



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2021 210 738.9**

(22) Anmeldetag: **27.09.2021**

(43) Offenlegungstag: **30.03.2023**

(51) Int Cl.: **G01S 13/931** (2020.01)

(71) Anmelder:

**Robert Bosch Gesellschaft mit beschränkter
Haftung, 70469 Stuttgart, DE**

(72) Erfinder:

**Schubert, Eugen, 71726 Benningen, DE; Stolz,
Martin, 71229 Leonberg, DE**

(56) Ermittelte Stand der Technik:

DE	10 2005 044 485	B4
US	2016 / 0 041 258	A1
WO	2020/ 252 227	A1

**QIU, L., JIN, T., ZHOU, Z.: Multipath model and
ghosts localization in ultra-wide band virtual
aperture radar. In: 12th International Conference
on Signal Processing (ICSP), 2014. S. 2149–2152.
- ISBN 978-1-4799-2188-1**

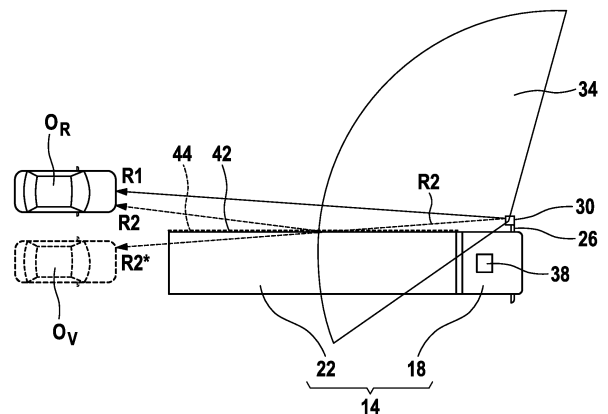
**ROOS F., SADEGHI, M., BECHTER, J.: Ghost
Target Identification by Analysis of the Doppler
Distribution in Automotive Scenarios. In: 18th
International Radar Symposium (IRS), 2017. S. 1–
9. - ISBN 978-3-7369-9343-3**

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur radargestützten Überwachung eines rückwärtigen Raums**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur radargestützten Überwachung eines rückwärtigen Raumes eines Lastkraftwagens (14). Der Lastkraftwagen (14) umfasst ein Radargerät (30) und wenigstens einen Auflieger (22). Das Verfahren umfasst dabei die Schritte des Ermitteln (A) verschiedener Objekte (O_R , O_V) und deren Position mittels des Radargeräts (30), des Bestimmen einer Ausrichtung (B) des Aufliegers (22) zum Radargerät (30), des Bestimmen (C) der Objekte (O_V), die aufgrund ihrer Position durch die Ausrichtung des Aufliegers (22) für das Radargerät (30) verdeckt werden, und des Ermitteln der wahren Position der als verdeckt ermittelten Objekte (O_V), anhand der Ausrichtung des Aufliegers (22) und einer ermittelten Reflexion der Radarwellen an dem Auflieger (22).



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur radargestützten Überwachung eines rückwärtigen Raumes eines Lastkraftwagens. Zusätzlich betrifft die Erfindung eine Einrichtung zum Durchführen eines solchen Verfahrens.

Stand der Technik

[0002] Für Fahrerassistenzsysteme, wie beispielsweise Totwinkelüberwachung, werden inzwischen vielfach radarbasierte Systeme verwendet, um ein Fahrzeugumfeld besser überwachen zu können. Radarbasierte Systeme haben dabei den Nachteil, dass die Radarwellen an Objekten reflektiert werden, so dass es zu einer Mehrwegeausbreitung der Radarwellen kommt. Dadurch können Objekte einem Ort zugeordnet werden, an dem sie nicht sind, so dass es zu sogenannten virtuellen Geisterobjekten kommt. Durch die große seitliche Rückstrahlfläche eines Aufliegers trifft dies insbesondere für Fahrerassistenzsysteme von Lastkraftwagen zu. Dies kann zu Fehlentscheidungen des Fahrerassistenzsystems führen.

[0003] Die DE 10 2012 108 023 A1 offenbart ein Verfahren zur radarbasierten Erkennung von Straßenrand Bebauungen durch Ausnutzung von Mehrwegeausbreitung von Radarstrahlen. In dem Verfahren werden beispielsweise zwei Zielobjekte mittels des Radars ermittelt. Ergibt sich bei einem Vergleich beider Zielobjekte eine Identität, so wird bei einem Zielobjekt auf eine Reflexion geschlossen. Auf Basis dieser Reflexion wird die Straßenrand Bebauung detektiert.

[0004] Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe liegt somit darin, ein Verfahren zur radargestützten Überwachung eines rückwärtigen Raumes eines Lastkraftwagens anzugeben, welches hinsichtlich Fehlerkennungen robuster ist.

[0005] Die Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen nach Anspruch 1. Zusätzlich gibt die Erfindung eine Einrichtung zum Durchführen eines solchen Verfahrens mit den Merkmalen nach Anspruch 7 an. Bevorzugte Ausführungsformen sind den abhängigen Ansprüchen zu entnehmen.

Offenbarung der Erfindung

[0006] Die Erfindung gibt ein Verfahren zur radargestützten Überwachung eines rückwärtigen Raumes eines Lastkraftwagens an. Der Lastkraftwagen umfasst ein Radargerät und wenigstens einen Auflieger. Das Verfahren umfasst dabei verschiedene Schritte. In einem ersten Schritt werden verschiedene Objekte und deren Position mittels des Radargeräts ermittelt. Als Objekte im Sinne der vorliegen-

den Erfindung werden dabei alle mittels eines Radargerätes detektierbaren bewegten oder stationären Objekte verstanden. Bevorzugt werden dabei Verkehrsteilnehmer oder Hindernisse im Verkehrsraum detektiert. Die Position der Objekte wird dabei aus der Richtung und der Laufzeit der reflektierten Radarstrahlen ermittelt.

[0007] Im nächsten Schritt wird eine Ausrichtung des Aufliegers zum Radargerät bestimmt. Die Ausrichtung des Anhängers gibt dabei an, wie eine auf der Seite des Radargeräts angeordnete Längsseite des Aufliegers zum Radargerät angeordnet ist. Die Ausrichtung wird dabei vorzugsweise als Winkel und Schnittpunkt einer Längsseitenachse des Aufliegers zu einer Längsachse des Zugfahrzeugs bestimmt.

[0008] Zusätzlich werden die Objekte bestimmt, die aufgrund ihrer Position durch die Ausrichtung des Aufliegers für das Radargerät verdeckt werden. Es besteht somit keine direkte Verbindung zwischen Radargerät und diesem Objekt. Ein solches Objekt befindet sich somit in einem Radarschatten des Aufliegers. Es wird somit darauf geschlossen, dass dieses Objekt nicht hätte so detektiert werden können, so dass es sich um ein virtuelles Objekt handeln muss.

[0009] In einem darauffolgendem Schritt wird die wahre Position der als verdeckt ermittelten Objekte, anhand der Ausrichtung des Aufliegers und einer ermittelten Reflexion der Radarwellen an dem Auflieger, ermittelt. Die virtuellen Objekte werden somit an der Längsseite der Aufliegers gespiegelt. Es ist somit möglich Fehlerkennungen von Objekten durch Mehrwegeausbreitung zu detektieren und auszuschließen. Dadurch wird die Erkennung wahrer Objekte verbessert. Insbesondere kann bei einer mehrfach Erkennung desselben Objektes die erkannten Objekteigenschaften, wie beispielsweise Kontur, Ausdehnung oder Objekttyp des Objektes verbessert werden. Zusätzlich können durch die Ermittlung der wahren Objekte, Objekte erkannt werden, welche aufgrund deren Lage zum Radargerät nicht hätten erkannt werden können. Die Erkennung von Objekten wird mit diesem Verfahren somit verbessert und die Anzahl der erkannten Objekte erhöht.

[0010] In einer bevorzugten Ausführung der Erfindung wird die Ausrichtung des Aufliegers zum Radargerät durch Auswertung von Odometriedaten einer Zugmaschine des Lastkraftwagens und statischen Parameter des Aufliegers ermittelt. Die statischen Parameter des Aufliegers umfassen dabei Werte zu den Abmessungen des Aufliegers und zu der Position des Königszapfens des Aufliegers zum Radargerät. Diese Werte sind während der Fahrt konstant. Odometrie umfasst dabei eine Methode der Schätzung von Position und Orientierung eines mobilen Systems

anhand der Daten seines Vortriebsystems. Die Daten können dabei den Lenkwinkel des Zugfahrzeugs umfassen. Da diese Werte standardmäßig ermittelt werden, müssen keine zusätzlichen Vorrichtungen vorgesehen werden, mit welchen eine Ausrichtung ermittelt wird. Anhand dieser Daten lässt sich die Ausrichtung des Aufliegers somit einfach und wirtschaftlich ermitteln.

[0011] Alternativ können Sensoren angeordneten sein, mit welchen ein Winkel zwischen Zugfahrzeug und Auflieger ermittelt wird. Die Sensoren können dabei im Bereich des Königszapfens vorgesehen sein. Ebenfalls kann ein Abstandssensor zwischen Zugfahrzeug und Auflieger vorgesehen sein, über welchen bei einer Abstandsänderung ein entsprechender Winkel des Aufliegers ermittelbar ist. Über solche Sensoren kann die Ausrichtung des Aufliegers noch genauer ermittelt werden.

[0012] In einer weiteren bevorzugten Ausführung der Erfindung wird die Ausrichtung des Aufliegers über eine Radardetektion bestimmt. Bei der Bestimmung werden dabei die zurückgeworfenen Radarstrahlen detektiert. Anhand dieser Strahlen wird die Position Längsseite des Aufliegers ermittelt. Mit diesem Verfahren werden somit keine weiteren Vorrichtungen benötigt, um die Ausrichtung des Aufliegers zum Zugfahrzeug zu detektieren. Dadurch kann die Ausrichtung des Aufliegers zum Zugfahrzeug einfach und wirtschaftlich detektiert werden.

[0013] Vorzugsweise wird der Auflieger detektiert, anhand der Relativgeschwindigkeit des Aufliegers zur Zugmaschine, so dass die Radarwerte, deren Relativgeschwindigkeit Null sind dem Auflieger zugeordnet werden. Nach diesem Verfahren wird somit lediglich ein Objekt als Auflieger detektiert, wenn dieser die gleiche Geschwindigkeit wie das Zugfahrzeug aufweist. Da andere Objekte in der Regel eine Relativgeschwindigkeit zum Lastkraftwagen aufweisen, werden Fehlzuordnungen durch andere Objekte vermieden. Die Erkennung des Aufliegers wird somit verbessert und Fehlern wird vorgebeugt. Zusätzlich werden andere Objekte, aufgrund deren Relativgeschwindigkeit zum Zugfahrzeug leichter erkannt. Dadurch wird die Detektierung von Objekten verbessert.

[0014] In einer alternativen Ausführung, ist der Auflieger anhand seiner Form und der detektierten Radarreflexe zu erkennen, so dass darüber die Position des Aufliegers bestimmt werden kann.

[0015] In einer vorteilhaften Weiterbildung wird die Messung mittels eines FMCW (frequency modulated continuous wave radar) Radargeräts durchgeführt. FMCW-Radare arbeiten oft mit einer periodischen Frequenzmodulation. Durch geeignete Wahl der Frequenzmodulation können in einer kurzen Distanz

eine hohe Entfernungsgenauigkeit erzielt werden. Dadurch kann die Position der Objekte mit einer hohen Genauigkeit ermittelt werden. In einer weiteren Alternative wird die Messung mittels eines OFDM (Orthogonal Frequency-Division Multiplexing) Radargeräts durchgeführt.

[0016] Vorteilhafterweise werden die ermittelten Objekte einem Fahrerassistenzsystem übermittelt. Das Fahrerassistenzsystem kann dabei beispielsweise ein Parkassistenzsystem oder ein Totwinkelüberwachungssystem sein. Anhand der ermittelten Daten zu den Objekten können die Fahrerassistenzsystem fehlerfreier reagieren. Ebenso wird die Funktionalität der Fahrerassistenzsystem durch die verbesserte Detektierung von Objekten erhöht.

[0017] Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe wird zusätzlich durch eine Einrichtung zum Durchführen des erfindungsgemäßen Verfahrens gelöst. Die Einrichtung umfasst dabei ein Radargerät, umfassend wenigstens einen Radarsensor, und eine Recheneinheit zum Berechnen der wahren Position des Objektes. Mit einer solchen Einrichtung werden im Wesentlichen die zu dem Verfahren genannten Vorteile erzielt.

[0018] Bei einer vorteilhaften Ausführung ist das Radargerät an wenigstens einem Außenspiegel des Lastkraftwagens angeordnet. Durch einen Außenspiegel wird eine äußere Längsseite des Aufliegers seitlich überragt. Dadurch kann die Längsseite des Aufliegers auch noch bei einem zum Radargerät abgewandtem Winkel des Aufliegers detektiert werden. Eine Detektierung von Objekten und der Längsseite des Aufliegers wird somit verbessert.

[0019] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 Erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung,

Fig. 2 Zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung,

Fig. 3 Drittes Ausführungsbeispiel der Erfindung, und

Fig. 4 Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0020] In **Fig. 1** ist ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung gezeigt. In dieser Figur ist ein Lastkraftwagen 14 gezeigt, welcher eine Zugmaschine 18 und einen hinter der Zugmaschine 18 angeordneten Auflieger 22 aufweist. In diesem Ausführungsbeispiel ist an einem Außenspiegel 26 der Zugmaschine 18 ein Radargerät 30 angeordnet, welches einen Radarsensor aufweist. Mit dem Radargerät 30 wird im Wesentlichen ein rückwärtiger Raum des Last-

kraftwagens 14 überwacht, wie über den in der Figur gezeigten Sichtbereich 34 des Radargeräts 30 dargestellt ist. Zur Auswertung der Radarergebnisse ist in der Zugmaschine 18 eine Recheneinheit 38 angeordnet.

[0021] Des Weiteren sind in der Figur zwei durch das Radargerät 30 detektierte Objekte O_R , O_V gezeigt, welche hier als Autos dargestellt sind. Das Objekt O_R ist dabei ein reales Objekt, welches über die Radarwelle R1 detektiert wurde. Das Objekt O_V ist dahingegen virtuelles Objekt, welches aufgrund des als R2* gezeigten Radarstrahls, vermuteten Verlaufs des Radarstrahls R2 hinter dem Auflieger 22 detektiert wird. Die auf der Seite des Radargeräts 30 angeordnete Längsseite 42 des Aufliegers 22 bildet dabei für den Radarstrahl R2 eine Spiegelebene 44. Dadurch wird der Radarstrahl R2 an der Längsseite 42 des Aufliegers 22 reflektiert. Der Radarstrahl R2 verläuft somit nicht wie vermutet, als Radarstrahl R2*. Mit dem Radarstrahl R2 wird somit ebenfalls das Objekt O_R detektiert.

[0022] In der Recheneinheit 38 wird erkannt, dass aufgrund der Position des virtuellen Objekts O_V und des Aufliegers 22, dieses Objekt O_V nicht hätte detektiert werden können, da dieses durch den Auflieger 22 verdeckt wird. Zur Ermittlung der wahren Position des Objektes O_V ermittelt die Recheneinheit 38 die Ausrichtung der durch den Auflieger 22 gebildeten Spiegelebene 44. Anschließend wird das reale Objekt O_R durch eine Reflexion an der Längsseite 42 des Aufliegers 22 bestimmt, so dass Fehlmessungen dadurch eliminiert werden können.

[0023] Fig. 2 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung. Auch in diesem Ausführungsbeispiel wird ein virtuelles Objekt O_V ermittelt, welches sich für das Radargerät 30 nicht sichtbar, hinter dem Auflieger 22 befindet. In diesem Ausführungsbeispiel ist eine direkte Detektion des dazugehörigen realen Objektes O_R mittels einer Radarwelle R1 nicht möglich, da das reale Objekt O_R für die Radarwelle R1 durch ein weiteres Objekt O_W verdeckt wird. Auch hier erkennt die Recheneinheit 38, dass es sich bei dem Objekt O_V nicht um ein reales Objekt O_R handelt, da dieses sich hinter dem Auflieger 22 befindet. Die Recheneinheit 38 berechnet somit aufgrund der Ausrichtung des Aufliegers 22 und der Reflexion an der Längsseite 42 die reale Position des Objektes O_R .

[0024] Durch diese Vorgehensweise können Objekte O_R erkannt werden, die normalerweise durch das Radargerät 30 nicht hätten erkannt werden können. Dadurch wird die Detektion von Objekten O_R verbessert.

[0025] In Fig. 3 ist ein drittes Ausführungsbeispiel der Erfindung gezeigt. In dieser Figur ist eine Verdeck-

ckung 48 gezeigt. Diese Verdeckung 48 kann dabei ein anderer Lastkraftwagen, eine Mauer oder ähnliches sein. Dadurch ist es unmöglich die Objekte O_R auf direktem Weg mit den Radarwellen R1 zu detektieren. Der Lastkraftwagen 14 befindet sich dabei in einem Parkvorgang, um in einer Rückwärtsrichtung 50 neben der Verdeckung 48 einzuparken. Auch hier dient die Längsseite 42 des Aufliegers 22 als Spiegelebene 44. Die Recheneinheit 38 erkennt dabei, dass es sich bei den hinter dem Auflieger 22 ermittelten Objekten O_V um virtuelle Objekte handelt und berechnet aufgrund einer Reflexion an der Längsseite 42 des Aufliegers 22 die reale Position der Objekte O_R . Dadurch wird eine Detektion in nicht einsehbarer Bereich verbessert.

[0026] Fig. 4 zeigt ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens zur radargestützten Überwachung eines rückwärtigen Raumes eines Lastkraftwagens 14. In einem ersten Schritt A werden verschiedene Objekte O_R , O_V , wie Autos, Fußgänger oder Fahrradfahrer mittels des Radargeräts 30 im rückwärtigen Raum ermittelt. In einem nächsten Schritt B wird die Ausrichtung des Aufliegers 22 zum Radargerät 30 bestimmt. Dies wird beispielsweise mittels der Odometriedaten der Zugmaschine 38 und der statischen Parameter des Aufliegers 22, wie beispielsweise Breite des Aufliegers 22 und dem Abstand zur Zugmaschine 18, ermittelt. Anschließend werden in einem nächsten Schritt C die Objekte O_V bestimmt, die aufgrund ihrer ermittelten Position und der Ausrichtung des Aufliegers 22 hinter dem Auflieger 22 sind. Diese Objekte O_V wären somit eigentlich für das Radargerät 30 nicht ermittelbar.

[0027] In Schritt D wird für die als verdeckt ermittelten Objekte O_V die wahre Position ermittelt. Dazu wird anhand der ermittelten Ausrichtung des Aufliegers 22 eine Reflexion der Radarwellen am Auflieger 22 berechnet. Das wahre Objekt O_R entspricht dabei einem an der durch die Längsseite 42 des Aufliegers 22 gebildeten Spiegelebene 44 gespiegelten Objekt O_V . Die somit ermittelte wahre Position des Objektes O_R wird anschließend in Schritt E an ein Fahrerassistenzsystem zur weiteren Auswertung übermittelt.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102012108023 A1 [0003]

Patentansprüche

wenigstens einem Außenspiegel (26) des Lastkraftwagens (14) angeordnet ist.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

1. Verfahren zur radargestützten Überwachung eines rückwärtigen Raumes eines Lastkraftwagens (14), umfassend ein Radargerät (30) und wenigstens einen Auflieger (22), wobei das Verfahren die Schritte umfasst:

- Ermitteln (A) verschiedener Objekte (O_R , O_V) und deren Position mittels des Radargeräts (30),
- Bestimmen einer Ausrichtung (B) des Aufliegers (22) zum Radargerät (30),
- Bestimmen (C) der Objekte (O_V), die aufgrund ihrer Position durch die Ausrichtung des Aufliegers (22) für das Radargerät (30) verdeckt werden, und
- Ermitteln der wahren Position der als verdeckt ermittelten Objekte (O_V), anhand der Ausrichtung des Aufliegers (22) und einer ermittelten Reflexion der Radarwellen an dem Auflieger (22).

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ausrichtung des Aufliegers (22) zum Radargerät (30) durch Auswertung von Odometriedaten einer Zugmaschine (18) des Lastkraftwagens (14) und statischen Parameter des Aufliegers (22) ermittelt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ausrichtung des Aufliegers (22) über eine Radardetektion bestimmt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Auflieger (22) detektiert wird, anhand der Relativgeschwindigkeit des Aufliegers (22) zur Zugmaschine (18), so dass die Radarwerte, deren Relativgeschwindigkeit Null sind, dem Auflieger (22) zugeordnet werden.

5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Messung mittels eines FMCW Radargeräts (30) durchgeführt wird.

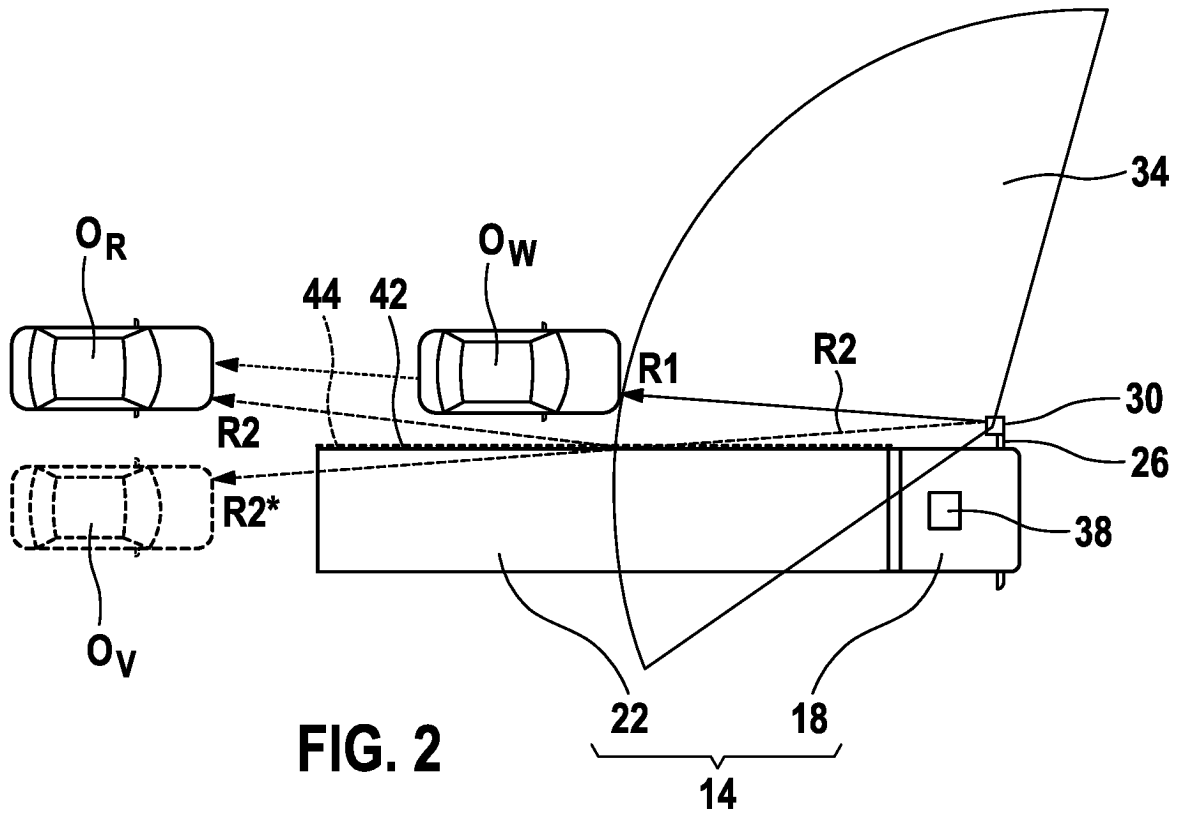
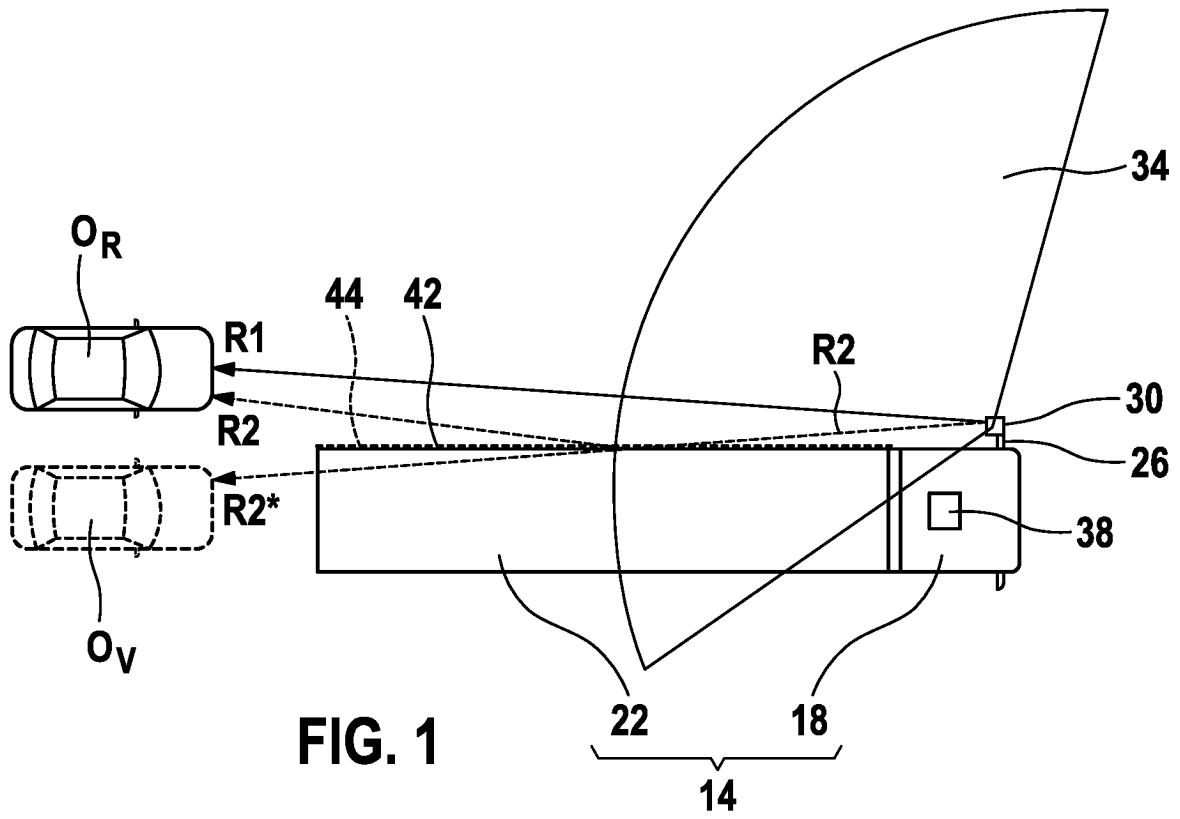
6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die ermittelten Objekte (O_R) einem Fahrerassistenzsystem übermittelt werden.

7. Einrichtung zum Durchführen eines Verfahrens nach einem der vorherigen Ansprüche, umfassend:

- Ein Radargerät (30) umfassend wenigstens einen Radarsensor, und
- Eine Recheneinheit (38) zum Berechnen der wahren Position des Objektes (O_R).

8. Einrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Radargerät (30) an

Anhängende Zeichnungen



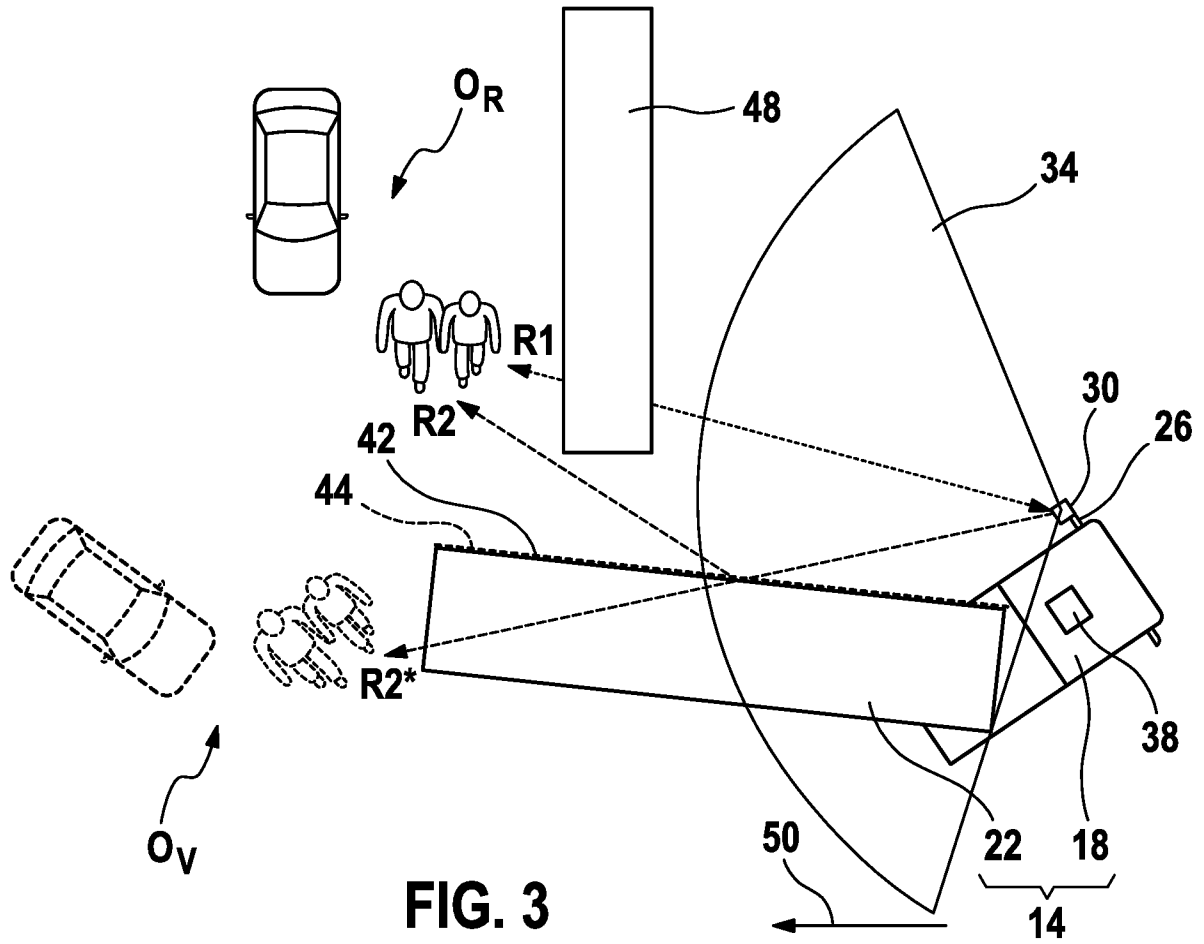


FIG. 3

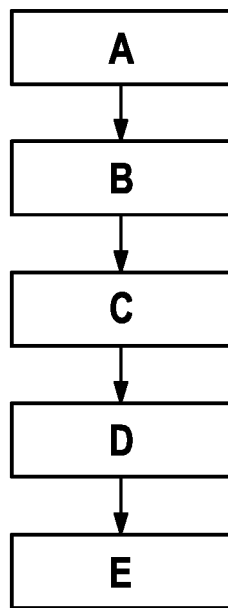


FIG. 4