

(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
27. Januar 2022 (27.01.2022)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2022/017689 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G01S 7/48 (2006.01) G01S 17/42 (2006.01)
G01S 17/931 (2020.01) G01S 7/497 (2006.01)
G01S 17/89 (2020.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2021/066095

(22) Internationales Anmeldedatum:
15. Juni 2021 (15.06.2021)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2020 119 116.2
21. Juli 2020 (21.07.2020) DE

(71) Anmelder: DAIMLER AG [DE/DE]; Mercedesstraße
120, 70372 Stuttgart (DE). ROBERT BOSCH GMBH
[DE/DE]; Wernerstraße 51, 70469 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder: SCHINDLER, Philipp; Weidenweg 12, 76189
Karlsruhe (DE). SCHARF, Andreas; Hohenhaslacher

Straße 23, 70435 Stuttgart (DE). HEINZLER, Robin; Liel-
sel-Bach-Str. 52, 71034 Böblingen (DE).

(74) Anwalt: FINGER, Catrin; Liedtke & Partner, Patent-
anwälte, Gerhart-Hauptmann-Straße 10-11, 99096 Erfurt
(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, IT, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM,
ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,

(54) Title: METHOD FOR DETECTING DIRT ACCUMULATED ON AN OPTICAL SENSOR ARRANGEMENT

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR DETEKTION VON VERUNREINIGUNGEN EINER OPTISCHEN
SENSORANORDNUNG

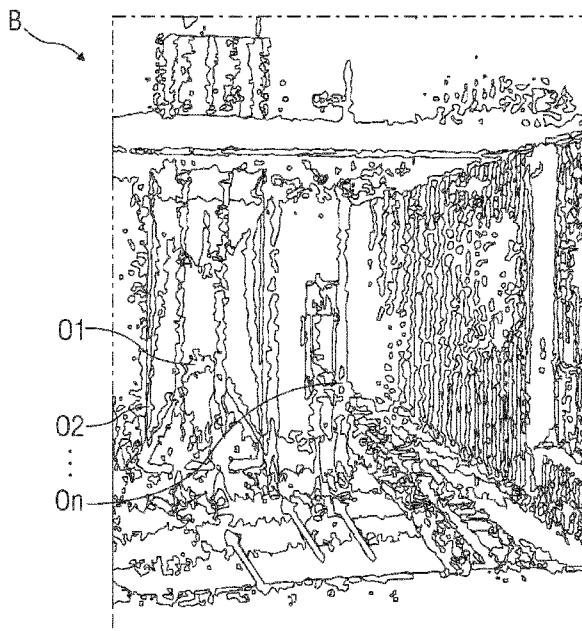


FIG 4

(57) Abstract: The invention relates to a method for detecting dirt in the signal path of an optical sensor arrangement. To detect objects (O1 to On) by means of a plurality of photodetector elements of the sensor arrangement, the invention provides for light signals reflected at the objects (O1 to On) to be detected, wherein a respective object (O1 to On) is classified according to its type and the object (O1 to On) is assigned to an object class with a specified reflectivity during the classification, a distance to the object (O1 to On) is measured, crosstalk of the detected light signals on a plurality of photodetector elements is determined and a degree of dirtying is ascertained on the basis of the specified reflectivity ascertained during the classification, the distance and a degree of the crosstalk.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Detektion von Verunreinigungen im Signalpfad einer optischen Sensoranordnung. Erfindungsgemäß werden zur Erfassung von Objekten (O1 bis On) mittels einer Mehrzahl von Photodetektorelementen der Sensoranordnung an den Objekten (O1 bis On) reflektierte Lichtsignale erfasst, wobei eine Klassifikation eines jeweiligen Objekts (O1 bis On) nach seiner Art durchgeführt und das Objekt (O1 bis On) bei der Klassifikation einer Objektklasse mit einer vorgegebenen Reflektivität zugeordnet wird, ein Abstand zu dem Objekt (O1 bis On) ermittelt wird, ein Übersprechen der detektierten Lichtsignale auf mehrere Photodetektorelemente erfasst wird und in Abhängigkeit der bei der Klassifikation ermittelten vorgegebenen Reflektivität, des Abstands und einer Stärke des Übersprechens ein Grad der Verunreinigung ermittelt wird.

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)

Verfahren zur Detektion von Verunreinigungen einer optischen Sensoranordnung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Detektion von Verunreinigungen im Signalpfad einer optischen Sensoranordnung.

Aus der DE 10 2005 003 970 A1 ist ein Verfahren zur Bestimmung einer Verschmutzung an einer einen Lidarsensor umfassenden Sensoranordnung an einem Kraftfahrzeug bekannt, wobei ein von der Sensoranordnung erfasster Bereich in verschiedene Unterbereiche unterteilt ist und wobei einem Unterbereich zugeordnete Sensorsignale aus einem bestimmten Umgebungsbereich zur Bestimmung der Funktionsfähigkeit der Sensoranordnung ausgewertet werden. Dabei werden Sensorsignale ausgewertet, die nacheinander für verschiedene Unterbereiche bei einer Vorbeifahrt an dem bestimmten Umgebungsbereich erfasst werden. Dabei werden die Unterbereiche dadurch realisiert, dass eine Mehrzahl einzelner Sensoren betrachtet wird, deren Erfassungsbereiche jeweils einen Unterbereich repräsentieren.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, ein gegenüber dem Stand der Technik verbessertes Verfahren zur Detektion von Verunreinigungen im Signalpfad einer optischen Sensoranordnung anzugeben.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren, welches die im Anspruch 1 angegebenen Merkmale aufweist.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

In dem Verfahren zur Detektion von Verunreinigungen im Signalpfad einer optischen Sensoranordnung, beispielsweise eines Lidarsensors oder einer Kamera, werden erfindungsgemäß zur Erfassung von Objekten mittels einer Mehrzahl von Photodetektorelementen der Sensoranordnung an den Objekten reflektierte Lichtsignale

erfasst. Eine Klassifikation eines jeweiligen Objekts wird nach seiner Art durchgeführt und das Objekt wird bei der Klassifikation einer Objektklasse mit einer vorgegebenen Reflektivität zugeordnet. Weiterhin wird ein Abstand zu dem Objekt ermittelt, ein Übersprechen der detektierten Lichtsignale auf mehrere Photodetektorelemente erfasst und in Abhängigkeit der bei der Klassifikation ermittelten vorgegebenen Reflektivität, des Abstands und einer Stärke des Übersprechens ein Grad der Verunreinigung ermittelt.

Verunreinigungen bzw. Kontaminierungen des optischen Pfades von Sensoranordnungen mindern deren Detektionsperformance und damit eine Verfügbarkeit und Sicherheit eines mittels der Sensoranordnung erfasste Daten verwendenden Systems, insbesondere eines Fahrerassistenzsystems oder eines Systems zum automatisierten, insbesondere vollautomatisierten oder autonomen, Betrieb eines Fahrzeugs und/oder Roboters. Befindet sich die Kontaminierung innerhalb der Sensoranordnung, so liegt ein latenter Defekt vor, welcher nicht ohne weiteres beseitigt werden kann. Kontaminierungen auf einer Abdeckung der Sensoranordnung jedoch können durch geeignete Reinigungssysteme entfernt werden. Somit ist die Erkennung der Kontaminierung essentiell für eine Ansteuerung eines solchen Reinigungssystems und zur Überwachung von sicherheitsrelevanten intrinsischen Einschränkungen.

Mittels des Verfahrens ist eine besonders zuverlässige und einfach durchführbare Erkennung von Verunreinigungen bzw. Kontaminierungen des optischen Pfades von Sensoranordnungen möglich, so dass Systemgrenzen der die mittels der Sensoranordnung erfassten Daten verwendenden Systeme sicher erkannt und eine Reinigung der Sensoranordnung durchgeführt werden kann. Somit wird eine Sensorverfügbarkeit und daraus folgend eine Systemverfügbarkeit erhöht. Darüber hinaus wird die Sicherheit des Systems durch eine zuverlässige Erkennung von Performanceeinschränkungen erhöht.

In einer möglichen Ausgestaltung des Verfahrens wird die Ermittlung des Grads der Verunreinigung anhand zumindest einer Look-up-Tabelle durchgeführt. Dies ist besonders einfach und zuverlässig durchführbar.

In einer weiteren möglichen Ausgestaltung des Verfahrens wird die zumindest eine Look-up-Tabelle anhand zumindest einer mittels der Sensoranordnung durchgeführten Referenzmessung erzeugt. Somit kann eine optimale Referenzierung durchgeführt werden.

In einer möglichen Ausgestaltung des Verfahrens wird das Übersprechen ermittelt, indem ein von der Sensoranordnung erfasstes Bild auf für ein Übersprechen typische Strukturen untersucht wird. Dies ermöglicht eine einfache und zuverlässige Ermittlung des Übersprechens.

In einer möglichen Ausgestaltung des Verfahrens werden als Strukturen linienförmige Strukturen verwendet und es wird dann ein Übersprechen ermittelt, wenn die linienförmigen Strukturen verwischt sind. Eine solche Ausgestaltung eignet sich insbesondere bei als so genannte Linienscanner ausgebildeten Sensoranordnungen, insbesondere Lidaren, und ermöglicht eine einfache und sehr zuverlässige Ermittlung des Übersprechens. Dabei wird insbesondere mit steigendem Grad einer Verwischung ein steigender Grad des Übersprechens ermittelt.

In einer möglichen Ausgestaltung des Verfahrens wird das Übersprechen ermittelt, indem Abmessungen des erfassten Objekts mit erwarteten Abmessungen eines solchen Objekts verglichen werden und mit steigender positiver Abweichung der Abmessungen des erfassten Objekts von den erwarteten Abmessungen ein steigender Grad des Übersprechens ermittelt wird. Auch mittels dieser Ausgestaltung ist das Übersprechen einfach und zuverlässig ermittelbar.

In einer möglichen Ausgestaltung des Verfahrens werden die erwarteten Abmessungen aus Abmessungen ermittelt, welche für eine dem Objekt entsprechende Objektklasse anhand zumindest einer mittels der Sensoranordnung durchgeführten Referenzmessung ermittelt werden.

In einer möglichen Ausgestaltung des Verfahrens werden die erwarteten Abmessungen aus einer dem Objekt entsprechenden Objektklasse hergeleitet, wobei zu der Objektklasse gehörige Objekte standardisierte Abmessungen aufweisen. Beispielsweise handelt es sich bei solchen Objekten um Verkehrsschilder. Aufgrund der standardisierten Abmessungen solcher Objekte resultieren bei einem Vergleich dieser mit den Abmessungen des erfassten Objekts sehr genaue und zuverlässige Ergebnisse.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im Folgenden anhand von Zeichnungen näher erläutert.

Dabei zeigen:

- Fig. 1 schematisch eine perspektivische Ansicht eines ersten Ausführungsbeispiels eines Lidars und dessen Erfassungsbereichs während eines Aussendens von Laserstrahlung,
- Fig. 2 schematisch eine perspektivische Ansicht des Lidars und dessen Erfassungsbereichs gemäß Figur 1 während eines Empfangs von reflektierter Laserstrahlung,
- Fig. 3 schematisch eine Szene mit mehreren Objekten und
- Fig. 4 schematisch ein mittels eines Lidars erfasstes Bild der Szene gemäß Figur 3.

Einander entsprechende Teile sind in allen Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

In Figur 1 ist eine perspektivische Ansicht eines ersten Ausführungsbeispiels einer als Lidar ausgebildeten optischen Sensoranordnung 1 und eines Erfassungsbereichs E derselben während eines Aussendens von als Laserstrahlung ausgebildeten Lichtsignalen L1 dargestellt. Figur 2 zeigt eine perspektivische Ansicht der Sensoranordnung 1 und des Erfassungsbereichs E gemäß Figur 1 während eines Empfangs von als Laserstrahlung ausgebildeten reflektierten Lichtsignalen L2.

Die Sensoranordnung 1 ist beispielsweise Bestandteil eines nicht gezeigten Fahrzeugs und/oder Roboters, wobei mittels der Sensoranordnung 1 erfasste Daten einer Fahrzeug- und/oder Roboterumgebung zur Ausführung eines automatisierten, insbesondere vollautomatisierten oder autonomen, Betriebs des Fahrzeugs und/oder Roboters verwendet werden.

Die als Lidar ausgebildete Sensoranordnung 1 sendet die Lichtsignale L1, insbesondere Laserimpulse, aus, welche von in Figur 3 näher dargestellten Objekten O1 bis On im Erfassungsbereich E reflektiert werden und als reflektierte Lichtsignale L2 vom Lidar detektiert werden.

Hierzu umfasst die Sensoranordnung 1 in nicht näher dargestellter Weise eine Mehrzahl von Empfangselementen, welche auf unterschiedliche Raumwinkel des Erfassungsbereichs E abgebildet werden. Insbesondere handelt es sich bei den Empfangselementen um Photodetektorelemente.

Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist die als Lidar ausgebildete Sensoranordnung 1 ein so genannter Linienscanner, welcher eine Linie Y seines gesamten Sicht- bzw. Erfassungsbereichs E gleichzeitig beleuchtet und unterschiedliche Raumwinkel auf einem so genannten Imager bzw. Diodenfeld abbildet. So wird der gesamte vertikale Erfassungsbereich E gleichzeitig beleuchtet und eine vertikale Auflösung durch eine Vielzahl von Einzelempfängern, insbesondere Photodetektorelementen, erreicht. Diese Linie Y wird dann horizontal über den Erfassungsbereich E abgelenkt, beispielsweise mittels einer Rotation eines Senders und eines Empfängers der Sensoranordnung 1.

Liegt eine Kontaminierung, insbesondere eine Verschmutzung oder Verunreinigung, im Signalpfad der Sensoranordnung 1 vor, so werden die ausgesendeten und empfangenen Lichtsignale L1, L2 an der Kontaminierung zumindest teilweise gestreut und somit an einer Vielzahl von Einzelempfängern der Sensoranordnung 1 detektiert. Eine solche Streuung der reflektierten und detektierten Lichtsignale L2 auf mehrere Photodetektorelemente wird als Übersprechen bezeichnet.

Um eine Kontaminierung im Signalpfad der Sensoranordnung 1 zu erfassen, ist deshalb vorgesehen, dass nach der Erfassung eines Objekts O1 bis On mittels der Sensoranordnung 1 eine Klassifikation des Objekts O1 bis On nach seiner Art durchgeführt wird und das Objekt O1 bis On bei der Klassifikation einer Objektklasse mit einer vorgegebenen Reflektivität zugeordnet wird. Weiterhin wird ein Abstand zu dem Objekt O1 bis On ermittelt und es wird ein Übersprechen der detektierten Lichtsignale L2 auf mehrere Photodetektorelemente erfasst, wobei in Abhängigkeit der bei der Klassifikation ermittelten vorgegebenen Reflektivität, des Abstands und einer Stärke des Übersprechens ein Grad der Verunreinigung ermittelt wird.

In Figur 3 ist eine Szene mit mehreren Objekten O1 bis On dargestellt, wobei ein Objekt O1 ein Verkehrsschild ist und die anderen Objekte O2 bis On hochreflektive Fahrbahnmarkierungen sind.

Wird diese Szene von einer als Lidar-Linienscanner ausgebildeten Sensoranordnung 1 vermessen bzw. gescannt, ergibt sich das in Figur 4 dargestellte Bild B.

Dabei ist ersichtlich, dass die Objekte O1 bis On von der Sensoranordnung 1 größer erfasst werden, als diese in der Realität sind. Dies resultiert aus dem Übersprechen, wobei ein Grad des Übersprechens von einer Reflektivität des entsprechenden Objekts O1 bis On, einem Abstand der Sensoranordnung 1 zu dem entsprechenden

Objekt O1 bis On und einer aus der Kontaminierung des Signalpfads der Sensoranordnung 1 resultierenden optischen Streuung abhängig ist.

Der Abstand der Objekte O1 bis On zur Sensoranordnung 1 ist dabei bekannt, da dieser mittels des Lidars direkt per Laufzeitmessung ermittelt wird. Die Reflektivität der einzelnen Objekte O1 bis On kann beispielsweise anhand der Klassifikation der Objekte O1 bis On nach ihrer Art, z. B. als Verkehrsschild, ermittelt werden und darüber hinaus durch Daten einer digitalen Straßenkarte verfeinert werden. Hierfür werden die ermittelten Reflektivitäten beispielsweise durch so genannte Mapping-Fahrzeuge und/oder Flottendaten in der digitalen Karte abgelegt und somit hochaktuell und hochgenau gehalten. Somit kann aus einem Grad des Übersprechens direkt die Kontaminierung im Signalpfad abgeleitet werden. In Abhängigkeit des Übersprechens kann auch ermittelt werden, in welchem Raumwinkel die Kontaminierung vorliegt, da nur bei einer Überlappung mit den empfangenen Lichtsignalen L2 eine Streuung auftritt. Liegt die Kontaminierung also beispielsweise ganz links im Erfassungsbereich der als Lidar-Linienscanner ausgebildeten Sensoranordnung 1 vor, so wird das Übersprechen in diesem Bereich stark sein, solange die optische Apertur mit der Kontaminierung überlappt. Mit abnehmender Überlappung wird der Effekt kleiner.

Beispielsweise erfolgt die Ermittlung des Grads der Verunreinigung anhand zumindest einer Look-up-Tabelle, welche anhand zumindest einer mittels der Sensoranordnung 1 oder mittels anderer gleichartiger Sensoranordnungen 1, beispielsweise Sensoranordnungen 1 anderer Fahrzeuge und/oder Roboter, durchgeführten Referenzmessung erzeugt wird.

Somit wird das Übersprechen ermittelt, indem das von der Sensoranordnung 1 erfasste Bild B auf für ein Übersprechen typische Strukturen untersucht wird. Beispielsweise werden bei einer als Lidar-Linienscanner ausgebildeten Sensoranordnung 1 als Strukturen linienförmige Strukturen verwendet und es wird dann ein Übersprechen ermittelt, wenn die linienförmigen Strukturen verwischt sind. Dabei kann mit steigendem Grad einer Verwischung ein steigender Grad des Übersprechens ermittelt werden.

Das Übersprechen kann alternativ oder zusätzlich ermittelt werden, indem die Abmessungen der erfassten Objekte O1 bis On mit erwarteten Abmessungen eines solchen Objekts O1 bis On verglichen werden, wobei mit steigender positiver Abweichung der Abmessungen des erfassten Objekts O1 bis On von den erwarteten Abmessungen ein steigender Grad des Übersprechens ermittelt wird. Dabei werden die erwarteten

Abmessungen aus Abmessungen ermittelt, welche für eine dem Objekt O1 bis On in der Klassifikation ermittelte entsprechende Objektklasse anhand zumindest einer mittels der Sensoranordnung 1 durchgeführten Referenzmessung ermittelt wurden. Alternativ oder zusätzlich werden die erwarteten Abmessungen aus einer dem Objekt O1 bis On entsprechenden Objektklasse hergeleitet, wobei zu der Objektklasse gehörige Objekte O1 bis On, wie beispielsweise Verkehrsschilder, standardisierte Abmessungen aufweisen.

Das zuvor beschriebene Verfahren zur Ermittlung der Kontaminierung im Signalpfad der Sensoranordnung 1 ist auch auf solche Sensoranordnungen 1 übertragbar, welche als Sensor zumindest eine Kamera umfassen. Hierbei wird zur Beleuchtung der Objekte O1 bis On Licht von anderen Verkehrsteilnehmern und einer Infrastruktur und von fahrzeugeigenen oder robotereigenen Lichtquellen verwendet und mittels der Kamera werden von den Objekten O1 bis On reflektierte Lichtsignale L2 erfasst. Hierbei auftretende Effekte sind beispielsweise mit so genannten Lichtschwertern vergleichbar, welche von Scheinwerfern anderer Fahrzeuge erzeugt werden, wenn Wasserschlieren von Scheibenwischern auf einer Frontscheibe eines Fahrzeugs zurückbleiben. Durch das Fahrzeuglicht kann ein solcher Effekt beispielsweise auf Verkehrsschildern gezielt provoziert werden, indem beispielsweise eine verstärkte Ausleuchtung von Verkehrsschildern mittels Pixellicht durchgeführt wird. Um den dabei auftretenden Effekt weiter zu verstärken, kann eine Belichtungsdauer der Kamera entsprechend angepasst, insbesondere erhöht werden.

Bezugszeichenliste

1	Sensoranordnung
B	Bild
E	Erfassungsbereich
L1	Lichtsignal
L2	Lichtsignal
O1 bis On	Objekt
Y	Linie

Patentansprüche

1. Verfahren zur Detektion von Verunreinigungen im Signalpfad einer optischen Sensoranordnung (1),
dadurch gekennzeichnet, dass
 - zur Erfassung von Objekten (O1 bis On) mittels einer Mehrzahl von Photodetektorelementen der Sensoranordnung (1) an den Objekten (O1 bis On) reflektierte Lichtsignale (LS2) erfasst werden,
 - eine Klassifikation eines jeweiligen Objekts (O1 bis On) nach seiner Art durchgeführt und das Objekt (O1 bis On) bei der Klassifikation einer Objektklasse mit einer vorgegebenen Reflektivität zugeordnet wird,
 - ein Abstand zu dem Objekt (O1 bis On) ermittelt wird,
 - ein Übersprechen der detektierten Lichtsignale (L2) auf mehrere Photodetektorelemente erfasst wird und
 - in Abhängigkeit der bei der Klassifikation ermittelten vorgegebenen Reflektivität, des Abstands und einer Stärke des Übersprechens ein Grad der Verunreinigung ermittelt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass die Ermittlung des Grads der Verunreinigung anhand zumindest einer Look-up-Tabelle durchgeführt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass die zumindest eine Look-up-Tabelle anhand zumindest einer mittels der Sensoranordnung (1) durchgeführten Referenzmessung erzeugt wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass das Übersprechen ermittelt wird, indem ein von der

Sensoranordnung (1) erfasstes Bild (B) auf für ein Übersprechen typische Strukturen untersucht wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
 - als Strukturen linienförmige Strukturen verwendet werden und
 - dann ein Übersprechen ermittelt wird, wenn die linienförmigen Strukturen verwischt sind.
6. Verfahren nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet, dass mit steigendem Grad einer Verwischung ein steigender Grad des Übersprechens ermittelt wird.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass das Übersprechen ermittelt wird, indem
 - Abmessungen des erfassten Objekts (O1 bis On) mit erwarteten Abmessungen eines solchen Objekts (O1 bis On) verglichen werden und
 - mit steigender positiver Abweichung der Abmessungen des erfassten Objekts (O1 bis On) von den erwarteten Abmessungen ein steigender Grad des Übersprechens ermittelt wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, dass die erwarteten Abmessungen aus Abmessungen ermittelt werden, welche für eine dem Objekt (O1 bis On) entsprechende Objektklasse anhand zumindest einer mittels der Sensoranordnung (1) durchgeführten Referenzmessung ermittelt werden.
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8,
dadurch gekennzeichnet, dass die erwarteten Abmessungen aus einer dem Objekt (O1 bis On) entsprechenden Objektklasse hergeleitet werden, wobei zu der Objektklasse gehörige Objekte (O1 bis On) standardisierte Abmessungen aufweisen.

10. Verwendung eines Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche in einem Fahrzeug und/oder Roboter zur Ausführung eines automatisierten, insbesondere vollautomatisierten oder autonomen, Betriebs.

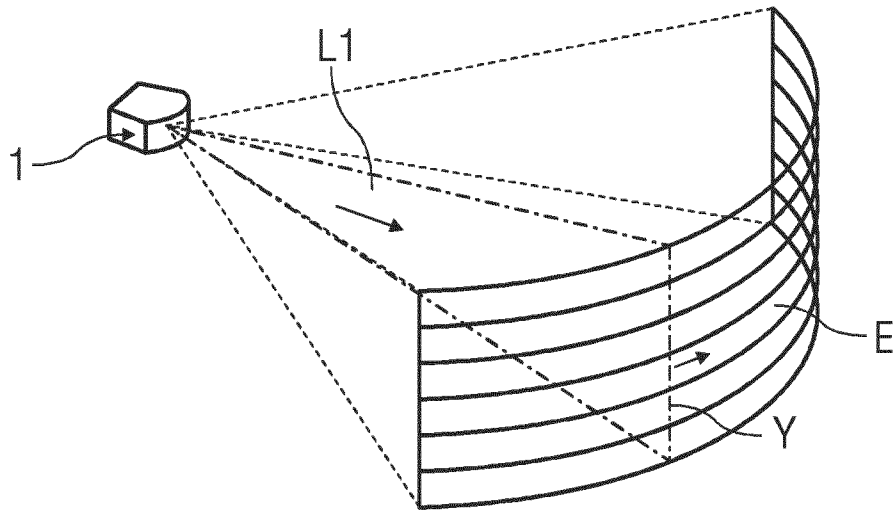


FIG 1

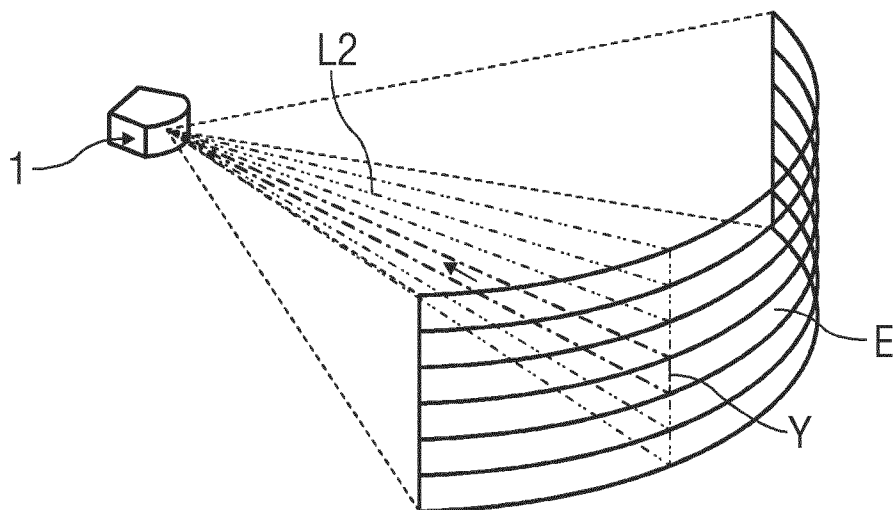


FIG 2

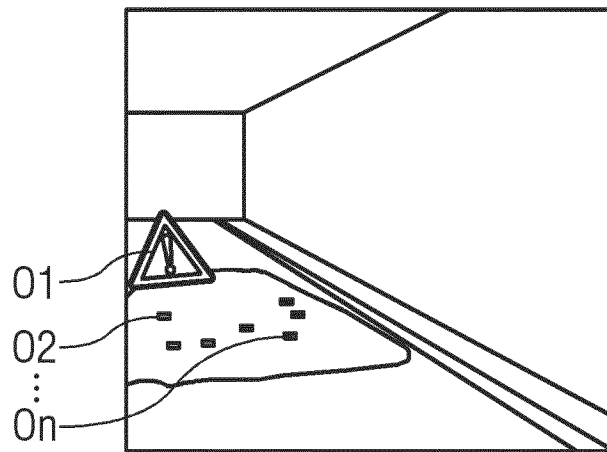


FIG 3

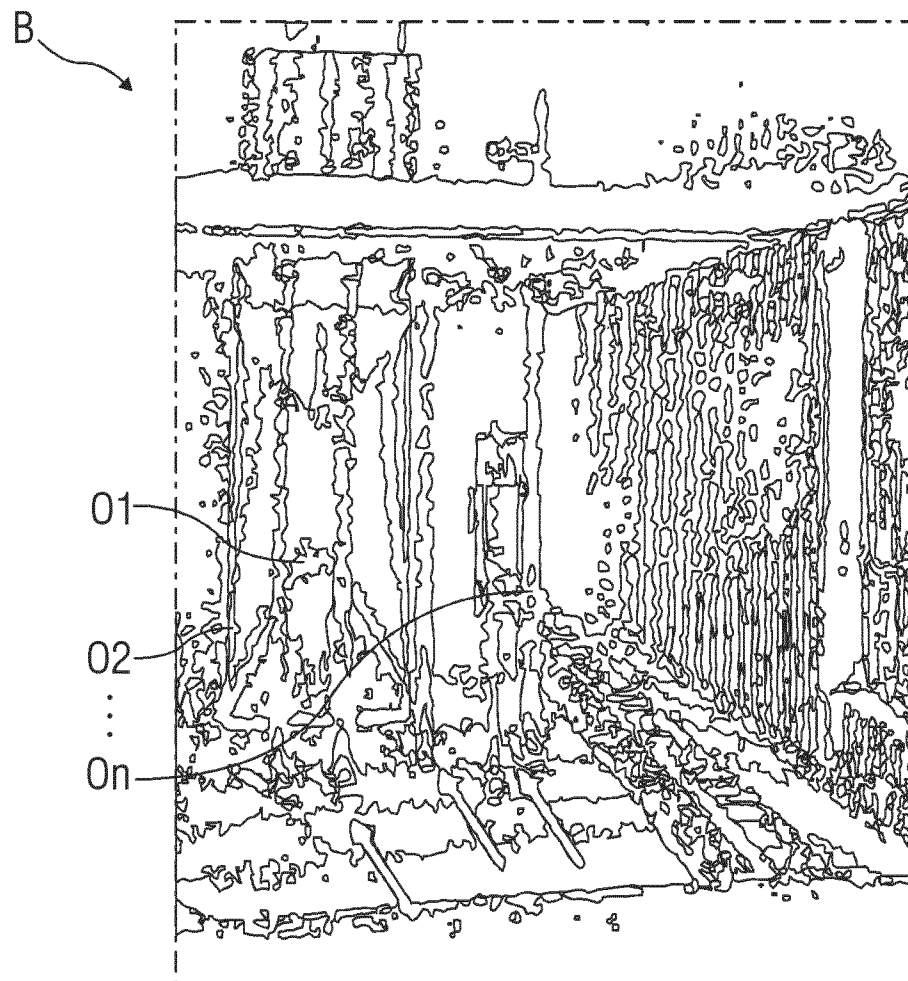


FIG 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2021/066095

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER*G01S 7/48*(2006.01)i; *G01S 17/931*(2020.01)i; *G01S 17/89*(2020.01)i; *G01S 17/42*(2006.01)i; *G01S 7/497*(2006.01)n

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	DE 102019005060 A1 (FANUC CORP [JP]) 30 January 2020 (2020-01-30)	1-4,10
A	paragraph [0011] - paragraph [0027]; figures 1,2,3A	5-9
A	DE 102009016563 A1 (DAIMLER AG [DE]) 19 November 2009 (2009-11-19)	1-10
	paragraph [0058]; figure 5	
A	EP 2017645 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 21 January 2009 (2009-01-21)	1-10
	paragraph [0020]; figure 3	
A	EP 3092948 A1 (A TRON3D GMBH [AT]) 16 November 2016 (2016-11-16)	1-10
	the whole document	
A	WO 2019064062 A1 (INNOVIZ TECH LTD [IL]) 04 April 2019 (2019-04-04)	1-10
	paragraph [0243] - paragraph [0286]; figures 10,11	



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

16 September 2021

Date of mailing of the international search report

24 September 2021

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Kaleve, Abraham

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2021/066095

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
DE	102019005060	A1	30 January 2020	CN	110779681	A	11 February 2020
				DE	102019005060	A1	30 January 2020
				JP	6813541	B2	13 January 2021
				JP	2020016577	A	30 January 2020
				US	2020033475	A1	30 January 2020
DE	102009016563	A1	19 November 2009	NONE			
EP	2017645	A1	21 January 2009	DE	102007032999	A1	22 January 2009
				EP	2017645	A1	21 January 2009
EP	3092948	A1	16 November 2016	DE	102015107132	A1	10 November 2016
				EP	3092948	A1	16 November 2016
WO	2019064062	A1	04 April 2019	EP	3688492	A1	05 August 2020
				US	2020249324	A1	06 August 2020
				US	2020249349	A1	06 August 2020
				US	2020249354	A1	06 August 2020
				US	2020292679	A1	17 September 2020
				US	2020292709	A1	17 September 2020
				WO	2019064062	A1	04 April 2019

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. G01S7/48 G01S17/931 G01S17/89 G01S17/42
 ADD. G01S7/497

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	DE 10 2019 005060 A1 (FANUC CORP [JP]) 30. Januar 2020 (2020-01-30)	1-4,10
A	Absatz [0011] - Absatz [0027]; Abbildungen 1,2,3A	5-9
A	DE 10 2009 016563 A1 (DAIMLER AG [DE]) 19. November 2009 (2009-11-19) Absatz [0058]; Abbildung 5	1-10
A	EP 2 017 645 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 21. Januar 2009 (2009-01-21) Absatz [0020]; Abbildung 3	1-10
A	EP 3 092 948 A1 (A TRON3D GMBH [AT]) 16. November 2016 (2016-11-16) 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

16. September 2021

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

24/09/2021

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

Kaleve, Abraham

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 2019/064062 A1 (INNOVIZ TECH LTD [IL]) 4. April 2019 (2019-04-04) Absatz [0243] - Absatz [0286]; Abbildungen 10,11 -----	1-10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2021/066095

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102019005060 A1	30-01-2020	CN 110779681 A	11-02-2020
		DE 102019005060 A1	30-01-2020
		JP 6813541 B2	13-01-2021
		JP 2020016577 A	30-01-2020
		US 2020033475 A1	30-01-2020

DE 102009016563 A1	19-11-2009	KEINE	

EP 2017645 A1	21-01-2009	DE 102007032999 A1	22-01-2009
		EP 2017645 A1	21-01-2009

EP 3092948 A1	16-11-2016	DE 102015107132 A1	10-11-2016
		EP 3092948 A1	16-11-2016

WO 2019064062 A1	04-04-2019	EP 3688492 A1	05-08-2020
		US 2020249324 A1	06-08-2020
		US 2020249349 A1	06-08-2020
		US 2020249354 A1	06-08-2020
		US 2020292679 A1	17-09-2020
		US 2020292709 A1	17-09-2020
		WO 2019064062 A1	04-04-2019
