

(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
17. Januar 2019 (17.01.2019)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/011383 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G01S 7/40 (2006.01) G01S 13/72 (2006.01)
G01S 13/93 (2006.01) G01S 13/86 (2006.01)
G01S 13/52 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2018/200047

(22) Internationales Anmeldedatum:
15. Mai 2018 (15.05.2018)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
17465531.6 10. Juli 2017 (10.07.2017) EP
10 2017 211 816.4
11. Juli 2017 (11.07.2017) DE

(71) Anmelder: CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH
[DE/DE]; Vahrenwalder Straße 9, 30165 Hannover (DE).

(72) Erfinder: OLARU, Ion Marian; Chateau Thierry, No. 54,
555300 Cislădie (RO).

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

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN,
KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO,
NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,
SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ,
DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT,
LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI,
SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN,
GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

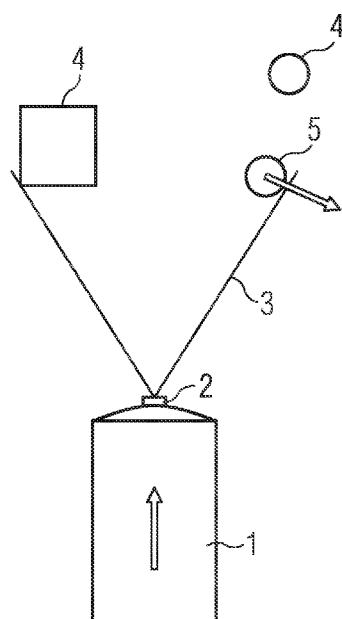
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: METHOD FOR CALCULATING A RADAR VISIBILITY DISTANCE, AND DEVICE FOR CARRYING OUT SAID METHOD

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM BERECHNEN EINER RADAR-ABSTANDSSICHTWEITE, UND EINE VORRICHTUNG ZUR DURCHFÜHRUNG DES VERFAHRENS

FIG 1



(57) Abstract: The invention relates to a method for calculating a radar visibility distance of a radar sensor (2), comprising the following steps: S1 developing a mathematical model and indicating a predicted value of a visibility distance from a previous cycle to a current cycle; S2 creating a new histogram using the real distance of all objects (4, 5) in a field of vision (3) of the radar sensor (2) and identifying a scenario; and S3 taking into account the mathematical model from the first method step (S1) and the identified scenario from the second method step (S2), and obtaining an estimated value of the visibility distance of the radar sensor (2). The invention also relates to a device for carrying out said method.

(57) Zusammenfassung: Verfahren zum Berechnen einer Radar-Abstandssichtweite eines Radarsensors (2), mit den Verfahrensschritten S1 Erstellen eines mathematischen Modells und Angeben eines vorausgesagten Wertes einer Abstandssichtweite von einem vorhergehenden Zyklus zu einem aktuellen Zyklus; S2 Aufbauen eines neuen Histogramms unter Verwendung des realen Abstands aller Objekte (4, 5) aus einem Sichtfeld (3) des Radarsensors (2) und Identifizieren eines Szenarios; und S3 Berücksichtigen des mathematischen Modells aus dem ersten Verfahrensschritt (S1) und des identifizierten Szenarios aus dem zweiten Verfahrensschritt (S2), und Erhalten eines geschätzten Wertes der Abstandssichtweite des Radarsensors (2); und eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.



WO 2019/011383 A1

VERFAHREN ZUM BERECHNEN EINER RADAR-ABSTANDSSICHTWEITE, UND
EINE VORRICHTUNG ZUR DURCHFÜHRUNG DES VERFAHRENS

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Berechnen einer Radar-Abstandssichtweite. Die Erfindung bezieht sich ferner auf eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Radargeräte werden in vielen Einsatzbereichen beispielsweise zur Erfassung von Objekten in einem Erfassungsbereich und zur Abstandsmessung verwendet. Bei Kraftfahrzeugen werden Radargeräte zunehmend eingesetzt, um Abstände zu vorausfahrenden Fahrzeugen und festen Objekten zu ermitteln.

Dabei bilden Radargeräte in Kraftfahrzeugen Bestandteile von Fahrerassistenzsystemen (ADAS Advanced Driver Assistance Systems) zur Erhöhung der Sicherheit von Fahrzeug, Fahrer und Verkehrsteilnehmern.

Ein Vorhandensein von Fremdmaterial oder Objekten kann eine Genauigkeit und Verlässlichkeit von Radargeräten, insbesondere von Radarsensoren bzw. Radarantennen, beeinträchtigen. Derartiges Fremdmaterial kann z.B. durch Umgebungsbedingungen verursacht sein, wie beispielsweise Temperatur, Feuchtigkeit, Eis, Schnee, Regen oder Dreck/Matsch. Eine solche Umgebungsbedingung kann ein bestimmungsgemäßes Betriebsverhalten der automatischen Radarsensoren beeinträchtigen, in Extremfällen sogar verhindern.

Für eine Analyse einer Leistungsver schlechterung von Radarsensoren wird eine sogenannte Sensor-Sichtweite benutzt. Diese beinhaltet eine statistische Näherung für die Fähigkeit des Sensors feste Objekte in dem gesamten Sichtfeld zu erfassen.

Um eine statistische Bereichs-Sichtweite zu erlangen, werden drei Histogramme verwendet, in die folgende Daten eingegeben

werden:

- Bewegliche Objekte
- Stationäre Objekte
- Erste/Letzte Erfassung von Objekten

Die Mittelwerte jedes Histogramms werden mittels Fusion verarbeitet und schließlich wird daraus die Sensor-Abstandssichtweite ermittelt. Wenn die Abstandssichtweite des Radarsensors 5 unter einem bestimmten Schwellwert liegt, erfolgt eine Meldung einer Leistungsabnahme.

Eines der Probleme der konventionellen Verfahren besteht darin, dass bei einer Aktualisierung der Histogramme die folgende Tatsache nicht berücksichtigt wird. Sobald Objekte das Sichtfeld des Radarsensors verlassen, und es keine Abschwächung bzw. Dämpfung des Radarsensors gibt (d.h. die Wetterbedingungen bzw. Umgebungsbedingungen bleiben gut), verringert sich der Mittelwert des oben erwähnten Histogramms, während die Leistung des Radarsensors nicht beeinträchtigt wird. Dieser verringerte Wert repräsentiert keine reale Leistungsabnahme und kann dabei zu einer falschen bzw. irrtümlichen Blockierungsmeldung führen.

Eine Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein verbessertes Verfahren zum Berechnen einer Radar-Abstandssichtweite zu schaffen.

Die Aufgabe wird durch einen Gegenstand mit dem in Anspruch 1 angegebenen Merkmalen gelöst.

Eine weitere Aufgabe besteht darin, eine Vorrichtung für ein solches Verfahren bereitzustellen.

Diese weitere Aufgabe wird durch einen Gegenstand mit dem in Anspruch 9 angegebenen Merkmalen gelöst.

Die Erfindung schafft demnach ein Verfahren zum Berechnen ei-

ner Radar-Abstandssichtweite eines Radarsensors , mit den folgenden Verfahrensschritten nämlich Erstellen eines mathematischen Modells und Angeben eines vorausgesagten Wertes einer Abstandssichtweite von einem vorhergehenden Zyklus zu einem aktuellen Zyklus; Aufbauen eines neuen Histogramms unter Verwendung des realen Abstands aller Objekte aus einem Sichtfeld des Radarsensors und Identifizieren eines Szenarios; und Berücksichtigen des mathematischen Modells aus dem ersten Verfahrensschritt und des identifizierten Szenarios aus dem zweiten Verfahrensschritt, und Erhalten eines geschätzten Wertes der Abstandssichtweite des Radarsensors.

Das Verfahren ermöglicht es vorteilhaft, Meldungen über eine Leistungsabschwächung eines Radarsensors bei schwierigen Umgebungsgegebenheiten zu verhindern. Dies erhöht die Sicherheit, da Radarfunktionen beibehalten und nicht deaktiviert werden.

Eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Berechnen einer Radar-Abstandssichtweite umfasst den Radarsensor, einen Statistikblock, einen Voraussagewertblock, einen Identifizierungsblock, einen Verknüpfungsblock mit einem Filter und einem Schätzungsblock, sowie einen Ausgabeblock.

Es ist dabei vorteilhaft, dass eine Implementierung der Vorrichtung in ein bereits vorhandenes Radarsystem möglich ist.

Die Möglichkeiten für Meldungen bei falschen Blockierungen des Radarsensors können vorteilhaft verringert werden.

In einer Ausführung wird beim Aufbauen eines Histogramms das Histogramm für einen Vergleich seines Mittelwertgradienten mit einem Mittelwertgradienten eines vorhandenen extrapolierten Abstands benutzt, und es wird zwischen einer realen Dämpfung und einem Objekt, welches das Sichtfeld des Radarsensors verlässt, unterschieden. Damit kann eine effektive Unter-

scheidung getroffen werden.

Bei einer weiteren Ausführungsform wird ein dynamisches Kalman-Filter angewendet. Dies ist eine erprobte Technik und einfach einzusetzen.

Eine weitere Ausführungsform sieht vor, dass das Erstellen des mathematischen Modells die Teilschritte T1.1. umfasst: Betrachten von letzten N Werten LetzteAbstandsWerte = $\{R_0, R_1, \dots, R_{N-1}\}$ von bereitgestellten Abstandssichtweiten; und T1.2 Nichtlineares Verbinden der letzten N Werte LetzteAbstandsWerte = $\{R_0, R_1, \dots, R_{N-1}\}$ zu einer Kurve (R) $R = R_{\text{LetzteAbstandsWerte}}(t)$ und Voraussagen einer Abstandssichtweite. Dabei kann für das nichtlineare Verbinden ein Levenberg-Marquardt Algorithmus verwendet werden, was eine wirksame Auswertung ergibt.

In einer weiteren Ausführung umfasst der zweite Verfahrensschritt nämlich das Aufbauen des Histogramms die folgenden drei Teilschritte.

T2.1 Erstellen einer Varianz des Systems oder des Messrauschens und Erzeugen eines Histogramms, welches in Beziehung mit real erfassten Abständen der Objekte, die sich in dem Sichtbereich des Radarsensors befinden;

T2.2 Ermitteln von Gradienten $\nabla \text{MeanReal}_k$ und $\nabla \text{MeanExtrapol}_k$ nach den folgenden Gleichungen:

$$\nabla \text{MeanReal}_k = \frac{\text{MeanReal}_k - \text{MeanReal}_{k-1}}{\text{ECU Zykluszeit}}$$

$$\nabla \text{MeanExtrapol}_k = \frac{\text{MeanExtrapol}_k - \text{MeanExtrapol}_{k-1}}{\text{ECU Zykluszeit}};$$

und

T2.3 Identifizieren eines zugehörigen Szenarios durch Analysieren der Gradienten $\nabla \text{MeanReal}_k$ und $\nabla \text{MeanExtrapol}_k$.

Dies ermöglicht vorteilhaft, dass durch Vergleichen dieser

Gradienten eine schnelle und effektive Identifikation des Szenarios möglich ist.

Bei einer weiteren Ausführungsform ist vorgesehen, dass der dritte Verfahrensschritt nämlich das Berücksichtigen des mathematischen Modells die folgenden Teilschritte aufweist.

T3.1 Vorhersagen der Abstandssichtweite basierend auf den letzten N Werten $R_k = R_{\text{LetzteAbstandsWerte}}(t_k)$;

T3.2 Messen eines Wertes $MeasR_k$, welcher von dem Mittelwert des Histogramms der extrapolierten Mittelwerte im Zyklus k bereitgestellt wird;

T3.3 Anpassen einer Kalmanverstärkung K_k eines Kalman-Filters in Abhängigkeit von dem identifizierten Szenario; und

T3.4 Einschätzen eines Zustands gemäß folgender Gleichung $EstR_k = R_k + K_k (R_k - MeasR_k)$ und entsprechendes Ausgeben oder Unterlassen einer Meldung.

Auf diese Weise kann eine effektive Anpassung des Filters und ein wirksames Einschätzen eines Zustands erreicht werden. Zudem kann die so berechnete Abstandssichtweite mit einer höheren Genauigkeit angegeben werden.

Eine weitere Ausführungsform sieht vor, dass in dem Teilschritt T3.3 die Kalmanverstärkung K_k im Fall des Dämpfungsszenarios derart angepasst wird, dass mehr Gewicht auf die Messung gelegt wird, und für den Fall von Objekten, welche in das Sichtfeld des Radarsensors hineinkommen oder es verlassen, die Kalmanverstärkung K_k so angepasst, dass mehr Gewicht auf die Vorhersage gelegt wird. Damit ist eine vorteilhafte Gewichtung für eine Entscheidung möglich.

In einer Ausführungsform der Vorrichtung kann das Filter ein Kalman-Filter aufweisen.

Das Verfahren und die Vorrichtung können bei jedem Radarerfassungssystem angewandt werden, z.B. auch bei Weitbereichsradarsystemen.

Die Erfindung wird im Zusammenhang mit den Figuren weiter anhand von Ausführungsbeispielen beschrieben.

Hierbei zeigt:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Fahrzeugs mit einem Radarsensor;
- Fig. 2 ein schematisches Flussdiagramm eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Verfahrens;
- Fig. 3 eine schematische grafische Darstellung von Abstandswerten;
- Fig. 4-6 schematische Histogramme von Abständen; und
- Fig. 7 ein schematisches Blockschaltbild eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Vorrichtung.

In Fig. 1 ist eine schematische Darstellung eines Fahrzeugs 1 mit einem Radarsensor 2 gezeigt.

Das Fahrzeug 1 fährt auf einer Straße in einer Richtung, die durch einen Pfeil angedeutet ist. Der Radarsensor 2 befindet sich an der Vorderseite des Fahrzeugs 1. Es können auch mehrere Radarsensoren 2 vorhanden sein.

Der Radarsensor 2 weist ein Sichtfeld 3 auf, das vorwärts in Fahrtrichtung des Fahrzeugs 1 gerichtet ist. Verschiedene Objekte 4, 5 in diesem Sichtfeld 3 werden von dem Radarsensor 2

erfasst, wobei deren Abstände gemessen werden. Das Objekt 5 bewegt sich aus dem Sichtfeld 3 heraus, was durch einen weiteren Pfeil angedeutet ist.

Diese Messwerte werden nun in einem erfindungsgemäßen Verfahren zum Berechnen einer Radar-Abstandssichtweite weiterverarbeitet.

Dazu zeigt Fig. 2 ein schematisches Flussdiagramm eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens.

In einem ersten Verfahrensschritt S1 wird ein mathematisches Modell erstellt, um einen vorausgesagten Wert einer Abstandssichtweite von einem vorhergehenden Zyklus zu einem aktuellen Zyklus anzugeben.

Dann wird in einem zweiten Verfahrensschritt S2 ein neues Histogramm unter Verwendung des realen Abstands aller Objekte 4, 5 innerhalb des Sichtfelds 3 des Radarsensors 2 aufgebaut. Das Histogramm wird für einen Vergleich seines Mittelwertgradienten mit dem Mittelwertgradienten des vorhandenen extrapolierten Abstands benutzt, um zwischen einer realen Dämpfung und einem Objekt 5, welches das Sichtfeld 3 verlässt, zu unterscheiden.

Ein dritter Verfahrensschritt S3 beinhaltet ein Berücksichtigen des mathematischen Modells aus dem ersten Verfahrensschritt S1 und der Identifizierung des Szenarios aus dem zweiten Verfahrensschritt S2, indem ein dynamischer Kalman-Filter angewendet wird, wodurch dann ein geschätzter Wert der Abstandssichtweite erhalten wird.

Im Folgenden werden die Verfahrensschritte S1 bis S3 weiter erläutert.

Zum Erstellen des mathematischen Modells werden im ersten Verfahrensschritt S1 in einem ersten Teilschritt T1.1 die

letzten N Werte der Abstandssichtweite, welche durch die schon vorhandenen, oben in der Beschreibungseinleitung beschriebenen Histogramme zur Verfügung gestellt werden, betrachtet. Die letzten N Werte werden wie folgt bezeichnet

$$\text{LetzteAbstandsWerte} = \{R_0, R_1, \dots, R_{N-1}\} \quad (1)$$

Diese letzten Abstandswerte 6 sind in einer schematischen grafischen Darstellung in Fig. 3 über der Zeit t mit kleinen Kreisen aufgetragen.

Dann wird in einem weiteren Teilschritt T1.2 ein nichtlinearer Verbindungsprozess, z.B. ein Levenberg-Marquardt Algorithmus, auf den Satz der letzten Abstandswerte 6 angewandt. Daraus ergibt sich eine zusammenhängende Kurve R über der Zeit t mit der Bezeichnung

$$R = R_{\text{LetzteAbstandsWerte}}(t)$$

Die Kurve $R_{\text{LetzteAbstandsWerte}}(t)$ wird benutzt, um eine Voraussage einer Abstandssichtweite für den nächsten Verfahrensschritt S2 treffen zu können.

In dem zweiten Verfahrensschritt S2 wird zur Erstellung der Varianz des Systems oder des Mess-Rauschens in einem weiteren Teilschritt T2.1 ein neues Histogramm erzeugt, welches in Beziehung mit real erfassten Abständen der Objekte 4, 5, die sich in dem Sichtbereich 3 des Radarsensors 2 befinden. Dies ist in Fig. 4 als ein schematisches Histogramm 7 gezeigt, wobei Muster in einem realen Abstandsverhalten repräsentiert werden, die aus den Felddatenmessungen beobachtet wurden.

Fig. 5 und 6 stellen das Verhalten über der Zeit t des Histogramms 7 mit den realen Abständen dar. Dabei zeigt Fig. 5 ein Histogramm 8 für extrapolierte Abstände ohne Abschwächung, und Fig. 6 zeigt ein Histogramm für extrapolierte Abstände mit einer Abschwächung.

Bei Eintritt einer realen Dämpfung resultiert dies in der Ab-

schwächung des extrapolierten Abstands aller Objekte in dem Bereich der Sichtweite 3 des Radarsensors 2. Dies zeigt Fig. 6 als Histogramm 9. In diesem Fall der realen Dämpfung wird eine Verschiebung aller extrapolierten Daten des Histogramms 9 in der Fig. 6 nach links (durch Pfeil angedeutet) beobachtet.

In dem Fall, bei welchem eine Situation einer Erholung von einem Dämpfungs-Szenario (durch Umwelteinflüsse, wie oben beschrieben) eintritt und sich das Reflexionsvermögen aller Objekte erhöht, kann eine Verschiebung aller Daten des Histogramms 8 gemäß Fig. 5 nach rechts festgestellt werden.

Die Verschiebung der extrapolierten Daten wird in dem Gradienten (siehe die folgenden Gleichungen (2) und (3)) des Mittelwertes aller Daten in dem Histogramm wiedergegeben.

$$\nabla \text{MeanReal}_k = \frac{\text{MeanReal}_k - \text{MeanReal}_{k-1}}{\text{ECU Zykluszeit}} \quad (2)$$

$$\nabla \text{MeanExtrapol}_k = \frac{\text{MeanExtrapol}_k - \text{MeanExtrapol}_{k-1}}{\text{ECU Zykluszeit}} \quad (3)$$

Es werden in einem weiteren Teilschritt T2.2 die beiden Gradienten $\nabla \text{MeanReal}_k$ und $\nabla \text{MeanExtrapol}_k$ ermittelt bzw. berechnet.

In dem Fall eines schrittweisen Dämpfungs-Szenarios oder einer Erholung vom Dämpfen liegt der Wert $\nabla \text{MeanReal}_k$ in der Nachbarschaft von Null und $\nabla \text{MeanExtrapol}_k$ ist streng korreliert mit der Leistungsabnahme, d.h. es erfolgt eine schnelle Veränderung von MeanExtrapol_k verglichen mit MeanReal_k .

In dem Fall, in welchem Objekte 5 das Sichtfeld 3 verlassen oder in dieses hineinkommen, sind beide Gradienten, nämlich $\nabla \text{MeanReal}_k$ und $\nabla \text{MeanExtrapol}_k$ streng korreliert.

Somit kann in einem Teilschritt T2.3 eine Identifizierung des

zugehörigen Szenarios durch Analysieren der Gradienten $\nabla \text{MeanReal}_k$ und $\nabla \text{MeanExtrapol}_k$ erfolgen.

Zur Erlangung des geschätzten Wertes für die Abstandssichtweite werden bei der Anwendung des Kalman-Filters und der obigen Daten in dem dritten Verfahrensschritt S3 die folgenden Teilschritte T3.1 bis T3.4 durchgeführt.

In einem Teilschritt T3.1 wird eine Vorhersage der Abstandssichtweite basierend auf den letzten N Werten aus Gleichung (1) vorgenommen:

$$R_k = R_{\text{LetzteAbstandswerte}}(t_k) \quad (4)$$

In einem weiteren Teilschritt T3.2 erfolgt die Messung MeasR_k , welche von dem Mittelwert des Histogramms der extrapolierten Mittelwerte im Zyklus k bereitgestellt wird, verwendet.

In einem weiteren Teilschritt T3.3 wird die Kalmanverstärkung K_k des Kalman-Filters in Abhängigkeit von dem identifizierten Szenario angepasst.

Im Fall des Dämpfungs-Szenarios erhöht sich die Varianz des Systems, und daher wird die Kalmanverstärkung K_k dahingehend angepasst, um mehr Gewicht auf die Messung zu legen.

Für den Fall von Objekten 5, welche in das Sichtfeld 3 hineinkommen oder es verlassen, wodurch die Varianz des Systems erniedrigt wird, wird die Kalmanverstärkung K_k derart angepasst, dass mehr Gewicht auf die Vorhersage gelegt wird.

In einem Teilschritt T3.4 ergibt sich der geschätzte Zustand zu

$$\text{EstR}_k = R_k + K_k (R_k - \text{MeasR}_k) \quad (5)$$

Anhand dieses Zustands kann eine entsprechende Meldung ausge-

geben werden oder unterbleiben.

Auf diese Weise können Meldungen aufgrund von falschen Blockierungen verringert werden, wobei die errechnete Abstandssichtweite genauer wird.

In Fig. 5 ist ein schematisches Blockschaltbild eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 10 dargestellt.

Die Vorrichtung 10 umfasst hier den Radarsensor 2, einen Statistikblock 11, einen Voraussagewertblock 12, einen Identifizierungsblock 13, einen Verknüpfungsblock 14 mit einem Filter 15 und einem Schätzungsblock 16, und einen Ausgabeblock 17.

Der Statistikblock 11 erzeugt das mathematische Modell des ersten Verfahrensschrittes S1. Der Voraussagewertblock 12 ist zur Voraussage eines Wertes der Abstandssichtweite ausgebildet. Der Identifizierungsblock 13 erstellt die Histogramme zur Untersuchung und Vergleiche der Mittelwertgradienten und identifiziert einen Zustand bzw. ein Szenario nach Unterscheidung zwischen einer realen Dämpfung und einem Objekt 5, welches das Sichtfeld 3 verlässt.

Der Verknüpfungsblock 14 dient zur Verknüpfung des mathematischen Modells aus dem Statistikblock 11 und der Identifizierung des Szenarios aus dem Identifizierungsblock 13. Dabei weist der Verknüpfungsblock 14 das Filter 15 und den Schätzungsblock 16 auf. Das Filter 15 kann z.B. ein Kalman-Filter aufweisen.

Der Ausgabeblock 17 führt eine Ausgabe einer Meldung durch, z.B. wenn eine identifizierte Blockierung des Radarsensors 2 durch Umgebungsbedingungen, wie z.B. Eis, Regen, Schmutz usw. vorliegt.

Die Vorrichtung 10 kann in ein vorhandenes Radarsensorbe-

triebssystem implementiert werden.

Das Verfahren und die Vorrichtung können bei jedem Radarerfassungssystem zur Anwendung kommen.

Das oben beschriebene Ausführungsbeispiel schränkt die Erfindung nicht ein, sondern sie ist im Rahmen der Ansprüche modifizierbar.

BEZUGSZEICHEN

1	Fahrzeug
2	Radarsensor
3	Sichtfeld
4, 5	Objekt
6	Abstandswert
7, 8, 9	Histogramm
10	Vorrichtung
11	Statistikblock
12	Voraussagewertblock
13	Identifizierungsblock
14	Verknüpfungsblock
15	Filter
16	Schätzungsblock
17	Ausgabeblock
R	Kurve
S	Verfahrensschritt
T	Teilschritt

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Berechnen einer Radar-Abstandssichtweite eines Radarsensors (2), mit den Verfahrensschritten

Erstellen (S1) eines mathematischen Modells und Angeben eines vorausgesagten Wertes einer Abstandssichtweite von einem vorhergehenden Zyklus zu einem aktuellen Zyklus;

Aufbauen (S2) eines neuen Histogramms unter Verwendung des realen Abstands aller Objekte (4, 5) aus einem Sichtfeld (3) des Radarsensors (2) und Identifizieren eines Szenarios; und

Berücksichtigen (S3) des mathematischen Modells aus dem ersten Verfahrensschritt (S1) und des identifizierten Szenarios aus dem zweiten Verfahrensschritt (S2), und Erhalten eines geschätzten Wertes der Abstandssichtweite des Radarsensors (2).

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass in dem zweiten Verfahrensschritt (S2) das Histogramm für einen Vergleich seines Mittelwertgradienten mit einem Mittelwertgradienten eines vorhandenen extrapolierten Abstands benutzt wird, und ein Unterscheiden zwischen einer realen Dämpfung und einem Objekt (5), welches das Sichtfeld (3) des Radarsensors (2) verlässt, erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass in dem dritten Verfahrensschritt (S3) ein Anwenden eines dynamischen Kalman-Filters erfolgt.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Verfahrensschritt (S1) die Teilschritte umfasst:
 - T1.1 Betrachten von letzten N Werten LetzteAbstandsWerte = $\{R_0, R_1, \dots, R_{N-1}\}$ von bereitgestellten Ab-

standssichtweiten; und

T1.2 Nichtlineares Verbinden der letzten N Werte LetzteAbstandsWerte = $\{R_0, R_1, \dots, R_{N-1}\}$ zu einer Kurve (R) $R = R_{\text{LetzteAbstandsWerte}}(t)$ und Voraussagen einer Abstandssichtweite.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Teilschritt T1.2 ein Levenberg-Marquardt Algorithmus verwendet wird.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Verfahrensschritt (S2) die Teilschritte umfasst:

T2.1 Erstellen einer Varianz des Systems oder des Messrauschens und Erzeugen eines Histogramms, welches in Beziehung mit real erfassten Abständen der Objekte (4, 5), die sich in dem Sichtbereich (3) des Radarsensors (2) befinden;

T2.2 Ermitteln von Gradienten $\nabla \text{MeanReal}_k$ und $\nabla \text{MeanExtrapol}_k$ nach den folgenden Gleichungen

$$\nabla \text{MeanReal}_k = \frac{\text{MeanReal}_k - \text{MeanReal}_{k-1}}{\text{ECU Zykluszeit}}$$

$$\nabla \text{MeanExtrapol}_k = \frac{\text{MeanExtrapol}_k - \text{MeanExtrapol}_{k-1}}{\text{ECU Zykluszeit}}; \text{ und}$$

T2.3 Identifizieren eines zugehörigen Szenarios durch Analysieren der Gradienten $\nabla \text{MeanReal}_k$ und $\nabla \text{MeanExtrapol}_k$.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der dritte Verfahrensschritt (S3) die Teilschritte aufweist:

T3.1 Vorhersagen der Abstandssichtweite basierend auf den letzten N Werten $R_k = R_{\text{LetzteAbstandsWerte}}(t_k)$;

T3.2 Messen eines Wertes $\text{Meas}R_k$, welcher von dem Mittelwert des Histogramms der extrapolierten Mittel-

werte im Zyklus k bereitgestellt wird;

T3.3 Anpassen einer Kalmanverstärkung K_k eines Kalman-Filters in Abhängigkeit von dem identifizierten Szenario; und

T3.4 Einschätzen eines Zustands gemäß folgender Gleichung $EstR_k = R_k + K_k (R_k - MeasR_k)$ und entsprechendes Ausgeben oder Unterlassen einer Meldung.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Teilschritt T3.3 die Kalmanverstärkung K_k im Fall des Dämpfungs-Szenarios derart angepasst wird, dass mehr Gewicht auf die Messung gelegt wird, und für den Fall von Objekten (5), welche in das Sichtfeld (3) des Radarsensors (2) hineinkommen oder das Sichtfeld (3) verlassen, die Kalmanverstärkung K_k derart angepasst, dass mehr Gewicht auf die Vorhersage gelegt wird.
9. Vorrichtung (10) zur Durchführung eines Verfahrens zum Berechnen einer Radar-Abstandssichtweite nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (10) den Radarsensor (2), einen Statistikblock (11), einen Voraussagewertblock (12), einen Identifizierungsblock (13), einen Verknüpfungsblock (14) mit einem Filter (15) und einem Schätzungsblock (16), und einen Ausgabeblock (17) aufweist.
10. Vorrichtung (10) nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Filter (15) ein Kalman-Filter ist.

FIG 1

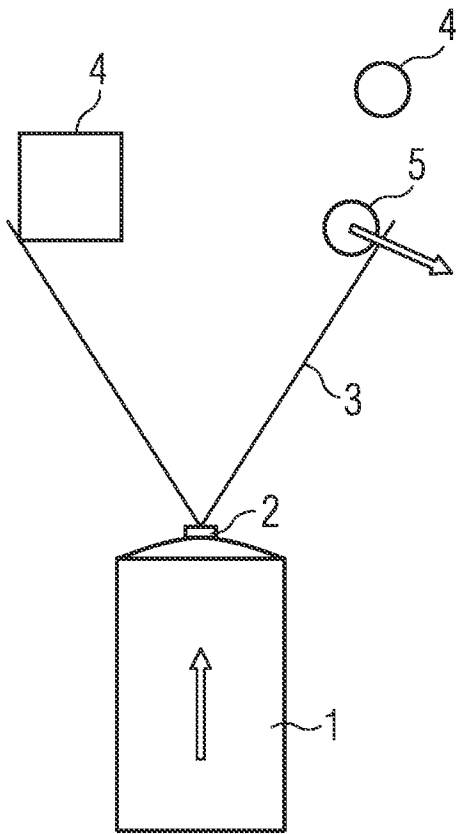


FIG 2

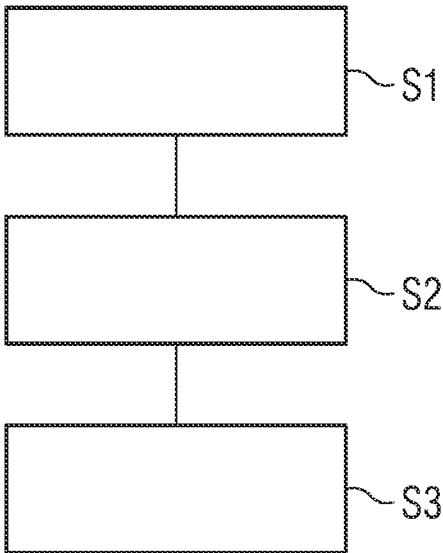


FIG 3

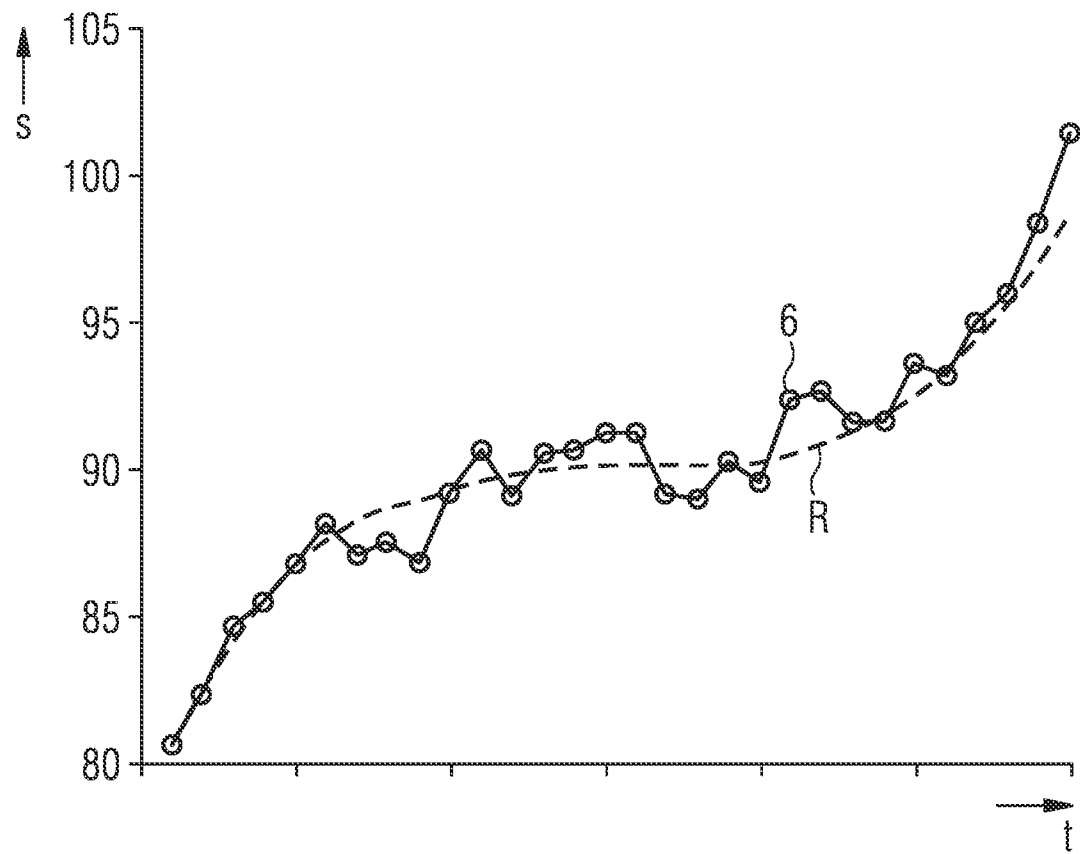


FIG 4

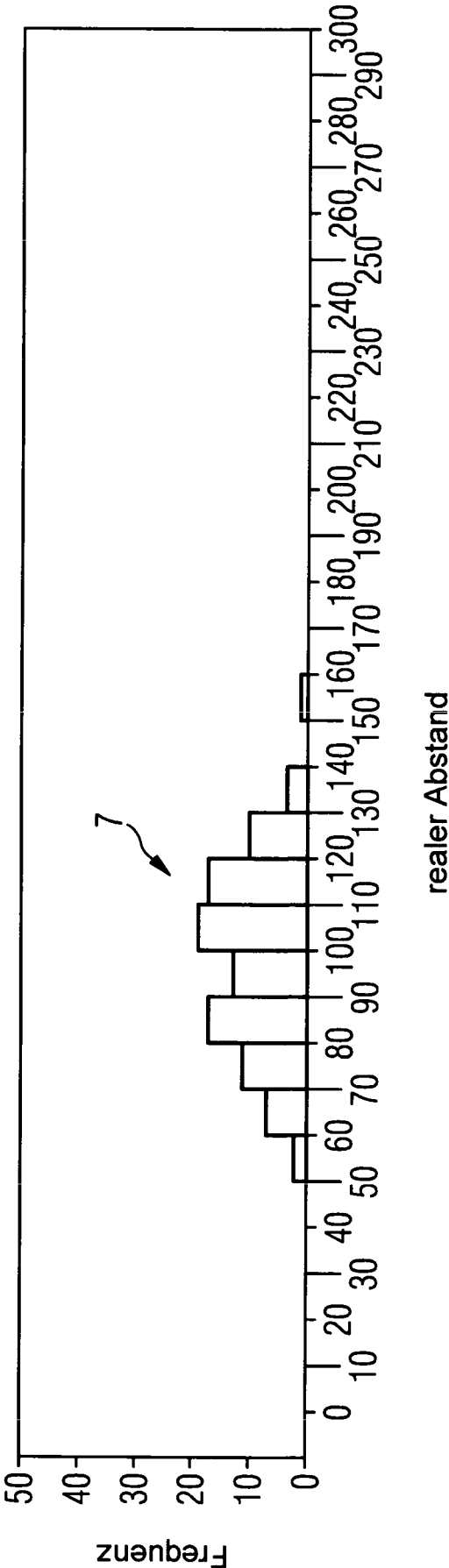


FIG 5

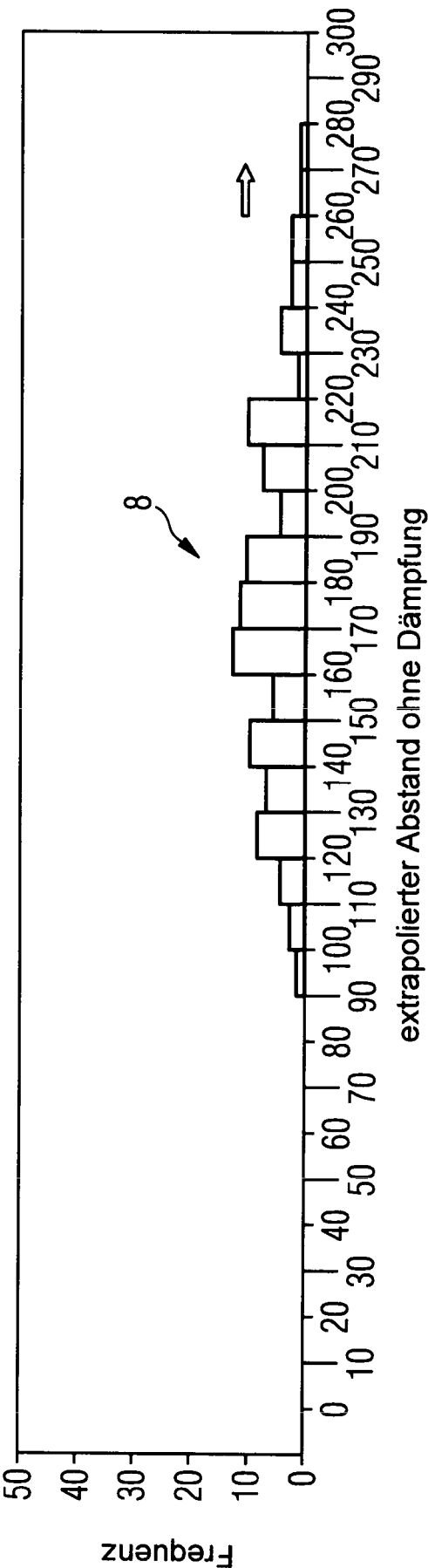


FIG 6

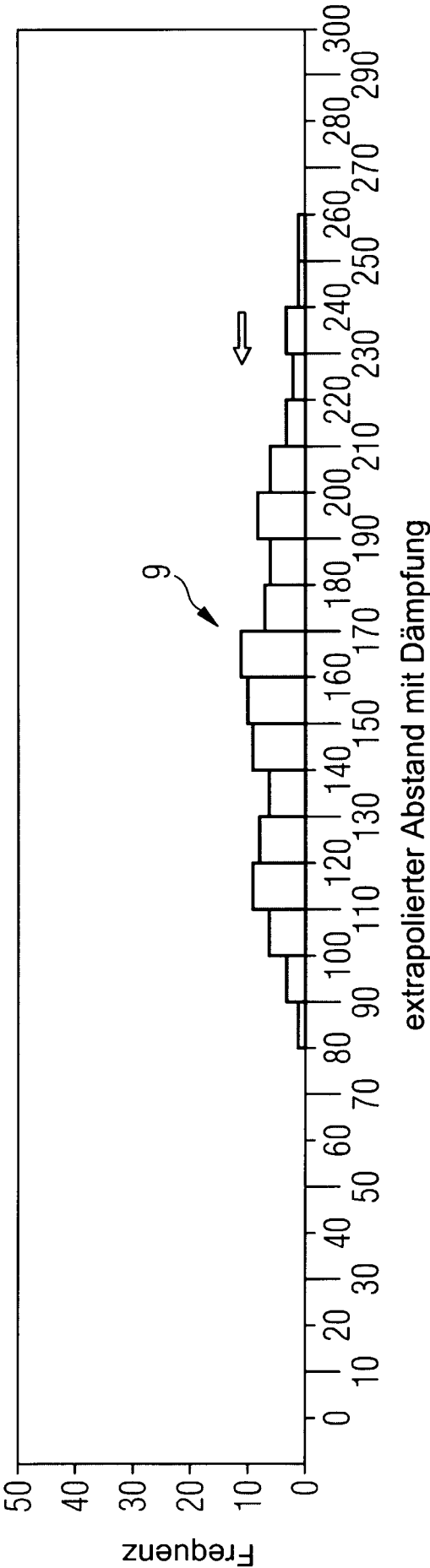
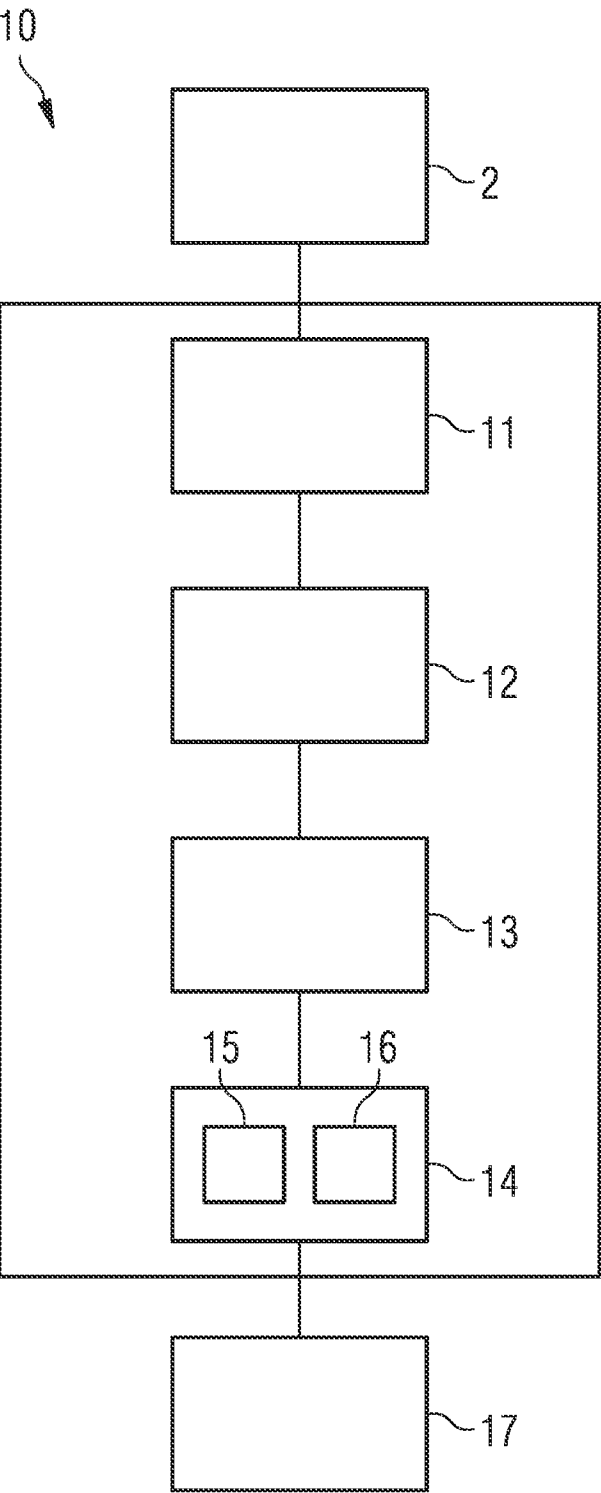


FIG 7



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2018/200047

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. G01S7/40 G01S13/93
ADD. G01S13/52 G01S13/72 G01S13/86

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X,P	EP 3 299 839 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 28 March 2018 (2018-03-28) paragraphs [0010] - [0014], [0017] - [0024], [0034], [0043] - [0048]; figures 1-4	1-4,9,10
X	----- DE 10 2005 059902 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 28 June 2007 (2007-06-28) paragraphs [0009] - [0014], [0039], [0051], [0055] - [0065]; figures 5A,5B	1-3,9,10
A	-----	4-8



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

23 July 2018

Date of mailing of the international search report

01/08/2018

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

Schmelz, Christian

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/DE2018/200047

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 3299839	A1	28-03-2018	NONE

DE 102005059902	A1	28-06-2007	NONE

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. G01S7/40 G01S13/93
 ADD. G01S13/52 G01S13/72 G01S13/86

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

B. RECHERCHIERTE 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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X,P	EP 3 299 839 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 28. März 2018 (2018-03-28) Absätze [0010] - [0014], [0017] - [0024], [0034], [0043] - [0048]; Abbildungen 1-4 -----	1-4,9,10
X	DE 10 2005 059902 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 28. Juni 2007 (2007-06-28)	1-3,9,10
A	Absätze [0009] - [0014], [0039], [0051], [0055] - [0065]; Abbildungen 5A,5B -----	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

23. Juli 2018

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

01/08/2018

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

Schmelz, Christian

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2018/200047

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 3299839	A1	28-03-2018	KEINE

DE 102005059902	A1	28-06-2007	KEINE
