



(10) **DE 10 2022 203 447 B4** 2023.11.30

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2022 203 447.3**
(22) Anmeldetag: **06.04.2022**
(43) Offenlegungstag: **12.10.2023**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **30.11.2023**

(51) Int Cl.: **G08G 1/16 (2006.01)**

B60R 1/22 (2022.01)
B60R 1/24 (2022.01)
B60R 1/26 (2022.01)
B60R 1/27 (2022.01)
B60R 16/023 (2006.01)
B60R 16/03 (2006.01)
H04N 7/18 (2006.01)
H04N 13/204 (2018.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
Tripleye GmbH, 76131 Karlsruhe, DE

(74) Vertreter:
**RAU, SCHNECK & HÜBNER Patentanwälte
Rechtsanwälte PartGmbH, 90402 Nürnberg, DE**

(72) Erfinder:
**Schick, Jens, 71083 Herrenberg, DE; Dubuisson,
Francois, 10119 Berlin, DE**

(56) Ermittelte Stand der Technik:

DE	10 2017 209 427	B3
DE	10 2012 025 580	A1
WO	2013/ 020 872	A1

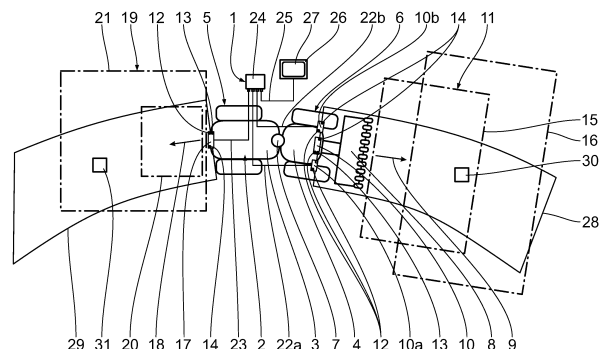
CAMPOS, Carlos [u.a.]: ORB-SLAM3: An accurate open-source library for visual, visual-inertial, and multimap SLAM. In: IEEE Transactions on Robotics (T-RO), Bd. 37, 2021, H. 6, S. 1874-1890. - ISSN 1552-3098; 1941-0468 (E); 1042-296X (P). DOI: 10.1109/TRO.2021.3075644. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=9440682> [abgerufen am 2022-06-10].

DOLD, Roland: Schlüsseltechnologie power over ethernet (PoE) - Energie und Daten über die strukturierte Verkabelung. In: Elektropraktiker, Bd. 71, 2017, H. 12, S. 996-999. - ISSN 0013-5569; 1867-7339 (P).

(54) Bezeichnung: **Optische Sensorvorrichtung zur Erfassung und Verarbeitung von Daten zu einer Umgebung eines Fahrzeugs sowie Verfahren zum Erfassen und Verarbeiten einer Umgebung eines Fahrzeugs**

(57) Zusammenfassung: Eine optische Sensorvorrichtung (1) dient zur Erfassung und Verarbeitung von Daten zu einer Umgebung eines Fahrzeugs (2). Die Sensorvorrichtung (1) hat mindestens eine Vorwärts-Sensoreinrichtung (10; 10a, 10b) zur Erfassung eines Vorwärts-Umgebungsbereichs (11) in Vorwärts-Fahrtrichtung (9) des Fahrzeugs (2). Mindestens eine Rückwärts-Sensoreinrichtung (17) dient zur Erfassung eines Rückwärts-Umgebungsbereichs (19). Mit diesen Sensoreinrichtungen steht eine Steuereinrichtung (26) in Signalverbindung. Anhand von Erfassungsdaten der Rückwärts-Sensoreinrichtung (17) ermittelt die Steuereinrichtung (26) eine Fahrtrichtung des Fahrzeugs und definiert einen Vorwärts-Fahrkanal (28) innerhalb des Vorwärts-Umgebungsbereichs (11). Bei Vorwärtsfahrt des Fahrzeugs (2) innerhalb des Vorwärts-Fahrkanals (28) nimmt die Steuereinrichtung (26) eine Hinderniserfassung vor und gibt bei Detektion eines Hindernisses (30) im Vorwärts-Fahrkanal (28) ein Warnsignal aus. Es resultiert eine optische Sensorvorrichtung, bei der eine Hindernisdetektion in Vorwärts-Fahrtrichtung des Fahr-

zeugs auch dann sicher erfolgt, wenn Fahrzeugaufbauten eine Erfassung des Vorwärts-Umgebungsbereichs durch die optische Sensorvorrichtung stören.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine optische Sensorvorrichtung zur Erfassung und Verarbeitung von Daten zu einer Umgebung eines Fahrzeugs. Ferner betrifft die Erfindung ein Fahrzeug mit einer derartigen optischen Sensorvorrichtung sowie ein Verfahren zum Erfassen und Verarbeiten einer Umgebung eines Fahrzeugs unter Einsatz einer derartigen optischen Sensorvorrichtung.

[0002] Eine optische Sensorvorrichtung der eingangs genannten Art ist bekannt aus der WO 2013/ 020 872 A1. Die DE 10 2017 209 427 B3 beschreibt eine Vorrichtung zur Überwachung eines Fahrschlauchs eines Fahrzeugs. Die DE 10 2012 025 580 A1 offenbart ein Verfahren zum Betreiben eines Kamerasystems sowie ein derartiges Kamerasystem.

[0003] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine optische Sensorvorrichtung der eingangs genannten Art derart weiterzubilden, dass eine Hindernisdetektion in Vorwärts-Fahrtrichtung des Fahrzeugs auch dann sicher erfolgt, wenn Fahrzeugaufbauten eine Erfassung eines Vorwärts-Umgebungsbereichs durch die optische Sensorvorrichtung stören.

[0004] Diese Aufgabe ist erfindungsgemäß gelöst durch eine optische Sensorvorrichtung mit den im Anspruch 1 angegebenen Merkmalen.

[0005] Erfindungsgemäß wurde erkannt, dass es anhand von Erfassungsdaten, die über eine Rückwärts-Sensoreinrichtung der optischen Sensorvorrichtung gewonnen werden, möglich ist, einen Vorwärts-Fahrkanal zu definieren, innerhalb dem dann bei Vorwärtsfahrt des Fahrzeugs z. B. eine Hindernisdetektion erfolgen kann. Fahrzeugaufbauten in Vorwärtsrichtung stören bei der Definition des Vorwärts-Fahrkanals nicht, da diese Definition mit Hilfe der Erfassungsdaten der Rückwärts-Sensoreinrichtung erfolgt. Nach erfolgter Installation der optischen Sensorvorrichtung am Fahrzeug und erfolgter Kalibrierung der optischen Sensorvorrichtung kann diese für verschiedenste Fahrzeuge genutzt werden, z. B. für Baufahrzeuge, Bagger, Gabelstapler oder landwirtschaftliche Fahrzeuge.

[0006] Die optische Sensorvorrichtung kann als ADAS-(advanced driving assistance)System, also als Fahrerassistenzsystem, ausgeführt sein. Die optische Sensorvorrichtung kann als autarkes System ohne Schnittstelle zu einer Fahrzeug-Steuerung des Fahrzeugs ausgeführt sein. Dies vereinfacht eine Installation der optischen Sensorvorrichtung.

[0007] Eine Ausführung der optischen Sensorvorrichtung nach Anspruch 2 ermöglicht auch eine Hinderniserfassung bei Rückwärtsfahrt.

[0008] Die Vorwärts-Sensoreinrichtung nach Anspruch 3 muss nicht den gesamten Vorwärts-Umgebungsbereich erfassen können, sondern es reicht aus, wenn, z. B. in so großer Entfernung, dass eine Sichtfeldeinengung durch Fahrzeugaufbauten nicht stört, der Vorwärts-Fahrkanal mit Hilfe der Vorwärts-Sensoreinrichtung überwacht wird. Die Vorwärts-Sensoreinrichtung kann zur Hindernisdetektion jenseits eines von Fahrzeugaufbauten abgeschatteten Sichtfeld-Abschnitts innerhalb des Vorwärts-Fahrkanals genutzt werden.

[0009] Grundsätzlich kann die optische Sensorvorrichtung auch so ausgeführt sein, dass sie ausschließlich mindestens eine Vorwärts-Sensoreinrichtung aufweist und keine Rückwärts-Sensoreinrichtung.

[0010] Separate Vorwärts-Sensoreinheiten nach Anspruch 4 ermöglichen eine Verbesserung einer Erfassung eines Vorwärts-Umgebungsbereichs durch die Vorwärts-Sensoreinrichtung. Die Vorwärts-Sensoreinheiten können so beabstandet zueinander angeordnet sein, dass deren Sichtfeld an in Vorwärtsrichtung des Fahrzeugs angebrachten Fahrzeugaufbauten vorbeigeführt ist. Zudem ermöglicht ein größerer Abstand zwischen den separaten Vorwärts-Sensoreinheiten eine Verbesserung einer stereoskopischen Objekt-Abstandsbestimmung mittels Triangulation.

[0011] Auch die mindestens eine Rückwärts-Sensoreinrichtung kann mindestens zwei voneinander separate Rückwärts-Sensoreinheiten aufweisen. Es resultieren dann für die Rückwärts-Sensoreinrichtung die vorstehend im Zusammenhang mit der Vorwärts-Sensoreinrichtung angegebenen Vorteile.

[0012] Stereokameras nach Anspruch 5 haben sich in der Praxis bewährt.

[0013] Eine PoE-Versorgung nach Anspruch 6 vereinfacht eine Energieversorgung der Komponenten der optischen Sensorvorrichtung. Eine Verkabelung der Komponenten ist insbesondere vereinfacht.

[0014] Eine Bedien- und Ausgabereinheit nach Anspruch 7 erleichtert eine Handhabung der optischen Sensorvorrichtung, z. B. während des Normalbetriebs und/oder während einer Kalibrierung. Die Bedien- und Ausgabereinheit kann ein Display und insbesondere ein Touchscreen aufweisen. Die Bedien- und Ausgabereinheit kann wiederum über eine PoE-Versorgung energetisch versorgt werden.

[0015] Die Vorteile eines Fahrzeugs nach Anspruch 8 entsprechen denjenigen, die vorstehend unter Bezugnahme auf die optische Sensorvorrichtung bereits erläutert wurden.

[0016] Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zum Erfassen und Verarbeiten einer Umgebung eines Fahrzeugs unter Einsatz einer optischen Sensorvorrichtung zu schaffen.

[0017] Diese Aufgabe ist erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren mit den im Anspruch 9 angegebenen Merkmalen.

[0018] Die Vorteile eines derartigen Verfahrens entsprechen denjenigen, die vorstehend unter Bezugnahme auf die optische Sensorvorrichtung bereits erläutert wurden.

[0019] Das Vorwärts-Erfassen des Vorwärts-Umgebungsbereichs kann mit Hilfe einer ggf. bei der optischen Sensorvorrichtung vorhandenen Vorwärts-Sensoreinrichtung erfolgen. Alternativ kann das Vorwärts-Erfassen auch durch Verarbeiten von in einem Speicher der Steuereinrichtung abgelegten Umgebungsdaten, z. B. von Navigations-Kartendaten, erfolgen.

[0020] Eine Definition von Szenerie-Objekten in Schlüssel-Objektbereichen (key frames) nach Anspruch 10 ermöglicht eine Einbindung entsprechender Szenerie-Objekte in anderweitig zur Verfügung gestellte Umgebungsdaten, z. B. in Karten- oder Navigationsdaten. Die Schlüssel-Objektbereiche können als erfasste Punktwolken vorliegen. Bei den Szenerie-Objekten kann es sich um charakteristische Umgebungsobjekte zur Umgebungs-Einordnung, z. B. um Fahrbahnbegrenzungen, Fahrbahneinmündungen, Verkehrszeichen, Häuser oder Bäume handeln.

[0021] Eine Darstellung der Szenerie-Objekte nach Anspruch 11 erleichtert eine Zuordnung von ggf. wenig intuitiv berandeten Punktwolken zu realen Szenerie-Objekten. Bei der Darstellung können gegebene Oberflächen oder gegebene Raumvolumina durch kleinere, einfache Elemente angenähert werden, wobei Techniken genutzt werden können, die im Bereich der Computergrafik als Meshing bekannt sind.

[0022] Eine Aufsicht nach Anspruch 12 erleichtert einer Bedienperson ein Rangieren mit dem Fahrzeug. Die Aufsicht kann über ein Display einer Bedien- und Ausgabeeinheit der optischen Sensorvorrichtung dargestellt werden.

[0023] Eine detaillierte Karte nach Anspruch 13 kann in Form eines Umgebungsbildes, beispiels-

weise in Form von Graustufen, und/oder in Form einer 3D-Punktwolke dargestellt sein.

[0024] Bei der Visualisierung des Umgebungsbereichs über eine derartige detaillierte Karte können Techniken zum Einsatz kommen, die im Bereich der Bauwerksdatenmodellierung bekannt sind. Mit Hilfe der optischen Sensorvorrichtung, die dann beispielsweise an einem Baufahrzeug angebracht sein kann, lässt sich durch die Zuordnung der erfassten Szenerie-Objekte über die Schlüssel-Objektbereiche zu der Umgebungsbereichs-Darstellung über die detaillierte Karte beispielsweise ein Baufortschritt eines Bauwerks überwachen bzw. erfassen.

[0025] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnung näher erläutert. In dieser zeigen:

Fig. 1 eine Aufsicht auf ein Bagger-Fahrzeug mit einer optischen Sensorvorrichtung zur Erfassung und Verarbeitung von Daten zu einer Fahrzeugumgebung; und

Fig. 2 ein Blockdiagramm zur Veranschaulichung einer Datenverarbeitung, ausgehend von einer Stereokamera-Sensoreinrichtung der Sensorvorrichtung nach **Fig. 1**.

[0026] Eine optische Sensorvorrichtung 1 ist als Anbau-Baugruppe Bestandteil eines Fahrzeugs 2, das im Beispiel der **Fig. 1** als Bagger-Fahrzeug dargestellt ist. Die optische Sensorvorrichtung 1 ist nach Art eines ADAS-(advanced driving assistance)Systems ausgeführt. Die optische Sensorvorrichtung 1 ist als autarkes System ohne eine Schnittstelle zu einer Steuerung des Fahrzeugs 2 ausgeführt und stellt eine insbesondere nachträglich zurüstbare Baugruppe für das Fahrzeug 2 dar. Das Fahrzeug 2 ist am Beispiel der **Fig. 1** als durch Verschwenkung zweier Rahmengruppen 3, 4 mit jeweils hieran angebrachten Räder-Paaren 5, 6 um eine vertikale Schwenkachse 7 lenkbar gestaltet. Alternativ kann das Fahrzeug 2 auch durch Lenkung durch entsprechendes Einschlagen mindestens eines Räderpaares relativ zu einem Gesamt-Fahrzeugrahmen ausgeführt sein.

[0027] Eine Baggerschaufel 8 des Fahrzeugs 2 dient als Beispiel für ein Aufbauteil, welches in einer Vorwärts-Fahrtrichtung 9 eine zumindest teilweise Sichtbehinderung für eine Bedienperson darstellt.

[0028] Die optische Sensorvorrichtung 1 hat eine Vorwärts-Sensoreinrichtung 10 zur Erfassung eines Vorwärts-Umgebungsbereichs 11 in der Vorwärts-Fahrtrichtung 9 des Fahrzeugs 2. Dargestellt sind in der **Fig. 1** zwei alternative Ausführungen für die Vorwärts-Sensoreinrichtung 10.

[0029] In einer ersten Variante hat die Vorwärts-Sensoreinrichtung 10 genau eine Sensorkomponente, die zentral im vorderen Fahrzeug-Dachbereich, beispielsweise oberhalb einer mittigen oberen Abschlusskante einer Fahrzeug-Windschutzscheibe angeordnet ist. Die Vorwärts-Sensoreinrichtung 10 hat mindestens zwei und in der dargestellten Ausführung tatsächlich drei Einzelkameras 12, 13, 14. Diese Einzelkameras 12 bis 14 können nach Art von Einzelkameras einer Stereokamera verschaltet sein, die bekannt ist aus der WO 2013/020 872 A1.

[0030] In der **Fig. 1** ist die Anordnung der Einzelkameras 12 bis 14, gerichtet nach oben, veranschaulicht. Tatsächlich sind die Einzelkameras 12 bis 14 nach vorne gerichtet, so dass diejenige Gehäuse-seite der Vorwärts-Sensoreinrichtung 10, die in der **Fig. 1** nach oben gerichtet dargestellt ist, tatsächlich in der Vorwärts-Fahrtrichtung 9 gerichtet angeordnet ist. Dieses Ausrichten kann im Rahmen eines vorbereitenden Kalibrierungsvorgangs bei der Installation der optischen Sensorvorrichtung 1 am Fahrzeug 2 geschehen.

[0031] Die Einzelkameras 12, 13 der Vorwärts-Sensoreinrichtung 10 haben in tatsächlich ausgerichteter Orientierung einen vergleichsweise geringen Vertikalabstand zueinander. Die Einzelkameras 13 und 14 haben einen im Vergleich hierzu in der ausgerichteten Orientierung der Vorwärts-Sensoreinrichtung 10 größeren Horizontalabstand. Durch Triangulation der Sensordaten der Einzelkameras 12 bis 14 lässt sich die Umgebung des Fahrzeugs im Vorwärts-Umgebungsbereich 11, soweit nicht durch das Aufbauteil 8 abgeschattet, erfassen und ein Abstand von Szenarie-Objekten, die in diesem Vorwärts-Umgebungsbereich 11 vorliegen, lässt sich hierbei ermitteln, entsprechend dem, was in der WO 2013/020 872 A1 offenbart ist.

[0032] Der Vorwärts-Umgebungsbereich 11 ist in einen Vorwärts-Umgebungs-Nahbereich 15 und in einen Vorwärts-Umgebungs-Fernbereich 16 unterteilt. Der Nahbereich 15 umfasst dabei Entfernungen, die kleiner sind als 15 m. In der Vorwärts-Fahrtrichtung 9 hat der Vorwärts-Umgebungs-Fernbereich 16 eine Erstreckung von bis zu 50 m.

[0033] In einer alternativen Aufbauvariante der optischen Sensorvorrichtung 1 ist die Vorwärts-Sensoreinrichtung durch zwei voneinander separate Vorwärts-Sensoreinheiten 10a, 10b gebildet, die jeweils als Stereokameras mit genau zwei Einzelkameras ausgeführt sind, die nach Art der Einzelkameras 12, 14 der Vorwärts-Sensoreinrichtung 10 der zunächst beschriebenen Ausführungsvariante angeordnet sein können. Ein horizontaler Abstand der Einzelkameras 12 und 14 der jeweiligen Vorwärts-Sensoreinheit 10a, 10b ist kleiner als bei den Einzelkameras 12 und 14 der integralen Vorwärts-Sensoreinrichtung

10. Die beiden Vorwärts-Sensoreinheiten 10a, 10b haben quer zur Fahrtrichtung 9 einen Abstand zueinander, der größer ist als der Abstand zwischen den Einzelkameras 13 und 14 der zunächst beschriebenen Variante der Vorwärts-Sensoreinrichtung 10.

[0034] Über die Vorwärts-Sensoreinheiten 10a und 10b lässt sich quer zur Fahrtrichtung 9, also in horizontaler Richtung, eine zur Abstandsmessung mittels der dann zusammengeschalteten Vorwärts-Sensoreinheiten 10a, 10b genutzte Baseline erzeugen, die größer ist als diejenige der Vorwärts-Sensoreinrichtung 10.

[0035] Die optische Sensorvorrichtung 1 hat weiterhin eine Rückwärts-Sensoreinrichtung 17, deren Sensoraufbau denjenigen der Vorwärts-Sensoreinrichtung 10 entspricht. Die Einzelkameras 12 bis 14 der Rückwärts-Sensoreinrichtung 17 sind - anders als bei der schematischen Darstellung der **Fig. 1** - nach hinten, also in eine Rückwärts-Fahrtrichtung 18, gerichtet. Die Rückwärts-Sensoreinrichtung 17 dient zur Erfassung eines Rückwärts-Umgebungsbereichs 19 in der Rückwärts-Fahrtrichtung 18 des Fahrzeugs 2.

[0036] Der Rückwärts-Umgebungsbereich 19 ist wiederum unterteilt in einen Rückwärts-Umgebungs-Nahbereich 20 und in einen Rückwärts-Umgebungs-Fernbereich 21. In der Rückwärts-Fahrtrichtung 18 hat der Rückwärts-Umgebungs-Nahbereich 20 eine Erstreckung, die kleiner ist als 5 m. In der Rückwärts-Fahrtrichtung 18 hat der Rückwärts-Umgebungs-Fernbereich 21 eine Erstreckung im Bereich von 15 m.

[0037] Über Versorgungs-/Signalleitungen 22, 23 stehen die Vorwärts-Sensoreinrichtung 10 und die Rückwärts-Sensoreinrichtung 17 mit einer zentralen Versorgungseinrichtung 24 in Verbindung. Diese Leitungsverbindung ist in der **Fig. 1** am Beispiel der Vorwärts-Sensoreinheiten 10a, 10b durch zwei separate Versorgungs-/Signalleitungen 22a, 22b illustriert.

[0038] Die Versorgungseinrichtung 24 kann als PoE (Power over Ethernet)-Versorgungseinheit ausgeführt sein. Details zur PoE-Versorgung findet der Fachmann im Fachbuch von R. Dold: Schlüsseltechnologie Power over Ethernet (PoE). In: Elektropraktiker. Band 71, Nr. 12. Berlin Dezember 2017, Seiten 996 - 999.

[0039] Über eine weitere Versorgungs-/Signalleitung 25 steht die Versorgungseinrichtung 24 mit einer Steuereinrichtung 26 der Sensorvorrichtung 1 in Verbindung. Die Steuereinrichtung 26 hat ein Display 27, das als Touch-Display ausgeführt sein kann. Teil der Steuereinrichtung 26 ist eine Bedien- und Ausgabereinheit, zu der das Display 27 gehört.

[0040] Über die Versorgungseinrichtung 24 erfolgt zum einen eine Energieversorgung der Komponenten 10 (10a, 10b), 17 und 26 der Sensorvorrichtung 1 sowie eine Datenkommunikation.

[0041] Die Steuereinrichtung 26 ist derart ausgeführt, dass sie anhand von insbesondere stereoskopischen Erfassungsdaten der Rückwärts-Sensoreinrichtung 17 eine Fahrtrichtung des Fahrzeugs 2 ermittelt. Bei einer Fahrbewegung des Fahrzeugs 2 ermittelt die Rückwärts-Sensoreinrichtung 17 also, ob sich das Fahrzeug 2 in der Vorwärts-Fahrtrichtung 9 oder in der Rückwärts-Fahrtrichtung 18 bewegt. Hierzu nutzt die Steuereinrichtung 26 ausschließlich Daten, die ihr von der Rückwärts-Sensoreinrichtung 17 übermittelt werden, also keine weiteren Signaldaten des Fahrzeugs 2, insbesondere keine Lenkungs-Getriebe- oder sonstigen Fahrzeugdaten.

[0042] Weiterhin ermittelt die Steuereinrichtung aus den Erfassungsdaten der Rückwärts-Sensoreinrichtung 17 einerseits einen Vorwärts-Fahrkanal 28 längs der Vorwärts-Fahrtrichtung 9 innerhalb des Vorwärts-Umgebungsbereichs 11 und andererseits einen Rückwärts-Fahrkanal 29 längs der Rückwärts-Fahrtrichtung 18 innerhalb des Rückwärts-Umgebungsbereichs 19. Die Breite des Vorwärts-Fahrkanals 28 und die Breite des Rückwärts-Fahrkanals 29 entspricht der Breite einer Fahrzeugsspur zuzüglich eines Überstands-Toleranzmaßes von beispielsweise 10 cm in beiden Richtungen der Fahrzeugbreite. Eine solche Vorgabe der Breiten der Fahrkanäle 28, 29 abhängig von Fahrzeugdaten ist nicht zwingend.

[0043] Grundsätzlich kann die optische Sensorvorrichtung 1 komplett ohne Daten arbeiten, die beispielsweise von Steuerkomponenten des Fahrzeugs übermittelt werden. Eine Datenkommunikation zwischen dem Fahrzeug 2 und der optischen Sensorvorrichtung 1 muss also nicht stattfinden. Die optische Sensorvorrichtung 1 ist aufgrund ihrer autonomen Arbeitsweise insbesondere als Retrofit-Baugruppe für das Fahrzeug 2 geeignet.

[0044] Eine Krümmung des jeweiligen Fahrkanals 28, 29 kann über einen Lenkwinkel des Fahrzeugs 2, beispielsweise auf Grundlage eines erfassten Schwenkwinkels der beiden Rahmengruppen 3, 4 zueinander um die Schwenkachse 7, bestimmt werden.

[0045] Bei der Ermittlung der Fahrkanäle 28, 29 aus den Erfassungsdaten der Rückwärts-Sensoreinrichtung 17 erfolgt eine Berechnung räumlicher Flüsse, also bildlicher Flüsse zusammen mit aus gewonnenen stereoskopischen Tiefendaten, also Tiefenkarten, umgerechneten räumlichen Flüssen, und hieraus eine Berechnung einer aktuellen Geschwindigkeit und einer aktuellen Krümmung einer Fahrbewegung

des Fahrzeugs 2. Hieraus ermittelt die Steuereinrichtung 26 der optischen Sensorvorrichtung 1 sowohl eine relevante Längsstreckung als auch eine Krümmung des jeweiligen Fahrkanals 28 und 29.

[0046] Eine Geschwindigkeit kann hierbei über eine Länge eines Punkteverlaufs gleicher Objektpunkte beim Vergleich zwischen zu verschiedenen Zeitpunkten aufgenommenen Punktwolken geschehen. Eine Krümmung kann über eine Erfassung einer entsprechenden Verformung der räumlichen Flüsse, also insbesondere der zu verschiedenen Zeitpunkten aufgenommenen Punktwolken, ermittelt werden.

[0047] Für diese Fahrtrichtungsermittlung sowie Fahrkanal-Ermittlung aufgrund der Erfassungsdaten der Rückwärts-Sensoreinrichtung 17 nutzt die Steuereinrichtung 26 hauptsächlich Erfassungsdaten der Rückwärts-Sensoreinrichtung 17 aus dem Rückwärts-Umgebungs-Nahbereich 20.

[0048] Das Aufbauteil 8 stört bei der Definition des Vorwärts-Fahrkanals 28 über die Erfassungsdaten der Rückwärts-Sensoreinrichtung 17 nicht.

[0049] Soweit die Steuereinrichtung 26 aus den Erfassungsdaten der Rückwärts-Sensoreinrichtung 17 eine Vorwärtsfahrt, also eine Fahrt in der Vorwärts-Fahrtrichtung 9 ermittelt, nimmt die Steuereinrichtung 26 innerhalb des Vorwärts-Fahrkanals 28 eine Hinderniserfassung vor. Bei der Detektion eines Hindernisses 30 im Vorwärts-Fahrkanal 28 gibt die Steuereinrichtung 26 ein akustisches und/oder optisches Warnsignal insbesondere über das Display 27 aus.

[0050] Die Vorwärts-Sensoreinrichtung 10 bzw. 10a, 10b dient hauptsächlich oder ausschließlich zur Hindernisdetektion jenseits eines von Aufbauten, beispielsweise dem Aufbauteil 8, abgeschatteten Sichtfeld-Abschnitts.

[0051] Soweit die Steuereinrichtung 26 anhand der Erfassungsdaten der Rückwärts-Sensoreinrichtung 17 eine Rückwärtsfahrt des Fahrzeugs 2 in der Rückwärts-Fahrtrichtung 18 ermittelt, nimmt die Steuereinrichtung 26 innerhalb des Rückwärts-Fahrkanals 29 eine Hinderniserfassung vor. Bei der Detektion eines Hindernisses 31 im Rückwärts-Fahrkanal 29 gibt die Steuereinrichtung 26 dann wiederum ein optisches und/oder akustisches Warnsignal, insbesondere über das Display 27, aus.

[0052] Eine überwachte Länge des jeweiligen Fahrkanals 28, 29 kann einer aus den Messdaten erfassten Fahrzeuggeschwindigkeit multipliziert mit einer vorher festgelegten Zeitspanne „time to collision“ entsprechen.

[0053] Mit Hilfe der optischen Sensorvorrichtung 1 kann bei geringen Fahrgeschwindigkeiten des Fahrzeugs 2, beispielsweise bei Geschwindigkeiten unterhalb von 15 km/h, eine Hinderniswarnung in einem Nah-Entfernungsbereich bis zu 15 m gegeben werden. Teil der Hinderniswarnung kann eine Personendetektionsfunktion und/oder eine Personen-Erkennungsfunktion in diesem Nahbereich bis 15 m sein. Eine entsprechende Detektion bzw. Erkennung kann mit Hilfe von Erfassungsdaten der Vorwärts-Sensoreinrichtung 10 oder der Rückwärts-Sensoreinrichtung 17 erfolgen.

[0054] Bei höheren Fahrgeschwindigkeiten des Fahrzeugs 2 größer als 15 km/h kann der Erfassungsbereich auf 30 bis 50 m ausgedehnt werden, wobei dann die zu verarbeitende Erfassungsdaten-Menge dadurch reduziert werden kann, dass auf eine reine Hindernisdetektion ohne Personendetektion bzw. -erkennung mittels der Steuereinrichtung 26 umgeschaltet wird, wobei ausschließlich der jeweilige Fahrkanal 28 oder 29 betrachtet wird.

[0055] Die Hinderniserkennung kann mit Hilfe der Verarbeitung von Punktwolken/Hinderniskonturen mit Hilfe der Sensoreinrichtungen 10 (10a, 10b) sowie 17 erfolgen.

[0056] Mit Hilfe der Erfassungsdaten der Sensoreinrichtungen 10 (10a, 10b) und 17 kann zudem eine Umgebungsorientierung des Fahrzeugs 2 erfolgen. Hierzu werden Schlüssel-Szenerie-Objekte bzw. -objektzusammenstellungen, so genannte key frames, mit Hilfe der Sensorerfassungsdaten identifiziert und in einem Speicher der Steuereinrichtung 26 abgelegt. Diese key frames werden dann einer Umgebungskarte um das Fahrzeug 2 zugeordnet, die ebenfalls in dem Speicher der Steuereinrichtung 26 abgelegt sein kann.

[0057] Diese Umgebungsorientierung kann mit Hilfe eines ORB SLAM-Standards, insbesondere des Standards ORB SLAM 3, erfolgen. Details hierzu finden sich im Fachartikel von C. Campos et al. „An accurate open-source library for visual, visual-inertial and multi-map SLAM, IEEE Transaction on Robotics 37(6): 1874 - 1896, Dezember 2021.

[0058] Zur Visualisierung der Orientierungsdaten kann im Rahmen eines die erzeugten Umgebungsdaten vernetzenden Verarbeitungsschritts (Meshing) ein Bereinigen und eine Interpolations-Visualisierung von insbesondere kolorierten Punktwolken, die mittels der Sensoreinrichtungen 10 (10a, 10b) und 17 erfasst wurden, erfolgen. Diese Punktwolken können mit Hilfe der ermittelten key frames lokalisiert und jeweiligen Umgebungs-Koordinaten korrekt orientiert zugeordnet werden.

[0059] Im Rahmen der Visualisierung kann zudem eine Aufsicht-Darstellung des Fahrzeuges in Echtzeit erzeugt werden, bei der eine farbige Wiedergabe einer Aufsicht-Darstellung des Fahrzeugs und seiner Umgebung erfolgt, simulierend eine Kameradarstellung einer über dem Fahrzeug schwebenden Drohne.

[0060] Zur Erfassung und Verarbeitung der Fahrzeug-Umgebungsdaten mittels der optischen Sensorvorrichtung 1 wird folgendermaßen vorgegangen:

Mit Hilfe der Vorwärts-Sensoreinrichtung 10 (10a, 10b) wird der Vorwärts-Umgebungsbe- reich 11 in der Vorwärts-Fahrtrichtung 9 des Fahrzeugs 2 erfasst. Es erfolgt also ein Vorwärts-Erfassen mit der Vorwärts-Sensoreinrichtung 10 (10a, 10b).

Mit der Rückwärts-Sensoreinrichtung 17 wird der Rückwärts-Umgebungsbe- reich 19 in der Rückwärts-Fahrtrichtung 18 des Fahrzeugs 2 erfasst. Es erfolgt also ein Rückwärtserfassen mit der Rückwärts-Sensoreinrichtung 17.

[0061] Anhand der Erfassungsdaten der Rückwärts-Erfassung wird die jeweils aktuelle Fahrtrichtung 9 oder 18 des Fahrzeugs 2 ermittelt.

[0062] Innerhalb des Vorwärts-Umgebungsbe- reichs 11 wird mit Hilfe der Erfassungsdaten des Rückwärts-Erfassens der Vorwärts-Fahrkanal 28 definiert.

[0063] Bei erfasster Vorwärtsfahrt des Fahrzeugs in der Vorwärts-Fahrtrichtung 9 wird innerhalb des Vorwärts-Fahrkanals 28 eine Hinderniserfassung vorge- nommen und bei Detektion eines Hindernisses, z. B. des Hindernisses 30, im Vorwärts-Fahrkanal 28 ein Warnsignal über die Steuereinrichtung 26 ausgege- ben.

[0064] Beim Erfassen des jeweiligen Umgebungs- bereichs 11, 19 werden Szenerie-Objekte in Schlüs- sel-Objektbereichen, also in key frames, definiert. Die Szenerie-Objekte werden im Speicher der Steuereinrichtung 26 in einer für den jeweiligen Umgebungsbe- reich 11, 19 repräsentativen Daten- bank abgelegt. Innerhalb der Steuereinrichtung 26 kann dann eine Zuordnung der Schlüssel-Objektbe- reiche zu ggf. vorab in der Datenbank abgelegten Umgebungsdaten, insbesondere zu Navigationsda- ten und damit eine Umgebungseinordnung der Schlüssel-Objektbereiche, erfolgen.

[0065] Die definierten Szenerie-Objekte können durch Filtern und/oder durch Interpolieren der Roh- daten zu den Szenerie-Objekten dargestellt werden. Zudem kann, wie vorstehend erläutert, eine Aufsicht auf das Fahrzeug 2, insbesondere innerhalb des erfassten Umgebungsbe- reichs 11 und 19, anhand

der Erfassungsdaten des Vorwärts- und des Rückwärts-Erfassens erstellt werden.

[0066] Fig. 2 verdeutlicht einen Datenfluss ausgehend von einer der Sensoreinrichtungen 10 (10a, 10b) oder 17, wobei hier stellvertretend zwei der Einzelkameras, nämlich die Einzelkameras 13 und 14 einer dieser Sensoreinrichtungen 10, 17 dargestellt sind. Die erfassten Daten werden zum einen in einem Bildspeicher 32 der Steuereinrichtung 26 gespeichert. Zum anderen erfolgt über die Erfassungsdaten der Einzelkameras 13, 14 eine stereoskopische Tiefenmessung im Rahmen eines Tiefen-Messschritts 33.

[0067] In einem Bildfluss-Messschritt 34 erfolgt anhand aktueller Erfassungsdaten beispielsweise der Einzelkamera 13 sowie der im Bildspeicher 32 abgelegten Erfassungsdaten eines jeweils vorhergehenden Erfassungsschritts eine Bildflussmessung, das heißt insbesondere eine Bewegungserfassung des Fahrzeugs 2.

[0068] Daten des Tiefenmessschritts 33 werden jeweils in einem Tiefendatenspeicher 35 abgelegt. In einem Berechnungsschritt 36 wird ein räumlicher Fluss entsprechender Punktwolken berechnet, die gewonnen werden aus den Daten des Bildfluss-Messschritts 34, den aktuellen Daten des Tiefen-Messschritts 33 sowie den zuletzt im Tiefendatenspeicher 35 abgespeicherten Daten des vorhergehenden Tiefen-Messschritts.

[0069] In einem Filterschritt 37 werden die Ergebnisdaten des Berechnungsschritts 36 ggf. unter Zuhilfenahme von vorab gespeicherten Informationen aus einer Datenbank 38a gefiltert. Beim Filterschritt 37 herangezogene Daten können alternativ oder zusätzlich auch anhand von erfassten Fahrzeugbewegungen resultieren.

[0070] Anhand der Ergebnisdaten des Filterschritts 37 erfolgt in einem Vorhersageschritt 38 eine Vorhersage einer zeitlichen Entwicklung des Rückwärts-Umgebungsbereichs 19 und insbesondere des Rückwärts-Nahbereichs 20. Hierbei werden Daten zur Fahrzeuggeschwindigkeit sowie zum Krümmungsradius einer Fahrzeug-Kurvenfahrt einbezogen, die ebenfalls anhand des gefilterten Berechnungsergebnisses des räumlichen Flusses gewonnen wurden.

[0071] Ergebnisdaten des Vorhersageschritts 38 werden in einem Fahrkanal-Erzeugungsschritt 39 zur Definition des Vorwärts-Fahrkanals 28 oder des Rückwärts-Fahrkanals 29 herangezogen. Hierbei gehen auch im Rahmen einer Kalibrierung der optischen Sensorvorrichtung 1 gewonnene zusätzliche Daten ein, beispielsweise eine Länge und Bereite des Fahrzeugs 2 sowie Toleranzwerte. Im Rahmen

des Fahrkanal-Erzeugungsschritts 39 erfolgt auch eine Hindernisüberwachung, wie vorstehend erläutert, und eine Berechnung, wie viel Zeit bis zu einer Kollision des Fahrzeugs 2 mit dem Hindernis 30 oder 31 bleibt. Derartige Daten können einem Kalibrierspeicher 40 der Steuereinrichtung 26 entnommen werden. Entsprechende Fahrkanaldaten werden dann in einem Ausgabeschritt 41 ausgegeben und können über das Display 27 der Steuereinrichtung 26 abgerufen werden.

Patentansprüche

1. Optische Sensorvorrichtung (1) zur Erfassung und Verarbeitung von Daten zu einer Umgebung eines Fahrzeugs (2),
 - mit mindestens einer Rückwärts-Sensoreinrichtung (17) zur Erfassung eines Rückwärts-Umgebungsbereichs (19) in Rückwärts-Fahrtrichtung (18) des Fahrzeugs (2),
 - mit einer Steuereinrichtung (26), die mit der Rückwärts-Sensoreinrichtung (17) in Signalverbindung steht, wobei die Steuereinrichtung (26) derart ausgeführt ist, dass sie
 - anhand von Erfassungsdaten der Rückwärts-Sensoreinrichtung (17) eine Fahrtrichtung (9, 18) des Fahrzeugs ermittelt und einen Vorwärts-Fahrkanal (28) innerhalb des Vorwärts-Umgebungsbereichs (11) definiert,
 - bei Vorwärtsfahrt des Fahrzeugs (2) innerhalb des Vorwärts-Fahrkanals (28) eine Hinderniserfassung vornimmt und bei Detektion eines Hindernisses (30) im Vorwärts-Fahrkanal (28) ein Warnsignal ausgibt.
2. Optische Sensorvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinrichtung (26) derart ausgeführt ist, dass sie
 - anhand von Erfassungsdaten der Rückwärts-Sensoreinrichtung (17) einen Rückwärts-Fahrkanal (29) innerhalb des Rückwärts-Umgebungsbereichs (19) definiert,
 - bei Rückwärtsfahrt des Fahrzeugs (2) innerhalb des Rückwärts-Fahrkanals (29) eine Hinderniserfassung vornimmt und bei der Detektion eines Hindernisses im Rückwärts-Fahrkanal (29) ein Warnsignal ausgibt.
3. Optische Sensorvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **gekennzeichnet durch** mindestens eine Vorwärts-Sensoreinrichtung (10; 10a, 10b) zur Erfassung eines Vorwärts-Umgebungsbereichs (11) in Vorwärts-Fahrtrichtung (9) des Fahrzeugs (2), wobei die Steuereinrichtung (26) mit der Vorwärts-Sensoreinrichtung (10; 10a, 10b) in Signalverbindung steht.
4. Optische Sensorvorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorwärts-Sen-

soreinrichtung mindestens zwei voneinander separate Vorwärts-Sensoreinheiten (10a, 10b) aufweist.

5. Optische Sensorvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sensoreinrichtungen (10, 17) oder die Sensoreinheiten (10a, 10b) als Stereokameras ausgeführt sind.

6. Optische Sensorvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sensoreinrichtungen (10, 17) oder die Sensoreinheiten (10a, 10b) über eine Power over Ethernet (PoE)-Versorgungseinrichtung (24) miteinander verbunden sind.

7. Optische Sensorvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **gekennzeichnet durch** eine Bedien- und Ausgabereinheit (27).

8. Fahrzeug (2) mit einer optischen Sensorvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7.

9. Verfahren zum Erfassen und Verarbeiten einer Umgebung eines Fahrzeugs (2) unter Einsatz einer optischen Sensorvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, mit folgenden Schritten:

- Rückwärts-Erfassen eines Rückwärts-Umgebungsbereichs (19) in Rückwärts-Fahrtrichtung (18) des Fahrzeugs (2),
- Ermitteln anhand von Erfassungsdaten des Rückwärts-Erfassens einer Fahrtrichtung (9, 18) des Fahrzeugs (2),
- Vorwärts-Erfassen eines Vorwärts-Umgebungsbereichs (11) in Vorwärts-Fahrtrichtung (9) des Fahrzeugs (2),
- Definieren eines Vorwärts-Fahrkanals (28) innerhalb des Vorwärts-Umgebungsbereichs (11) mit Hilfe der Erfassungsdaten des Rückwärts-Erfassens,
- bei Vorwärtsfahrt des Fahrzeugs innerhalb des Vorwärts-Fahrkanals (28): Vornehmen einer Hindererfassung und bei Detektion eines Hindernisses (30) im Vorwärts-Fahrkanal (28) Ausgeben eines Warnsignals.

10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass beim Erfassen des jeweiligen Umgebungsbereichs (11, 19) Szenerie-Objekte in Schlüssel-Objektbereichen definiert werden, wobei die Schlüssel-Objektbereiche in einer für den Umgebungsbereich repräsentativen Datenbank abgelegt werden.

11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass Szenerie-Objekte durch Filtern und/oder Interpolieren der Schlüssel-Objektbereiche dargestellt werden.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Aufsicht auf das Fahrzeug (2) innerhalb des erfassten Umgebungsbereichs (11, 19) anhand der Erfassungsdaten beim Vorwärts- und Rückwärts-Erfassen erstellt wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 12, **gekennzeichnet durch** die Nutzung einer detaillierten Karte, die den Schlüssel-Objektbereichen zugeordnet ist, zur Darstellung des jeweiligen Umgebungsbereichs (11, 19) des Fahrzeugs.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

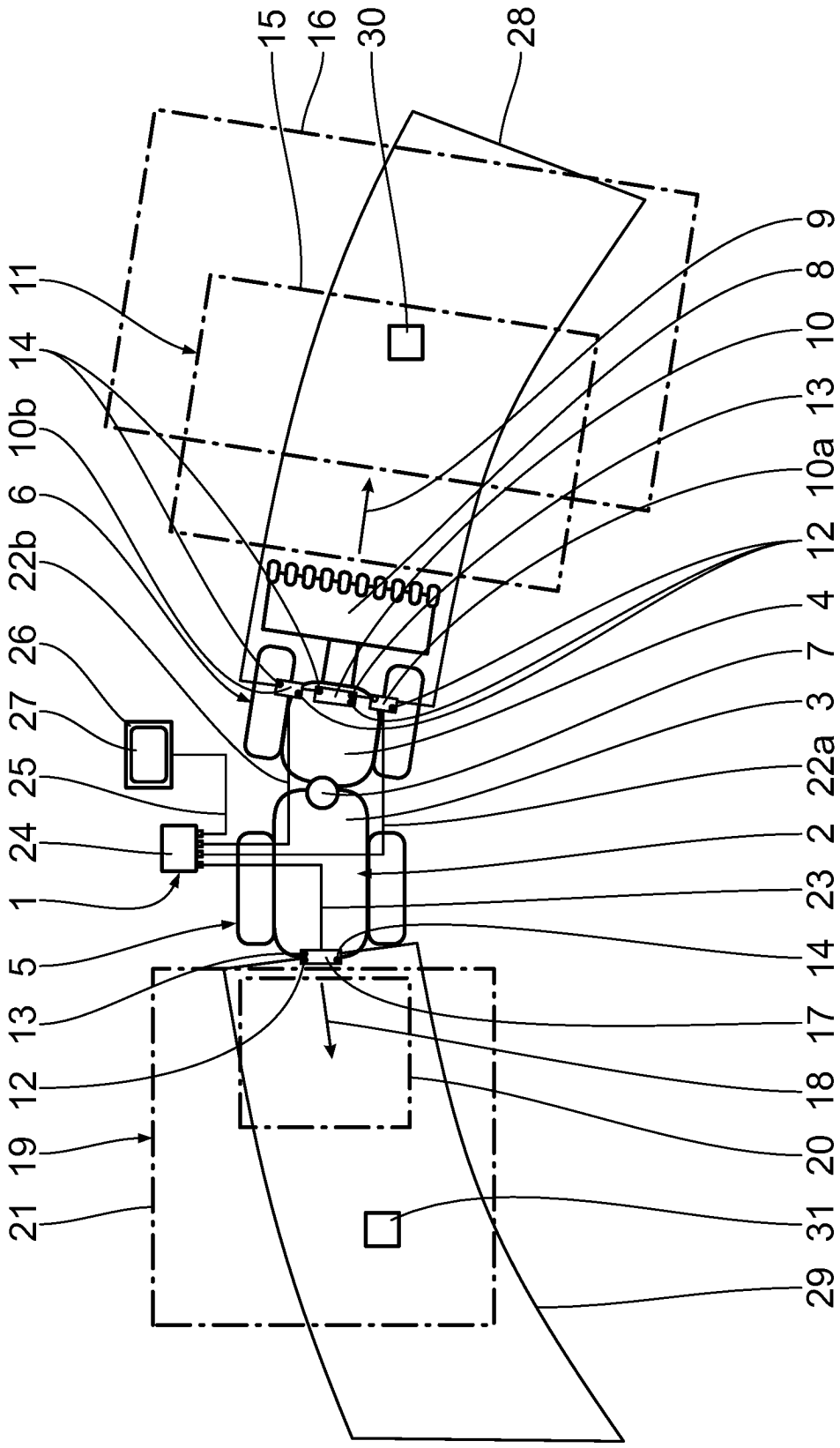


Fig. 1

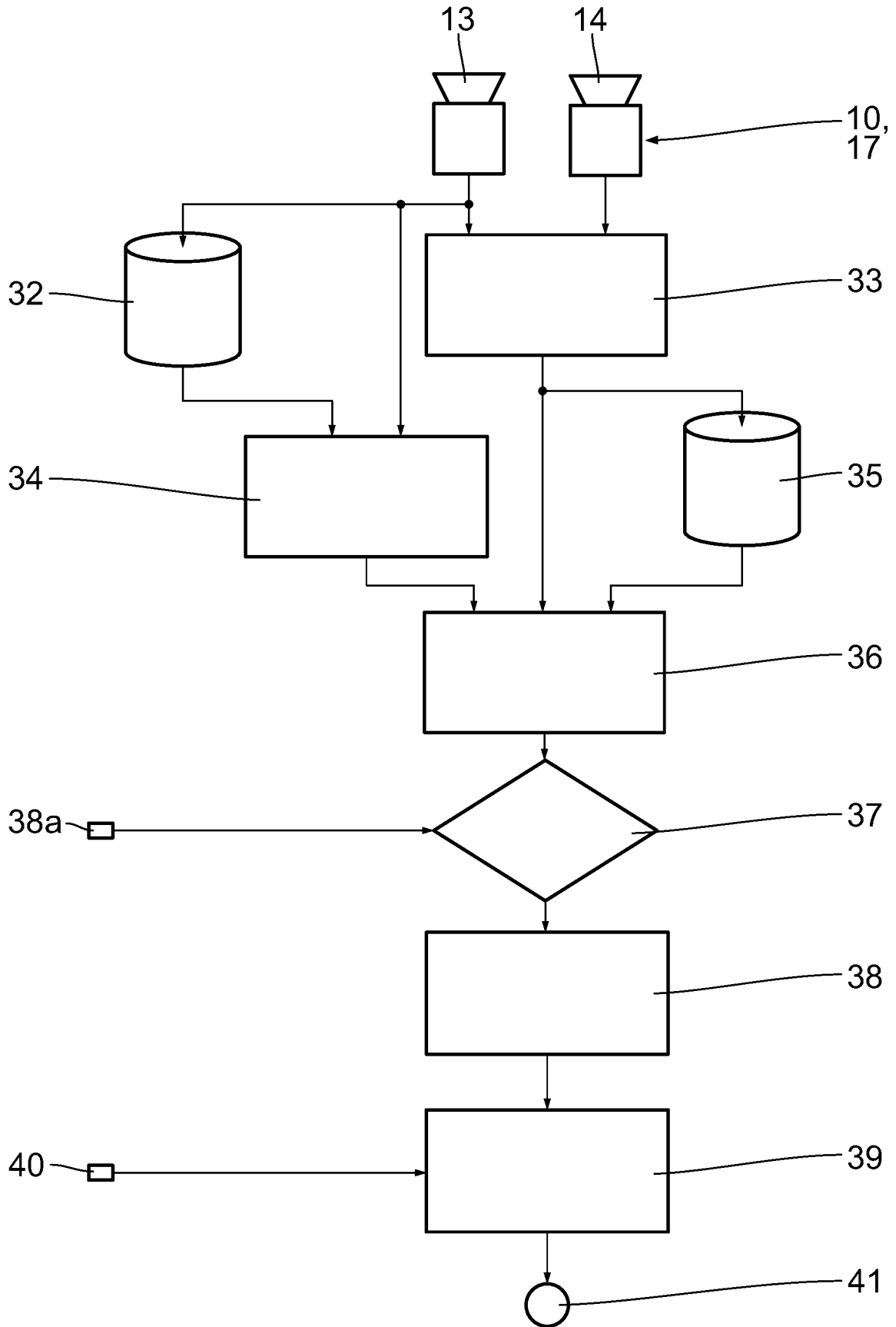


Fig. 2