbereichen. Die Mindestwahrscheinlichkeit liegt hier üblicherweise über 99.99 %, besonders bevorzugt über 99.999 % oder sogar über 99.9999 %.-Die Mindestwahrscheinlichkeit kann bei dem Protection-  
10 Level auch nicht in Prozent, sondern in möglichen Fehlern in einem bestimmten Zeitintervall ausgedrückt werden. Ein Protection-Level kann beispielsweise so definiert sein, dass der fragliche Parameter maximal einmal in 10 Jahren außerhalb des Protection-Levels liegt. Das Protection Level kann beispielsweise entweder als einheitslose Wahrscheinlichkeit oder als Rate, d.h. als  
15 Fehlerauftretenswahrscheinlichkeit über einem Zeitintervall, ausgedrückt werden.

Vorzugsweise dient das Verfahren zum Ermitteln eines Integritätsbereichs, welcher die Integrität einer Schätzung einer Eigenposition oder eines anderen Fahrbetriebparameters beschreibt. Dies bedeutet mit anderen Worten  
20 insbesondere, dass es sich bei dem Parameter vorzugsweise um einen Fahrbetriebsparameter, wie zum Beispiel eine Eigenposition eines Fahrzeugs handelt. Das Verfahren kann (somit) beispielsweise zum Ermitteln eines Integritätsbereichs einer Positionsschätzung einer Fahrzeugposition dienen. Dabei kann der Integritätsbereich den Bereich beschreiben, in dem eine  
25 geschätzte Eigenposition eines Fahrzeugs mit einer Mindestwahrscheinlichkeit (tatsächlich) liegt. Die Daten können dabei mit Sensoren des Fahrzeugs erfasst werden. Alternativ oder kumulativ zu der Schätzung der Eigenposition des Fahrzeugs kann das Verfahren auch zur Schätzung der Eigengeschwindigkeit, Orientierung, Eigenbewegung oder dergleichen des Fahrzeugs genutzt werden.

30 Gegenüber Lösungen, bei denen der Integritätsbereich immer nur in Abhängigkeit der Hauptnavigationslösung bestimmt wird, erlaubt die hier vorgeschlagene Lösung den besonderen Vorteil, dass die Ermittlung dynamisch(er) erfolgen kann. Als Hauptnavigationslösung kann dabei zum  
35 Beispiel ein Kalman-Filter verwendet werden. Die damit ermittelten Integritätsinformationen unterliegen wie die Positionsinformationen ebenfalls einer gewissen Glättung, die für (Kalman-)Filter charakteristisch ist. Für die

Integritätsinformationen kann eine Glättung jedoch unerwünscht sein, zum Beispiel in einer Umgebung, in der die Integrität sich schnell ändern kann, wie etwa in urbanen Gebieten, in denen beispielsweise in Häuserschluchten eine Abschattung des GNSS-Signals auftreten kann.

5

Hier wird nun erstmals vorgeschlagen Integritätsinformationen, die (hinsichtlich desselben geschätzten Parameters) auf Basis unterschiedlicher Sensoren und/oder mit unterschiedlichen Methoden bestimmt wurden zu fusionieren, um so aus den (verschiedenartigen, z. B. geglätteten und ungeglätteten)

10

Integritätsinformationen einen fusionierten Integritätsbereich zu erhalten, der die Integrität der (Gesamt-)Schätzung dynamisch(er) beschreiben kann als Lösungen, bei denen der Integritätsbereich immer nur in Abhängigkeit der Hauptnavigationenlösung bestimmt wird.

15

Die Parameterschätzung kann grundsätzlich eine oder mehrere Methoden zur Schätzung eines (desselben) Parameters umfassen. Beispielsweise kann die Parameterschätzung mindestens zwei voneinander verschiedene Methoden, etwa eine erste Methode und eine von der ersten Methode verschiedene zweite Methode zur Schätzung des Parameters umfassen. Vorzugsweise werden

20

Methoden zur Schätzung des Parameters verwendet, die darüber hinaus auch eine Integritätsinformation über die Integrität der Schätzung bereitstellen und/oder bestimmen können.

25

In Schritt a) erfolgt ein Ermitteln einer ersten Integritätsinformation, insbesondere über die Parameterschätzung bzw. zu einem geschätzten Parameter, auf Basis von Daten eines ersten Sensors und/oder einer ersten Methode zur Bestimmung der Integritätsinformation. Dies bedeutet mit anderen Worten insbesondere, dass in Schritt a) eine erste Integritätsinformation über ein Schätzergebnis der Parameterschätzung bzw. über die Integrität der Parameterschätzung auf Basis von Daten eines ersten Sensors und/oder einer ersten Methode zur Bestimmung der Integritätsinformation ermittelt wird.

30

35

Bei dem ersten Sensor handelt es sich vorzugsweise um einen Sensor eines Kraftfahrzeugs. Beispielsweise kann es sich bei dem ersten Sensor um einen GNSS-Sensor, einen (optischen und/oder akustischen) Umfeldsensor (wie etwa Radar-Sensor, Lidar-Sensor, Ultraschallsensor und/oder Kamerasensor), einen

Inertialsensor und/oder einen Radsensor (wie etwa Raddrehzahlsensor und/oder Radumfanggeschwindigkeitssensor) handeln.

Bei der ersten Methode kann es sich grundsätzlich um dieselbe Methode(-art) bzw. eine der Methoden(-arten) handeln, auf welcher die Parameterschätzung beruht. Dies ist jedoch nicht zwingend erforderlich. Vielmehr ist auch denkbar, dass die erste Methode unabhängig von der Methode ist, auf welcher die Parameterschätzung beruht.

In Schritt b) erfolgt ein Ermitteln einer zweiten Integritätsinformation, insbesondere über die Parameterschätzung bzw. zu einem (dem) geschätzten Parameter, auf Basis zumindest von Daten mindestens eines sich von dem ersten Sensor unterscheidenden zweiten Sensors oder einer sich von der ersten Methode unterscheidenden zweiten Methode zur Bestimmung der Integritätsinformation. Dies bedeutet mit anderen Worten insbesondere, dass in Schritt b) eine zweite Integritätsinformation über ein Schätzergebnis der Parameterschätzung bzw. über die Integrität der Parameterschätzung auf Basis von Daten eines zweiten Sensors und/oder einer zweiten Methode zur Bestimmung der Integritätsinformation ermittelt wird.

Bei dem zweiten Sensor handelt es sich vorzugsweise um einen Sensor eines Kraftfahrzeugs. Beispielsweise kann es sich bei dem zweiten Sensor um einen GNSS-Sensor, einen (optischen und/oder akustischen) Umfeldsensor (wie etwa Radar-Sensor, Lidar-Sensor, Ultraschallsensor und/oder Kamerasensor), einen Inertialsensor und/oder einen Radsensor (wie etwa Raddrehzahlsensor und/oder Radumfanggeschwindigkeitssensor) handeln.

Bei der zweiten Methode kann es sich grundsätzlich um dieselbe Methode(-art) oder eine der Methoden(-arten) handeln, auf welcher die Parameterschätzung beruht. Dies ist jedoch nicht zwingend erforderlich. Vielmehr ist auch denkbar, dass die zweite Methode unabhängig von der Methode ist, auf welcher die Parameterschätzung beruht. Die in den Schritten a) und b) verwendeten Daten weisen in der Regel denselben Zeitstempel oder zeitlich dicht beieinander liegende Zeitstempel auf.

Wenn die zweite Integritätsinformation für den geschätzten Parameter auf Basis von Daten mindestens eines sich von dem ersten Sensor unterscheidenden

zweiten Sensors ermittelt wird, können die erste Methode und die zweite Methode zur Bestimmung der Integritätsinformation auch gleich bzw. von der gleichen Art sein. So können beispielsweise zum Ermitteln der ersten Integritätsinformation und der zweiten Integritätsinformation Daten voneinander  
5 verschiedener Sensoren bzw. Sensortypen (z.B. Raddrehzahlsensor und GNSS-Sensor) mit Methoden gleicher Art verarbeitet, zum Beispiel jeweils gefiltert werden.

In Schritt c) erfolgt ein Ermitteln des Integritätsbereichs durch Fusionieren zumindest der ersten Integritätsinformation und der zweiten Integritätsinformation  
10 (miteinander). Hierbei kann beispielsweise eine gegebenenfalls gewichtete Überlagerung der ersten Integritätsinformation mit zumindest der zweiten Integritätsinformation (und/oder ggf. einer weiteren (beispielsweise dritten, vierten, usw.) Integritätsinformation) erfolgen.

Bevorzugt handelt es sich bei dem Integritätsbereich um ein Konfidenzintervall. Ein Konfidenzintervall (auch Vertrauensbereich oder Vertrauensintervall und Erwartungsbereich genannt) ist ein Intervall aus der Statistik, das die Präzision der Lageschätzung eines Parameters (zum Beispiel eines Mittelwerts) angeben soll. Das Konfidenzintervall gibt den Bereich an, der bei unendlicher  
15 Wiederholung eines Zufallsexperiments mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit (dem Konfidenzniveau) die wahre Lage des Parameters einschließt.

Bei den Integritätsinformationen kann es sich hier beispielsweise um eine Varianz und/oder ein Residuum einer jeweiligen Parameterschätzung handeln.  
25 Darüber hinaus kann es sich bei der (ersten und/oder zweiten) Integritätsinformation (alternativ) auch um eine Information handeln, die in Abhängigkeit einer Varianz und/oder eines Residuums und/oder eines (anderen) Indikators für die Vertrauenswürdigkeit der Schätzung ermittelt wird. Beispielsweise kann es sich bei der ersten Integritätsinformation um einen ersten  
30 Konfidenzbereich und bei der zweiten Integritätsinformation um einen zweiten Konfidenzbereich handeln.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung wird vorgeschlagen, dass das Verfahren zum Ermitteln eines Integritätsbereichs einer Parameterschätzung eines  
35 Fahrbetriebsparameters eines Kraftfahrzeugs dient. Bei dem Fahrbetriebsparameter handelt es sich in der Regel um einen sicherheitskritischen bzw. sicherheitsrelevanten Parameter des Fahrbetriebs

eines Kraftfahrzeugs. Vorzugsweise handelt es sich bei dem Fahrbetriebsparameter um einen (sicherheitskritischen bzw. sicherheitsrelevanten) Parameter des Fahrbetriebs eines zumindest teilweise automatisiert oder sogar autonom operierenden (bzw. betriebenen) Kraftfahrzeugs.

Unter einem Fahrbetriebsparameter wird hier insbesondere ein solcher Parameter verstanden, der dazu beiträgt den räumlichen Fahrbetrieb eines Kraftfahrzeugs bzw. die Operation eines Kraftfahrzeugs im Raum zu beschreiben. Insbesondere trägt der Fahrbetriebsparameter zumindest dazu bei einer Eigenbewegung und/oder Eigenposition eines Kraftfahrzeugs zu beschreiben. Bei dem Fahrbetriebsparameter kann es sich beispielsweise um eine (Eigen-)Position, eine (Eigen-)Geschwindigkeit, (Eigen-)Beschleunigung oder eine Lage (bzw. Orientierung) des Kraftfahrzeugs handeln. Vorzugsweise handelt es sich bei dem Fahrbetriebsparameter um eine Eigenposition des Kraftfahrzeugs.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung wird vorgeschlagen, dass zumindest der erste Sensor oder der zweite Sensor in oder an einem Kraftfahrzeug angeordnet sind. Beispielsweise kann es sich bei dem ersten Sensor um einen GNSS-Sensor handeln, der Navigationssatellitendaten empfängt. Bei dem zweiten Sensor kann es sich um einen (weiteren) Fahrzeugsensor (der kein GNSS-Sensoren ist) handeln. Bei den letztgenannten Fahrzeugsensoren kann es sich zum Beispiels um einen Inertialsensor (IMU's, d.h. inertielle Messeinheiten), Raddrehzahlsensor, Lenkwinkelsensor, Geschwindigkeitssensor und/oder Beschleunigungssensor handeln. Weiterhin kann es sich bei dem ersten Sensor bzw. dem zweiten Sensor auch um einen optischen Sensor, wie etwa einen (Stereo-)Kamera-Sensor, einen RADAR-Sensor oder LIDAR-Sensor, oder einen akustischen Sensor, wie etwa Ultraschall-Sensor handeln.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung wird vorgeschlagen, dass als erste Integritätsinformation ein erster Integritätsbereich ermittelt wird. In diesem Zusammenhang kann in Schritt a) ein Ermitteln eines ersten Integritätsbereichs für einen geschätzten Parameter auf Basis zumindest von Daten mindestens eines ersten Sensors oder einer ersten Methode zur Bestimmung des

Integritätsbereichs erfolgen. Vorzugsweise wird als erste Integritätsinformation ein erstes Protection Level ermittelt.

5 Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung wird vorgeschlagen, dass als zweite Integritätsinformation ein zweiter Integritätsbereich ermittelt wird. In diesem Zusammenhang kann in Schritt b) ein Ermitteln eines zweiten Integritätsbereichs für den geschätzten Parameter auf Basis zumindest von Daten mindestens eines sich von dem ersten Sensor unterscheidenden zweiten Sensors oder einer sich von der ersten Methode unterscheidenden zweiten  
10 Methode zur Bestimmung des Integritätsbereichs erfolgen. Vorzugsweise wird als zweite Integritätsinformation ein zweites Protection Level ermittelt. Darüber hinaus kann als weitere (dritte, vierte, usw.) Integritätsinformation auch ein weiteres Protection Level (drittes Protection Level, viertes Protection Level usw.) ermittelt werden.

15 Ein Protection Level beschreibt dabei in der Regel den (räumlichen, insbesondere zwei- oder dreidimensionalen) Bereich, in dem ein geschätzter Parameter(-wert) mit einer Mindestwahrscheinlichkeit (tatsächlich) liegt. Der geschätzte Parameter(-wert) beschreibt dabei grundsätzlich ein (einzelnes, insbesondere momentanes) Schätzergebnis der Parameterschätzung. Dies  
20 bedeutet mit anderen Worten insbesondere, dass das Protection Level den Bereich beschreibt, in dem ein realer bzw. tatsächlicher Wert eines geschätzten Parameters mit einer Mindestwahrscheinlichkeit liegt.

25 Mit noch anderen Worten ausgedrückt, beschreibt ein Protection Level insbesondere ein Konfidenzintervall oder einen (räumlichen) Konfidenzbereich, in dem sich der wahre Wert eines geschätzten Parameters mit einer Mindestwahrscheinlichkeit befindet. Dabei befindet sich der geschätzte Wert des Parameters üblicherweise in der Mitte bzw. dem Zentrum des Konfidenzintervalls  
30 bzw. Konfidenzbereichs.

In diesem Zusammenhang ist es weiterhin bevorzugt, dass als Integritätsbereich ein Gesamt- Integritätsbereich ermittelt wird, welcher durch Fusionieren  
35 zumindest des ersten Integritätsbereichs und des zweiten Integritätsbereichs ermittelt wird. Insbesondere wird als Integritätsbereich ein Gesamt-Protection-Level ermittelt wird, welches durch Fusionieren zumindest des ersten Protection Levels und des zweiten Protection Levels ermittelt wird. Auch wenn zuvor keine

ersten oder zweiten Protection Levels bestimmt wurden ist es bevorzugt, dass es sich bei dem Integritätsbereich um ein Protection Level handelt, bzw. dieser als ein Protection Level ausgegeben wird.

5 Darüber hinaus kann in Schritt c) auch eine (Kreuz-)Plausibilisierung des ersten Protection Levels mit dem zweiten Protection Level erfolgen und/oder umgekehrt. Weiterhin kann eine (Kreuz-)Plausibilisierung des ersten Protection Levels und/oder des zweiten Protection Levels mit einem weiteren (dritten) Protection Level erfolgen und/oder umgekehrt.

10

Bei den Methoden zur Bestimmung der Integritätsinformation kann es sich insbesondere um zwei oder mehr der folgenden Methoden handeln: Methode der kleinsten Quadrate, insbesondere „Sequential Least-Squares“, Filtermethoden, insbesondere solche, die mit einem Kalman-Filter realisiert werden können, wie  
15 beispielsweise „Extended Kalman Filter“, „Unscented Kalman Filter“, und/oder Partikelfilter, Hatchfilter Darüber hinaus sind grundsätzlich zustandsbeschreibende Funktionen denkbar.

20

Beispielsweise kann als erste Methode zur Bestimmung der Integritätsinformation die Methode der kleinsten Quadrate verwendet werden. Die Methode der kleinsten Quadrate kann besonders vorteilhaft verwendet werden, um eine vergleichsweise (insbesondere im Vergleich zu einem Kalman-Filter) dynamische Bestimmung, insbesondere (ausschließlich) auf Basis von GNSS-Daten bzw. Navigationssatellitendaten durchzuführen.

25

Die Methode der kleinsten Quadrate (kurz: MKQ bzw. englisch: „least squares“, kurz: LS; veraltet: Methode der kleinsten Abweichungsquadratsumme) ist ein mathematisches Standardverfahren zur Ausgleichsrechnung. Dabei wird in  
30 der Regel zu einer Datenpunktwolke eine Kurve gesucht, die möglichst nahe an den Datenpunkten verläuft.

30

Beispielsweise kann als zweite Methode zur Bestimmung der Integritätsinformation ein Kalman-Filter verwendet werden. Die Bestimmung mittels eines Kalman-Filters kann besonders vorteilhaft verwendet werden, um eine vergleichsweise (insbesondere im Vergleich zur Methode der kleinsten Quadrate) zuverlässige Bestimmung durchzuführen.

35

Häufig werden Kalman-Filtertechniken verwendet, um Zielparameter, wie etwa Position, Geschwindigkeit, Lage und/oder Zeit (PVAT) in Lokalisierungssensoren zu schätzen, welche die Eingangsmessungen in Echtzeit verarbeiten.

5 Messungen in Automobilanwendungen könnten beispielsweise die Beobachtung von GNSS (globale Navigationssatellitensysteme), IMU (Trägheitsmesseinheit), Raddrehzahlsensoren und/oder Lenkwinkelsensoren sein. Auch optische Sensoren wie Radar, Lidar oder Kameras könnten Teil des Lokalisierungssystems sein. In der Regel ist der Kalman-Filter dazu eingerichtet  
10 eine Sensordaten-Fusion von Navigationssatelliten-Daten (GNSS-Daten) und Daten mindestens eines weiteren Fahrzeugsensors, wie etwa Inertialdaten durchzuführen. Die Kriterien für die Verwendung der Kalman-Filterung sind vielfältig. Unter anderem kann die Datenhistorie bei der Anpassung von PVAT-Aktualisierungen berücksichtigt werden, um die Stabilität der Lösung in  
15 vorteilhafter Weise zu verbessern.

Wenn beispielsweise die Methode der kleinsten Quadrate als erste Methode verwendet wird und ein Kalman-Filter die zweite Methode bereitstellt, ist es besonders bevorzugt, dass das Fusionieren derart erfolgt, dass die Gradienten  
20 bzw. schnellen Änderungen der Methode der kleinsten Quadrate auf die (Hintergrund-)Lösung des Kalman-Filters aufaddiert werden.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung wird vorgeschlagen, dass in Schritt c) eine Gewichtung der ersten Integritätsinformation und der zweiten  
25 Integritätsinformation erfolgt. Dies erlaubt den besonderen Vorteil, dass das Fusionieren situationsabhängig verbessert werden kann.

Bevorzugt kann die Gewichtung in Abhängigkeit einer Genauigkeitsanforderung an die Schätzung erfolgen. Beispielsweise kann während eines Parkmanövers  
30 eine höhere Positionsgenauigkeit erforderlich sein als bei einem Fahrmanöver auf der Autobahn. Darüber hinaus kann die Genauigkeitsanforderung auch mit der Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs zunehmen.

Alternativ oder kumulativ kann die Gewichtung in Abhängigkeit der Umgebung, in  
35 welcher sich die Sensoren und/oder das Fahrzeug momentan befinden, erfolgen. Beispielsweise kann das Gewicht, welches einer Integritätsinformation zugeordnet ist, die maßgeblich oder sogar ausschließlich auf

Navigationssatelliten-Daten (GNSS-Daten) beruht erhöht werden, wenn sich die Sensoren bzw. das Fahrzeug auf einer Autobahn oder Landstraße befindet bzw. freie Sicht zu Navigationssatelliten hat.

5 Demgegenüber könnten die Gewichte, welchen Integritätsinformationen zugeordnet sind, die zumindest teilweise auf Fahrzeugsensoren (die nicht GNSS-Sensoren sind) beruhen, erhöht werden, wenn sich die Sensoren bzw. das Fahrzeug in einer Stadt, insbesondere in einer Häuserschlucht befindet. Dies kann beispielsweise dazu beitragen, den reduzierten Empfang von  
10 Satellitensignalen in Häuserschluchten und/oder Tunneln zu berücksichtigen.

Darüber hinaus könnte auch vorgesehen sein, dass zeitweise nur bestimmte Integritätsinformationen berücksichtigt werden. Beispielsweise könnten zeitweise nur solche Integritätsinformationen berücksichtigt werden, die zumindest  
15 teilweise auf Fahrzeugsensordaten (die nicht GNSS-Daten sind) beruhen. Dies kann zum Beispiel für die Zeitdauer erfolgen, in der kein oder nur ein eingeschränkter Satellitenempfang möglich ist.

Alternativ oder kumulativ können zeitweise nur solche Integritätsinformationen berücksichtigt werden, die zumindest teilweise auf Satellitendaten bzw. GNSS-Daten beruhen. Dies kann zum Beispiel für die Zeitdauer erfolgen, in der andere  
20 Fahrzeugsensoren gestört oder defekt sind.

Dies bedeutet mit anderen Worten insbesondere auch, dass (zeitweise)  
25 entweder die erste oder die zweite (oder ggf. (nur) die weitere) Integritätsinformation als (momentaner) Integritätsbereich ausgegeben werden kann. Dies erfolgt insbesondere in Abhängigkeit der Verfügbarkeit der entsprechenden Sensorinformationen.

30 Die Gewichtung kann beispielsweise derart erfolgen, dass ein Kompromiss zwischen der Zuverlässigkeit einen Schätzfehler sicher zu erkennen und der Reaktionszeit zum Erkennen des Schätzfehlers realisiert wird. Dabei kann in Abhängigkeit von der Umgebung, in welcher sich das Fahrzeug bewegt, zum Beispiel der dynamischeren, ersten Integritätsinformation oder der geglätteten,  
35 zweiten Integritätsinformation mehr Vertrauen geschenkt werden, beispielsweise durch Anpassung entsprechender Gewichte.

Vorzugsweise erfolgt die Gewichtung (auch) in Abhängigkeit der Eigenschaften der verwendeten Methoden zur Bestimmung der Integritätsinformationen. So kann beispielsweise das einer dynamischeren Methode zugeordnete Gewicht erhöht werden, wenn der Integritätsbereich dynamischer ermittelt werden soll.

5 Insbesondere erfolgt die Gewichtung in diesem Zusammenhang in Abhängigkeit der dynamischen Eigenschaften und/oder der Filter-Eigenschaften der verwendeten Methoden.

10 Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung wird vorgeschlagen, dass eine dritte Integritätsinformation für den geschätzten Parameter auf Basis zumindest von Daten mindestens eines dritten Sensors oder einer dritten Methode zur Bestimmung der Integritätsinformation ermittelt wird und wobei auch die dritte Integritätsinformation bei dem Fusionieren in Schritt c) berücksichtigt wird.

15 Nach einem weiteren Aspekt wird auch ein Computerprogramm zur Durchführung eines hier vorgestellten Verfahrens vorgeschlagen. Dies betrifft mit anderen Worten insbesondere ein Computerprogramm(-produkt), umfassend Befehle, die bei der Ausführung des Programms durch einen Computer diesen veranlassen, ein hier beschriebenes Verfahren auszuführen.

20 Nach einem weiteren Aspekt wird auch ein maschinenlesbares Speichermedium vorgeschlagen, auf dem das hier vorgestellte Computerprogramm gespeichert ist. Regelmäßig handelt es sich bei dem maschinenlesbaren Speichermedium um einen computerlesbaren Datenträger.

25 Nach einem weiteren Aspekt wird auch ein Steuergerät für ein Kraftfahrzeug vorgeschlagen, wobei das Steuergerät zur Durchführung eines hier vorgestellten Verfahrens eingerichtet ist. Bei dem Steuergerät handelt es sich vorzugsweise um ein Gerät (bzw. einen Rechner) zur Eigenlokalisierung.

30 Darüber hinaus kann auch ein Kraftfahrzeug angegeben werden, welches ein hier vorgestelltes Steuergerät aufweist. Bei dem Kraftfahrzeug handelt es sich vorzugsweise um ein automatisiert und/oder autonom operierendes Fahrzeugs, insbesondere um ein autonomes Automobil.

35 Die im Zusammenhang mit dem Verfahren erörterten Details, Merkmale und vorteilhaften Ausgestaltungen können entsprechend auch bei dem hier

vorgestellten Computerprogramm, dem Speichermedium, dem Steuergerät und/oder dem Fahrzeug auftreten und umgekehrt. Insoweit wird auf die dortigen Ausführungen zur näheren Charakterisierung der Merkmale vollumfänglich Bezug genommen.

5

Die hier vorgestellte Lösung sowie deren technisches Umfeld werden nachfolgend anhand der Figuren näher erläutert. Es ist darauf hinzuweisen, dass die Erfindung durch die gezeigten Ausführungsbeispiele nicht beschränkt werden soll. Insbesondere ist es, soweit nicht explizit anders dargestellt, auch möglich, Teilaspekte der in den Figuren erläuterten Sachverhalte zu extrahieren und mit anderen Bestandteilen und/oder Erkenntnissen aus anderen Figuren und/oder der vorliegenden Beschreibung zu kombinieren. Es zeigen schematisch:

10

Fig. 1: einen beispielhaften Ablauf eines hier vorgeschlagenen Verfahrens,

15

Fig. 2: ein Fahrzeug mit einer beispielhaften Ausführungsform eines hier vorgeschlagenen Steuergeräts, und

Fig. 3: beispielhafte zeitliche Verläufe von Abweichungsinformationen.

20

Fig. 1 zeigt schematisch einen beispielhaften Ablauf eines hier vorgeschlagenen Verfahrens. Das Verfahren dient zum Ermitteln eines Integritätsbereichs 1 einer Parameterschätzung, wobei der Integritätsbereich den Bereich beschreibt, in dem ein geschätzter Parameter mit einer Mindestwahrscheinlichkeit liegt. Die mit den Blöcken 110, 120 und 130 dargestellte Reihenfolge der Verfahrensschritte a), b) und c) stellt sich in der Regel bei einem regulären Betriebsablauf ein. Insbesondere können die Schritte a) und b) zumindest teilweise parallel oder sogar gleichzeitig durchgeführt werden.

25

In Block 110 erfolgt ein Ermitteln einer ersten Integritätsinformation 5 auf Basis zumindest von Daten 2 mindestens eines ersten Sensors 13 oder einer ersten Methode 4 zur Bestimmung der Integritätsinformation. In Block 120 erfolgt ein Ermitteln einer zweiten Integritätsinformation 7 auf Basis zumindest von Daten 3 mindestens eines sich von dem ersten Sensor unterscheidenden zweiten Sensors 14 oder einer sich von der ersten Methode 4 unterscheidenden zweiten Methode 6 zur Bestimmung der Integritätsinformation. In Block 130 erfolgt ein

35

Ermitteln des Integritätsbereichs 1 durch Fusionieren zumindest der ersten Integritätsinformation 5 und der zweiten Integritätsinformation 7.

Fig. 2 zeigt schematisch ein Kraftfahrzeug 10 mit einer beispielhaften Ausführungsform eines hier vorgeschlagenen Steuergeräts 11. Das Steuergerät 11 ist zur Durchführung eines hier vorgeschlagenen Verfahrens eingerichtet. Das Steuergerät 11 dient hier beispielhaft dazu eine momentane Eigenposition des Kraftfahrzeugs 10 zu bestimmen.

Das Steuergerät 11 kann Daten 2, 3 empfangen, die einen Rückschluss auf die Eigenposition des Fahrzeugs 10 ermöglichen. Zum Beispiel können über eine Antenne 13 des Fahrzeugs 10 GNSS-Daten 2 von Navigationssatelliten 12 empfangen werden. GNSS steht für Globales Navigations-Satelliten-System. Die GNSS-Daten 2 umfassen beispielsweise Signale, die einen Rückschluss auf die Position des jeweiligen Satelliten 12 erlauben und deren Laufzeit ausgewertet werden kann, um im Wege einer Triangulation die Eigenposition des Fahrzeugs 10 zu bestimmen. Darüber hinaus können fahrzeuginterne Daten 3 von Sensoren des Fahrzeugs, wie beispielsweise einem Inertialsensor 14 (IMU), einem Geschwindigkeitssensor 15 und einem Lenkwinkelsensor 16 empfangen werden.

In dem Steuergerät 11 wird auf Basis dieser Daten 2, 3 mit hier beispielhaft zwei parallel ablaufenden Methoden 4, 6 jeweils die Eigenposition des Kraftfahrzeugs 10 geschätzt sowie jeweils eine Integritätsinformation 5, 7 für die geschätzte Eigenposition ermittelt. Dies bedeutet mit anderen Worten insbesondere, dass es sich bei den Methoden 4, 6 um solche zur Schätzung der Eigenposition des Kraftfahrzeugs 10 und zur Bestimmung der Integritätsinformation 5, 7 zu der geschätzten Eigenposition handelt. Somit stellt die Eigenposition hier ein Beispiel für den geschätzten Parameter dar.

Als erste Methode 4 wird hier beispielhaft die Methode der kleinsten Quadrate verwendet. Beispielsweise wird die Methode der kleinsten Quadrate verwendet, um auf Basis (nur) der erfassten GNSS-Daten 2 die (momentane) Eigenposition des Fahrzeugs 10 zu schätzen und eine erste Integritätsinformation 5 über die Integrität der so geschätzten Eigenposition bereitzustellen. Die Methode der kleinsten Quadrate, die in der Regel nur eine Art von Daten, hier beispielhaft GNSS-Daten 2 berücksichtigt und regelmäßig ohne Berücksichtigung einer Verarbeitungshistorie und/oder Datenhistorie arbeitet, reagiert üblicherweise sehr

dynamisch auf Messwertänderungen. Ein Nachteil dieser Methode kann jedoch in einer (im Vergleich zum Kalman-Filter) reduzierten Genauigkeit gesehen werden.

5 Ein erstes Schätzergebnis umfasst in der Regel die mittels der Methode der  
kleinsten Quadrate bestimmte (geschätzte) Eigenposition des Fahrzeugs 10. Die  
erste Integritätsinformation 5 umfasst in der Regel eine mittels der Methode der  
kleinsten Quadrate bestimmte (geschätzte) Integritätsinformation. Bei der ersten  
Integritätsinformation 5 kann es sich beispielsweise um eine bei Anwendung der  
10 Methode der kleinsten Quadrate zu erwartende Abweichung von der  
tatsächlichen Eigenposition handeln. Diese kann zum Beispiel eine Varianz  
und/oder ein Residuum umfassen. Alternativ oder kumulativ kann die ersten  
Integritätsinformation 5 auch bereits ein erstes Protection Level umfassen.

15 Die zweite Schätzung wird hier beispielhaft mittels eines Kalman-Filters  
durchgeführt. Die zweite Methode 5 basiert dementsprechend auf einer (Sensor-  
)Fusion der GNSS-Daten 2 mit fahrzeuginternen Daten 3 und berücksichtigt in  
der Regel auch die Verarbeitungshistorie und/oder Datenhistorie. Die Information  
aus dem Kalman-Filter, die in der Regel das zweite Schätzergebnis der  
20 Eigenposition und die zweite Integritätsinformation 7 über die Integrität des  
zweiten Schätzergebnisses umfasst, wird eher glatt bzw. geglättet sein und kann  
als ein modellgetriebener Tiefpassfilter der Eingangsmessungen interpretiert  
werden.

25 Hierbei umfassen das zweite Schätzergebnis in der Regel die mittels des  
Kalman-Filters bestimmte (geschätzte) Eigenposition des Fahrzeugs 10 und als  
zweite Integritätsinformation 7 eine mittels des Kalman-Filters bestimmte  
(geschätzte) Integritätsinformation über die Integrität der mittels des Kalman-  
Filters bestimmten (geschätzten) Eigenposition des Fahrzeugs 10. Bei der  
30 zweiten Integritätsinformation 7 kann es sich beispielsweise um eine bei  
Anwendung des Kalman-Filters zu erwartende Abweichung von der tatsächlichen  
Eigenposition handeln. Diese kann zum Beispiel eine Varianz und/oder ein  
Residuum umfassen. Alternativ oder kumulativ kann die zweite  
Integritätsinformation 7 auch bereits ein zweites Protection Level umfassen.

35 Der Integritätsbereich 1 wird hier durch Fusionieren zumindest der ersten  
Integritätsinformation 5 und der zweiten Integritätsinformation 7 bzw. als

Ergebnis einer Fusionierung 17 von erster Integritätsinformation 5 und zweiter Integritätsinformation 7 ermittelt. Dabei kann auch eine Gewichtung der ersten Integritätsinformation 5 und der zweiten Integritätsinformation 7 erfolgen.

5 Beispielsweise kann das Fusionieren derart erfolgen, dass die Gradienten bzw. schnellen Änderungen der Methode der kleinsten Quadrate, die hier die erste Methode 4 darstellt und eine (im Vergleich zur zweiten Methode 6) geringe Genauigkeit aufweist, auf die präzise und geglättete Hintergrundlösung des Kalman-Filters, der hier die zweite Methode 6 bereitstellt, aufaddiert wird. Dies ist  
10 grafisch und beispielhaft in Fig. 3 veranschaulicht.

Die Gewichtung kann beispielsweise derart erfolgen, dass ein Kompromiss zwischen der Zuverlässigkeit einen Schätzfehler sicher zu erkennen und der Reaktionszeit zum Erkennen des Schätzfehlers realisiert wird. Dabei kann in  
15 Abhängigkeit von der Umgebung, in welcher sich das Kraftfahrzeug 10 bewegt, zum Beispiel der dynamischeren, ersten Integritätsinformation 5 oder der geglätteten, zweiten Integritätsinformation 7 mehr Vertrauen geschenkt werden, beispielsweise durch Anpassung entsprechender Gewichte.

20 Beispielsweise kann, auch um die Genauigkeit der zweiten Integritätsinformation 7, die auf der fusionierten Kalman-Filter-Lösung beruht, aufrecht zu erhalten die erste Integritätsinformation 5, die auf der Methode der kleinsten Quadrate beruht, durch einen sogenannten „Hatch“-Filter ausgeglichen werden, der auf den Unterschied zwischen beiden Lösungen angewendet wird.

25 Der als Ergebnis der Fusionierung 17 ausgegebene (momentane) Integritätsbereich 1 kann dadurch in vorteilhafter Weise die Dynamik der Methode der kleinsten Quadrate und die Zuverlässigkeit des Kalman-Filters in sich vereinen bzw. kombinieren. Bei diesem Integritätsbereich 1 kann es sich  
30 zum Beispiel um eine (Gesamt-)Protection Level der (momentan) bestimmten Eigenposition des Fahrzeugs handeln.

In Fig. 2 ist darüber hinaus beispielhaft Veranschaulicht, dass auch mindestens eine dritte Integritätsinformation 9 für den geschätzten Parameter auf Basis  
35 zumindest von Daten 3 mindestens eines dritten Sensors 15 oder einer dritten Methode 8 zur Bestimmung der Integritätsinformation ermittelt werden kann und

dass die weitere Integritätsinformation 9 bei dem Fusionieren in Schritt d) berücksichtigt werden kann.

5 Fig. 3 zeigt schematisch beispielhafte zeitliche Verläufe von Abweichungsinformationen 18. Gemäß der Darstellung nach Fig. 3 ist die Abweichungsinformation 18 über der Zeit 19 aufgetragen.

10 Der obere Verlauf mit durchgezogener Linie zeigt den zeitlichen Verlauf der ersten Integritätsinformation 5. Diese wird hier beispielhaft auf Basis der Methode der kleinsten Quadrate ermittelt. Die erste Integritätsinformation 5 beschreibt hier beispielsweise die bei Anwendung (nur) der Methode der kleinsten Quadrate zu erwartende Abweichung von der tatsächlichen Position des Fahrzeugs.

15 Der untere Verlauf mit durchgezogener Linie zeigt den zeitlichen Verlauf der zweiten Integritätsinformation 7. Diese wird hier beispielhaft auf Basis einer Kalman-Filter-Lösung ermittelt bzw. von einem Kalman-Filter ausgegeben. Die zweite Integritätsinformation 7 beschreibt hier beispielsweise die bei Anwendung (nur) des Kalman-Filters zu erwartende Abweichung von der tatsächlichen Position des Fahrzeugs.

20 Der Verlauf mit gestrichelter Linie veranschaulicht beispielhaft den Verlauf des als Ergebnis der Fusionierung 17 ermittelten Integritätsbereichs 1. Dieser vereint die dynamischen Eigenschaften der ersten Integritätsinformation 5 mit der Zuverlässigkeit der zweiten Integritätsinformation 7.

25

## Ansprüche

1. Verfahren zum Ermitteln eines Integritätsbereichs (1) einer Parameterschätzung, wobei der Integritätsbereich (1) den Bereich  
5 beschreibt, in dem ein geschätzter Parameter mit einer Mindestwahrscheinlichkeit liegt, wobei das Verfahren zumindest folgende Schritte umfasst:
  - a) Ermitteln einer ersten Integritätsinformation (5) auf Basis zumindest von Daten (2) mindestens eines ersten Sensors (13) oder einer  
10 ersten Methode (4) zur Bestimmung der Integritätsinformation,
  - b) Ermitteln einer zweiten Integritätsinformation (7) auf Basis zumindest von Daten (3) mindestens eines sich von dem ersten Sensor unterscheidenden zweiten Sensors (14) oder einer sich von der  
15 ersten Methode (4) unterscheidenden zweiten Methode (6) zur Bestimmung der Integritätsinformation,
  - c) Ermitteln des Integritätsbereichs (1) durch Fusionieren zumindest der ersten Integritätsinformation (5) und der zweiten Integritätsinformation (7).
- 20 2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Verfahren zum Ermitteln eines Integritätsbereichs (1) einer Parameterschätzung eines Fahrbetriebsparameters eines Kraftfahrzeugs (10) dient.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei zumindest der erste Sensor (13) oder der zweite Sensor (14) in oder an einem Kraftfahrzeug (10)  
25 angeordnet sind.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei als erste Integritätsinformation (5) ein erster Integritätsbereich ermittelt wird.  
30
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei als zweite Integritätsinformation (7) ein zweiter Integritätsbereich ermittelt wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei in Schritt c) eine Gewichtung der ersten Integritätsinformation (5) und der zweiten  
35 Integritätsinformation (7) erfolgt.

- 5 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine dritte Integritätsinformation (9) für den geschätzten Parameter auf Basis zumindest von Daten (3) mindestens eines dritten Sensors (15) oder einer dritten Methode (8) zur Bestimmung der Integritätsinformation ermittelt wird und wobei auch die dritte Integritätsinformation (9) bei dem Fusionieren in Schritt c) berücksichtigt wird.
- 10 8. Computerprogramm zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7.
9. Maschinenlesbares Speichermedium, auf dem das Computerprogramm nach Anspruch 8 gespeichert ist.
- 15 10. Steuergerät (11) für ein Kraftfahrzeug (10), wobei das Steuergerät (11) zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7 eingerichtet ist.

Fig. 1

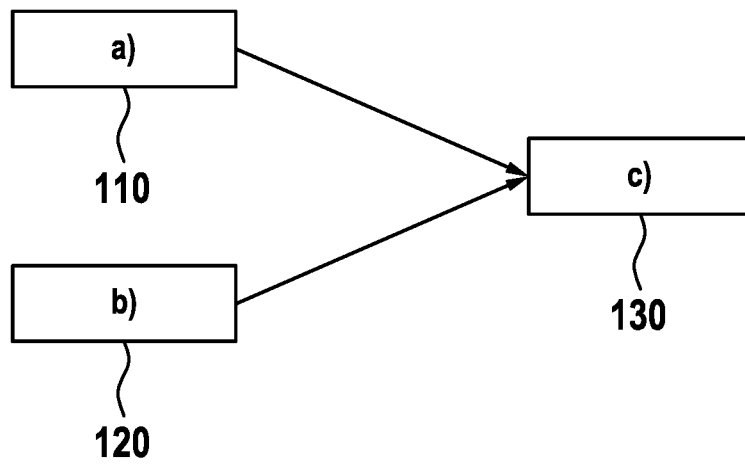


Fig. 2

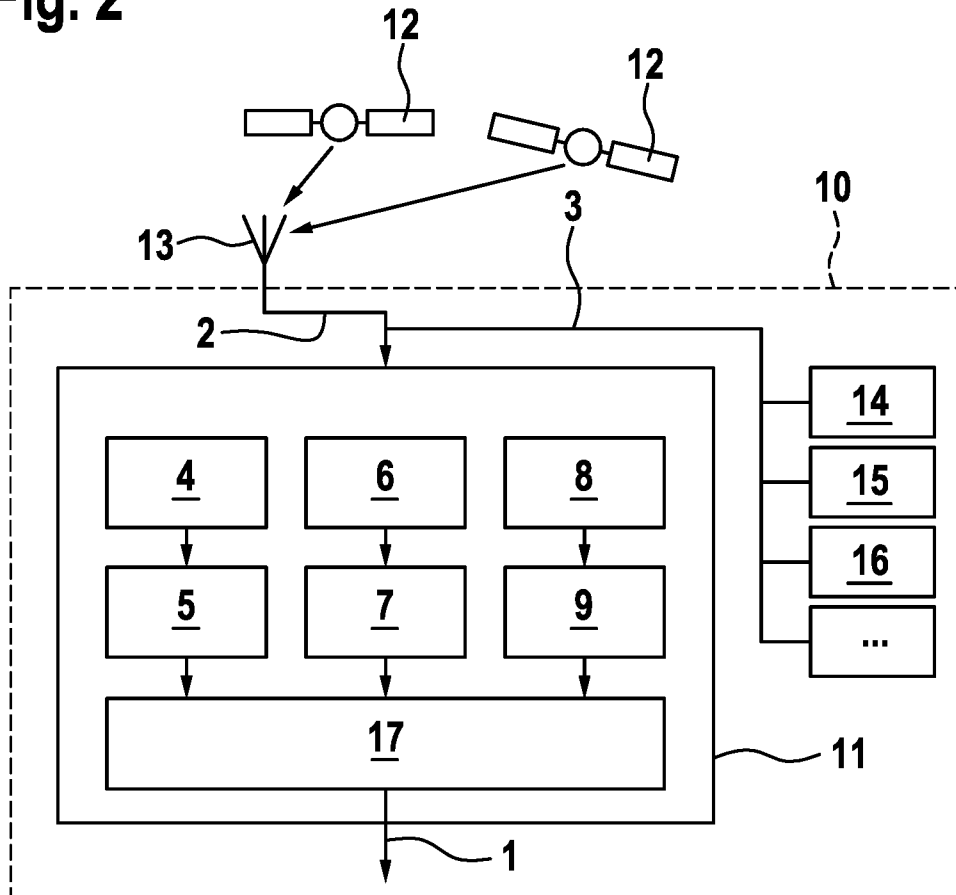
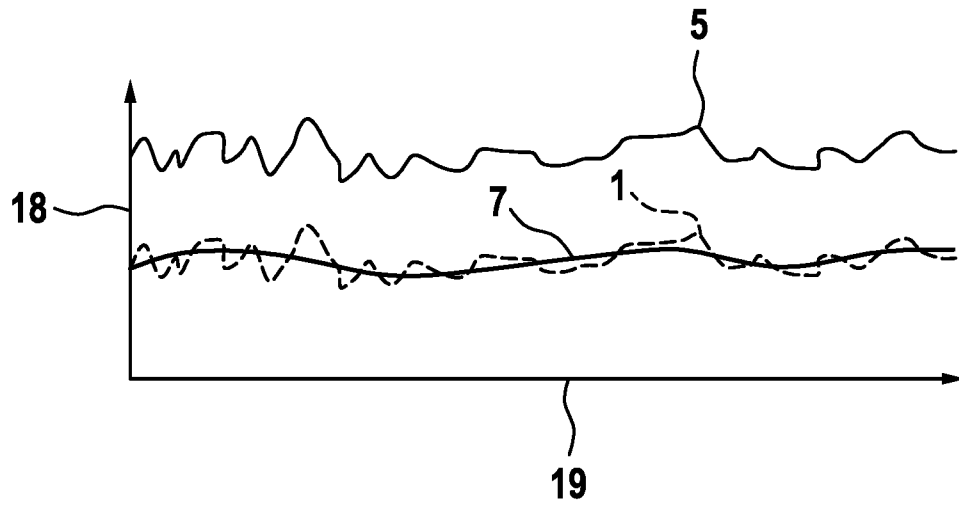


Fig. 3



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/EP2019/084171**

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> <i>G01S 19/20</i> (2010.01)i; <i>B60W 50/02</i> (2012.01)i; <i>G01S 19/45</i> (2010.01)n  According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>  Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G01S; B60W  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		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2016084655 A1 (ROBERFROID DAVID [FR] ET AL) 24 March 2016 (2016-03-24) abstract figures 1, 2 paragraph [0001] - paragraph [0014] paragraph [0026] paragraph [0033] - paragraph [0048] paragraph [0107] - paragraph [0109] paragraph [0121]	1-10
X	CN 108508461 A (QIANXUN LOCATION NETWORK ZHEJIANG CO LTD) 07 September 2018 (2018-09-07) the whole document	1-10
X	US 2004239560 A1 (COATANTIEC JACQUES [FR] ET AL) 02 December 2004 (2004-12-02) 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.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <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>“&amp;” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search <b>11 March 2020</b>		Date of mailing of the international search report <b>19 March 2020</b>
Name and mailing address of the ISA/EP <b>European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands</b> Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer <b>Hugg, Sabine</b>  Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No. <b>PCT/EP2019/084171</b>
---

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2016084655	A1	24 March 2016	CN	105229540	A	06 January 2016
				EP	2987036	A1	24 February 2016
				FR	3004826	A1	24 October 2014
				RU	2015149390	A	22 May 2017
				US	2016084655	A1	24 March 2016
				WO	2014170478	A1	23 October 2014
				CN	108508461	A	07 September 2018
US	2004239560	A1	02 December 2004	CA	2461595	A1	10 April 2003
				EP	1430272	A1	23 June 2004
				FR	2830320	A1	04 April 2003
				US	2004239560	A1	02 December 2004
				WO	03029755	A1	10 April 2003

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
 INV. G01S19/20 B60W50/02  
 ADD. G01S19/45

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

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
 G01S B60W

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	US 2016/084655 A1 (ROBERFROID DAVID [FR] ET AL) 24. März 2016 (2016-03-24) Zusammenfassung Abbildungen 1, 2 Absatz [0001] - Absatz [0014] Absatz [0026] Absatz [0033] - Absatz [0048] Absatz [0107] - Absatz [0109] Absatz [0121]	1-10
X	----- CN 108 508 461 A (QIANXUN LOCATION NETWORK ZHEJIANG CO LTD) 7. September 2018 (2018-09-07) das ganze Dokument	1-10
X	----- US 2004/239560 A1 (COATANTIEC JACQUES [FR] ET AL) 2. Dezember 2004 (2004-12-02) 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

11. März 2020

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

19/03/2020

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

Haugg, Sabine

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/084171

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2016084655	A1	24-03-2016	
		CN 105229540 A	06-01-2016
		EP 2987036 A1	24-02-2016
		FR 3004826 A1	24-10-2014
		RU 2015149390 A	22-05-2017
		US 2016084655 A1	24-03-2016
		WO 2014170478 A1	23-10-2014
-----			
CN 108508461	A	07-09-2018	KEINE
-----			
US 2004239560	A1	02-12-2004	
		CA 2461595 A1	10-04-2003
		EP 1430272 A1	23-06-2004
		FR 2830320 A1	04-04-2003
		US 2004239560 A1	02-12-2004
		WO 03029755 A1	10-04-2003
-----			